

**EFFECTO DE ARCELINA EN LA TASA DE CRECIMIENTO Y
REPRODUCCION DE Zabrotes subfasciatus (Boheman).**

P O R

Rafael Cristóbal Altamirano Pólit

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA

OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROGISIS:	4528
FECHA:	3/7/92
ENCARGADO:	<i>Vargas Pólit</i>

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

Abril, 1992

**EFFECTO DE ARCELINA EN LA TASA DE CRECIMIENTO
Y REPRODUCCION DE Zabrotes subfasciatus (Boheman).**

Por

Rafael Cristóbal Altamirano Pólit

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesario. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos del autor.



Rafael Cristóbal Altamirano Pólit

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

DEDICATORIA

Deseo dedicar este trabajo en primer lugar a Dios y a la Virgen María Auxiliadora quienes siempre guían mi camino.

De manera muy especial deseo dedicar este trabajo a mis padres Rafael y Rosalía pues ellos forman parte importante de él, sin su esfuerzo jamás hubiera podido salir adelante, son y serán siempre para mí un ejemplo de amor, cariño y comprensión.

A mis hermanos Carlos y Fernando por darme los ánimos y el aliento necesario para seguir este largo camino.

A la Sra. Xiomara de Triana por haberme brindado su apoyo y amistad incondicional en todo momento.

A mis abuelos Carlos y Teresa a quienes siempre recuerdo con cariño.

A mis tíos y primos pues son para mí más que mi familia.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento al Doctor Juan Carlos Rosas por toda la ayuda prestada en la realización de este trabajo.

A mi comité de asesores, Dra. Valerie Wright de Malo y al Ing. Luis Pinel por su valiosa asesoría y colaboración.

A mi compañero y amigo Javier Alvarez por haberme soportado estos cuatro años y ayudarme en los momentos que lo necesitaba.

Un agradecimiento muy especial a la familia Torres-Núñez por brindarme su cariño y amistad a lo largo de este año y haber hecho mi estancia en Honduras mucho más agradable. Muchas gracias.

A Marcia y Anita Nuñez por estos cuatro años de amistad.

A todos mis colegas y amigos de cuarto año en especial a Iván Wong y Segundo Weisson por los buenos y malos momentos que pasamos juntos.

A todo el personal del CITESGRAN y a toda la gente del Departamento de Agronomía por el ambiente de camaradería tan agradable que sentí durante todo el año.

A la Fundación Privada Wilson Popenoe por haber financiado mis estudios durante estos cuatro años.

INDICE

	Pag.
Título.....	i
Derechos de Autor.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Indice.....	v
Indice de Cuadros.....	vi
Indice de Figuras.....	vii
Indice de Anexos.....	viii
I INTRODUCCION.....	1
II REVISION DE LITERATURA.....	5
III MATERIALES Y METODOS.....	23
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	31
V CONCLUSIONES.....	62
VI RECOMENDACIONES.....	65
VII RESUMEN.....	67
VIII LITERATURA CITADA.....	69
IX ANEXOS.....	73
X DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR.....	97
XI APROBACION.....	98

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Fechas de infestación de las muestras según los tratamientos y el inicio y final (días) del período de infestación con respecto al testigo Danlí 46.....	31
Cuadro 2. Efecto de arcelina en el número de huevos eclosionados (Eclo.), no eclosionados (No eclo.), total de huevos (fecundidad), en el porcentaje de huevos eclosionados (fertilidad) y en el número de huevos por hembra en un ciclo del insecto.....	33
Cuadro 3. Efecto de arcelina en el número de larvas vivas, larvas muertas, total de larvas, porcentaje de mortalidad y porcentaje de sobrevivencia de larvas en un ciclo del insecto.....	37
Cuadro 4. Efecto de arcelina en el total de pupas, porcentaje de sobrevivencia de pupas en relación al número de huevos (H-P), porcentaje de sobrevivencia en relación al número de larvas vivas (L-P), total de adultos emergidos y porcentaje de sobrevivencia de adultos en un ciclo.....	41
Cuadro 5. Efecto de arcelina en el número de machos (NM), número de hembras (NH) y total de adultos emergidos en cuatro generaciones del insecto.....	49
Cuadro 6. Efecto de arcelina en el número promedio de huevos (NH); número promedio de huevos por hembra (HPH); promedio de adultos (TA); peso seco promedio de machos (PSPM) y de hembras (PSPH); peso promedio final de semillas (PFS); porcentaje de pérdida de peso de semillas (PPPS); período de desarrollo (PD) e índice de susceptibilidad (IS) en el primer ciclo.....	52
Cuadro 7. Efecto de arcelina en el número promedio de huevos (NH); número promedio de huevos por hembra (HPH); promedio de adultos (TA); peso seco promedio de machos (PSPM) y de hembras (PSPH); peso promedio final de semillas (PFS); porcentaje de pérdida de peso de semillas (PPPS); período de desarrollo (PD) e índice de susceptibilidad (IS) en el segundo ciclo.....	53

- Cuadro 8. Efecto de arcelina en el número promedio de huevos (NH); número promedio de huevos por hembra (HPH); promedio de adultos (TA); peso seco promedio de machos (PSPM) y de hembras (PSPH); peso promedio final de semillas (PFS); porcentaje de pérdida de peso de semillas (PPPS); período de desarrollo (PD) e índice de susceptibilidad (IS) en el tercer ciclo.....54
- Cuadro 9. Efecto de arcelina en el número promedio de huevos (NH); número promedio de huevos por hembra (HPH); promedio de adultos (TA); peso seco promedio de machos (PSPM) y de hembras (PSPH); peso promedio final de semillas (PFS); porcentaje de pérdida de peso de semillas (PPPS); período de desarrollo (PD) e índice de susceptibilidad (IS) en el cuarto ciclo.....55

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Efecto de diferentes formas de arcelina en el número de adultos de <u>Zabrotes subfasciatus</u> emergidos en el primer ciclo.....	45
Figura 2. Efecto de diferentes formas de arcelina en el número de adultos de <u>Zabrotes subfasciatus</u> emergidos en el segundo ciclo.....	46
Figura 3. Efecto de diferentes formas de arcelina en el número de adultos de <u>Zabrotes subfasciatus</u> emergidos en el tercer ciclo.....	47
Figura 4. Efecto de diferentes formas de arcelina en el número de adultos de <u>Zabrotes subfasciatus</u> emergidos en el cuarto ciclo.....	48

INDICE DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Efecto de arcelina en el número de huevos eclosionados/10 semillas en base a conteos diarios.....	73
Anexo 2. Efecto de arcelina en el número de huevos no eclosionados/10 semillas en base a conteos diarios.....	74
Anexo 3. Efecto de arcelina en el número de larvas vivas/10 semillas en base a conteos diarios...	75
Anexo 4. Efecto de arcelina en el número de larvas muertas/10 semillas en base a conteos diarios.	76
Anexo 5. Efecto de arcelina en el número total de larvas/10 semillas en base a conteos diarios..	77
Anexo 6. Efecto de arcelina en el número de pupas/10 semillas en base a conteos diarios.....	78
Anexo 7. Efecto de arcelina en el número de adultos vivos/10 semillas en base a conteos diarios...	79
Anexo 8. Efecto de arcelina en el total de adultos emergidos en el primer ciclo.....	80
Anexo 9. Efecto de arcelina en el número de machos emergidos en el primer ciclo.....	81
Anexo 10. Efecto de arcelina en el número de hembras emergidas en el primer ciclo.....	82
Anexo 11. Efecto de arcelina en el total de adultos emergidos en el segundo ciclo.....	83
Anexo 12. Efecto de arcelina en el número de machos emergidos en el segundo ciclo.....	84
Anexo 13. Efecto de arcelina en el número de hembras emergidas en el segundo ciclo.....	85
Anexo 14. Efecto de arcelina en el total de adultos emergidos en el tercer ciclo.....	86
Anexo 15. Efecto de arcelina en el número de machos emergidos en el tercer ciclo.....	87
Anexo 16. Efecto de arcelina en el número de hembras emergidas en el tercer ciclo.....	88

Anexo 17. Efecto de arcelina en el total de adultos emergidos en el cuarto ciclo.....	89
Anexo 18. Efecto de arcelina en el número de machos emergidos en el cuarto ciclo.....	90
Anexo 19. Efecto de arcelina en el número de hembras emergidas en el cuarto ciclo.....	91
Anexo 20. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento 1.....	92
Anexo 21. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento 2 en el primer ciclo.....	93
Anexo 22. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento 2 en el segundo ciclo.....	94
Anexo 23. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento 2 en el tercer ciclo.....	95
Anexo 24. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento 2 en el cuarto ciclo.....	96

I. INTRODUCCION

Al igual que muchos otros productos agrícolas, los granos almacenados están sujetos al ataque y deterioro causado por los insectos. Uno de los principales ordenes de estos insectos es el de los coleópteros, que con más de 250,000 especies descritas, existen un gran cantidad de ellas asociadas a productos almacenados (Gonzales et al., 1984). La familia Bruchidae, perteneciente al orden Coleóptera, abarca 750 especies, entre las cuales se encuentran varias que causan grandes daños a los granos almacenados.

En México y América Central se han estimado pérdidas que pueden alcanzar hasta un 35% del total de grano almacenado. Estas pérdidas tanto en cantidad como en calidad, pueden aún incrementarse debido al ataque secundario de microorganismos tales como hongos y bacterias (CIAT, 1988).

El deterioro del grano de frijol como consecuencia del ataque de estos insectos es muy frecuente y las pérdidas económicas son considerables, afectando seriamente al productor ya que un grano de frijol que muestre daños causados por los brúchidos, es inaceptable en el mercado.

Las dos especies que causan mayor daño al grano de frijol almacenado son Zabrotes subfasciatus (Boheman) y Acanthoscelides obtectus (Say), ambas pertenecientes al orden

Coleóptera y a la familia Bruchidae. Estas dos especies se originaron posiblemente en Sur América y están ampliamente distribuidas desde Chile hasta los Estados Unidos (CIAT, 1988a).

En general, el gorgojo pintado o mexicano del frijol (Z. subfasciatus) es considerado como una plaga principal del frijol. Este presenta como principal característica biológica un régimen alimenticio cletrofágico, es decir sus larvas son devoradoras de semillas, pudiendo sobrevivir varias de ellas en un sólo grano. Esta especie posee también la capacidad de adherir los huevos al grano de frijol asegurando con esto alimento para la nueva generación.

La hembra de Z. subfasciatus es más grande que el macho y se caracteriza por tener cuatro puntos de color crema en los élitros; el macho tiene un color gris uniforme. Los huevos frescos adheridos a la testa del grano son brillantes y translúcidos; las posturas ya eclosionadas de Z. subfasciatus son blancas y opacas (CIAT, 1982).

Luego de la eclosión, la larva del primer instar penetra en el grano y se desarrolla en su interior; antes de empupar corta la testa en forma circular, formando una "ventana".

El adulto recién formado empuja esta ventana y sale del interior del grano. Inmediatamente después copula e inicia su oviposición; normalmente el adulto no se alimenta del grano y puede permanecer en la celda por varios días.

En general, el estado de huevo dura entre cuatro y cinco

días, los diferentes instares larvales 14 días y el estado de pupa entre cinco y seis días. El adulto vive de 10 a 12 días y la hembra oviposita un promedio de 35 huevos (CIAT, 1988a).

La arcelina, es una proteína presente en algunos frijoles silvestres resistentes a Z. subfasciatus y se le ha evaluado como posible factor antibiótico de resistencia a esta plaga. Esta proteína fue identificada inicialmente mediante técnicas de electroforesis y fue llamada arcelina en honor a la población de Arcelia en el Estado de Guerrero en México, de donde son originarias algunas de las variedades silvestres resistentes a Z. subfasciatus.

Estudios genéticos sobre la herencia de esta proteína han dado como resultado el hecho de que la expresión de arcelina está controlada por un gene mendeliano simple y que su presencia es dominante a su ausencia.

La arcelina es la base de la resistencia del frijol al ataque de Z. subfasciatus y su efecto antibiótico ha sido ya demostrado. En el presente estudio se producirá información sobre los efectos de las diferentes formas alélicas de arcelina en las tasas de crecimiento y reproducción de Z. subfasciatus. Por otro lado, se tratará de averiguar el efecto de la exposición continua del insecto a arcelina y así poder observar los posibles cambios debidos a la resistencia conferida por los tratamientos constituidos por las diferentes formas de arcelina.

Como lo hemos mencionado anteriormente, el frijol es un

grano de gran consumo a nivel latinoamericano; en Centro América forma parte de la dieta diaria. Los daños en los granos de frijol una vez cosechado y almacenado pueden afectar seriamente la producción, por lo que una de las etapas donde se debe poner más atención es en el manejo postcosecha del grano. Uno de los mecanismos más eficientes en el control de insectos de almacén es la resistencia varietal y la incorporación de arcelina a las diferentes variedades comerciales de frijol es un ejemplo de este tipo de control.

El presente trabajo se basa en probar y demostrar el beneficio del uso de arcelina en el control de Z. subfasciatus.

Una ventaja adicional del uso de arcelina es aquella relacionada con el control biológico, es decir al incorporar la arcelina a las variedades comerciales de frijol reducimos el uso de productos químicos y sus efectos nocivos al ser humano y al medio ambiente.

Los objetivos del presente estudio fueron: 1) Medir el efecto de diferentes formas alélicas de arcelina en las tasas de crecimiento y reproducción de Z. subfasciatus; y 2) Medir el efecto de la exposición continua de Z. subfasciatus a arcelina en la estabilidad de esta resistencia en frijol común (Phaseolus vulgaris L.).

II. REVISION DE LITERATURA

A. Importancia del cultivo del frijol

Dentro del grupo de las leguminosas comestibles, el frijol común es una de las más importantes debido a su amplia distribución a nivel mundial. Es un complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia principalmente en Centro y Suramérica, y en varias regiones de Africa.

México ha sido aceptado como el más probable centro de origen, o al menos, como el centro de diversificación primaria. El cultivo del frijol es considerado uno de los más antiguos; hallazgos arqueológicos en su posible centro de origen y en Suramérica indican que era conocido por lo menos unos 5.000 años antes de la era cristiana (CIAT, 1985).

Según Barragán y Aldana (1989), en Colombia la leguminosa más importante es el frijol, la cual forma parte de la dieta de la mayoría de la población, debido a su alto contenido de proteína, carbohidratos y de minerales como el potasio, el fósforo y el hierro.

América Latina es, en particular, la zona de mayor producción y consumo, estimándose que el 46.7% de la producción total mundial proviene de esta área (Pachico, 1989). Las leguminosas de grano son una fuente importante y económica de proteína; el trigo, el arroz y el maíz tienen un

porcentaje de proteína que oscila entre 8 y 12%, mientras que el frijol está alrededor del 22% (CIAT, 1980).

En América Latina entre los años de 1982-84 se produjo un promedio de 3.9 millones de toneladas por año de frijol. Por otro lado, aproximadamente el 60% de las leguminosas en Latino América son producidas en Brasil (Schoonhoven, 1976).

B. Daños causados por los insectos de almacén

Las plagas que atacan los granos almacenados tienen gran importancia económica para cualquier país. En Colombia las pérdidas que los insectos causan son cuantiosas, ya por el deterioro directo de los mismos o por el mal aspecto, olor y sabor que le imparten al grano, volviéndolos inaceptables para consumo humano y animal, y en mayor grado para la exportación.

Un alto porcentaje de las bodegas donde se almacena frijol están infestadas por insectos, los cuales ocasionan pérdidas cercanas a un 20% en peso del total de grano almacenado. En el caso particular del frijol, los insectos más perjudiciales en almacenamiento son Zabrotes subfasciatus y Acanthoscelides obtectus, ambos pertenecientes a la familia Bruchidae (Barragán y Aldana, 1989).

Los brúquidos Z. subfasciatus y A. obtectus, conocidos comúnmente como gorgojos, son las plagas más importantes del frijol almacenado en Africa y en América Latina; su daño afecta no sólo la cantidad sino la calidad del grano, hecho que obliga a los agricultores a vender su cosecha muy

rápidamente, aún en épocas en las cuales la oferta es alta y los precios son bajos. Se estima que en América Latina las pérdidas ocasionadas por estas plagas en el cultivo de frijol equivalen al 13-15% de la cosecha (Cardona y Posso, 1987).

Según Schoonhoven, Cardona y Valor (1981), los agricultores y dueños de empresas en Colombia indican que el riesgo de ataque por Z. subfasciatus es la principal razón para no almacenar frijoles. Según el CIAT (1988b), las pérdidas económicas debidas al ataque de los insectos al frijol almacenado no han sido suficientemente evaluadas en América Latina. Algunos trabajos indican que estas pueden ser más o menos del 20%.

Según un estudio realizado por el CIAT (1988b) en 30 bodegas en Colombia, se encontró que en el 20% de ellas había frijol infestado de insectos, que las pérdidas causadas por éstos eran del 7.5%, y que el frijol permanecía almacenado en promedio durante mes y medio. Con este período tan corto de almacenamiento se evita en gran parte, los daños que los insectos podrían causar durante un período mayor de almacenamiento.

Pimbert (1985), en un estudio realizado en sistemas tradicionales de almacenamiento en Costa Rica, observó que un promedio del 8% del grano almacenado de frijol fue atacado por Z. subfasciatus.

Pierre y Pimbert (1981) reportaron ataques de Z. subfasciatus en granos de frijol almacenado en regiones

tropicales de Asia y Africa. Pero no se encontró evidencia del ataque de este insecto al frijol en el campo.

No se ha encontrado información precisa acerca de las pérdidas económicas que los brúquidos causan al grano almacenado pero Mc Guire y Crandall (1967) estiman que para México, Centro América y Panamá estas pueden ser tan altas como 35%.

Gonzalez et al. (1986) estiman que en frijol negro a los seis meses de almacenado las pérdidas ocasionadas por el ataque de Z. subfasciatus ascienden a un 25% y en el caso del frijol rojo en el mismo período de tiempo estas ascendieron a 34%.

C. Descripción del insecto

La gran mayoría de los brúquidos viven en semillas de leguminosas, aunque se ha encontrado que un pequeño grupo de ellos es capaz de vivir en otro tipo de plantas (Dell'Orto y Arias, 1985).

Davies (1972) reportó el ataque de Z. subfasciatus en granos de leguminosas como Phaseolus vulgaris, P. lunatus y Vigna unguiculata en regiones tropicales de Sur y Centro América, así como en Asia y Africa. Z. subfasciatus ataca frijol almacenado en las regiones cálidas y tropicales de América Latina; no ataca el cultivo en el campo (CIAT, 1985).

Este insecto fue descrito con anterioridad con los nombres de Zabrotes pectoralis, Z. dorsopictus, Spermophaqus

pectoralis y S. subfasciatus. El adulto es de cuerpo oval, grueso, convexo, negro, con excepción de la base de las antenas y ápice de los tarsos. Mide de 1.8 a 2.5 mm de longitud y de 1.2 a 1.8 mm de ancho. Sus antenas son largas y sobrepasan la mitad del cuerpo (Dell'Orto y Arias, 1985).

Según estudios realizados por Howe y Currie (1964), la hembra de Z. subfasciatus pesa aproximadamente uno y medio veces más que los machos. Dell'Orto y Arias (1985) encontraron que Z. subfasciatus prefiere los granos de frijol, aunque también puede alimentarse de granos de caupí, arvejas, lentejas y soya.

D. Biología, ciclo de vida y comportamiento

La actividad reproductiva y la duración del ciclo de vida de los brúquidos son dos variables que juegan un papel importante en la biología de cualquier especie. Las relaciones entre estas variables no sólo tienen un significado biológico sino que también, en muchos casos, considerable importancia económica (Bushnell y Boughton, 1940).

Estudios realizados por Gonzales et al. (1984) señalan que la hembra de Z. subfasciatus coloca los huevos sobre los granos pegándolos sobre su superficie. Los mismos son de forma aproximadamente redonda y pueden ser observados adheridos al grano hasta mucho después de la salida del adulto así mismo encontraron que la hembra de Z. subfasciatus es capaz de infestar granos de frijol hasta poco antes de morir. En cuanto

al total de huevos que puede poner la hembra estos mismos autores obtuvieron valores promedios que variaron entre 20 y 40 huevos, según el número de granos expuestos.

Durante el almacenamiento, la hembra de Z. subfasciatus coloca los huevos libremente en el grano. De los huevos emergen las pequeñas larvas que posteriormente penetran en su interior; la perforación de entrada es prácticamente imposible de observar a simple vista y a través de ella pueden penetrar una o varias larvas (Dell'Orto y Arias, 1985).

En un inicio los huevos se muestran transparentes, tornándose después blanco-lechosos. En esta etapa si el huevo es desprendido del grano, se puede observar en su interior partículas blancas que resultan de la acción de la larva que ha penetrado el grano dejando a su paso un orificio que mediante la ayuda de un estereoscopio puede ser observado.

Según estudios realizados en el CIAT (1988b), la oviposición de la hembra de Z. subfasciatus comienza desde su primer día de existencia, en que pone de dos a tres huevos, y alcanza su valor máximo hacia el tercer día, en que puede colocar hasta nueve; a partir de entonces reduce la puesta, con valores entre uno y cuatro, terminando su oviposición en el décimo y décimo primer días.

Utida (1967) observó que la hembra de Z. subfasciatus comienza a depositar sus huevos casi después de la emergencia y deposita aproximadamente el 30-40% del total de huevos en el primer día luego de la emergencia.

Después de eclosionar, la larva del primer instar penetra en la semilla y continúa desarrollándose en su interior, formando una cámara o celda a medida que se alimenta. Las larvas mudan cuatro veces antes de empupar, es decir, pasan por cuatro instares de desarrollo. En el último instar, la larva realiza un corte circular en la testa, formando una "ventana" característica que permitirá luego al adulto abandonar la cámara pupal o de alimentación. El adulto recién desarrollado, puede permanecer en la cámara durante varios días antes de empujar la "ventana" y salir del grano (CIAT, 1988a).

Pajni y Jabbal (1986) observaron que los adultos de Z. subfasciatus inician la cópula casi inmediatamente luego de emerger, además la hembra comienza a depositar los huevos entre 2 a 30 horas luego de la cópula; este estudio fue realizado bajo condiciones controladas a 30°C y 70% de humedad relativa.

Estudios realizados por Howe y Currie (1964) demostraron que las condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de Z. subfasciatus son de 32.5°C y 70% de humedad relativa.

Pajni y Jabbal (1986) en experimentos conducidos para determinar el efecto que producen diferentes temperaturas y humedades en el promedio de oviposición por hembra, encontraron que el más alto fue de 52 huevos a 30°C y 70% de humedad relativa. Por el contrario Howe y Currie (1964) hallaron un promedio de 41.4 huevos por hembra a 30°C y 100%

de humedad relativa. De acuerdo con Steffan (1946; citado por Pajni y Jabbal, 1986), el promedio más alto de huevos por hembra es de 45.

El conocimiento del ciclo de vida de Z. subfasciatus y la duración de sus diversos estadios es un tema que ha sido estudiado por diversos autores. En general, la duración del estado de huevo dura de 4 a 5 días, la de los cuatro instares del estado larval 14 a 15 días, el estado pupal 5 a 6 días, la longevidad del adulto de 8 a 12 días, y la oviposición promedio varía de 22 hasta 48 huevos por hembra (CIAT, 1988a; Howe y Currie, 1964; Carvalho y Rossetto, 1968; ICA, citado por CIAT, 1988b).

Davies (1972), en un estudio realizado sobre la ocurrencia de Z. subfasciatus en frijol en Uganda, reportó que un 39% de las hembras mueren entre el día 11 y 15 después de la emergencia. Se vió una tendencia distinta para los machos, el 31% murió entre los días 21 y 25 después de la emergencia.

Howe y Currie (1964) en un estudio realizado sobre la biología de Z. subfasciatus, mencionan que normalmente el adulto no se alimenta pero puede consumir agua o néctar.

E. Origen y distribución

Zabrotes subfasciatus se considera originario de regiones tropicales y subtropicales de América Latina. Predomina en climas cálidos, húmedos, de baja altitud sobre el nivel del mar, con temperaturas de 32.5°C y 70% de humedad relativa,

donde su ciclo de vida dura 24 a 25 días (Dell'Orto y Arias, 1985).

Es una plaga ampliamente distribuida en Centro y Sur América, Africa, India y en el Sur Este de Asia , también ha sido reportado en Europa (Southgate, 1964).

Zabrotes subfasciatus ha sido reportado en algunas regiones de Africa y en algunos países ha sido colectado desde hace algún tiempo como en Guinea-Bissau en 1899, Eritrea en 1902, Mozambique en 1914, Bajo Zaire en 1915, y Tanzania en 1916. Es considerado una plaga perjudicial en Angola, Zaire y en el Este de Africa, y ha sido frecuentemente hallado en Madagascar y en las Islas Mascareigne (Decelle, 1981). Esta especie también ha sido reportada en Portugal e Italia pero no en otras regiones del Mediterráneo así como no se tienen reportes de Etiopia, Sudán o de Africa del Sur (Southgate, 1978).

En Latinoamérica este insecto se encuentra bien distribuido encontrándose reportes de su ataque en México (Ruppel e Idrovo, 1962), Colombia y Brasil (Schoonhoven, 1976), principalmente.

F. Métodos de control

Algunos métodos de control, en gran parte tradicionales, se han venido utilizando por muchos años en las zonas tropicales y subtropicales y han tenido poca o ninguna variación, aunque ellos no siempre den el mismo resultado

(Hall, 1971; citado por Robleto, 1990).

Según Schoonhoven (1976), en Latinoamérica una práctica usada por los campesinos locales para controlar gorgojos de frijol consiste en aplicar ceniza al grano almacenado; se encontró que una proporción de 20g de ceniza por cada 100g de semillas forma una barrera física, que aparentemente es efectiva. Estudios realizados en el CIAT (1988b) demostraron que el efecto de la ceniza es mecánico ya que al llenar el espacio libre entre los granos, dificulta la entrada de los insectos.

Otro método comúnmente usado es el de almacenar el frijol junto con los residuos de cosecha conocido como broza. Sin embargo, Schoonhoven (1976) en un estudio utilizando este método encontró que la presencia de un 20% del peso de la planta en broza junto con el grano resulta en un 88.4% de grano libre del ataque del insecto luego de tres meses de almacenamiento, en comparación con un 99.8% de grano sano sin este material; esto nos sugiere que la broza actúa como fuente de inóculo y que no ejerce ningún tipo de control.

Según Soler (1953; citado por Robleto, 1990) la incorporación de polvos inertes al grano de frijol es utilizada para la protección contra insectos; su acción letal sobre adultos y larvas consiste en su poder deshidratante.

Una ventaja adicional del uso de materiales inertes es que son de baja toxicidad para humanos, son de gran abundancia y de bajo costo, en comparación con los químicos (Edje, 1984).

Es bien conocido que la cal y otros polvos inertes cuando son mezclados con el grano de frijol dan una protección efectiva contra los gorgojos (Lathrop y Keirstead, 1946).

La reducción de la temperatura a niveles inferiores a 10°C afecta en forma muy significativa el crecimiento y la reproducción de los gorgojos; frijol expuesto a una temperatura de 8°C queda totalmente libre de huevos de Z. subfasciatus (CIAT, 1988b).

En Asia y en Africa los campesinos protegen su grano del ataque de los gorgojos mediante el uso de aceites vegetales (Schoonhoven, 1976). Según el CIAT (1988b), en frijol tratado con 5 ml de aceite de algodón por kg de frijol, en comparación con uno que no fue tratado, se observó diferencias en el nivel de daño y en el brillo y se puede almacenar el grano por lo menos seis meses sin peligro de pérdidas. Es muy importante anotar que la germinación del grano no se afecta, por lo tanto el frijol tratado con aceites puede usarse para semilla.

Al mezclar insecticidas en polvo se da una protección adecuada al grano contra los insectos, pero las larvas y pupas que se encuentran en el interior del grano se mantienen intactas (Jilani, 1984; citado por Robleto 1990).

La fosfamina es un desinfectante comúnmente usado, esta elimina el insecto en todos sus estados, incluyendo aquellos que pasan dentro del grano (CIAT, 1988b).

Entre las diversas prácticas de control de brúquidos el CIAT ha dado énfasis a la búsqueda y obtención de materiales

con resistencia a su ataque (Cardona y Posso, 1987). La búsqueda por resistencia a las principales plagas insectiles del grano almacenado continua. La resistencia no afecta el valor nutritivo del grano y podría ser incorporada a variedades comerciales (Schoonhoven, 1976).

La mayoría de estudios de resistencia han dado resultado a nivel de laboratorio, pero a nivel de campo son muchas las condiciones que pueden afectar esta resistencia. Entre ellas podemos mencionar principalmente la presión de infestación y las condiciones de almacenaje (Dell'Orto, 1987; citado por Robleto, 1990).

El control de insectos que atacan el grano almacenado es posible mediante el uso de varios pesticidas convencionales, materiales inertes y aceites vegetales, pero la adición de materiales extraños a un producto destinado al consumo es siempre indeseable. La resistencia no se basa en factores que afecten negativamente la nutrición humana por lo tanto podría ser un mejor método de control (Janzen y Juster, 1976; citados por Schoonhoven y Cardona, 1982).

G. Arcelina como proteína

Las semillas de Phaseolus vulgaris contienen dos proteínas abundantes, fitohemaglutinina y arcelina, las cuales confieren alguna resistencia al ataque de los insectos. Ambas proteínas muestran un alto grado de variación electroforética (Osborn et al., 1988).

Osborn et al. (1986) identificaron mediante técnicas de electroforesis una proteína nueva que llamaron arcelina, esta proteína no se encuentra en frijoles cultivados sino en ciertas variedades silvestres encontradas en México. Esta proteína presenta cuatro variantes electroforéticas con pesos moleculares de 35,000 a 42,000, las cuales consisten en grupos distintos de polipéptidos con movilidad similar en gelatinas bi-dimensionales. Estas variantes fueron designadas como arcelina +1, +2, +3 y +4.

Estudios genéticos sobre la herencia de la proteína dieron como resultado el hecho que la expresión de arcelina está controlada por un gene mendeliano simple y que su presencia es dominante sobre su ausencia (Romero-Andreas et al., 1986).

Recientemente se ha encontrado otra variante electroforética designada como arcelina +5, esta tiene una variante mayor que la de los polipéptidos de las arcelinas 1 al 4, teniendo un peso molecular de 31,000 a 32,000 (Lioi y Bollini, 1989). Estos mismos autores mencionan que la presencia de arcelina es usualmente correlacionada con un bajo contenido de fitohemaglutinina. Por el contrario, en adición a cantidades casi iguales de arcelina 5 y faseolina tipo M, estas accesiones contienen fitohemaglutinina a niveles similares que aquellos encontrados normalmente en semillas de frijol.

Comparaciones entre Arc+ y Arc- en semillas de frijol F2 muestran que las semillas que contienen arcelina tienen un

porcentaje significativamente menor de faseolina que las semillas sin arcelina, pero no se encontraron diferencias significativas entre Arc+ y Arc- en cuanto al porcentaje total de proteína o el peso promedio de las semillas (Romero-Andreas et al., 1986).

H. Arcelina como fuente de resistencia

En el CIAT inicialmente se evaluaron más de 8.000 variedades de frijol cultivado, sin que se encontraran niveles satisfactorios de resistencia; entonces se amplió la búsqueda a frijoles silvestres de origen mexicano, y dentro de ellos si se identificaron materiales con altos niveles de resistencia tanto a Z. subfasciatus como a A. obtectus (Cardona y Posso, 1987).

Según estudios realizados por el CIAT en 1988 (Cardona et al., 1991), la arcelina puede ser transferida a variedades cultivadas de frijol mediante retrocruzadas u otro método de mejoramiento. De 423 líneas de frijol silvestre recolectadas en Latinoamérica, desde México hasta Argentina, y probadas por su resistencia a Z. subfasciatus en el CIAT, 398 (94%) resultaron susceptibles y 25 (6%) resultaron resistentes. Además, la resistencia fue solamente detectada en líneas colectadas en México y la expresión de resistencia está siempre asociada con la presencia de una de las cinco variantes de arcelina presentes en la semilla (Cardona et al., 1991).

Las variedades silvestres identificadas son de hábito de crecimiento voluble, deshicentes y de semillas muy pequeñas; además se pueden cruzar con variedades cultivadas (Delgado-Salinas et al., 1988). Según Cardona y Posso (1987), los estudios efectuados acerca de la resistencia del frijol a los gorgojos indican que ella se debe a un mecanismo de antibiosis, es decir, a un efecto deletéreo muy significativo de la planta sobre la biología de los insectos y su supervivencia.

Schoonhoven, Cardona y Valor (1981), al evaluar 170 accesiones de frijol común silvestres, encontraron una mayor frecuencia de genotipos resistentes que en los frijoles cultivados; dentro de estos genotipos resistentes se encontraron niveles de resistencia significativos que se expresaron en menor número de adultos, menores porcentajes de emergencia, prolongación del ciclo de vida y formación de adultos con pesos significativamente menores al de los emergidos de materiales susceptibles.

Los mismos autores al evaluar materiales criollos resistentes, encontraron al examinar semillas infestadas, larvas muertas, larvas y pupas deformes y adultos muertos que no lograron emerger. Se comprobó que los huevos eclosionaron normalmente y que las larvas de primer instar penetraron al grano pero aparentemente la mayoría de ellas murieron o no lograron completar su ciclo.

Harmsen et al. (1987) en un estudio realizado en la

Universidad de Wisconsin, evaluaron líneas comerciales a las cuales por medio de retrocruza se les había incorporado Arc+1 y Arc-. En este estudio el porcentaje de emergencia de adultos de Z. subfasciatus fue muy bajo en los tratamientos con las líneas con Arc+1 (2.3%) en contraste con los datos obtenidos con Arc- (86%), encontrándose también un menor número de huevos por hembra en las variedades resistentes.

Según Cardona y Posso (1987), en un estudio realizado por varias generaciones del insecto mencionan que en materiales altamente resistentes, las colonias del insecto no pueden desarrollarse y desaparecen en dos o tres generaciones.

La resistencia de las líneas que poseen Arc+1 en la biología de Z. subfasciatus se refleja en antibiosis, sobretodo en el estado larval (arriba de 97% de mortalidad). Este efecto podría ser causado por la proteína en sí o por otro factor íntimamente ligado a la expresión de arcelina (Osborn et al., 1988).

Harmsen et al. (1988) en un estudio sobre resistencia a brúquidos, utilizando la variedad Porrillo 70, encontraron que los cuatro tipos de arcelina están asociados con algún nivel de resistencia, además menciona que sus efectos son diferentes, Arc+1 fue la única asociada con altos niveles de resistencia. Arc+4 y Arc+3 prolongan el ciclo de vida y disminuyen el peso seco de los adultos pero se observó que tienen poco efecto en el porcentaje de emergencia de los insectos. Arc+2 en cambio disminuye el porcentaje de

emergencia de adultos pero no alarga significativamente el ciclo de vida y no posee efectos sobre el peso seco de adultos.

Los efectos de arcelina han sido observados que reducen el porcentaje de emergencia de adultos, atrazan la emergencia y reducen el número de huevos que pueden ser ovipositados por hembra. Así mismo tiene un efecto en el peso seco promedio de los adultos y en el índice de susceptibilidad, siendo estos inferiores a los testigos sin arcelina (Cardona et al., 1991; Rosas et al., 1990; CIAT, 1988a).

Cardona et al. (1991) en ensayos usando las diferentes variantes de arcelina en relación a un testigo susceptible, encontraron que Arc+5 tuvo el mayor nivel de resistencia seguido por Arc+4, Arc+1 y Arc+2. Arc+3 presentó el menor nivel de resistencia. Schoonhoven y Cardona (1982) obtuvieron resultados similares al evaluar líneas resistentes al ataque del insecto, también observaron que la resistencia tanto en variedades susceptibles como resistentes no cambia grandemente al someter al insecto al efecto de arcelina por cinco generaciones. En la cuarta y quinta generación los niveles de significancia se volvieron menos frecuentes principalmente para las variables período de desarrollo y peso seco de adultos.

Mediante un ensayo conducido para medir el control que ejerce arcelina sobre Z. subfasciatus en frijol almacenado, Rosas et al. (1991) no encontraron diferencias significativas

al evaluar pérdida física de peso de semillas entre los cuatro tipos de arcelina y el testigo Danlí 46, pero si se obtuvieron diferencias muy obvias en el número de adultos emergidos observandose un menor número de adultos emergidos en Arc+1 y Arc+2 en relación al testigo Danlí 46.

III. MATERIALES Y METODOS

A. Localización del ensayo

El ensayo se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), ubicada en El Zamorano, a 36 Km al sur-este de Tegucigalpa. La EAP está ubicada a 14° LN y 87° LO, y a 800 msnm. Se caracteriza por ser de clima monzónico con una precipitación promedio anual de 1,105 mm distribuidos entre los meses de Mayo y Diciembre. El rango promedio de temperaturas oscila entre los 20°C a 34°C en los meses de verano; en los meses de invierno las temperaturas mínimas pueden bajar hasta 5°C en la noche. Los experimentos tuvieron una duración de tres meses para el primero y siete meses para el segundo, comprendidos entre los meses de Agosto a Octubre de 1991 y de Agosto de 1991 a Febrero de 1992, respectivamente.

B. Experimentos

Para el presente trabajo se realizaron dos experimentos, los cuales se detallan a continuación.

El primer experimento se realizó sólo en una generación del insecto y sirvió para medir el efecto de las diferentes formas alélicas de arcelina en la tasa de crecimiento y reproducción de Zabortes subfasciatus.

El segundo experimento sirvió para poder medir el efecto

de la exposición continua de Z. subfasciatus a arcelina en la estabilidad de este tipo de resistencia en frijol común (Phaseolus vulgaris). Este experimento se realizó durante cuatro generaciones del insecto.

C. Preparación de los materiales

Todo el material utilizado en los ensayos fue dejado bajo refrigeración a una temperatura de 4°C por un período de cuatro días como mínimo; esto se hizo con el objeto de asegurar que la semilla utilizada estuviera libre de huevos, larvas, pupas o adultos presentes en el mismo y que de una u otra forma pudieran haber afectado los resultados del ensayo.

D. Ubicación de los experimentos

Todos los tratamientos fueron almacenados en un cuarto de ambiente controlado ubicado en el Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos (CITESGRAN), a una humedad relativa promedio de $68 \pm 2\%$ y a una temperatura promedio de $27 \pm 1^\circ\text{C}$.

E. Cultivo de insectos

Previo a los ensayos, se procedió a obtener la cría de insectos que posteriormente se usaron en los experimentos; para esto se utilizaron botes de vidrio a los cuales se le añadió una cierta cantidad de grano susceptible al ataque del insecto para asegurar una buena oviposición y posterior emergencia, para luego proceder a infestar los frascos con un número de insectos determinado con anterioridad. Para la infestación de los tratamientos se utilizaron los insectos que

emergieron de este cultivo, los insectos eran de edad conocida, entre dos a cuatro días desde su emergencia como máximo. Los insectos usados en ambos experimentos eran procedentes del Municipio de Moroceli, Departamento del Paraíso.

F. Diseño experimental y tratamientos

El diseño experimental usado fue Completamente al Azar, con cuatro repeticiones, dando un total de 24 unidades experimentales. Los tratamientos usados en ambos experimentos fueron los siguientes:

Tratamiento	Línea en estudio	Tipo de arcelina
1	Porrillo 70 Arc+1	Arcelina +1
2	Porrillo 70 Arc+2	Arcelina +2
3	Porrillo 70 Arc+3	Arcelina +3
4	Porrillo 70 Arc+4	Arcelina +4
5	Porrillo 70 Arc-	Ausente
6	Danli 46	Ausente

Se utilizaron cinco isolíneas de "Porrillo 70", con los cuatro tipos de arcelina y una línea sin arcelina, estas fueron Arc+1, Arc+2, Arc+3, Arc+4 y Arc-. También se usó una variedad comercial susceptible al ataque del gorgojo como testigo, esta fue Danli 46. El frijol usado en los ensayos fue proporcionado por el Proyecto de Investigaciones en Frijol.

G. Unidades experimentales

Como unidades experimentales se utilizaron frascos de vidrio de 350 ml de capacidad, dentro de los cuales se

colocaron 100 g de frijol para ambos experimentos.

H. Infestación

Para ambos experimentos la infestación se realizó el mismo día de iniciado el experimento. En el primer experimento inicialmente se usaron 10 parejas de adultos pero al observar una pobre oviposición se decidió incrementar el número de parejas a 25 por tratamiento; luego de 10 días a partir de la fecha de infestación se retiraron los adultos y se iniciaron los conteos diarios.

Para el segundo experimento se usaron 10 parejas de adultos, luego de 16 días a partir de la fecha de infestación se retiraron los adultos y se esperó la emergencia de los nuevos adultos. Todos estos adultos inicialmente fueron pasados al segundo ciclo pero se observó que en algunos tratamientos se podrían tener problemas con hongos por una sobrepoblación de insectos, por lo cual se decidió estandarizar el número de parejas a 10 para cada ciclo, las cuales se obtuvieron de cada tratamiento del ciclo anterior.

La fecha de infestación para los diferentes tratamientos fue la misma en el primer ciclo; a partir del segundo ciclo la fecha de infestación varió dependiendo del tratamiento.

I. VARIABLES ESTUDIADAS

Para el primer experimento las variables estudiadas fueron las siguientes:

Número de huevos (oviposición)

Esta se observó tomando diariamente una sub muestra al

azar de 10 semillas por repetición y contando el número de huevos. También se identificaron los huevos que eclosionaron y los que no eclosionaron por su diferencia de color.

Total de huevos (fecundidad)

Esta variable se determinó sumando los huevos eclosionados como los no eclosionados para cada tratamiento.

Fertilidad

Es el total de huevos eclosionados entre el total de huevos (fecundidad) y este resultado multiplicado por cien.

Número de huevos por hembra

Esta variable se obtuvo dividiendo el total de huevos entre el número de hembras usadas para la infestación que en este caso fue 25 hembras.

Número de larvas, pupas y adultos

Una vez contados el número de huevos se procedió a disectar las 10 semillas por repetición y se contó el número de larvas, pupas o adultos presentes en su interior. Cabe señalar que en los primeros días del ensayo se tuvo que hacer uso de estereoscopios para poder observar las larvas en sus primeros instares.

Porcentaje de mortalidad de larvas

Esta variable se obtuvo dividiendo el total de larvas muertas entre el total de larvas (larvas vivas más larvas muertas) y este resultado multiplicado por cien.

Porcentaje de sobrevivencia de larvas

Se obtuvo dividiendo el total de larvas vivas entre el

total de larvas (larvas vivas más larvas muertas) y este resultado multiplicado por cien.

Porcentaje de sobrevivencia de huevo-pupa

Esta variable se obtuvo dividiendo en total de pupas entre el total de huevos eclosionados y este resultado multiplicado por cien. Esta variable nos sirve para medir el porcentaje de sobrevivencia que hubo desde el estado de huevo hasta el estado de pupa.

Porcentaje de sobrevivencia larva-pupa

Esta variable se obtuvo dividiendo el total de pupas entre el total de larvas vivas y este resultado multiplicado por cien. Esta variable nos ayuda a observar el porcentaje de sobrevivencia que hubo desde el estado de larva hasta el estado de pupa.

Porcentaje de sobrevivencia de adultos

Se obtuvo dividiendo el total de adultos emergidos entre el total de huevos eclosionados y este resultado multiplicado por cien.

Para el segundo experimento las variables estudiadas fueron las siguientes:

Número de huevos (oviposición)

Esta variable se determinó por medio de conteos tratando de no tocar la semilla directamente con las manos para evitar cualquier contacto con los huevos ovipositados. Este conteo se realizó el día 16 después de la infestación, inmediatamente después de haber retirado los adultos muertos procedentes del

ciclo anterior.

Número de huevos por hembra

Esta variable se obtuvo dividiendo en total de huevos entre el número de hembras usadas para la infestación que en este caso fue de 10 hembras.

Total de adultos emergidos (Y)

Para esto se realizaron muestreos diarios para el conteo de adultos (hembras y machos) emergidos a partir del día de aparición del primer adulto después de la fecha de infestación, hasta la emergencia del último adulto.

Período de desarrollo (T)

Esta variable se estimó en base a los días de emergencia del 50% del total de adultos emergidos.

Peso de adultos emergidos

En cada muestreo se retiraron los adultos emergidos y estos fueron guardados bajo refrigeración; al final de la emergencia del último adulto, todos los adultos recolectados fueron secados a 40°C por 72 horas y luego pesados. Para el segundo ciclo debido a una sobrepoblación de insectos se procedió a contar 100 machos y 100 hembras los cuales fueron secados nuevamente y se les determinó el peso para obtener por separado los pesos de machos y hembras; para los otros ciclos sí se contó el total de machos y hembras.

Índice de susceptibilidad (Dobie, 1974)

Este índice se utilizó para hacer comparaciones entre tratamientos y para clasificar las variedades como

resistentes, intermedias o susceptibles al ataque de los insectos; y se obtuvo dividiendo el logaritmo natural del total de adultos emergidos (Y) entre el período de desarrollo (T) y esto multiplicado por 100.

$$IS = (\log n Y) / T * 100$$

Porcentaje de pérdida de peso (daños) de semilla

Este índice se obtuvo dividiendo el peso seco total (peso seco inicial menos el final) entre el peso seco inicial y multiplicándolo por 100.

$$PPP = \frac{\text{Peso seco (inicial - final)}}{\text{Peso seco inicial}} * 100$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Se pudo observar en todos los casos una variación en relación a la infestación efectuada en el testigo Danlí 46. El ciclo de vida del insecto tendió a alargarse en todos los tratamientos pero de manera más notoria en Arc+1 donde la emergencia de insectos tomó más tiempo que los otros tratamientos, sobretodo los testigos, en completar las 10 parejas para infestar el ciclo siguiente.

A continuación se indican las fechas de infestación por tratamientos y por ciclo, y la diferencia en número de días con respecto al testigo Danlí 46.

Cuadro 1. Fechas de infestación de las muestras según los tratamientos y el inicio y final (días) del periodo de infestación con respecto al testigo Danlí 46.

Tratamientos	1o ciclo		2o ciclo	
	Inicio	Final	Inicio	Final
Arcelina +1	31/7	31/7	3/9	13/9 (12) =
Arcelina +2	31/7	31/7	3/9	4/9 (3)
Arcelina +3	31/7	31/7	3/9	5/9 (4)
Arcelina +4	31/7	31/7	3/9	6/9 (5)
Arcelina -	31/7	31/7	1/9	1/9 (0)
Danlí 46	31/7	31/7	1/9	1/9 (0)

Tratamientos	3o ciclo		4o ciclo	
	Inicio	Final	Inicio	Final
Arcelina +1	3/10	19/10 (22)	13/11	nc \times
Arcelina +2	1/10	5/10 (6)	2/11	12/11 (14)
Arcelina +3	3/10	8/10 (9)	6/11	20/11 (22)
Arcelina +4	3/10	8/10 (9)	3/11	18/11 (20)
Arcelina -	28/9	29/9 (0)	27/10	29/10 (1)
Danlí 46	28/9	29/9 (0)	27/10	28/10 (0)

\times = Días de inicio de infestación con respecto al testigo Danlí 46.

\times nc= No se completaron las 10 parejas de adultos.

A. Experimento 1

1. Número de huevos eclosionados

Para la variable número de huevos eclosionados no se observaron diferencias significativas en los conteos realizados diariamente sino hasta el día 30, así como en los días 31, 35, 37 y 38, después del inicio de los conteos (Anexo 1). Sin embargo, las diferencias encontradas son escasas y no muy claras, esto lo podemos atribuir al tamaño de las muestras, ya que estas al ser tan pequeñas no permitieron observar con mejor precisión si existe algún efecto de las diferentes formas de arcelina en el número de huevos eclosionados.

En el análisis realizado para el total de huevos eclosionados durante 38 días de conteos, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los diferentes tratamientos (Cuadro 2). Esto nos sugiere de que puede existir un efecto de Arc+1 y Arc+2 sobre el total de huevos

Cuadro 2. Efecto de arcelina en el número de huevos eclosionados (Eclo.), no eclosionados (No eclo.), total de huevos (fecundidad), en el porcentaje de huevos eclosionados (fertilidad) y en el número de huevos por hembra en un ciclo del insecto.

Tratamiento	HUEVOS			% Eclo. (fertil.)	Huevos por hembra
	Eclo.	No eclo.	Total (fecund.)		
Arcelina+1	532 BC	17 BC	549 BC	97	22 BC
Arcelina+2	449 C	42 A	491 C	92	20 C
Arcelina+3	610 AB	16 C	626 AB	97	25 AB
Arcelina+4	659 A	18 BC	677 A	97	27 A
Arcelina-	615 AB	28 BC	642 AB	96	26 AB
Danli 46	659 A	29 B	688 A	96	28 A
Andeva	*	*	*		*
DMS(.05)	117	13	118		4.8

*, ns Significativo y no significativo $P < .05$.

eclosionados; pero, este efecto no puede ser bien explicado mediante los datos obtenidos requiriéndose confirmar estos resultados en estudios adicionales.

En general la variedad susceptible Danli 46 presentó el mayor número de huevos eclosionados. Los tratamientos que presentaron el menor número de huevos eclosionados fueron los correspondientes a Arc+1 y Arc+2, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre el testigo Danli 46 y los tratamientos correspondientes a Arc+3, Arc+4 y Arc-. Los tratamientos correspondientes a Arc+1 y Arc+2 no presentaron diferencias significativas entre sí, pero fueron significativamente diferentes en relación al testigo Danli 46.

El mayor número de huevos eclosionados encontrados en el

testigo como en los tratamientos correspondientes a Arc+3 y Arc+4 nos sugiere que estos tipos de arcelina tienen poco o ningún efecto sobre el número de huevos eclosionados. Ninguna referencia sobre este aspecto fue encontrada en la revisión de literatura.

2. Número de huevos no eclosionados

Para la variable número de huevos no eclosionados no se encontraron diferencias significativas en los análisis realizados en base a conteos diarios, excepto en los días 8 y 10 (Anexo 2). En el análisis para el total de huevos no eclosionados sí se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre algunos tratamientos (Cuadro 2).

Así, el tratamiento que presentó el mayor número de huevos no eclosionados fue Arc+2; éste fue superior al resto de los tratamientos entre los que no hubo diferencia significativa, incluyendo a Arc+1 y Arc+3 que presentaron el número más bajo de huevos no eclosionados.

Los efectos que Arc+2 pueda tener sobre el número de huevos no eclosionados no son muy claros, aunque las diferencias observadas en los totales nos sugiere un posible efecto que es necesario continuar evaluando. La literatura no hace referencia a los efectos de arcelina sobre esta variable.

3. Total de huevos (fecundidad)

Para la variable total de huevos se encontraron diferencias en el análisis hecho al final de los conteos diarios (Cuadro 2). Los tratamientos correspondientes a los

testigos Arc- y Danli 46 presentaron el mayor número total de huevos, estos no fueron estadísticamente diferentes de Arc+3 y Arc+4. Arc+1 y Arc+2 presentaron el menor número de huevos siendo estos diferentes a los testigos Arc- y Danli 46.

Aparentemente Arc+1 y Arc+2 poseen cierto efecto en el total de huevos pero este efecto no puede ser explicado claramente sin antes realizar más estudios al respecto.

4. Porcentaje de huevos eclosionados (fertilidad)

Para la variable porcentaje de huevos eclosionados se pudieron observar que en todos los casos se obtuvieron porcentajes altos de huevos eclosionados, tanto en las variedades susceptibles como en las resistentes la mayoría de huevos eclosionaron normalmente (Cuadro 2). Sólo Arc+2 presentó un porcentaje bajo de eclosión en relación al resto de los tratamientos, aunque este no fue inferior al 90%.

Estos resultados nos sugieren que ningún tipo de arcelina posee efecto en el porcentaje de huevos eclosionados y que las diferencias encontradas para la variable total de huevos son debidas a otros factores ajenos a la conducción del ensayo.

5. Número de huevos por hembra

Para la variable número de huevos por hembra se encontraron diferencias significativas en el análisis hecho al final de los conteos (Cuadro 2). Así, los tratamientos que presentaron el mayor número de huevos por hembra correspondieron a los testigos Arc- y Danli 46, aunque no hubo diferencias con Arc+3 y Arc+4. Arc+1 y Arc+2 presentaron los

menores números de huevos por hembra al compararlos con los otros tipos de arcelina y con los testigos.

Estos resultados nos sugieren un efecto de Arc+1 y Arc+2 en el número de huevos por hembra pero no en el porcentaje de eclosión de estos. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Harmsen et al. (1987) los cuales obtuvieron con Arc+1 un menor número de huevos por hembra al compararlos con líneas sin arcelina.

6. Número de larvas vivas

Para la variable número de larvas vivas se encontraron diferencias significativas en los análisis sobre los conteos diarios efectuados en los días 5, 8, 12, 16, 18, 20, 21, 23 y 25 (Anexo 3). En general, la mayoría de larvas vivas fueron observadas durante las dos primeras semanas, disminuyendo el número de ellas drásticamente después de este periodo. Las diferencias que se observan sugiere un efecto de atraso en el desarrollo de larvas en Arc+1, y un menor número en Arc+2, en relación a las otras dos arcelinas y a los testigos. Este atraso en el desarrollo del estado larval se observa que mientras que en Danlí 46 y Arc- estas ya habían pasado al estado de pupa, en las variedades resistentes Arc+1 y Arc+2, debido al efecto de antibiosis de arcelina, todavía seguían apareciendo larvas.

Aparentemente, las arcelinas no tienen efecto sobre el total de larvas vivas, ya que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 3). El efecto de

Cuadro 3. Efecto de arcelina en el número de larvas vivas, larvas muertas, total de larvas, porcentaje de mortalidad y porcentaje de sobrevivencia de larvas en un ciclo del insecto.

Tratamiento	L A R V A S			Mort. (%)	Sobrev. (%)
	Vivas	Muertas	Total		
Arcelina+1	133	126 A	259	48.58	51.42
Arcelina+2	85	101 AB	186	54.50	45.50
Arcelina+3	133	54 D	187	28.63	71.37
Arcelina+4	112	89 BC	201	44.60	55.40
Arcelina-	140	73 CD	213	34.57	65.43
Danlí 46	122	71 CD	193	36.74	63.26
Adeva DMS(.05)	ns	* 28	ns		

*, ns Significativo y no significativo $P < .05$.

antibiosis de las arcelinas Arc+1 y Arc+2 principalmente se observó en un atraso en la aparición de larvas vivas (Anexo 3) y no en el total de estas al final de los conteos (Cuadro 3).

7. Número de larvas muertas

Para la variable número de larvas muertas no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, a excepción de los conteos efectuados en los días 8, 13, 21 y 30 (Anexo 4). Sin embargo, para el total de larvas muertas sí se encontraron diferencias substanciales ($P < 0.05$) (Cuadro 3), siendo los tratamientos correspondientes a Arc+1 y Arc+2 los que presentaron el mayor número de larvas muertas. Ambos fueron significativamente diferentes que los testigos y que Arc+3; por otro lado, sólo Arc+1 presentó un mayor número de larvas muertas que Arc+4. Esto concuerda con los estudios

realizados por Osborn et al. (1988) en los cuales al evaluar los diferentes tipos de arcelina en relación a un testigo susceptible encontraron que Arc+1 presentó el mayor número de larvas muertas y que esta elevada mortalidad se producía durante el primer instar larval.

Lo que sugiere estos resultados es que posiblemente debido al tamaño reducido de la muestra (10 semillas) usada en los conteos diarios no es posible detectar probables diferencias diarias entre tratamientos (Anexo 4); sin embargo, estas diferencias sí son claramente observadas en el total de larvas muertas (Cuadro 3).

8. Total de larvas

Para la variable total de larvas no se encontraron diferencias significativas en los conteos diarios sino hasta el día 18 y luego en los días 19, 20, 21, 23, 25 y 30 (Anexo 5). En esos días el mayor número de larvas totales fueron observadas en los tratamientos Arc+1 y Arc+2 cuyo efecto produjo un atraso en el desarrollo de larvas. En los otros tratamientos el mayor número de larvas totales ocurrió en los días previos a los indicados anteriormente, inclusive cuando en Arc+1 y Arc+2 siguieron apareciendo larvas en los testigos muchas de ellas ya habían entrado al estado pupal. En el análisis hecho para el total de larvas al final de los conteos no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos (Cuadro 3).

9. Porcentaje de mortalidad de larvas

En general pudo observarse un mayor porcentaje de mortalidad en las variedades resistentes que en las susceptibles (Cuadro 3).

Arc+1 y Arc+2 presentaron los mayores porcentajes de mortalidad en comparación con los otros tipos de arcelina y con los testigos. Arc+3 presentó el más bajo porcentaje de mortalidad; este tratamiento presentó el mayor número de larvas vivas y de larvas muertas. Esto nos sugiere un efecto de Arc+1 y Arc+2 en el número de larvas muertas y por ende en el porcentaje de mortalidad de las mismas reflejándose este efecto en un mayor número de larvas muertas.

10. Porcentaje de sobrevivencia de larvas

Se pudo observar un alto porcentaje de sobrevivencia en los testigos Arc- y Danli 46 así como en el tratamiento correspondiente a Arc+3 (Cuadro 3). Como se mencionó anteriormente, estos tratamientos tuvieron un bajo porcentaje de mortalidad así como también un número alto de larvas vivas. Arc+1 y Arc+2 presentaron los menores porcentajes de sobrevivencia al ser comparados con los testigos y con los otros tipos de arcelina.

Estos resultados nos sugieren que Arc+1 y Arc+2 afectan en forma directa el porcentaje de sobrevivencia de larvas aumentando el número de larvas muertas y disminuyendo el total de larvas.

11. Número de pupas vivas

Para las variables número de pupas vivas y total de pupas se encontraron diferencias significativas a partir del primer día (Anexo 6). Se pudo observar que en los tratamientos susceptibles como Arc- y Danlí 46 el ciclo pupal fue mucho más corto, aproximadamente 9 días; en cambio en Arc+1 y Arc+2 dicho ciclo pupal se alargó por 9 días más. Los tratamientos correspondientes a Arc+3 y Arc+4 tuvieron una duración intermedia. Cabe mencionar que a lo largo del experimento no se encontraron pupas muertas por lo que podemos decir que aparentemente el efecto de arcelina se observa sólo en el alargamiento del estado pupal, posiblemente como consecuencia de la alimentación con dichas arcelinas durante el estado larval.

Para el total de pupas vivas al final de los conteos sí se encontraron diferencias significativas entre algunos de los tratamientos ($P < 0.05$) (Cuadro 4). Podemos observar que en Arc+4 se presentó el mayor número total de pupas vivas con respecto a los otros tratamientos. No se encontraron diferencias significativas entre los demás tratamientos aunque Arc+2 presentó el número más bajo de pupas como consecuencia de haber presentado previamente un número bajo de larvas vivas y alto de larvas muertas. Aparentemente el efecto de antibiosis de las Arc+1 y Arc+2 no ocurre en el estado pupal sino durante el larval que es cuando el insecto se alimenta del grano.

Cuadro 4. Efecto de arcelina en el total de pupas, porcentaje de sobrevivencia de pupas en relación al número de huevos (H-P), porcentaje de sobrevivencia en relación al número de larvas vivas (L-P), total de adultos emergidos y porcentaje de sobrevivencia de adultos en un ciclo.

Tratamiento	P U P A S			A D U L T O S		
	Total	Sobrev. H-P (%)	Sobrev. L-P(%)	Total	Sobrev. (%)	
Arcelina+1	36 B	6.51	26.84	83 C	15.10	
Arcelina+2	24 C	4.80	27.32	102 C	20.68	
Arcelina+3	39 B	6.24	33.05	206 B	33.05	
Arcelina+4	53 A	7.82	50.26	220 AB	32.41	
Arcelina-	29 BC	4.57	21.74	194 B	30.12	
Danlí 46	35 BC	5.01	28.39	253 A	36.80	
Andeva	*			*		
DMS(.05)	11			40		

*, ns Significativo y no significativo $P < .05$.

12. Porcentaje de sobrevivencia huevo-pupa

Para la variable porcentaje de sobrevivencia huevo-pupa pudo observarse que los testigos Arc- y Danlí 46 presentaron bajos porcentajes de sobrevivencia entre los estados de huevo a pupa (Cuadro 4). En general no pudo observarse una relación clara entre esta variable y los diferentes tipos de arcelina, quizás debido al hecho de que al hacer los conteos no se determinó realmente el número total de pupas sino sólo una porción de la población total. De haber alguna relación esta debería ser estudiada más a fondo en experimentos posteriores.

13. Porcentaje de sobrevivencia larva-pupa

Para la variable porcentaje de sobrevivencia larva-pupa pudo observarse que los tratamientos correspondientes a Arc+3 y Arc+4 presentaron los porcentajes de sobrevivencia más altos entre los estados de larva a pupa (Cuadro 4). Las variedades susceptibles presentaron los menores porcentajes de sobrevivencia en relación a los otros tipos de arcelina. Estos resultados aunque no son muy claros nos dan un indicio de que puede existir un porcentaje de mortalidad en el estado pupal, aunque el efecto de algunas arcelinas en este estado sería consecuencia de la alimentación durante el estado larval.

14. Número de adultos vivos

Para la variable número de adultos vivos se encontraron diferencias significativas en los conteos diarios a partir del día 4 al 12, y los días 14 al 17, 21, 23 y 24 (Anexo 7). Las diferencias observadas fueron principalmente en un menor número de adultos en los tratamientos de Arc+1 y Arc+2, con respecto a los testigos Arc- y Danlí 46 y las otras dos arcelinas. Este efecto se observa más claramente en el total de adultos al final del ensayo (Cuadro 4). Como sucede en los estados larvales, los efectos de antibiosis más definidos en relación a los testigos susceptibles Arc- y Danlí 46 (que no contienen arcelina), se observaron en las líneas que contienen Arc+1 y Arc+2. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Rosas et al. (1990) en los cuales se observó que

los tratamientos correspondientes a Arc+1 y Arc+2 presentaron la menor cantidad de adultos emergidos, siendo para este caso el más efectivo Arc+2.

De acuerdo a esto podemos decir que Arc+1 y Arc+2 ejercen un efecto directo sobre el total de adultos emergidos y que este efecto se debe principalmente a la acción de antibiosis sobre los insectos desde el estado larval y el cual se refleja en un menor número de adultos vivos.

15. Porcentaje de sobrevivencia de adultos

Para la variable porcentaje de sobrevivencia de adultos pudo observarse que Arc+1 y Arc+2 presentaron los menores porcentajes de sobrevivencia de adultos emergidos en relación a los testigos Arc- y Danlí 46 y los otros tipos de arcelina (Cuadro 4). Danlí 46 presentó el mayor porcentaje de sobrevivencia incluso al compararlo con Arc-, estos resultados también sugieren un efecto directo de Arc+1 y Arc+2 en el porcentaje de sobrevivencia de adultos, aumentando el número de larvas muertas y disminuyendo el total de adultos emergidos.

B. Experimento 2

Para este segundo experimento pudo observarse un atraso en las infestaciones en las muestras de las arcelinas con respecto a los testigos Arc- y Danlí 46. Este atraso se vió de manera más marcada en Arc+1 en el cual a medida que transcurrían los ciclos fue más difícil completar el número de parejas usadas para la infestación; esto se reflejó en el hecho de que no todas las hembras pudieran aparearse con los machos al mismo tiempo pudiendo haber afectado esto algunas de las variables determinadas.

1. Número de machos, hembras y total de adultos

Para el número de machos, hembras y total de adultos emergidos se observaron diferencias significativas en los cuatro ciclos, estas diferencias se mantuvieron a lo largo del ensayo (Anexos 8 al 19). Los tratamientos correspondientes a Arc+1 y Arc+2 presentaron el menor número de adultos emergidos (obviamente por haber presentado un menor número de machos y hembras emergidas) en comparación con los testigos Arc- y Danlí 46, así como con respecto a Arc+3 y Arc+4 (Cuadro 5; Figuras 1 al 4).

Esta tendencia se pudo observar también en los otros tres ciclos, donde Arc+1 y Arc+2 continuaron presentando el menor número de adultos emergidos en cada ciclo. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Harmsen et al. (1987), en el cual al evaluar isolíneas conteniendo Arc+1 y Arc- encontraron un menor porcentaje de emergencia de adultos en Arc+1. Así mismo

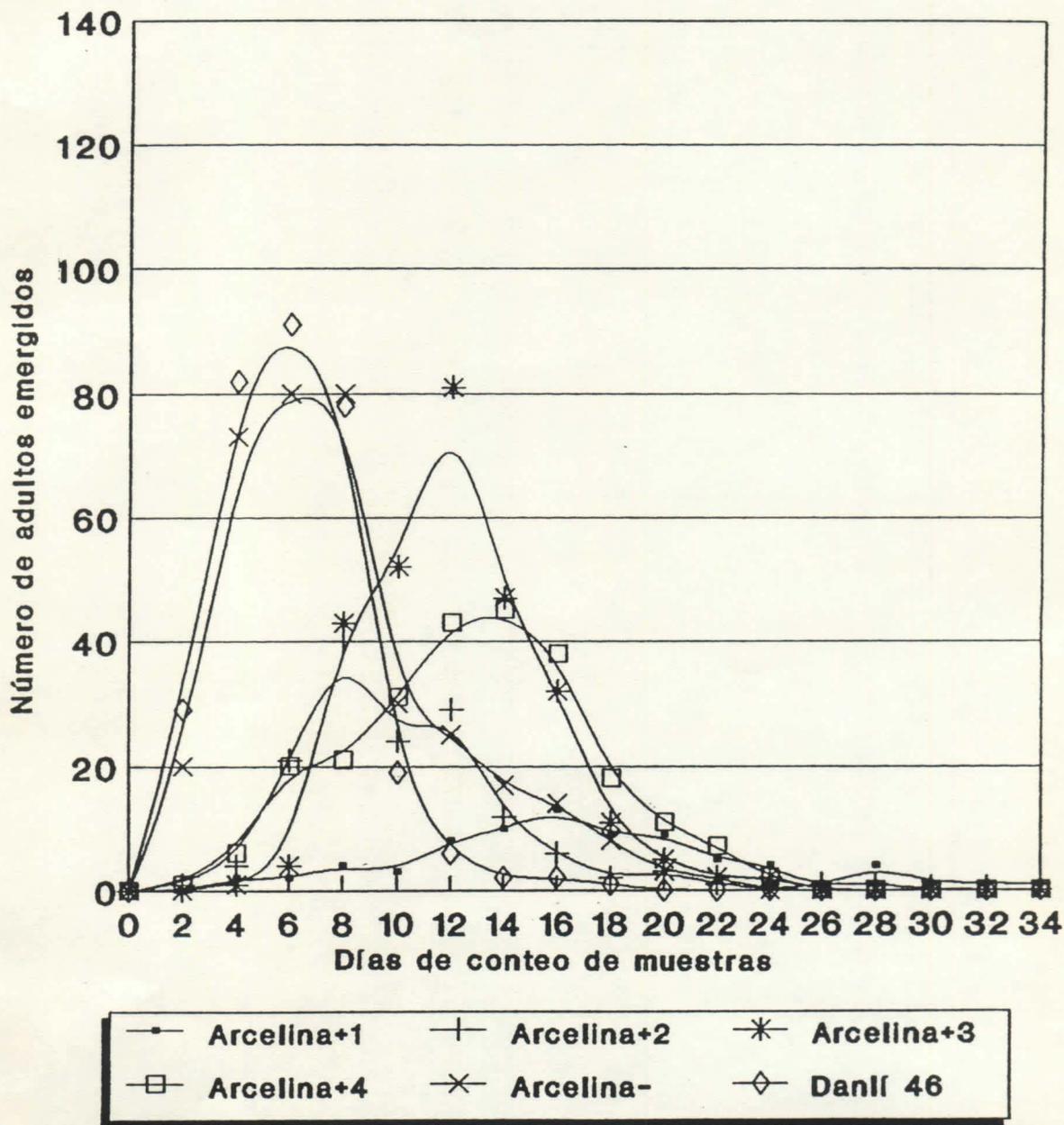


Figura 1. Efecto de diferentes formas de arcelina en el número de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos en el primer ciclo.

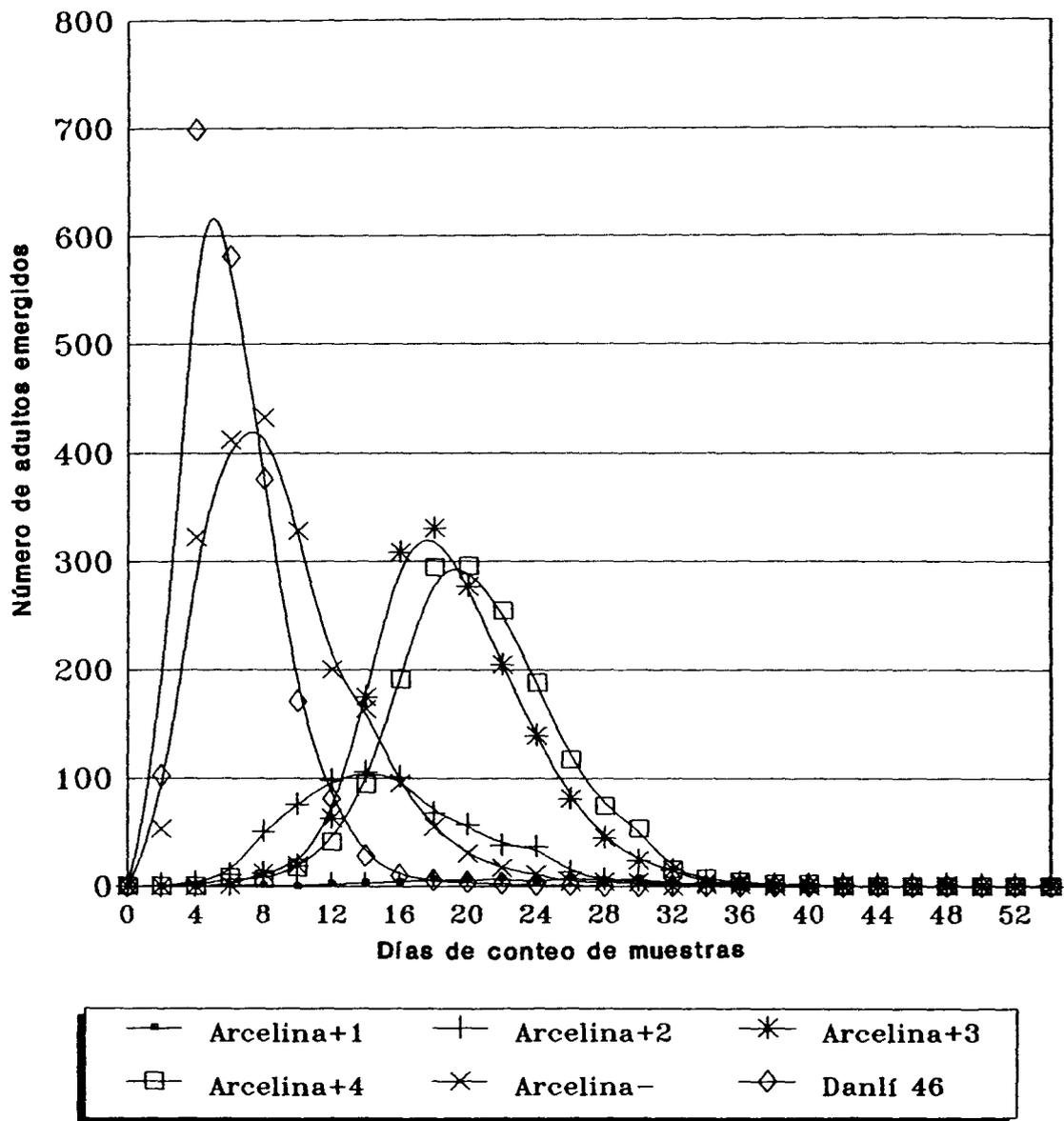


Figura 2. Efecto de diferentes formas de arcelina en el número de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos en el segundo ciclo.

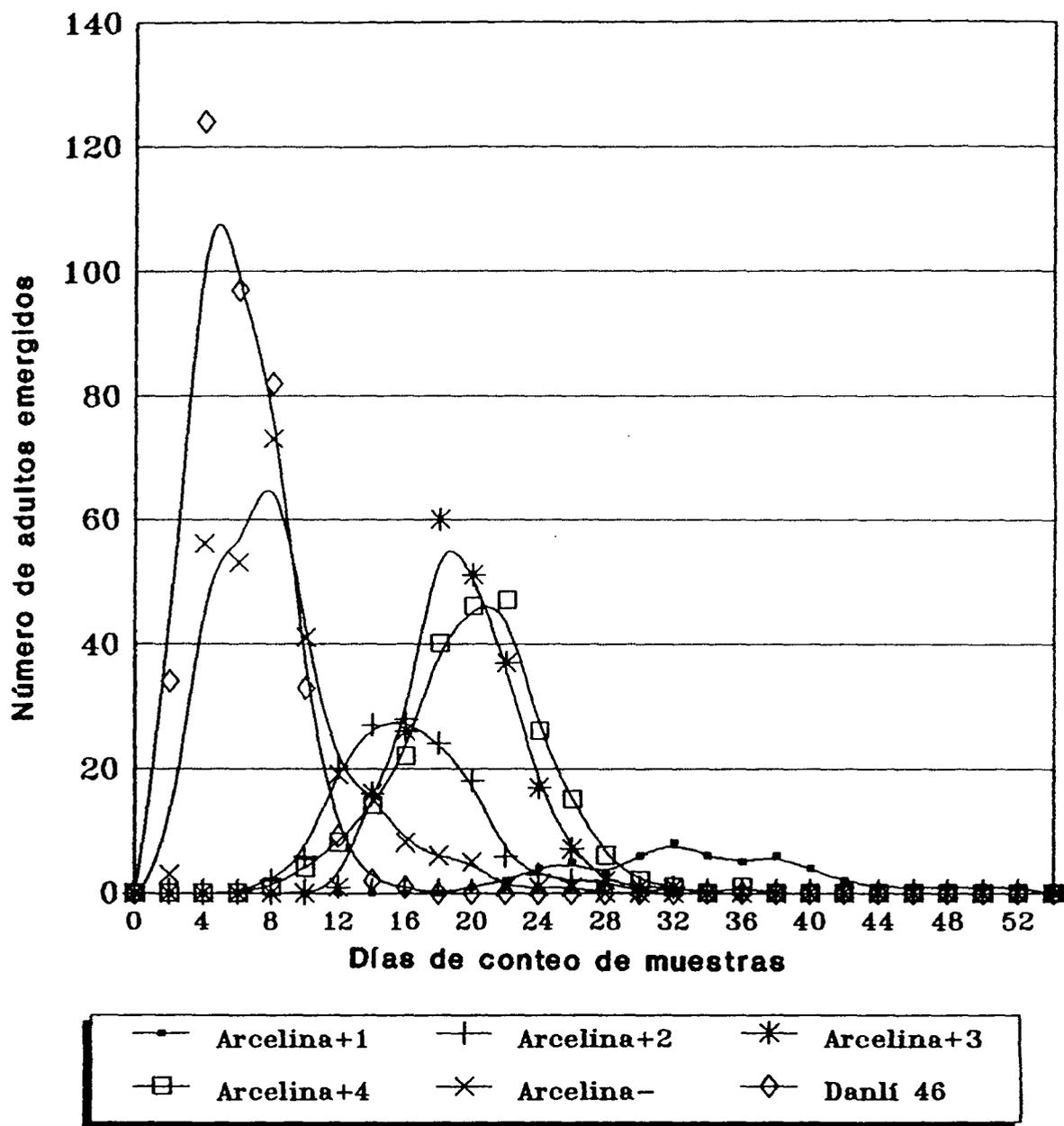


Figura 3. Efecto de diferentes formas de arcelina en el número de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos en el tercer ciclo.

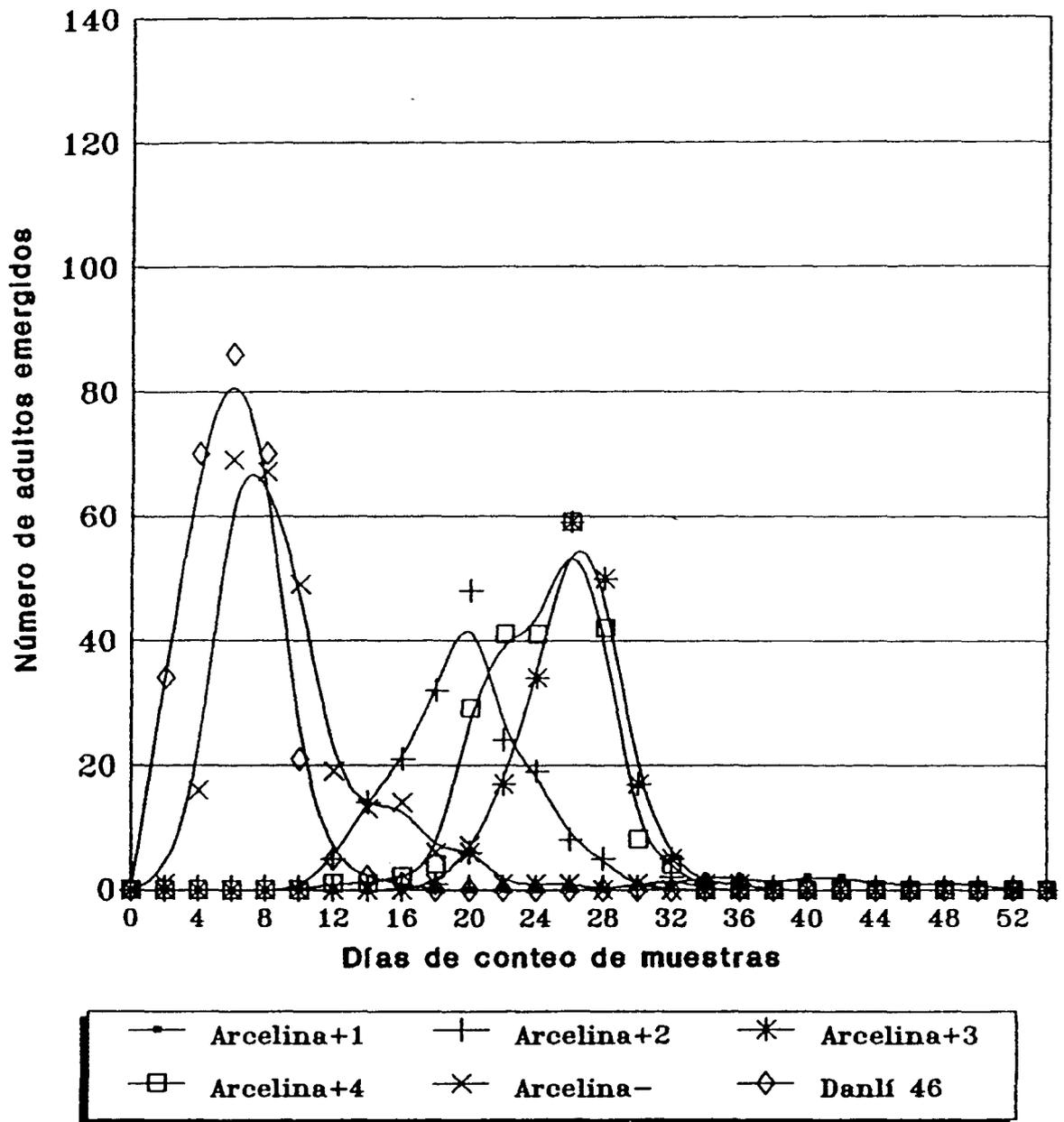


Figura 4. Efecto de diferentes formas de arcelina en el número de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos en el cuarto ciclo.

Cuadro 5. Efecto de arcelina en el número de machos (NM), número de hembras (NH) y total de adultos (TA) emergidos en cuatro generaciones del insecto.

Tratamiento	1o ciclo			2o ciclo		
	NM	NH	TA	NM	NH	TA
Arcelina+1	37 D	37 E	74 E	31 D	31 D	62 D
Arcelina+2	70 C	74 D	144 D	337 C	334 C	671 C
Arcelina+3	148 AB	132 BC	280 BC	849 B	855 B	1704 B
Arcelina+4	124 B	119 C	243 C	821 B	843 B	1662 B
Arcelina-	175 A	177 A	352 A	1015 B	1117 AB	2132 AB
Danli 46	153 A	155 AB	308 AB	1319 A	1385 A	2704 A
Andeva	*	*	*	*	*	*
DMS(.05)	29	34	59	276	302	573

Tratamiento	3o ciclo			4o ciclo		
	NM	NH	TA	NM	NH	TA
Arcelina+1	32 D	21 D	53 D	8 D	10 C	18 C
Arcelina+2	71 CD	66 C	137 CD	80 C	98 B	178 B
Arcelina+3	109 BC	110 B	219 BC	84 BC	105 AB	189 B
Arcelina+4	118 BC	113 B	231 B	121 AB	109 AB	230 AB
Arcelina-	151 AB	129 B	280 B	134 A	129 A	263 A
Danli 46	196 A	184 A	380 A	160 A	128 A	288 A
Andeva	*	*	*	*	*	*
DMS(.05)	49	41	89	40	29	61

* Significativo $P < .05$.

podemos observar que a medida que avanzan los ciclos el número de adultos en Arc+1 es cada vez menor. Resultados similares fueron obtenidos por Cardona y Posso (1987) en un estudio realizado durante varias generaciones de Zabrotes subfasciatus en el cual en materiales altamente resistentes conteniendo arcelina, las colonias del insecto no pudieron desarrollarse

y desaparecieron en dos o tres generaciones. Por otro lado, Rosas et al. (1991) obtuvieron también diferencias muy obvias en el número de adultos emergidos al evaluar diferentes tipos de arcelina, de las cuales Arc+1 y Arc+2 presentaron un menor número de adultos en relación al testigo Danlí 46.

Pudo observarse también que tanto en las variedades susceptibles como en las resistentes no se observó una variación significativa en cuanto al número de machos y hembras emergidas (Cuadro 5), presentándose en todos los ciclos una relación cercana a 1:1. Arc+1 presentó en el cuarto ciclo una proporción menor, esto posiblemente debido al hecho de que el número de adultos emergidos fue muy bajo por lo que no podemos asegurar con certeza que Arc+1 afecta o no la proporción de machos y hembras.

Estos resultados nos sugieren que en general los diferentes tipos de arcelina afectan el número de adultos emergidos pero no afectan la proporción de machos y hembras. Arc+1 y Arc+2 presentaron los menores números de machos y hembras a lo largo de los cuatro ciclos por lo que podemos decir que que estos tipos de arcelina ejercen un efecto directo en el número de machos y hembras emergidas, siendo este efecto más marcado en Arc+1.

En cuanto a Arc+3 y Arc+4 se observó una reducción en el número de machos y hembras en cada ciclo, el mismo efecto pero de manera menos marcada pudo observarse en los testigos Arc- y Danlí 46.

El atraso en la infestación en cada ciclo fue un factor determinante en los resultados obtenidos ya que en el caso específico de Arc+1 esto afectó el número de huevos ovipositados teniendo posteriores efectos en el total de adultos, con esto podemos decir que los bajos porcentajes de emergencia obtenidos para los diferentes tipos de arcelina no se deben en su totalidad al efecto antibiótico de esta sobre el insecto, sino que también influyó el atraso en la infestación

2. Número de huevos

En el primer ciclo para la variable número promedio de huevos por muestra se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 6). Los tratamientos que presentaron el mayor número de huevos fueron Danlí 46 y Arc-, pero en este último no se encontraron diferencias con los correspondientes a Arc+1 y Arc+4. Arc+2 presentó el menor número de huevos aunque no fue significativamente diferente a las otras arcelinas pero sí con respecto a los testigos Arc- y Danlí 46.

En el segundo ciclo los datos correspondientes a esta variable no fueron correctamente tomados al momento de hacer los conteos de huevos por lo que no se les incluye en el cuadro de datos (Cuadro 7).

En el tercer y cuarto ciclo las diferencias más significativas fueron Arc+1 y Arc+2 con respecto a los testigos Arc- y Danlí 46. Las diferencias de estas con

CUADRO 6. Efecto de arcelina en el número promedio de huevos (NPH); número promedio de huevos por hembra (NHH); promedio de adultos (TA); peso seco promedio de machos (PSPM) y de hembras (PSPH); peso promedio final de semillas (PFS); porcentaje de pérdida de peso de semillas (PPPS); periodo de desarrollo (PD) e índice de susceptibilidad (IS) en el primer ciclo.

Tratamientos	NPH	NHH	TA	PSPM (mg)	PSPH (mg)	PFS (g)	PPPSx (%)	PDy (días)	ISz
Arcelina+1	362	36	75	0.64	1.04	97.35	2.65	41	10.54
Arcelina+2	266	27	144	0.82	1.44	96.23	3.78	34	14.56
Arcelina+3	294	29	280	0.82	1.24	95.43	4.58	37	15.33
Arcelina+4	304	30	243	0.86	1.54	95.90	4.10	38	14.37
Arcelina-	401	40	352	1.16	1.62	94.95	5.05	32	18.46
Danli 46	451	45	308	0.95	1.51	92.98	7.03	31	18.64
Andeva	*	*	*	*	ns	*		*	
DMS(.05)	115	11	59	0.3		1.1		1.3	

x $PPP = \frac{\text{Peso seco (inicial-final)}}{\text{Peso seco inicial}} * 100$

y PD= Días de emergencia del 50% del total de adultos emergidos.

z $IS = (\logn TA)/PD * 100$ (Dobie, 1974)

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

CUADRO 7. Efecto de arcelina en el número promedio de huevos (NPH); número promedio de huevos por hembra (NHH); promedio de adultos (TA); peso seco promedio de machos (PSPM) y de hembras (PSPH); peso promedio final de semillas (PFS); porcentaje de pérdida de peso de semillas (PPPS); período de desarrollo (PD) e índice de susceptibilidad (IS) en el segundo ciclo.

Tratamientos	NPH ^w	NHH	TA	PSPM (mg)	PSPH (mg)	PFS (g)	PPPS ^x (%)	PD ^y (días)	IS ^z
Arcelina+1	nd	nd	62	0.55	0.69	97.65	3.35	49	8.41
Arcelina+2	nd	nd	671	0.83	1.50	89.08	10.93	40	16.17
Arcelina+3	nd	nd	1704	0.70	1.18	77.67	22.33	43	17.22
Arcelina+4	nd	nd	1662	0.73	1.20	79.43	20.58	45	16.52
Arcelina-	nd	nd	2131	0.83	1.48	74.37	25.63	33	23.18
Danli 46	nd	nd	2704	0.85	1.48	69.85	30.15	32	25.08
Adeva			*	*	*	*		*	
DMS(.05)			573	0.2	0.1	8.7		1.7	

^w nd= Datos no determinados por lo cual no se toman en cuenta en este cuadro.

^x PPP= $\frac{\text{Peso seco (inicial-final)}}{\text{Peso seco inicial}} * 100$

^y PD= Días de emergencia del 50% del total de adultos emergidos.

^z IS = $(\log_n TA)/PD * 100$ (Dobie, 1974)

^{*}, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

CUADRO 8. Efecto de arcelina en el número promedio de huevos (NPH); número promedio de huevos por hembra (NHH); promedio de adultos (TA); peso seco promedio de machos (PSPM) y de hembras (PSPH); peso promedio final de semillas (PFS); porcentaje de pérdida de peso de semillas (PPPS); periodo de desarrollo (PD) e índice de susceptibilidad (IS) en el tercer ciclo.

Tratamientos	NPH	NHH	TA	PSPM (mg)	PSPH (mg)	PFS (g)	PPPSx (%)	PDy (días)	ISz
Arcelina+1	153	15	53	0.59	0.84	95.15	4.85	60	6.67
Arcelina+2	331	33	137	0.79	1.32	94.08	5.93	42	11.58
Arcelina+3	238	24	218	0.83	1.35	94.40	5.60	46	11.76
Arcelina+4	285	28	231	0.73	1.17	93.45	6.55	46	11.63
Arcelina-	354	35	281	0.91	1.43	94.65	5.35	34	16.79
Danlí 46	424	42	380	0.85	1.44	93.28	6.73	32	18.38
Adeva	*	*	*	*	*	*	*	*	
DMS(.05)	107	11	89	0.1	0.2	1.0		1.8	

x $PPP = \frac{\text{Peso seco (inicial-final)}}{\text{Peso seco inicial}} * 100$

y PD= Días de emergencia del 50% del total de adultos emergidos.

z $IS = (\log_n TA) / PD * 100$ (Dobie, 1974)

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

CUADRO 9. Efecto de arcelina en el número promedio de huevos (NPH); número promedio de huevos por hembra (NHH); promedio de adultos (TA); peso seco promedio de machos (PSPM) y de hembras (PSPH); peso promedio final de semillas (PFS); porcentaje de pérdida de peso de semillas (PPPS); período de desarrollo (PD) e índice de susceptibilidad (IS) en el cuarto ciclo.

Tratamientos	NPH	NHH	TA	PSPM (mg)	PSPH (mg)	PFS (g)	PPPSx (%)	PDy (días)	ISz
Arcelina+1	166	17	17	0.55	0.82	98.20	1.80	69	3.99
Arcelina+2	199	20	177	0.83	1.49	96.88	3.13	48	10.75
Arcelina+3	218	22	189	0.64	1.10	96.10	3.90	55	9.52
arcelina+4	209	21	230	0.76	1.06	96.05	3.95	53	10.17
Arcelina-	266	27	263	0.80	1.43	95.50	4.50	37	15.13
Danli 46	297	29	288	0.85	1.52	94.25	5.75	34	16.44
Andeva	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DMS(.05)	70	7	61	0.2	0.1	1.0		2.0	

x $PPP = \frac{\text{Peso seco (inicial-final)}}{\text{Peso seco inicial}} * 100$

y PD= Días de emergencia del 50% del total de adultos emergidos.

z $IS = (\log_n TA) / PD * 100$ (Dobie, 1974)

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

respecto a las otras arcelinas no fueron muy concretas sobretodo en Arc+2 (Cuadros 8 y 9).

3. Número de huevos por hembra

Para la variable número de huevos por hembra pudo observarse que en general los testigos presentaron un mayor número de huevos a lo largo de los cuatro ciclos (Cuadro 6).

En el primer ciclo Arc+2 y Arc+3 presentaron los menores promedios de huevos por hembra no se encontró diferencia significativa entre ninguno de los cuatro tipos de arcelina.

Arc+1 no fue significativamente diferente de los testigos Arc- y Danli 46 los cuales presentaron los mayores promedios de huevos por hembra.

En el segundo ciclo esta variable no pudo ser determinada pues se infestaron las muestras con el total de adultos emergidos, lo que dificultó el conteo de huevos (Cuadro 7).

Para el tercer y cuarto ciclo pudo observarse que en el caso de Arc+1 el número de huevos por hembra disminuyó, siendo significativamente diferente de los testigos y los otros tipos de arcelina y tanto en variedades resistentes como en las susceptibles el número de huevos por hembra disminuyó, siendo estas diferencias menos notorias en el cuarto ciclo (Cuadros 8 y 9). De acuerdo a esto podemos decir que en general todos los tipos de arcelina ejercen cierto efecto sobre el número de huevos por hembra a ser sometido el insecto a más de una generación, la reducción en el número de huevos en los testigos Arc- y Danli 46 no puede ser claramente explicada por lo que se necesitan estudios complementarios al respecto.

4. Peso seco promedio de machos

En el primer ciclo se encontraron diferencias significativas para el peso seco promedio de machos entre los diferentes tratamientos (Cuadro 6). Arc+1 presentó el menor peso seco de machos pero esta diferencia no fue significativa al compararla con Arc+2, Arc+3 y Arc+4, pero sí con respecto a los testigos Arc- y Danli 46 que presentaron los mayores pesos secos de machos. Este menor peso seco de

machos de Arc+1 se hace más notorio en el segundo, tercero y cuarto ciclo (Cuadros 7, 8 y 9), llegando a ser esta diferencia significativa al resto de las arcelinas a partir del tercer ciclo.

Las diferencias entre los testigos Arc- y Danlí 46 con respecto a los otros tipos de arcelina son cada vez menores a medida que pasan los ciclos, esto sugiere un efecto de resistencia del insecto a los otros tipos de arcelina que concuerdan con los obtenidos por Cardona et al. (1991), que en la cuarta y quinta generación encontraron que los niveles de significancia se vuelven menos frecuentes para la variable peso seco de adultos.

5. Peso seco promedio de hembras

En el primer ciclo para la variable peso seco promedio de hembras no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos (Cuadro 6).

En el segundo, tercero y cuarto ciclo si se observaron diferencias significativas (Cuadros 7, 8 y 9), pudiéndose ver que Arc+1 presentó el menor peso seco promedio a lo largo de los tres ciclos por lo que podemos afirmar que Arc+1 ejerce un efecto directo en el peso seco de las hembras. Las diferencias encontradas entre las otras arcelinas y los testigos Arc- y Danlí 46 son menos notorias aunque si existen algunas diferencias. Harmsen et al. (1988) mencionan que Arc+1 es la única que está asociada con altos niveles de resistencia y en la cual se observan efectos definidos en comparación con los

otros tipos de arcelina.

6. Peso final de semillas

En el primer ciclo, Arc+1 presentó el mayor peso final de semillas comparado con los testigos Arc- y Danlí 46 y con los otros tipos de arcelina los cuales presentaron pesos menores (Cuadro 6). Este menor peso de Arc+1 se debe al hecho de que hubo una menor cantidad de huevos ovipositados y además hubo una menor emergencia de adultos que pudieran dañar las semillas. Los tratamientos testigos Arc- y Danlí 46 presentaron los menores pesos finales siendo Danlí 46 significativamente diferente a Arc- y al resto de las arcelinas.

En el segundo ciclo también se encontraron diferencias significativas (Cuadro 7), siendo estas más marcadas por haberse usado un mayor número de parejas para la infestación; aún así, Arc+1 mantuvo un peso final de semillas más alto en comparación con los testigos. Arc+1 no presentó diferencias significativas al ser comparado con Arc+2, pero sí con respecto a Arc+3 y Arc+4.

En el tercero y cuarto ciclos estas diferencias se mantuvieron en Arc+1 con respecto a los testigos, pero en las otras arcelinas las diferencias en relación a los testigos se hicieron menor marcadas (Cuadros 8 y 9).

7. Porcentaje de pérdida de peso de semillas

Arc+1 presentó el más bajo porcentaje de pérdida de peso siendo este significativamente diferente a las otras arcelinas

y en especial a los testigos (Cuadro 6).

Este mismo patrón pudo observarse para el segundo, tercero y cuarto ciclo (Cuadros 7, 8 y 9), siendo estas diferencias más notorias en el segundo ciclo pudiéndose observar diferencias muy marcadas entre Arc+1 y Arc+2 en comparación con los otros tratamientos. En el caso de Arc+1 su efecto sobre la biología del insecto se mantuvo durante los cuatro ciclos, pudiéndose observar valores cada vez más bajos de pérdida de peso de semillas como consecuencia de ello.

8. Período de desarrollo

En el primer ciclo, se pudo observar que en Arc+1 el ciclo de vida de los insectos fue más largo, comparándolo con los testigos y con los otros tipos de arcelina (Cuadro 6). Arc+3 y Arc+4 también alargan el ciclo de vida de los insectos, no existiendo diferencias entre ellos. Arc+2 presentó el menor efecto en cuanto al período de desarrollo en comparación con los testigos Arc- y Danli 46.

En general podemos decir que tanto para las arcelinas como en los testigos, el ciclo de vida del insecto se alargó en cada ciclo, siendo este efecto mucho más marcado en Arc+1 (Cuadros 7, 8 y 9). A lo largo de los cuatro ciclos se mantuvo el mismo patrón observado en el primer ciclo. Arc+1 fue la única asociada con un marcado efecto atrazando significativamente el período de desarrollo del insecto. Arc+2 fue la variante de arcelina que presentó el menor efecto en el período de desarrollo de los insectos. Arc+3 y Arc+4

prolongaron el ciclo de vida de los insectos con un efecto intermedio.

9. Índice de susceptibilidad (Dobie, 1974)

En el primer ciclo se encontraron diferencias significativas para el índice de susceptibilidad (Cuadro 6). Estas diferencias se mantuvieron a lo largo de los cuatro ciclos (Cuadros 7, 8 y 9). El tratamiento correspondiente a Danlí 46 presentó el mayor índice de susceptibilidad y esta diferencia se mantuvo durante todos los ciclos al compararla aún con Arc-, a excepción del primer ciclo en el cual no se observaron estas diferencias.

Arc+1 presentó el menor índice de susceptibilidad a lo largo de los cuatro ciclos siendo esta diferencia significativa al compararlo con los otros tipos de arcelina.

En general entre Arc+2, Arc+3 y Arc+4 no se observaron diferencias durante los cuatro ciclos, pero estos índices fueron diferentes al compararlo con los testigos Arc- y Danlí 46. De acuerdo a esto podemos decir que Arc+1 puede ser considerada como una línea altamente resistente al ataque del insecto y que los otros tipos de arcelina poseen un cierto efecto sobre la biología del mismo pero que este es intermedio.

Los testigos Arc- y Danlí 46 no poseen ningún efecto nocivo sobre el insecto, siendo variedades altamente susceptibles al ataque de los mismos. Resultados similares fueron obtenidos por Cardona et al. (1991), Rosas et al.

(1990) y por el CIAT (1988), en experimentos conducidos para medir la resistencia del insecto a arcelina en los cuales Arc+1 presentó menores índices de susceptibilidad, en comparación con los otros tipos de arcelina y con testigos susceptibles.

V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos y de acuerdo a las condiciones de temperatura y humedad relativa (27°C y 68%) bajo las cuales se desarrollo el ensayo, se presentan las siguientes conclusiones:

A. Experimento 1

1.- Arc+1 es la única línea que ofrece un alto grado de resistencia al ataque de Z. subfasciatus, reflejándose este efecto de antibiosis en un mayor número de larvas muertas y en un menor número de adultos vivos.

2.- El efecto de antibiosis observado en Arc+1 y Arc+2 se presenta principalmente en el estado larval, en el cual se incrementa el número de larvas muertas.

3.- Existe cierto efecto de antibiosis en el estado pupal pero este efecto no es muy claro y al parecer el porcentaje de mortalidad en este estado es mínimo.

4.- No se encontró evidencia suficiente que nos permita determinar si realmente existe alguna relación entre los diferentes tipos de arcelina y el número de huevos ovipositados así como tampoco para el número de huevos eclosionados.

5.- Las isolíneas de Porrillo 70 conteniendo Arc+3 y Arc+4 ofrecieron un nivel intermedio de resistencia al ataque

de Z. subfasciatus.

B. Experimento 2

1.- Arc+1 fue la única línea que presentó altos niveles de resistencia a lo largo de los cuatro ciclos que duró el experimento, observándose un marcado efecto en comparación con los demás tratamientos.

2.- Arc+1 y Arc+2 ejercieron un efecto sobre el total de adultos emergidos que se mantuvo a lo largo de los cuatro ciclos.

3.- Arc+1 fue la línea más resistente al ataque de Z. subfasciatus en comparación con los otros tipos de arcelina y los testigos susceptibles de acuerdo a los índices de susceptibilidad calculados.

4.- En general se encontró que a medida que transcurrieron las generaciones, el ciclo de vida, tanto en las variedades susceptibles como en las resistentes, fue más largo.

5.- Arc+1 prolonga significativamente el ciclo de vida de los insectos, reduce el número de larvas, el número total y el peso seco de adultos emergidos. Arc+3 y Arc+4 prolongan el ciclo de vida, reducen de manera intermedia el peso seco de los adultos.

6.- En general las variedades resistentes presentaron un menor porcentaje de pérdida de peso de semillas.

7.- Los diferentes tipos de arcelina afectan el número de

adultos emergidos pero no afectan la proporción de machos y hembras.

8.- Tanto en variedades resistentes como susceptibles el número de huevos por hembra disminuyó a medida que transcurrieron los ciclos.

VI. RECOMENDACIONES

1.- Realizar experimentos combinando diferentes temperaturas y humedades relativas para averiguar si el efecto de arcelina varia al alterar estos factores.

2.- Aumentar el número de parejas usadas para la infestación de las muestras, y aumentar el número de semillas usadas en los conteos para poder observar de manera más clara los efectos de arcelina.

3.- Realizar otros ensayos adicionales para estimar con mayor precisión las variables número de huevos y porcentaje de pérdida de peso de semillas, cuyas diferencias en estos ensayos no fueron muy claras.

4.- Realizar ensayos adicionales con el fin de averiguar si arcelina ejerce algún tipo de control sobre el insecto en el estado de pupa.

5.- Continuar los experimentos por un mayor número de generaciones del insecto.

6.- En el caso de las variedades resistentes Arc+1 y Arc+2 se recomienda estabilizar el número de parejas usadas para cada unidad de infestación. En Arc+1 y Arc+2 mantener todos los adultos emergidos e infestar diversas unidades con un mismo número de parejas para así poder disponer de insectos para infestar las generaciones siguientes.

7.- Verificar los resultados obtenidos bajo las condiciones de almacenamiento del agricultor y así poder observar si los niveles de resistencia encontrados se mantienen.

VII. RESUMEN

Al igual que muchos productos agrícolas, los granos almacenados están sujetos al ataque y deterioro causado por los insectos. Las dos especies que causan mayor daño al grano de frijol almacenado son Zabrotes subfasciatus (Boheman) y Acanthoscelides obtectus (Say), ambas pertenecientes al orden coleóptera y a la familia Bruchidae. La arcelina, es una proteína presente en algunos frijoles silvestres resistentes a Z. subfasciatus y se le ha evaluado como posible factor antibiótico de resistencia a esta plaga. Los objetivos del presente estudio fueron: 1) Medir el efecto de diferentes formas alélicas de arcelina en las tasas de crecimiento y reproducción de Z. subfasciatus ; y 2) Medir el efecto de la exposición continua de Z. subfasciatus a arcelina en la estabilidad de esta resistencia en frijol común (Phaseolus vulgaris). Los experimentos se llevaron a cabo utilizando isolíneas de la variedad de frijol Porrillo 70 conteniendo las cinco formas alélicas de arcelina conocidas como Arc+1, Arc+2, Arc+3, Arc+4 y Arc-. Se usó también como testigo susceptible la variedad local Danlí 46. Frascos de vidrio de 350 ml de capacidad fueron usados conteniendo 100 g de semilla como unidades experimentales. Se utilizaron cuatro repeticiones por tratamiento. Los diferentes tratamientos fueron infestados con 25 parejas de adultos para el primer experimento y 10 parejas

de adultos para el segundo experimento. Los datos obtenidos fueron tomados diariamente. Los resultados obtenidos sugieren un alto nivel de resistencia por parte de Arc+1 en ambos experimentos. Al someterse al insecto al efecto de arcelina por varias generaciones se observó que el efecto de Arc+1 se mantuvo incidiendo principalmente en un mayor número de larvas muertas, menor número de adultos emergidos, menores pesos de los adultos emergidos, porcentajes más bajos de pérdida de peso de semillas, alargamiento del ciclo de vida de los insectos, menor número de huevos por hembra y menores índices de susceptibilidad. El efecto antibiótico de Arc+1 y Arc+2 en cuanto al número de larvas muertas se observó solamente en los primeros instares larvales de desarrollo; aparentemente ningún tipo de arcelina afectó significativamente la biología del insecto en el estado de pupa. Tanto en variedades susceptibles como en las resistentes al someter al insecto a varias generaciones los ciclos de vida se alargaron. Los otros tipos de arcelina como son Arc+2, Arc+3 y Arc+4 están asociados con un tipo de resistencia intermedia.

VIII. LITERATURA CITADA

- BARRAGAN, E. y ALDANA, H. 1989. Efecto de diferentes intensidades de radiación gamma en la biología y el comportamiento del Gorgojo Pintado (Zabrotes subfasciatus Boheman) sobre frijol almacenado. *Revista Acogranos* 5 (6): 5-13.
- BUSHNELL, R.J. and BOUGHTON, D.C. 1940. Longevity and egg production in the common bean weevil, Acanthoscelides obtectus (Say). *Annals of the Entomological Society of America* 33: 361-370.
- CARDONA, C. y POSSO, C.E. 1987. Resistencia de variedades de frijol a los gorgojos del grano almacenado. *Boletín Informativo del Programa de Frijol del CIAT* 9(2): 1-4.
- _____, KORNEGAY, J., POSSO, C., MORALES, F. and RAMIREZ, H. 1991. Comparative value of four arcelin variants in the development of dry bean lines resistant to the Mexican bean weevil. *Entomologica* 84(en prensa).
- CARVALHO, R.P.L. y ROSSETTO, J.C. 1968. Biología de Zabrotes subfasciatus (Boh.) (Col. Bruchidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 13:195.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1988a. Principales insectos que atacan el grano de frijol almacenado y su control; guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiovisual sobre el mismo tema. (Contenido científico: A.V. Schoonhoven, C. Cardona y J. García). 3ed. Cali, Colombia. CIAT. 32p.
- _____. 1988b. Informe Anual. Programa de frijol. Cali, Colombia. CIAT 72: 159-166.
- _____. 1985. Frijol: Investigación y Producción; Referencia de los Cursos de capacitación sobre frijol dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Compilado y editado por: M. López, F. Fernandez y A.V. Schoonhoven. Cali, Colombia. CIAT. 48p.
- _____. 1982. Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina. C. Cardona, C.A. Flor, F.J. Morales y M.A. Pastor Corrales. 2ed. Cali, Colombia. CIAT. 184p.

- _____. 1980. Diversidad genética de las especies cultivadas del genero Phaseolus; Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema (Contenido científico: R. Hidalgo, L. Song y P. Gepts). Cali, Colombia.CIAT. 52p.
- DAVIES, J.C. 1972. A note on the occurrence of Zabrotes subfasciatus Boh., Coleoptera (Bruchidae), on legumes in Uganda. East African Agricultural and Forestry Journal 37(4): 294-299.
- DECELLE, J.C. 1981. Bruchidae related to grain legumes in the Afro-tropical area. Series Entomologia. (ed. by V. Laberyrie) Tours, France. Vol 19.
- DELL'ORTO, T.H. y ARIAS, V.C.J. 1985. Insectos que dañan granos y productos almacenados. Tecnología Postcosecha. FAO. Serie No.4. Santiago, Chile. 142p.
- DELGADO-SALINAS, A.; BONET, A. and GEPTS, P. 1988. The wild relative of Phaseolus vulgaris in middle America. pp.163-184. In: Gepts, P. (ed.). Genetic Resources of Phaseolus Beans. Kluwer Academic Publishers; Dodrecht, Holland.
- DOBIE, P. 1974. The laboratory assessment of the inherent susceptibility of maize varieties to post-harvest infestation by Sitophilus zeamais Motsch. (Coleoptera, Curculionidae). Journal Stored Products Research 10: 183-197.
- EDJE, O.T. 1984. Effects of storing bean seeds with bean pod ash and other insecticides. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 27: 145-147.
- GONZALES, M., ROCHE, R. y SIMANCA, M.E. 1986. Valoración de los daños causados por Zabrotes subfasciatus en granos de frijol almacenados. Cien. Agr. 27:71-76.
- _____. 1984. Capacidad de infestación y emergencia del coleóptero Zabrotes subfasciatus, plaga de granos almacenados. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro Humbolt". Academia de Ciencias de Cuba. pp 31-36.
- HARMSSEN, R., BLISS, F.A., CARDONA, C., POSSO, C. and OSBORN, T.C. 1988. Transferring genes for arcelin protein from wild to cultivated beans: Implications for bruchid resistance. Annual Report Bean Improvement Cooperative 31: 54-55.
- _____., and OSBORN, T.C. 1987. Breeding beans resistant to bruchids. Annual Report Bean Improvement Cooperative 30: 44-45.

- HOWE, R.W. and CURRIE, J.E. 1964. Some laboratory observations on the rates of development, mortality and oviposition of several species of bruchidae breeding in stored pulses. *Bulletin of Entomological Research* 55: 437-477.
- LATHROP, F.H. and KEIRSTEAD, L.G. 1946. Black pepper to control the bean weevil. *Journal of Economic Entomology* 39:534.
- LIQI, L. and BOLLINI, R. 1989. Identification of a new arcelin variant in wild bean seeds. *Annual Report Bean Improvement Cooperative* 32:28.
- McGUIRE, J.U., and CRANDALL, B.S. 1967. Survey of insect pests and plant diseases of selected food crops of Mexico, Central America and Panamá. *Int. Agric. Dev. Serv., Agric. Res. Serv. USDA AID.* 157p.
- OSBORN, T.C., ALEXANDER, D.C., CARDONA, C. and BLISS, F.A. 1988. Insecticidal activity and lectin homology of arcelin seed protein. *Science* 240: 207-210.
- _____, BLAKE, T., GEPTS, P. and BLISS, F.A. 1986. Bean arcelin. 2. Genetic variation, inheritance and linkage relationships of a novel seed protein of Phaseolus vulgaris L. *Theor. Appl. Genet.* 71: 847-855.
- PACHICO, D. 1989. Trends in world common bean production. In: *Bean Production Problems in the Tropics*, H.F. Schwartz y M.A. Pastor-Corrales (eds). Cali, Colombia. 654p.
- PAJANI, H.R. and JABBAL, A. 1986. Some observations on the biology of Zabrotes subfasciatus (Boh) (Bruchidae: Coleoptera). *Research Bulletin of the Panjab University (India)* 37(4): 11-16.
- PIERRE, D. and PIMBERT, M. 1981. Some data on the reproductive activity of Zabrotes subfasciatus in the Laboratory. *Series Entomologica*, (ed. by V. Labeyrie). Tours, France. Vol 19: pp 113-123.
- PIMBERT, M. 1985. A model of host plant change of Zabrotes subfasciatus Boh. (Coleoptera: Bruchidae) in a traditional bean cropping system in Costa Rica. *Biological, Agriculture and Horticulture (France)* Vol 3: 39-54.

- ROBLETO, G.A. 1990. Comparación de métodos de almacenamiento para control de Zabrotes subfasciatus en frijol común. Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 58p.
- ROMERO-ANDREAS, J., YANDELL, B.S. and BLISS, F.A. 1986. Bean arcelin. 1. Inheritance of a novel seed protein of Phaseolus vulgaris L. and its effect on seed composition. Theor. Appl. Genet. 72: 123-128.
- ROSAS, J.C., BLISS, F.A. y ROBLETO, G.A. 1991. Control de Zabrotes subfasciatus en frijol almacenado mediante el uso de arcelina. In: Informe Anual de Investigación. Departamento de Agronomía. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras 3: 1-5.
- ROSAS, J.C., ROBLETO, G.A. y BLISS, F.A. 1990. Control de Zabrotes subfasciatus en frijol almacenado mediante el uso de arcelina. In: Resúmenes de Trabajos XXXVII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de cultivos y animales. Panamá. 104pp.
- RUPPEL, R.F. y E. IDROVO. 1962. Lista preliminar de insectos y otros animales que dañan frijoles en América. Agricultura Tropical 18(11): 651-679.
- SCHOONHOVEN, A.V. 1976. Pests of stored beans and their economic importance in Latin America. Proceedings of the XV International Congress of Entomology. Washington D.C., pp 691-698.
- SCHOONHOVEN, A.V. y CARDONA, C. 1982. Low levels of resistance to the mexican bean weevil in dry beans. Journal of Economic Entomology 75(4): 567-569.
- _____. y VALOR, J.F. 1981. Niveles de resistencia al Gorgojo Pintado, Zabrotes subfasciatus (Boheman) en frijoles cultivados y silvestres. Rev. Colomb. Entomol. 7(2): 41-45.
- SOUTHGATE, B.J. 1978. The importance of the bruchidae as pests of grain legumes, their distribution and control. In: Pests of Grain Legumes. Academic Press, London. pp 219-229.
- _____. 1964. Distribution and host of certain Bruchidae in Africa. Tropical Stored Products Information 7: 277-280.
- UTIDA, S. 1967. Collective oviposition and larval aggregation in Zabrotes subfasciatus (Boh) (Coleoptera, Bruchidae). Journal of Stored Products Research 2: 315-322.

Anexo 1. Efecto de arcelina en el número de huevos eclosionados /10 semillas en base a conteos diarios. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Arcelina +1	31	29	26	33	32	18	15	12	11	12	12	18	11	15	15	14	13	11	13	12
Arcelina +2	29	26	22	25	34	10	14	10	9	11	11	12	12	9	10	12	16	10	7	6
Arcelina +3	42	39	27	33	37	11	22	18	15	15	17	17	13	16	16	9	19	10	11	12
Arcelina +4	29	41	33	33	40	12	13	18	18	11	16	14	13	14	15	14	20	16	14	11
Arcelina -	36	48	34	26	39	12	27	18	16	16	11	12	20	15	16	18	15	13	12	14
Danlí 46	33	37	32	36	41	18	21	19	14	15	15	15	17	14	16	18	14	13	13	14
Andeva DMS (.05)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Tratamientos	Días de conteo de muestras																																					
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	Total																			
Arcelina +1	11	9	19	13	10	9	13	14	9	7	10	8	10	11	9	13	5	5	532	BC																		
Arcelina +2	8	13	11	10	10	9	13	10	7	5	6	8	11	10	5	9	6	3	449	C																		
Arcelina +3	14	11	14	15	12	11	20	19	15	16	10	15	10	18	11	12	13	11	610	AB																		
Arcelina +4	13	19	13	16	12	8	25	16	13	19	15	13	15	13	15	21	15	10	659	A																		
Arcelina -	12	12	14	13	14	14	15	16	12	10	10	12	10	12	6	11	10	6	615	AB																		
Danlí 46	21	12	9	10	17	17	17	17	19	17	13	12	13	17	9	13	9	6	659	A																		
Andeva DMS (.05)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	*	ns	*	*	*																			
										9.7	5.5				6.0		5.5	4.7	117																			

z Día 1 equivale a 10 días después de la fecha de infestación. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones. Se usaron 25 parejas de insectos adultos para la infestación.

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

Anexo 2. Efecto de arcelina en el número de huevos no eclosionados /10 semillas en base a conteos diarios. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Arcelina +1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	2	0	1	1	0	2	2
Arcelina +2	0	0	0	0	0	1	2	5	2	0	4	1	1	2	2	1	3	3	2	2
Arcelina +3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	2	0	1	1	1	1	0	1	1	0
Arcelina +4	0	0	0	0	0	1	2	2	2	0	1	1	2	1	1	0	1	1	2	2
Arcelina -	0	0	0	0	0	2	4	4	0	1	1	2	1	0	1	0	3	3	0	1
Danli 46	0	0	0	0	0	0	1	3	2	2	2	1	0	2	1	3	0	1	1	0
Andeva DMS (.05)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns									
								3.2		1.2										

Tratamientos	Días de conteo de muestras																		Total	
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38		
Arcelina +1	2	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	17	BC
Arcelina +2	3	1	0	0	2	0	1	0	1	1	2	0	2	0	1	0	0	0	42	A
Arcelina +3	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	16	C
Arcelina +4	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	18	BC
Arcelina -	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	28	BC
Danli 46	1	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	29	B
Andeva DMS (.05)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	13

z Día 1 equivale a 10 días después de la fecha de infestación. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones. Se usaron 25 parejas de insectos adultos para la infestación.

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

Anexo 3. Efecto de arcelina en el número de larvas vivas / 10 semillas en base a conteos diarios. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Arcelina +1	7	9	7	5	7	8	11	4	8	7	7	7	5	7	5	5
Arcelina +2	3	10	6	3	5	7	6	5	4	5	6	2	5	4	2	1
Arcelina +3	5	15	14	10	9	14	14	11	13	11	5	11	6	6	2	3
Arcelina +4	5	8	12	10	6	10	10	11	10	10	7	9	9	8	2	5
Arcelina -	6	13	14	9	14	8	10	15	13	7	9	7	4	4	2	3
Danlí 46	10	12	12	8	11	11	14	13	10	4	6	4	3	2	1	1
Andeva	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*
DMS (.05)					5.3			7.7				5.5				3.8

Tratamientos	Días de conteo de muestras															
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total
Arcelina +1	2	6	3	5	4	2	3	1	3	0	0	0	0	0	0	133
Arcelina +2	1	3	2	2	2	1	1	0	1	2	2	0	0	0	0	85
Arcelina +3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	133
Arcelina +4	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	112
Arcelina -	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	140
Danlí 46	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122
Andeva	ns	*	ns	*	*	ns	*	ns	*	ns						
DMS (.05)		3.7		2.5	2.3		1.3		1.4							

z Día 1 equivale a 15 días después de la fecha de infestación. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones. Se usaron 25 parejas de insectos adultos para la infestación.

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

Anexo 4. Efecto de arcelina en el número de larvas muertas / 10 semillas en base a conteos diarios. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Arcelina +1	11	7	6	6	5	4	7	7	7	8	6	4	5	4	1	4	2	7	6
Arcelina +2	7	5	4	7	6	5	6	7	5	4	5	12	3	2	1	4	7	5	3
Arcelina +3	6	7	5	5	6	3	3	2	3	3	2	4	2	3	1	2	1	1	2
Arcelina +4	7	6	6	8	5	6	4	2	4	3	3	4	5	1	0	1	3	2	2
Arcelina -	5	15	4	7	3	3	2	6	3	3	3	2	2	2	2	4	1	1	1
Danlí 46	8	9	7	6	4	5	1	4	4	4	5	3	2	2	1	3	0	0	1
Andeva	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
DMS (.05)								3.4					2.2						

Tratamientos	Días de conteo de muestras														Total	
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
Arcelina +1	2	1	1	5	1	1	1	2	0	0	5	2	0	2	126	A
Arcelina +2	1	2	0	1	1	0	0	1	0	0	3	0	0	0	101	AB
Arcelina +3	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2	1	0	0	1	54	CD
Arcelina +4	1	0	2	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	89	BC
Arcelina -	1	1	0	2	0	0	0	2	1	0	1	1	0	0	73	CD
Danlí 46	1	1	1	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	71	CD
Andeva	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	*								
DMS (.05)		1.3									2.4				28	

z Día 1 equivale a 15 días después de la fecha de infestación. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones. Se usaron 25 parejas de insectos adultos para la infestación.

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

Anexo 5. Efecto de arcelina en el número total de larvas / 10 semillas en base a conteos diarios. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Arcelina +1	18	15	12	11	12	12	18	11	15	15	13	11	10	11	5	8	4
Arcelina +2	10	14	10	9	11	11	12	12	9	9	10	14	8	6	3	5	8
Arcelina +3	11	22	18	15	15	17	17	13	16	14	7	15	8	9	3	5	2
Arcelina +4	12	13	18	18	11	16	14	13	14	13	10	13	13	9	2	6	4
Arcelina -	11	27	18	16	16	11	12	20	15	11	12	9	6	6	4	7	2
Danli 46	18	21	19	14	15	15	15	17	14	8	10	7	5	4	1	4	0
Andeva DMS (.05)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Tratamientos	Días de conteo de muestras																
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	Total
Arcelina +1	13	9	7	5	3	8	2	3	1	3	0	1	5	2	0	2	259
Arcelina +2	8	5	2	4	1	2	1	1	0	2	0	0	3	0	0	0	186
Arcelina +3	2	3	1	0	0	1	0	0	1	3	0	1	1	0	0	1	187
Arcelina +4	3	2	1	1	3	0	1	0	1	4	0	0	0	0	0	0	200
Arcelina -	1	2	1	1	1	2	1	0	0	3	1	0	1	1	0	0	213
Danli 46	1	1	2	1	1	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	193
Andeva DMS (.05)	*	*	*	*	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
	5.8	4.3	2.1	2.8		4.3		1.8					2.4				

z Día 1 equivale a 15 días después de la fecha de infestación. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones. Se usaron 25 parejas de insectos adultos para la infestación.

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

Anexo 6. Efecto de arcelina en el número de pupas / 10 semillas en base a conteos diarios. 3

Tratamientos	Días de conteo de muestras																								Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Arceлина +1	0	1	1	1	2	6	2	3	5	3	1	3	2	1	1	1	3	1	1	0	0	0	0	0	36	B
Arceлина +2	1	2	2	2	1	2	1	2	1	1	4	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	24	C
Arceлина +3	2	2	4	2	2	7	5	4	5	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	B
Arceлина +4	2	3	6	3	4	8	4	10	5	2	4	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	53	A
Arceлина -	5	5	4	3	4	3	1	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	29	BC
Danil 46	8	8	6	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	35	BC
Ándeva	*	*	ns	ns	ns	*	*	*	*	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	*	ns	*							
DMS (.05)	3.1	3.8				4.1	3.2	4.2	4.0			1.7	1.6				2.0								11	

z Día 1 equivale a 25 días después de la fecha de infestación. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones.

Se usaron 25 parejas de insectos adultos para la infestación.

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

Anexo 7. Efecto de arcelina en el número de adultos vivos / 10 semillas en base a conteos diarios. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras																								Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Árcelina +1	0	0	1	0	0	1	1	1	2	1	2	2	8	6	5	4	6	4	8	10	4	11	5	3	83	C
Árcelina +2	0	0	0	0	0	2	3	3	2	4	4	5	11	7	5	3	6	6	11	9	3	9	6	3	102	C
Árcelina +3	0	0	1	0	0	2	4	6	7	8	9	10	20	17	15	16	9	11	10	18	11	12	13	10	206	B
Árcelina +4	0	1	1	0	1	2	3	5	6	11	7	7	21	16	12	19	14	8	14	13	14	21	15	10	220	AB
Árcelina -	0	1	3	3	2	8	5	9	11	11	12	14	13	14	12	10	10	9	8	12	5	10	10	6	194	B
Danli 46	0	0	0	2	6	11	17	11	8	9	15	16	17	17	19	17	12	10	12	17	8	13	9	6	253	A
Ándeva	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	ns	*	*	*	*	ns	ns	ns	*	ns	*	*	*	*	
DMS (.05)				3.2	4.1	5.4	5.2	7.2	5.0	4.9	6.1	5.7		6.9	9.2	9.1	4.9				6.0		5.6	4.7	4.0	

z Día 1 equivale a 25 días después de la fecha de infestación. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones.

Se usaron 25 parejas de insectos adultos para la infestación.

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

Anexo 8. Efecto de arcelina en el total de adultos emergidos en el primer ciclo. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras																Total		
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32			34
Arcelina +1	0	2	2	4	3	8	10	13	9	9	5	4	0	4	1	1	1	75	E
Arcelina +2	1	4	21	40	24	29	12	6	2	3	1	0	1	1	0	0	0	144	D
Arcelina +3	0	1	4	43	52	81	47	32	11	5	2	2	0	0	0	0	0	280	BC
Arcelina +4	1	6	20	21	31	43	45	38	18	11	7	2	0	0	0	0	0	243	C
Arcelina -	20	73	80	80	30	25	17	14	8	3	2	0	0	0	0	0	0	352	A
Danli 46	29	82	91	78	19	6	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	308	AB
Andeva	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ns	*	ns	*	ns	*	
DMS (.05)	9.0	10	14	15	7.3	7.2	6.5	6.0	5.2	2.5	2.0	1.5		1.1		1.0		59	

z Los conteos se realizaron diariamente. Por razones de espacio y organización se presentan los datos acumulados cada dos días. El día 2 equivale al día 26 después de la infestación del testigo Danli 46. El número de parejas usadas para la infestación fue de 10 insectos adultos. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones.

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

Anexo 9. Efecto de arcelina en el número de machos emergidos en el primer ciclo. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras																Total		
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32			34
Arcelina +1	0	1	1	2	1	5	7	6	5	5	2	2	0	1	1	0	0	37	D
Arcelina +2	1	3	11	21	12	13	4	3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	70	C
Arcelina +3	0	0	3	31	31	43	21	14	3	2	1	1	0	0	0	0	0	148	AB
Arcelina +4	1	4	12	15	18	24	19	16	8	5	3	1	0	0	0	0	0	124	B
Arcelina -	17	38	35	37	16	14	7	6	4	2	1	0	0	0	0	0	0	175	A
Danli 46	20	77	46	36	10	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153	A
Andeva	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	
DMS (.05)	6.2	6.0	8.3	6.7	5.6	4.3	3.1	2.3	2.5	1.3	1.2	1.0						29	

z Los conteos se realizaron diariamente. Por razones de espacio y organización se presentan los datos acumulados de cada dos días. El día 2 equivale al día 26 después de la infestación del testigo Danli 46. El número de parejas usadas para la infestación fue de 10 insectos adultos. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones.

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

Anexo 10. Efecto de arcelina en el número de hembras emergidas en el primer ciclo. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras																Total		
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32			34
Arcelina +1	0	1	1	2	1	4	3	7	5	4	3	2	0	3	1	1	1	37	E
Arcelina +2	0	1	10	20	13	16	8	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	74	D
Arcelina +3	0	1	2	12	21	39	26	19	8	3	1	1	0	0	0	0	0	132	BC
Arcelina +4	0	2	8	7	14	19	26	22	11	6	4	2	0	0	0	0	0	119	C
Arcelina -	4	35	45	43	15	11	11	8	4	2	2	0	0	0	0	0	0	177	A
Danlí 46	9	43	45	42	9	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	155	AB
Andeva	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ns	*	ns	*	ns	*	
DMS (.05)	3.0	6.0	7.3	9.9	4.0	4.1	4.0	5.0	3.3	2.0	1.4	1.0		1.0		0.4		34	

z Los conteos se realizaron diariamente. Por razones de espacio y organización se presentan los datos acumulados cada dos días. El día 2 equivale al día 26 después de la infestación del testigo Danlí 46. El número de parejas usadas para la infestación fue de 10 insectos adultos. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones.

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

Anexo 11. Efecto de arcelina en el total de adultos emergidos en el segundo ciclo. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras														
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Arcelina +1	0	0	1	1	0	2	3	4	6	5	7	4	8	5	7
Arcelina +2	0	3	11	51	76	98	106	101	68	57	38	37	13	6	5
Arcelina +3	0	0	1	12	19	63	175	308	330	277	205	139	81	45	24
Arcelina +4	0	0	8	6	17	41	94	191	294	295	254	188	117	74	53
Arcelina -	53	322	412	433	328	200	164	95	55	30	17	11	4	4	3
Danli 46	102	698	646	581	376	171	81	28	10	5	3	2	1	1	0
Andeva	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DMS (.05)	33	93	56	48	64	15	29	33	35	34	33	20	13	9.1	6.3

Tratamientos	Días de conteo de muestras													Total
	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54		
Arcelina +1	3	2	2	1	1	0	1	0	1	0	0	1	62	D
Arcelina +2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	671	C
Arcelina +3	15	3	4	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1704	B
Arcelina +4	15	7	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1662	B
Arcelina -	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2131	AB
Danli 46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2704	A
Andeva	*	*	*	*	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	
DMS (.05)	2.1	1.3	1.3	1.0	1.0	1.0			0.4				573	

z Los conteos se realizaron diariamente. Por razones de espacio y organización se presentan los datos acumulados de cada dos días. El día 2 equivale al día 26 después de la infestación del testigo Danli 46. El número de parejas usadas para la infestación fue el total de adultos emergidos en el primer ciclo. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones.

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

Anexo 12. Efecto de arcelina en el número de machos emergidos en el segundo ciclo. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras														
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Arcelina +1	0	0	1	1	0	1	2	2	3	3	4	1	4	3	3
Arcelina +2	0	4	6	31	42	50	56	43	34	22	17	25	5	2	2
Arcelina +3	0	0	1	10	10	37	100	162	152	132	97	68	38	22	14
Arcelina +4	0	0	0	2	10	25	56	101	151	146	126	91	52	28	21
Arcelina -	31	150	193	222	151	93	80	41	26	13	7	4	2	2	0
Danli 46	54	355	305	287	182	79	34	14	3	3	2	2	0	0	0
Andeva	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DMS (.05)	18	46	29	23	33	16	14	17	22	18	17	16	8.0	5.4	4.0

Tratamientos	Días de conteo de muestras													Total	
	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54			
Arcelina +1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	D
Arcelina +2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	337	C
Arcelina +3	7	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	849	B
Arcelina +4	6	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	821	B
Arcelina -	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1015	B
Danli 46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1319	A
Andeva	*	*	*	ns	*										
DMS (.05)	2.0	1.0	1.0											276	

z Los conteos se realizaron diariamente. Por razones de espacio y organización se presentan los datos acumulados de cada dos días. El día 2 equivale al día 26 después de la infestación del testigo Danli 46. El número de parejas usadas para la infestación fue el total de adultos emergidos en el primer ciclo. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones.

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

Anexo 13. Efecto de arcelina en el número de hembras emergidas en el segundo ciclo. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras														
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Arcelina +1	0	0	0	0	0	1	1	2	3	2	3	3	4	2	5
Arcelina +2	0	2	5	20	33	48	49	58	33	35	22	13	8	4	3
Arcelina +3	0	0	0	2	9	26	74	147	178	146	109	72	43	23	12
Arcelina +4	0	0	8	3	7	16	38	90	143	148	128	98	66	47	32
Arcelina -	22	173	219	212	178	107	84	54	28	17	10	7	2	2	3
Danli 46	48	344	341	294	194	92	47	14	7	2	1	1	1	1	0
Andeva	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DMS (.05)	16	47	28	32	33	15	17	20	15	18	18	9.8	8.0	6.0	4.0

Tratamientos	Días de conteo de muestras													Total
	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54		
Arcelina +1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	31	D
Arcelina +2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	334	C
Arcelina +3	8	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	855	B
Arcelina +4	9	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	843	B
Arcelina -	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1117	AB
Danli 46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1385	A
Andeva	*	*	*	ns	*									
DMS (.05)	1.2	1.0	1.1										302	

z Los conteos se realizaron diariamente. Por razones de espacio y organización se presentan los datos acumulados de cada dos días. El día 2 equivale al día 26 después de la infestación del testigo Danli 46. El número de parejas usadas para la infestación fue el total de adultos emergidos en el primer ciclo. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones.

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

Anexo 14. Efecto de arcelina en el total de adultos emergidos en el tercer ciclo. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras													
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Arcelina +1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	5	3
Arcelina +2	0	0	0	2	6	20	27	28	24	18	6	3	2	2
Arcelina +3	0	0	0	0	0	1	16	26	60	51	37	17	7	2
Arcelina +4	0	0	0	1	4	8	14	22	40	46	47	26	15	6
Arcelina -	3	56	53	73	41	19	16	8	6	5	1	1	1	0
Danli 46	34	124	97	82	33	9	2	1	0	0	0	0	0	0
Andeva	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DMS (.05)	7.0	15	10	13	7.2	5.0	5.0	7.0	8.0	8.3	10	6.2	4.0	2.3

Tratamientos	Días de conteo de muestras													Total
	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52		
Arcelina +1	6	8	6	5	6	4	2	1	1	1	1	1	53	D
Arcelina +2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	CD
Arcelina +3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	218	BC
Arcelina +4	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	231	B
Arcelina -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	281	B
Danli 46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	380	A
Andeva	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	*
DMS (.05)	1.3	1.4	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	0.4						89

z Los conteos se realizaron diariamente. Por razones de espacio y organización se presentan los datos acumulados de cada dos días. El día 2 equivale al día 28 después de la infestación del testigo Danli 46. Se observó una sobrepoblación en el ciclo anterior por lo que se decidió estabilizar el número de parejas a 10 insectos. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones.

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

Anexo 15. Efecto de arcelina en el número de machos emergidos en el tercer ciclo. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras													
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Arcelina +1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	2
Arcelina +2	0	0	0	1	3	10	14	16	11	9	4	2	1	1
Arcelina +3	0	0	0	0	0	1	11	15	30	23	18	7	4	1
Arcelina +4	0	0	0	1	2	4	9	14	20	22	25	12	6	3
Arcelina -	1	35	27	39	22	10	9	4	2	2	0	0	0	0
Danli 46	23	72	45	42	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Andeva	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DMS (.05)	4.5	10	6.3	9.0	4.0	2.5	3.3	4.4	5.0	5.2	6.0	3.2	1.9	1.4

Tratamientos	Días de conteo de muestras													Total
	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52		
Arcelina +1	4	4	4	3	3	3	2	1	0	0	0	0	32	D
Arcelina +2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	CD
Arcelina +3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	BC
Arcelina +4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	BC
Arcelina -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151	AB
Danli 46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	196	A
Andeva	*	*	*	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	*	
DMS (.05)	1.0	1.0	0.3	1.0	1.4	0.4	0.4	0.3					49	

z Los conteos se realizaron diariamente. Por razones de espacio y organización se presentan los datos acumulados de cada dos días. El día 2 equivale al día 28 después de la infestación del testigo Danli 46. Se observó una sobrepoblación en el ciclo anterior por lo que en este ciclo se decidió estabilizar el número de parejas a 10 insectos. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones.

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

Anexo 16. Efecto de arcelina en el número de hembras emergidas en el tercer ciclo. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras													
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Arcelina +1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1
Arcelina +2	0	0	0	1	3	10	13	12	13	9	2	2	1	1
Arcelina +3	0	0	0	0	0	0	6	11	31	28	20	10	3	1
Arcelina +4	0	0	0	1	2	4	5	8	20	24	22	13	9	4
Arcelina -	1	21	26	34	18	9	8	5	4	3	0	1	1	0
Danli 46	12	53	53	41	20	5	1	1	0	0	0	0	0	0
Andeva	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DMS (.05)	3.0	7.0	5.0	6.0	4.3	3.0	3.4	7.0	5.0	4.4	5.2	3.3	2.4	1.4

Tratamientos	Días de conteo de muestras													Total
	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52		
Arcelina +1	2	4	2	2	3	2	1	1	1	1	0	1	21	D
Arcelina +2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	C
Arcelina +3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	B
Arcelina +4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	B
Arcelina -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	B
Danli 46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	184	A
Andeva	*	*	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	
DMS (.05)	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3						41	

z Los conteos se realizaron diariamente. Por razones de espacio y organización se presentan los datos acumulados de cada dos días. El día 2 equivale al día 28 después de la infestación del testigo Danli 46. Se observó una sobrepoblación en el ciclo anterior por lo que se decidió estabilizar el número de parejas a 10 insectos. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones.

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < .05$.

Anexo 17. Efecto de arcelina en el total de adultos emergidos en el cuarto ciclo. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras																	
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
Arcelina +1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	0	0	0	0	--	0	--	--
Arcelina +2	0	0	0	0	0	5	14	21	32	--	48	24	19	8	--	5	--	--
Arcelina +3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	--	6	17	34	59	--	50	--	--
Arcelina +4	0	0	0	0	0	1	1	2	4	--	29	41	41	59	--	42	--	--
Arcelina -	1	16	69	67	49	19	13	14	6	--	7	1	1	1	--	0	--	--
Danli 46	34	70	86	70	21	5	2	1	0	--	0	0	0	0	--	0	--	--
Andeva	*	*	*	*	*	*	*	*	*	nd	*	*	*	*	nd	*	nd	nd
DMS (.05)	10	12	10	7.0	5.1	4.0	4.1	5.0	5.8		9.3	7.0	8.4	8.8		15		

Tratamientos	Días de conteo de muestras																Total	
	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68		
Arcelina +1	1	--	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	17	C
Arcelina +2	0	--	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177	B
Arcelina +3	17	--	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189	B
Arcelina +4	8	--	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	230	AB
Arcelina -	1	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	263	A
Danli 46	0	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	288	A
Andeva	*	nd	*	*	*	ns	*	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	*	
DMS (.05)	6.1		2.1	1.0	1.0		1.0	1.0	0.4	0.4	0.3	0.4					61	

z Los conteos se realizaron diariamente. Por razones de espacio y organización se presentan los datos acumulados de cada dos días. El día 2 equivale al día 29 después de la infestación del testigo Danli 46. El número de parejas usadas para la infestación fue de 10 insectos adultos. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones.

*, ns, nd Significativo y no significativo al nivel $P < .05$ y datos no determinados, no se realizaron conteos esos días.

Anexo 18. Efecto de arcelina en el número de machos emergidos en el cuarto ciclo. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras																	
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
Arcelina +1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	0	0	0	0	--	0	--	--
Arcelina +2	0	0	0	0	0	3	6	10	15	--	22	12	6	4	--	3	--	--
Arcelina +3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	4	10	17	26	--	21	--	--
Arcelina +4	0	0	0	0	0	1	1	1	3	--	18	25	19	31	--	19	--	--
Arcelina -	1	11	36	32	25	11	5	6	3	--	3	1	0	0	--	0	--	--
Danli 46	22	45	45	37	10	1	0	0	0	--	0	0	0	0	--	0	--	--
Andeva	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	nd	‡	‡	‡	‡	nd	‡	nd	nd
DMS (.05)	6.4	8.0	5.6	4.0	3.2	2.7	2.3	3.0	2.6		5.4	4.1	4.3	4.1		7.1		

Tratamientos	Días de conteo de muestras																Total	
	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68		
Arcelina +1	1	--	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	8	D
Arcelina +2	0	--	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	C
Arcelina +3	5	--	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	BC
Arcelina +4	4	--	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	AB
Arcelina -	1	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134	A
Danli 46	0	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	A
Andeva	‡	nd	‡	‡	‡	ns	‡	ns	‡									
DMS (.05)	1.6		1.0	0.4	0.5		0.3											40

z Los conteos se realizaron diariamente. Por razones de espacio y organización se presentan los datos acumulados de cada dos días. Día 2 equivale al día 29 después de la infestación del testigo Danli 46. El número de parejas usadas para la infestación fue 10 insectos adultos. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones.

‡, ns, nd Significativo y no significativo al nivel $P < .05$ y datos no determinados, no se realizaron conteos en esos días.

Anexo 19. Efecto de arcelina en el número de hembras emergidas en el cuarto ciclo. z

Tratamientos	Días de conteo de muestras																	
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
Arcelina +1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	0	0	0	0	--	0	--	--
Arcelina +2	0	0	0	0	0	2	8	12	17	--	26	13	13	5	--	3	--	--
Arcelina +3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	--	2	7	17	33	--	29	--	--
Arcelina +4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	--	11	16	22	28	--	22	--	--
Arcelina -	0	6	33	35	24	9	7	9	3	--	4	0	0	1	--	0	--	--
Danli 46	12	25	40	33	10	4	2	1	0	--	0	0	0	0	--	0	--	--
Andeva	*	*	*	*	*	*	*	*	*	nd	*	*	*	*	nd	*	nd	nd
DMS (.05)	4.4	5.5	5.1	5.6	3.0	1.7	2.4	3.1	4.0		4.4	4.0	5.4	5.3		9.3		

Tratamientos	Días de conteo de muestras																Total	
	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68		
Arcelina +1	0	--	1	1	1	0	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	10	C
Arcelina +2	0	--	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	B
Arcelina +3	13	--	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	AB
Arcelina +4	4	--	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	AB
Arcelina -	0	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	A
Danli 46	0	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	A
Andeva	*	nd	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	
DMS (.05)	6.0		1.5	1.0			1.0				0.3						29	

z Los conteos se realizaron diariamente. Por razones de espacio y organización se presentan los datos acumulados de cada dos días. El día 2 equivale al día 29 después de la infestación del testigo Danli 46. El número de parejas usadas para la infestación fue de 10 insectos adultos. Los datos corresponden al promedio de las cuatro repeticiones.

*, ns, nd Significativo y no significativo al nivel $P < .05$ y datos no determinados, no se realizaron conteos esos días.

Anexo 20. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento 1.

Lista de variables

Var	Tipo	Nombre / Descripción
1	NUMERIC	Repeticiones
2	NUMERIC	Tratamientos
3	NUMERIC	No. total de huevos eclosionados/10 semillas
4	NUMERIC	No. total de huevos no eclosionados/10 semillas
5	NUMERIC	No. total de larvas vivas/10 semillas
6	NUMERIC	No. total de larvas muertas/10 semillas
7	NUMERIC	Total de larvas
8	NUMERIC	No. total de pupas vivas/10 semillas
9	NUMERIC	Total de pupas
10	NUMERIC	No. total de adultos emergidos
11	NUMERIC	No. total de huevos (fecundidad)
12	NUMERIC	Porcentaje de huevos eclosionados (fertilidad)
13	NUMERIC	No. de huevos por hembra
14	NUMERIC	Porcentaje de mortalidad larvas
15	NUMERIC	Porcentaje de sobrevivencia larvas
16	NUMERIC	Porcentaje de sobrevivencia pupas-huevo
17	NUMERIC	Porcentaje de sobrevivencia adultos-huevo
18	NUMERIC	Porcentaje de sobrevivencia pupa-larva

CASO

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	1	575	14	147	135	282	47	47	93	589	97.62	23.56	47.87	52.13	7.98	15.79	31.97
2	2	1	554	17	133	131	264	38	38	83	571	97.02	22.84	49.62	50.38	6.65	14.54	28.57
3	3	1	537	19	141	121	262	32	32	73	556	96.58	22.24	46.18	53.82	5.76	13.13	22.70
4	4	1	460	18	112	115	227	27	27	81	478	96.23	19.12	50.66	49.34	5.65	16.95	24.11
5	1	2	443	44	93	103	196	31	31	101	487	90.97	19.48	52.55	47.45	6.37	20.74	33.33
6	2	2	445	33	66	102	168	14	14	98	478	93.10	19.12	60.71	39.29	2.93	20.50	21.21
7	3	2	480	64	102	85	187	30	30	117	544	88.24	21.76	45.45	54.55	5.51	21.51	29.41
8	4	2	429	27	79	115	194	20	20	91	456	94.08	18.24	59.28	40.72	4.39	19.96	25.32
9	1	3	851	17	222	99	321	54	54	285	868	98.04	34.72	30.84	69.16	6.22	32.83	24.32
10	2	3	480	12	124	44	168	37	37	172	492	97.56	19.68	26.19	73.81	7.52	34.96	29.84
11	3	3	550	19	132	46	178	37	37	185	569	96.66	22.76	25.84	74.16	6.50	32.51	28.03
12	4	3	560	14	54	25	79	27	27	183	574	97.56	22.96	31.65	68.35	4.70	31.88	50.00
13	1	4	572	20	109	77	186	53	53	181	592	96.62	23.68	41.40	58.60	8.95	30.57	48.62
14	2	4	703	20	136	74	210	51	51	231	723	97.23	28.92	35.24	64.76	7.05	31.95	37.50
15	3	4	664	9	134	77	211	58	58	221	673	98.66	26.92	36.49	63.51	8.62	32.84	43.28
16	4	4	697	24	67	126	193	48	48	247	721	96.67	28.84	65.28	34.72	6.66	34.26	71.64
17	1	5	607	27	105	84	189	31	31	217	634	95.74	25.36	44.44	55.56	4.89	34.23	29.52
18	2	5	645	31	141	80	221	32	32	200	676	95.41	27.04	36.20	63.80	4.73	29.59	22.70
19	3	5	639	20	169	63	232	24	24	189	659	96.97	26.36	27.16	72.84	3.64	28.68	14.20
20	4	5	567	33	146	64	210	30	30	168	600	94.50	24.00	30.48	69.52	5.00	28.00	20.55
21	1	6	717	26	131	83	214	38	38	260	743	96.50	29.72	38.79	61.21	5.11	34.99	29.01
22	2	6	607	43	108	58	166	34	34	236	650	93.38	26.00	34.94	65.06	5.23	36.31	31.48
23	3	6	644	26	117	61	178	27	27	257	670	96.12	26.80	34.27	65.73	4.03	38.36	23.08
24	4	6	669	22	130	83	213	39	39	259	691	96.82	27.64	38.97	61.03	5.64	37.48	30.00

Anexo 21. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento 2 en el primer ciclo.

Lista de variables

Var	Tipo	Nombre / Descripción
1	NUMERIC	Repeticiones
2	NUMERIC	Tratamientos
3	NUMERIC	No. de machos
4	NUMERIC	No. de hembras
5	NUMERIC	Total de adultos
6	NUMERIC	No. de huevos
7	NUMERIC	Peso final de semillas (g)
8	NUMERIC	Peso seco promedio total (mg)
9	NUMERIC	Peso seco promedio de machos (mg)
10	NUMERIC	Peso seco promedio de hembras (mg)
11	NUMERIC	No. de huevos por hembra

CASO	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1	1	1	37	52	89	214	97.5	0.965	0.733	1.107	21.40
	2	2	1	40	40	80	464	97.3	0.946	0.594	1.132	46.40
	3	3	1	31	20	51	407	97.6	0.812	0.607	0.950	40.70
	4	4	1	41	37	78	364	97.0	0.862	0.589	0.951	36.40
	5	1	2	70	60	130	204	95.7	1.088	0.803	1.459	20.40
	6	2	2	93	109	202	367	96.1	1.146	0.827	1.417	36.70
	7	3	2	64	71	135	207	95.4	1.157	0.766	1.475	20.70
	8	4	2	51	57	108	285	97.7	1.198	0.854	1.426	28.50
	9	1	3	145	124	269	212	94.8	0.752	0.619	0.872	21.20
	10	2	3	158	133	291	417	96.2	1.052	0.903	1.307	41.70
	11	3	3	141	128	269	326	95.5	1.015	0.762	1.752	32.60
	12	4	3	148	141	289	219	95.2	0.996	0.971	1.020	21.90
	13	1	4	81	67	148	274	97.4	1.000	0.771	1.162	27.40
	14	2	4	110	108	218	296	95.1	0.946	0.728	1.210	29.60
	15	3	4	169	140	309	325	95.1	0.935	0.725	1.182	32.50
	16	4	4	136	160	296	319	96.0	1.678	1.201	2.600	31.90
	17	1	5	190	168	358	426	95.3	1.340	1.140	1.561	42.60
	18	2	5	190	200	390	432	94.1	1.571	1.452	1.703	43.20
	19	3	5	174	188	362	431	94.8	1.475	1.208	1.729	43.10
	20	4	5	147	150	297	314	95.6	1.147	0.836	1.472	31.40
	21	1	6	157	145	302	486	92.8	1.483	1.206	1.253	48.60
	22	2	6	146	180	326	466	93.1	1.197	0.802	1.589	46.60
	23	3	6	143	147	290	346	92.9	1.281	0.903	1.632	34.60
	24	4	6	167	147	314	504	93.1	1.232	0.872	1.568	50.40

Anexo 22. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento 2 en el segundo ciclo.

Lista de variables

Var	Tipo	Nombre / Descripción
1	NUMERIC	Repeticiones
2	NUMERIC	Tratamientos
3	NUMERIC	No. de machos
4	NUMERIC	No. de hembras
5	NUMERIC	Total de adultos
6	NUMERIC	No. de huevos
7	NUMERIC	Peso final de semillas (g)
8	NUMERIC	Peso seco total (mg)
9	NUMERIC	Peso seco promedio de machos (mg)
10	NUMERIC	Peso seco promedio de hembras (mg)
11	NUMERIC	No. de huevos por hembra

CASO	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1	1	1	39	33	72	229	95.9	0.680	0.833	0.526	nd
	2	2	1	21	22	43	289	97.2	0.524	0.333	0.714	nd
	3	3	1	29	29	58	384	97.4	0.641	0.512	0.769	nd
	4	4	1	33	40	73	475	96.1	0.648	0.526	0.769	nd
	5	1	2	294	372	666	1000	89.3	1.300	1.000	1.600	nd
	6	2	2	206	155	361	626	92.0	1.100	0.800	1.400	nd
	7	3	2	374	357	731	814	88.2	1.100	0.700	1.400	nd
	8	4	2	472	452	924	1636	86.8	1.100	0.800	1.600	nd
	9	1	3	796	743	1539	1217	79.0	0.850	0.600	1.100	nd
	10	2	3	1006	994	2000	2200	74.8	0.950	0.700	1.200	nd
	11	3	3	947	977	1924	1257	75.6	1.000	0.800	1.200	nd
	12	4	3	645	707	1352	1242	81.3	0.950	0.700	1.200	nd
	13	1	4	783	782	1565	1168	80.9	0.950	0.700	1.200	nd
	14	2	4	613	677	1290	1385	83.2	0.950	0.700	1.200	nd
	15	3	4	1135	1170	2295	822	73.0	0.950	0.700	1.200	nd
	16	4	4	753	743	1496	1816	80.6	1.000	0.800	1.200	nd
	17	1	5	629	650	1279	672	92.4	1.100	0.800	1.400	nd
	18	2	5	904	983	1887	1756	73.9	1.150	0.800	1.500	nd
	19	3	5	1304	1493	2797	966	62.7	1.200	0.900	1.500	nd
	20	4	5	1221	1341	2562	1549	68.5	1.150	0.800	1.500	nd
	21	1	6	1269	1308	2577	2732	70.2	1.200	0.900	1.500	nd
	22	2	6	1184	1299	2487	1343	72.6	1.150	0.800	1.500	nd
	23	3	6	1287	1350	2637	2842	67.6	1.100	0.800	1.400	nd
	24	4	6	1534	1581	3115	2535	69.0	1.200	0.900	1.500	nd

Anexo 23. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento 2 en el tercer ciclo.

Lista de variables

Var	Tipo	Nombre / Descripción
1	NUMERIC	Repeticiones
2	NUMERIC	Tratamientos
3	NUMERIC	No. de machos
4	NUMERIC	No. de hembras
5	NUMERIC	Total de adultos
6	NUMERIC	No. de huevos
7	NUMERIC	Peso final de semillas (g)
8	NUMERIC	Peso seco total (mg)
9	NUMERIC	Peso seco promedio de machos (mg)
10	NUMERIC	Peso seco promedio de hembras (mg)
11	NUMERIC	No. de huevos por hembra

CASO

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	37	25	62	163	94.7	0.774	0.619	0.850	16.30
2	2	1	32	22	54	165	95.2	0.686	0.620	0.818	16.50
3	3	1	27	15	42	104	95.7	0.680	0.500	0.869	10.40
4	4	1	33	21	54	178	95.0	0.690	0.600	0.818	17.80
5	1	2	77	88	165	309	93.6	1.047	0.785	1.341	30.90
6	2	2	71	54	125	338	94.4	1.059	0.814	1.328	33.80
7	3	2	80	63	143	369	94.0	1.000	0.791	1.295	36.90
8	4	2	54	60	114	308	94.3	1.000	0.758	1.309	30.80
9	1	3	88	100	188	224	95.3	1.301	0.896	1.757	22.40
10	2	3	123	128	251	276	94.5	1.163	1.000	1.241	27.60
11	3	3	102	113	215	219	94.3	0.951	0.693	1.221	21.90
12	4	3	121	98	219	234	93.5	0.955	0.713	1.160	23.40
13	1	4	95	88	183	207	93.7	0.895	0.687	1.125	20.70
14	2	4	196	184	380	482	92.1	0.997	0.784	1.203	48.20
15	3	4	67	64	131	175	94.0	0.933	0.686	1.163	17.50
16	4	4	113	117	230	277	94.0	0.986	0.761	1.186	27.70
17	1	5	126	114	240	300	95.8	1.219	0.937	1.363	30.00
18	2	5	147	120	267	335	94.0	1.026	0.754	1.297	33.50
19	3	5	137	119	256	350	94.7	1.371	0.960	1.672	35.00
20	4	5	195	164	359	432	94.1	1.237	0.986	1.405	43.20
21	1	6	180	182	362	436	93.0	1.256	0.920	1.508	43.60
22	2	6	156	148	304	313	93.9	1.099	0.772	1.424	31.30
23	3	6	184	179	363	443	93.8	1.141	0.814	1.445	44.30
24	4	6	264	225	489	502	92.4	1.163	0.872	1.362	50.20

Anexo 24. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento 2 en el cuarto ciclo.

Lista de variables

Var	Tipo	Nombre / Descripción
1	NUMERIC	Repeticiones
2	NUMERIC	Tratamientos
3	NUMERIC	No. de machos
4	NUMERIC	No. de hembras
5	NUMERIC	Total de adultos
6	NUMERIC	No. de huevos
7	NUMERIC	Peso final de semillas (g)
8	NUMERIC	Peso seco total (mg)
9	NUMERIC	Peso seco promedio de machos (mg)
10	NUMERIC	Peso seco promedio de hembras (mg)
11	NUMERIC	No. de huevos por hembra

CASO	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1	1	1	11	8	19	143	97.7	0.625	0.750	0.916	14.30
	2	2	1	4	17	21	225	98.5	0.764	0.250	0.800	22.50
	3	3	1	6	2	8	158	98.2	0.642	0.500	0.784	15.80
	4	4	1	9	11	20	138	98.4	0.631	0.700	0.777	13.80
	5	1	2	104	125	229	136	96.1	1.164	0.836	1.513	13.60
	6	2	2	58	66	124	216	97.5	1.202	0.825	1.425	21.60
	7	3	2	87	86	173	246	96.9	1.159	0.820	1.507	24.60
	8	4	2	69	114	183	198	67.0	1.167	0.833	1.494	19.80
	9	1	3	115	103	218	196	95.6	0.908	0.698	1.120	19.60
	10	2	3	61	76	137	186	97.1	0.816	0.568	0.958	18.60
	11	3	3	78	129	207	184	96.3	0.893	0.619	1.125	18.40
	12	4	3	82	111	193	306	95.4	0.948	0.692	1.180	30.60
	13	1	4	94	89	183	207	96.8	0.829	0.704	1.000	20.70
	14	2	4	140	126	266	207	95.6	1.072	1.000	1.094	20.70
	15	3	4	149	114	263	204	95.7	0.826	0.676	1.048	20.40
	16	4	4	102	106	208	216	96.1	0.851	0.640	1.094	21.60
	17	1	5	92	107	199	243	96.3	1.125	0.746	1.416	24.30
	18	2	5	153	125	278	178	95.5	1.181	0.889	1.460	17.80
	19	3	5	119	139	258	316	95.7	1.086	0.776	1.373	31.60
	20	4	5	172	144	316	327	94.5	1.096	0.780	1.485	32.70
	21	1	6	213	137	350	317	93.4	1.186	0.868	1.594	31.70
	22	2	6	135	120	255	292	94.8	1.162	0.848	1.404	29.20
	23	3	6	135	100	235	250	95.1	1.142	0.862	1.591	25.00
	24	4	6	157	154	311	330	93.7	1.119	0.815	1.475	33.00

X. DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

Nombres: Rafael Cristóbal Altamirano Pólit

Lugar de Nacimiento: Guayaquil-Ecuador

Fecha de Nacimiento: 21 de Junio de 1970

Nacionalidad: ecuatoriana

Estado civil: Soltero

Formación Académica:

<u>Institución</u>	<u>Período</u>	<u>Título obtenido</u>
Colegio Cristóbal Colón	1975-1987	Bachiller en Ciencias Básicas
Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano"	1988-1990	Agrónomo