

## EFFECTO DEL CRIBADO PERIODICO DEL MAIZ BLANCO ALMACENADO SOBRE EL DESARROLLO DE POBLACIONES DE INSECTOS DAÑINOS Y LAS PERDIDAS DE PESO<sup>1/\*</sup>

José Carlos Leal \*\*  
Manuel E. Zeledón \*\*

### ABSTRACT

**Effect of periodic sieving of stored white corn upon grain weight losses and insect population development.** In order to determine the effect of different frequencies of sieving upon population development and grain weight losses, an infested lot of white corn (1324 *Sitophilus* adults/kg) was divided into 25 2,5-kg sublots. After an initial sieving at the start of the tests, groups of five lots were sieved either weekly, biweekly, every three, every four weeks or not sieved at all (treatments 1, 2, 3, 4 and 5, respectively). Sieving removed adults of all species and most immature stages of secondary species. Tests were conducted in a chamber at  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  and  $65 \pm 5\%$  R.H. At the end of the storage period (24 weeks), adult *Sitophilus* spp. populations decreased by 99, 95, 94 and 94% in treatments 1, 2, 3 and 4, respectively; immature specimens of this species also decreased by 99, 94, 97 and 91%. Regarding secondary species, populations of *Cryptolestes* spp., *Araecerus fasciculatus*, *Tribolium* spp. and larvae from lepidopteran species tended to increase during the last weeks of the experiment. On the other hand, *Cathartus* spp. populations disappeared. Total insect-caused weight losses after 24 weeks were lessened by all sieving treatments in relation to controls. Losses were 99.2, 83.7, 75.8 and 64.5 % lower in treatments 1, 2, 3 and 4, respectively, than in controls

### INTRODUCCION

En Costa Rica, sólo el 40% de los pequeños productores de maíz recurren a la venta inmediata del grano (Mora, 1985). Los agricultores almacenan una alta proporción del maíz que producen en la finca, que podría llegar al 83% del

total producido, el cual es posteriormente utilizado para alimento animal y autoconsumo (Mora, 1991). Estos agricultores manejan cantidades pequeñas de maíz: aproximadamente 621 kg en promedio. También, Mora (1991) encontró que 36% de los agricultores encuestados mencionaron el daño causado por insectos como su principal problema durante el almacenamiento de maíz blanco.

Existen muchas formas de controlar insectos en granos almacenados; algunas de éstas, ya sea por su costo o por el nivel tecnológico requerido para su uso, no están al alcance de los pequeños agricultores. Además, el creciente deseo de disminuir el uso de compuestos químicos en productos destinados principalmente para el consumo humano ha hecho que la atención se dirija a la búsqueda de métodos físicos para el control de insectos. Como método físico que es, el cribado frecuente de

<sup>1/</sup> Recibido para publicación el 15 de noviembre de 1994.  
\* Este artículo contiene parte de los resultados de la Tesis de Ing. Agr. presentada por el primer autor a la Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.  
\*\* Centro de Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS), Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. El primer autor es miembro del Programa Financiero de Apoyo a Investigadores Científicos del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Costa Rica.

los granos no es contaminante, es de sencilla aplicación y por su bajo costo estaría al alcance de cualquier agricultor. Contrario a los métodos convencionales, el cribado del grano busca separar físicamente al insecto del grano y no matarlo.

Los adultos del género *Sitophilus*, pero en especial los de la especie *S. zeamais* Motschulsky, la cual es considerada como la principal plaga del maíz almacenado en Costa Rica, viven varios meses, tiempo durante el cual se alimentan del grano y se reproducen. El cribado frecuente del grano buscaría afectar el desarrollo normal de las poblaciones de estos insectos al reducir la población de adultos en el granel y al disminuir su consumo, o sea, las pérdidas de peso que estos insectos provocan al grano.

El cribado es usado en muchas partes del mundo para limpiar los granos antes de almacenarlos. Sin embargo, sólo Lindblad y Druben (1980) hicieron la recomendación de cribar en forma generalizada los granos cada dos meses para controlar los insectos, aunque no indicaron la efectividad del método, ni si había sido estudiado en detalle.

Con base en las consideraciones anteriores, se realizó este trabajo que tuvo como objetivos determinar el efecto del cribado periódico sobre el desarrollo de las poblaciones de insectos que dañan el maíz blanco y el efecto sobre la reducción de las pérdidas de peso producidas por los insectos.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Centro de Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS), de la Universidad de Costa Rica. Porciones de 2,5 kg de maíz blanco infestado fueron sometidas durante 24 semanas a 4 regímenes (frecuencias) de cribado para separar los insectos del grano.

### Tratamientos y diseño experimental

Veinte unidades experimentales (2,5 kg de maíz infestado cada una) fueron cribadas (zaran-deadas) cada una, 2, 3, ó 4 semanas (5 unidades por tratamiento); otras 5 (testigos) no recibieron cribado. El ensayo fue conducido bajo un diseño de bloques completos al azar.

### Manejo de las unidades experimentales

Se usó maíz blanco nacional de la cosecha 1992, traído de la planta La Rita, situada en Guápiles y perteneciente al Consejo Nacional de

la Producción, cuya humedad inicial fue de 15,4%. Se encontró una alta infestación de *Sitophilus*, aproximadamente 1324 individuos/kg de materia seca, y de otros insectos cuyas densidades poblacionales fueron mucho menores, tales como *Tribolium* spp., *Cathartus* spp., *Crytolestes* spp., *Araecerus fasciculatus* y larvas de lepidópteros no identificados. Además, se encontraron dos avispa parasitoides de *Sitophilus* spp. (Cerocephalea y Pteromalidae).

Las unidades experimentales fueron mantenidas en una cámara de ambiente controlado a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  y  $65 \pm 5\%$  H.R. El grano fue contenido en frascos de vidrio de 3,8 L con tapas perforadas cubiertas con cedazo plástico fino.

El grano usado en cada unidad experimental fue primeramente limpiado, cribado y homogeneizado; seguidamente se determinaron las condiciones iniciales (peso, a saber 2,5 kg; humedad por un método de referencia (AACC, 1976) e infestación). Finalmente, se dispusieron en la cámara de ambiente controlado.

Al completarse la tercera semana de almacenamiento, se detectó a simple vista que el grano estaba siendo atacado por hongos de almacenamiento. Para eliminar el exceso de humedad en el grano y disminuir efectivamente la actividad fungosa, las unidades fueron, a partir de ese momento, cribadas semanalmente para remover los insectos. Luego, y en forma individual el maíz de cada frasco fue puesto sobre una bandeja de madera y se le hizo pasar una corriente de aire a temperatura ambiente por aproximadamente dos horas, para promover la remoción de humedad excesiva en el grano. Posteriormente, el grano y los insectos fueron devueltos a los frascos de vidrio y puestos de nuevo en la cámara de ambiente controlado.

Por otra parte, y ya como parte de la técnica de monitoreo de las poblaciones de insectos, cada 4 semanas se contó el número de insectos presentes en todas las unidades experimentales. Si en la fecha del monitoreo correspondía remover los insectos, éstos no eran reincorporados a las unidades experimentales; caso contrario, se reincorporaban después de contarlos, siguiendo el procedimiento que se detalla en el siguiente apartado.

### Toma de muestras

Cada cuarta semana, después de ventilado el grano, se pesó cada unidad experimental y se le extrajo una muestra de 200 g; de ésta 100 g fueron

incubados para determinar el número de inmaduros y 100 g fueron usados en la determinación de la humedad.

Luego de la toma de la muestra, y solamente cuando no correspondía removerlos, los insectos fueron devueltos a los frascos en proporción al peso remanente de las unidades experimentales. Como consecuencia del muestreo anterior, el peso de las unidades experimentales se fue reduciendo cada 4 semanas.

Los granos pequeños de maíz, los pedazos de maíz y cualquier otro material originado en la mazorca fueron separados de otros materiales extraídos mediante el cribado, a saber insectos y excrementos de insectos principalmente. El peso del maíz recuperado fue registrado, pero no fue reincorporado al frasco. Este peso fue sumado al peso que tuviera la unidad experimental correspondiente para que no se le contabilizara como pérdida de peso.

Una situación similar se presentó al cribar las unidades experimentales cuando correspondía separar los insectos como parte del tratamiento aplicado. El peso seco del maíz recuperado en esas ocasiones se calculó utilizando la humedad de la unidad experimental al inicio del período de 4 semanas correspondiente.

### VARIABLES EVALUADAS

Para cada unidad experimental, cada 4 semanas se registró: a) densidad poblacional de *Sitophilus* adultos e inmaduros (por separado); b) densidad poblacional de adultos y larvas de otras especies presentes; c) peso en balanza analítica y contenido de humedad al horno; d) porcentaje de pérdida de peso por método directo:

$$\frac{(\text{peso seco inicial} - \text{peso seco final})}{\text{peso seco inicial}} \times 100$$

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Humedad del grano

Al inicio del experimento, la alta humedad del grano (15,4%) permitió el desarrollo de hongos de almacenamiento. Por esta razón, se procedió a ventilar semanalmente el grano durante 2 horas aproximadamente. La humedad se redujo y se mantuvo en adelante entre 12% y 13%, ámbito de humedades en que el crecimiento de hongos es muy lento, por lo que se consideró efectiva la medida correctiva.

### Efecto del cribado sobre las poblaciones de *Sitophilus*

**Adultos.** Debido a que todo el maíz fue cribado el día en que se inició el experimento, es probable que todos los adultos *Sitophilus* emergidos durante las primeras 6 semanas (Figura 1) provinieran de los estados inmaduros presentes en el grano al iniciarse este ensayo; esto queda reforzado por el hecho de que el ciclo de vida de estos insectos, bajo las condiciones del experimento, es también de aproximadamente de 6 semanas. Esta circunstancia permitió estudiar el patrón de emergencia de los adultos, el cual debió ser el reflejo de la distribución por edades de los estados inmaduros presentes al inicio.

En el tratamiento de cribado cada semana, se puede observar (Figura 1) que el número de adultos emergidos aumentó paulatinamente, hasta tener la mayor emergencia en la cuarta semana; la emergencia de la tercera semana fue casi tan grande como la de la cuarta. Durante la quinta y sexta semana, el número de adultos emergidos disminuyó abruptamente. Los datos en los tratamientos de cribado efectuados cada 2 ó 3 semanas confirman ese mismo patrón de emergencia.

Conociendo el patrón de emergencia de *Sitophilus*, se pudo determinar que la efectividad de los tratamientos de cribado para interferir con el desarrollo normal de las poblaciones dependió en gran parte de la sincronización con los períodos de mayor emergencia de adultos, a saber la tercera y cuarta semanas. Así, con el cribado semanal los insectos permanecieron no más de 7 días en el grano. Con cribados cada 2 semanas, los insectos emergidos durante la tercera semana permanecieron entre 7 y 15 días en el grano; y la mayor población, emergida durante la cuarta semana, se mantuvo menos de 7 días en el grano. Con el cribado cada 3 semanas, los *Sitophilus* emergidos durante la tercera semana permanecieron menos de 7 días en el grano; sin embargo, la población emergida durante la cuarta semana estuvo entre 15 y 21 días en el grano. Finalmente, con el cribado cada 4 semanas, las poblaciones emergidas durante la primera y segunda semana (que fueron pequeñas comparativamente) permanecieron el mayor tiempo. Por el contrario, la población de la tercera semana estuvo tan solo un poco más de 7 días, y la mayor población de insectos de la cuarta semana estuvo menos de 7 días en el grano.

Según lo anterior, los tratamientos de cribado cada 1, 2, y 4 semanas evitaron que los grupos

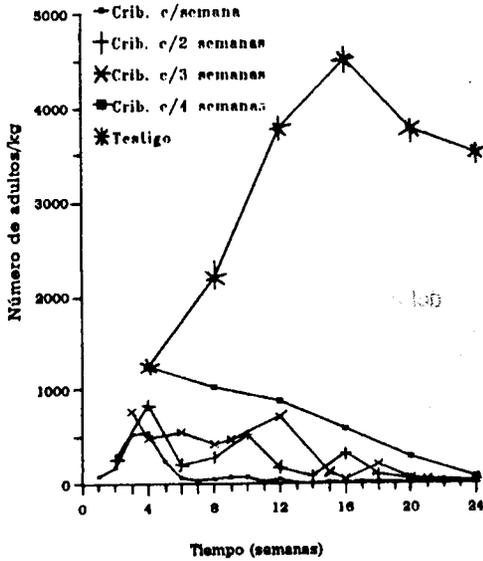


Fig. 1. Evolución del número de adultos *Sitophilus* spp./kg\* de materia seca por tratamiento.

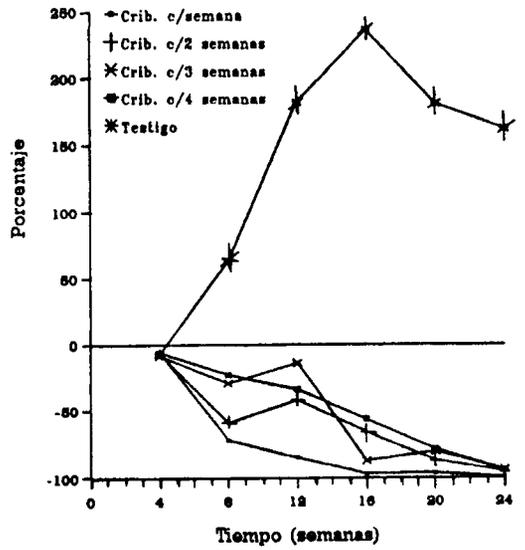


Fig. 2. Cambio porcentual en las poblaciones de *Sitophilus* spp. adultos con respecto a la población inicial\* según frecuencia de cribado usada.

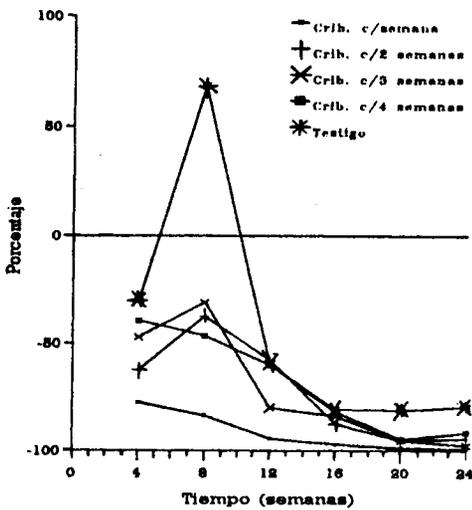


Fig. 3. Cambio porcentual en las poblaciones de *Sitophilus* spp. inmaduros con respecto a la población inicial\* según frecuencia de cribado usada.

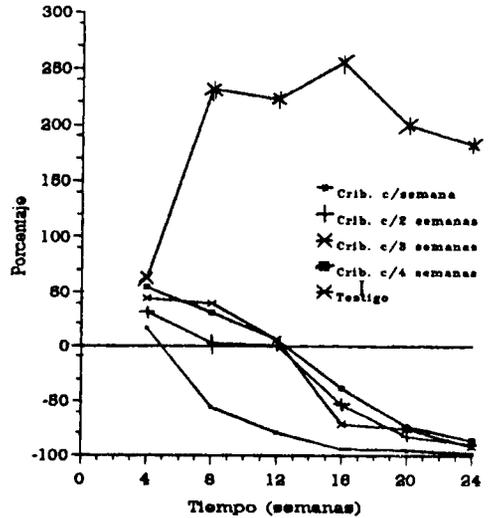


Fig. 4. Cambio porcentual en las poblaciones totales de *Sitophilus* spp. con respecto a la población inicial\* según frecuencia de cribado usada.

\* La población inicial fue el número de adultos inmaduros presentes en el grano después del cribado realizado al inicio del experimento.

más numerosos de insectos *Sitophilus* permanecieran por más de 10 días en el grano, tiempo aproximado para alcanzar su máxima y constante oviposición (Steffan, 1963, citado por Golebiowska, 1969; Howe y Hole, 1967).

La efectividad de los tratamientos de cribado para alterar el desarrollo normal de las poblaciones de insectos fue grande, y se ejemplifica en que las reducciones porcentuales de adultos *Sitophilus* spp. emergidos entre las 20 y las 24 semanas con respecto a la población inicial (Figura 2), fueron de 99% (1 semana), 95% (2 semanas), 94% (3 semanas) y 94% (4 semanas); frente a un incremento de 162% en el testigo.

En los censos realizados cada 4 semanas (Figura 2), se observó que el tratamiento de cribado cada 3 semanas mostró un aumento poblacional muy fuerte entre las 8 y las 12 semanas, y otro aumento similar, aunque de menor dimensión, entre las 16 y las 20 semanas. Este aumento cíclico se explica por el hecho de que los insectos emergidos entre la tercera y la cuarta semana dispusieron de no menos de 2 semanas para procrearse; una situación similar se presentó en el tratamiento 2 en la semana 12. En definitiva, esa parece ser la razón del porqué el cribado cada 4 semanas fue un poco más efectivo en limitar el desarrollo normal de poblaciones de *Sitophilus* que el tratamiento de cribado cada 3 semanas. Este tipo de aumentos cíclicos no se presentaron en los tratamientos de cribado cada semana y fueron casi imperceptibles en el cribado cada 4 semanas.

A partir de la semana 16, la población de adultos *Sitophilus* del testigo se redujo, principalmente por un rápido agotamiento del medio dadas las altas poblaciones presentes; pero también por la actividad de parasitoides.

Por su parte, el tratamiento 4 indujo una reducción casi constante de las poblaciones de adultos y al finalizar el período de 24 semanas esta reducción fue igual a la del tratamiento 3 y casi tan grande como la de los otros tratamientos de cribado.

Al finalizar las 24 semanas del experimento, no se había producido la eliminación total de adultos *Sitophilus* en ninguno de los tratamientos evaluados. Posiblemente, con poblaciones iniciales menores se habría conseguido esto en un plazo mucho menor.

**Inmaduros.** En cuanto a los estados inmaduros del género *Sitophilus* (Figura 3), sus poblaciones fueron reducidas al finalizar las 24 semanas del

experimento en 99% (1 semana), 94% (2 semanas), 97% (3 semanas), 91% (4 semanas) y 79% (testigo), en relación con la población inicial de insectos en estados inmaduros. Para los tratamientos de cribado, estas reducciones porcentuales fueron muy parecidas a las sufridas por los adultos. Sin embargo, y como era de esperarse, las reducciones en los estados inmaduros fueron detectadas 4 semanas antes de que se les observara en los adultos. Los inmaduros del testigo presentaron a las 4 semanas una disminución de 29% en relación con la población inicial, lo cual evidencia que en ese momento aún quedaba por emerger un tanto igual de la población inicial de inmaduros. Ocho semanas después del inicio del experimento, los inmaduros en el tratamiento testigo habían aumentado cerca de 70% mientras que en todos los demás tratamientos se registraron reducciones en las poblaciones.

A las 12 semanas, las poblaciones de inmaduros decrecieron abruptamente en el testigo; esto se podría atribuir a la combinación de las causas ya mencionadas para los adultos, con los disturbios producto de los cribados semanales sin remoción de insectos, que pudieron reducir la sobrevivencia de la progenie según lo informan Joffe y Clark (1963) y Bailey (1969), citados por Ungsuntawat y Mills (1979); y con la presencia de hongos a pesar de las medidas tomadas para minimizar su desarrollo.

En contraposición con lo indicado en la Figura 3, la Figura 2 indica que los aumentos porcentuales en la población de adultos en los tratamientos testigos continuó durante 16 semanas. Sin duda, esto ocurrió debido a que los nuevos adultos emergidos se sumaron a los existentes, por lo que su número total siguió creciendo. No obstante, a partir de la semana 16 los adultos disminuyeron, lo que posiblemente fue causado por la depredación entre especies o por la desintegración de los cadáveres durante el cribado. La depredación de los cadáveres de otros coleópteros por parte de individuos del género *Crytolestes* ha sido mencionada por Hall (1970).

Al igual que con los adultos, ningún tratamiento de cribado alcanzó una reducción de 100% en los estados inmaduros de *Sitophilus* spp.

***Sitophilus* totales.** Las 4 frecuencias de cribado lograron disminuir las poblaciones totales de *Sitophilus* spp. (Figura 4), excepto durante las primeras 4

semanas, cuando la población total aumentó en todos los tratamientos.

Ningún tratamiento mantuvo las poblaciones totales a un mismo nivel; quizá debido a que el cribado se hizo más frecuentemente de lo que se requiere para lograr lo anterior, bajo las condiciones de este experimento. Sin embargo, las reducciones no pueden atribuirse únicamente a las frecuencias de cribado, sino que como se mencionó en la sección anterior, otras circunstancias pudieron influir en ello. De tal forma que alguno de los tratamientos evaluados podría mantener las poblaciones a un mismo nivel bajo otras circunstancias, en especial en ambientes más cálidos.

Para alcanzar reducciones de al menos 50% en las poblaciones totales de *Sitophilus* spp. se requirieron 8 semanas con el cribado semanal; cuando este fue hecho cada 2 ó 3 semanas se requirieron de 16 semanas, mientras que el tratamiento de cribado cada 4 semanas necesitó más de 16 semanas. Dependiendo entonces del tamaño de las poblaciones, las diferentes frecuencias de cribado evaluadas podrían ayudar a obtener los resultados deseados en plazos diferentes.

**Insectos secundarios.** En general, las poblaciones de los insectos secundarios *Cryptolestes* spp., *Tribolium* spp., *Araecerus fasciculatus* y larvas de lepidópteros (se evaluaron como un solo grupo) crecieron lentamente, sin importar el tratamiento de cribado al que fueron sometidas. *Cryptolestes* fue el género que presentó mayores

incrementos poblacionales lo que podría deberse a que: a) aprovechan el daño producido por *Sitophilus* para ingresar al grano y alimentarse (Hall, 1970; Manual 1260 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, citado por Lecato, 1975); b) la mayor parte de su ciclo de vida puede ocurrir dentro del grano, evitando así su total remoción con los cribados; c) su máxima tasa de oviposición ocurre durante su primer semana de vida, tal y como ha sido documentado para *C. ferrugineus* (Smith, 1965).

### Porcentaje de pérdida de peso

Durante el primer período de 4 semanas (Figura 5), todos los porcentajes de pérdidas fueron similares, de aproximadamente 2,5% y fue a partir del segundo período de 4 semanas cuando se comenzaron a presentar diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ). Las pérdidas de peso durante el primer período fueron producidas principalmente por los insectos inmaduros presentes al inicio, cuyas densidades fueron similares en todos los tratamientos. Durante el segundo período, las diferencias en las pérdidas se atribuyen al efecto de los tratamientos sobre las poblaciones.

Posteriormente, los porcentajes de pérdidas siguieron presentando diferencias, las cuales, a pesar de no ser siempre estadísticamente diferentes, resultaron gráficamente evidentes (Figura 5).

Por su lado, las pérdidas en los testigos se redujeron en la última evaluación con respecto al nivel anterior, debido principalmente a la reducción

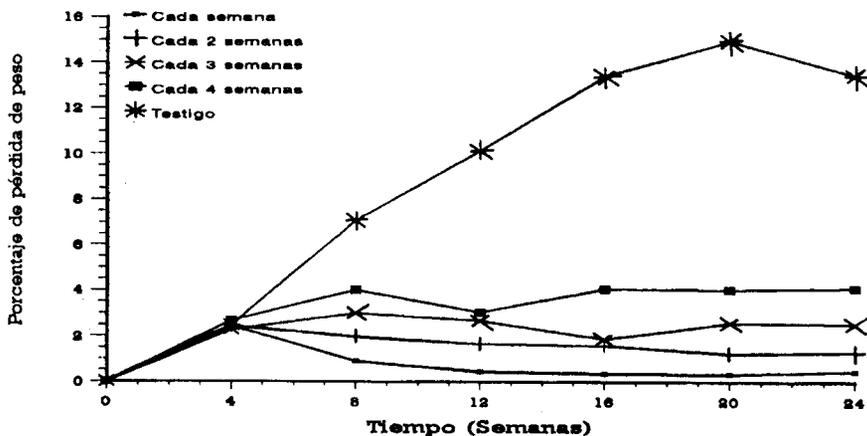


Fig. 5. Porcentaje de pérdida de peso por períodos de cuatro semanas según frecuencia de cribado aplicada.

en las poblaciones de *Sitophilus* spp. totales a partir de la semana 16 (Figura 4).

Los porcentajes de pérdida de peso presentaron dos tendencias generales, a saber, una reducción paulatina durante la mayor parte del tiempo (tratamientos de cribado cada una o 2 semanas), o una estabilización a partir de la semana 8 (cribado cada 3 y 4 semanas). El inicio de la disminución en el nivel de pérdidas en los cribados cada una y 2 semanas en el segundo período de 4 semanas, coincidió con el momento en que las poblaciones totales de *Sitophilus* spp. (Figura 4) lograron acercarse o situarse por debajo de la densidad poblacional inicial. Algo similar sucedió cuando la frecuencia de cribado fue de 3 y 4 semanas, pero en momentos diferentes, a saber, entre las 12 y las 16 semanas para el cribado a las 3 semanas y entre las 8 y las 12 semanas para el tratamiento cada 4 semanas.

A partir de la semana 16, se esperaba que los porcentajes de pérdidas continuaran bajando, pero, sin embargo, se estabilizaron o aumentaron. La única posible explicación a esto se encuentra en el aumento en los insectos secundarios *Cryptolestes* spp., *Tribolium* spp., larvas de lepidópteros y *Araecerus fasciculatus*, los que podrían haber sustituido a *Sitophilus* como agentes de daño en los tratamientos de cribado.

Con respecto al porcentaje de pérdida de peso acumulado (Figura 6), después de 24 semanas de almacenamiento el tratamiento testigo había perdido 61,43% del peso inicial; o sea, casi dos terceras partes habían sido consumidas por los

insectos. Con la aplicación de 6 cribados (uno cada 4 semanas), las pérdidas fueron reducidas a 21,78% del peso inicial; con 8 cribados (uno cada 3 semanas), este porcentaje se situó en 14,86%; en 10% con 12 cribados (uno cada 2 semanas) y, finalmente, con la aplicación de cribados semanales, en 4,8%.

Obviamente, el nivel de las pérdidas al final de un período de almacenamiento de un grano sometido a algún tratamiento de cribado, dependerá de la densidad inicial de insectos. En este ensayo se utilizó un lote con una infestación muy alta, por lo que las pérdidas fueron también altas, lo que no se presentaría en condiciones normales. Por otro lado, cuanto menor sea la densidad inicial, menor será el interés en aplicar altas frecuencias de cribado puesto que el beneficio obtenido sería muy pequeño.

El cribado frecuente (cada 1 ó 2 semanas), cuya efectividad ha sido documentada en este trabajo, puede llegar a tener valor como medida correctiva en aquellos casos en que la población de insectos haya alcanzado altas densidades y no se disponga de otros métodos de control más rápidos. Sin embargo, por lo general al inicio del período de almacenamiento la densidad de insectos en maíz es relativamente baja. En consecuencia, sólo tendrían utilidad práctica aquellos tratamientos que mantengan estables las bajas poblaciones iniciales o incluso aquéllos que permitan un desarrollo lento de las mismas. En este sentido, los resultados obtenidos sugieren el cribado cada 4

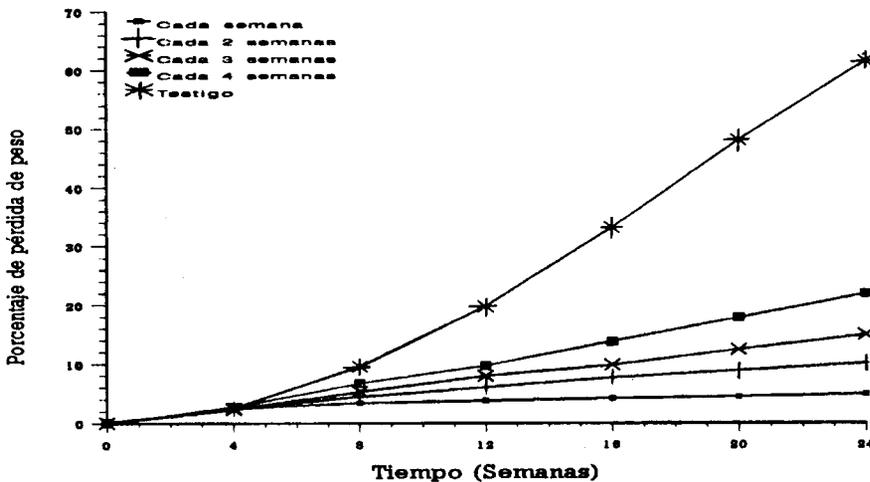


Fig. 6. Porcentaje de pérdida de peso acumulado según frecuencia de cribado aplicada.

semanas como alternativa de control que debería evaluarse más en detalle.

La selección final del tratamiento que combine el menor uso de mano de obra con un manejo adecuado de las poblaciones de insectos, debe hacerse tomando en cuenta las condiciones climáticas de cada localidad, debido al efecto que tienen la humedad y la temperatura ambiente sobre el desarrollo de los insectos en granos almacenados.

### RESUMEN

Se determinó el efecto del cribado periódico sobre el desarrollo de poblaciones de insectos que dañan el maíz almacenado, así como su incidencia sobre las pérdidas de peso atribuibles al consumo por parte de los insectos.

Un lote de maíz infestado mayormente con *Sitophilus* spp. (1324 adultos/kg), fue subdividido en muestras de 2,5 kg y colocado en frascos. Estas muestras fueron sometidas durante 24 semanas a 4 frecuencias de cribado (cada 1, 2, 3 y 4 semanas) y un control sin cribado. Con el cribado se removió la mayoría de los adultos de todas las especies presentes y de los inmaduros de las especies secundarias. El experimento se llevó a cabo en una cámara de ambiente controlado ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$  y  $65 \pm 5\%$  H.R.) y fue conducido bajo un diseño de bloques completos al azar con 5 repeticiones. Se encontró que después de 24 semanas, disminuyeron las poblaciones de adultos *Sitophilus* spp., en 99% (1 semana), 95% (2 semanas), 94% (3 semanas) y 94% (4 semanas); también, las poblaciones de inmaduros de esta especie disminuyeron en 99%, 94%, 97% y 91%, para los mismos tratamientos. Las poblaciones de *Cryptolestes* spp., de *Araecerus fasciculatus*, de *Tribolium* spp. y de larvas de lepidópteros tendieron a aumentar al final del período de 24 semanas, mientras que las de *Cathartus* spp. desaparecieron.

Las pérdidas de peso acumuladas al final del período de 24 semanas atribuibles al consumo del grano por los insectos, fueron disminuidas por los tratamientos de cribado con respecto a las pérdidas sufridas por el testigo. Estas disminuciones

fueron de 92,2% (1 semana), 83,7% (2 semanas), 75,8% (3 semanas) y 64,5% (4 semanas).

### LITERATURA CITADA

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). 1976. Approved methods. 9 ed. St. Paul, Minn. 2:244-15A.
- GOLEBIOWSKA, Z. 1969. The feeding and fecundity of *Sitophilus granarius* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhyzopertha dominica* (F.) in wheat grain. J. Stored Prod. Res. 5:143-155.
- HALL, D.W. 1970. Handling and storage of food grains in tropical and subtropical areas. Roma, Italia, FAO. 350 p.
- HOWE, R.; HOLE, B. 1967. The yield of cultures of *Sitophilus granarius* at  $25^\circ\text{C}$  and 70% relative humidity with some observations on rates of oviposition and development. J. Stored Prod. Res. 2:257-272.
- LECATO, G.L. 1975. Interactions among four species of stored products insects in corn a multifactorial study. Annal of the Entomological Society of America 68(4):677-679.
- LINDBLAD, C.; DRUBEN, L. 1980. Small farm grain storage. Action/Peace corps. Volunteers in technical assistance. s.l. 3v.
- MORA, M. 1985. Diagnóstico de los sistemas de manejo pos-producción de granos básicos en Costa Rica; Informe final. CIGRAS, U.C.R. p. irr.
- MORA, M. 1991. Bioproduction of modified atmospheres in small grain storage containers for insect control; Final report. CIGRAS, U.C.R. 74 p.
- SMITH, L.B. 1965. The intrinsic rate of natural increase of *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera, Cucujidae). J. Stored Prod. Res. 1:35-49.
- UNGSUNANTWIWAT, A.; MILLS, R. 1979. Influence of medium and physical disturbances during rearing on development and numbers of *Sitophilus* progeny. J. Stored Prod. Res. 15:32-42.