

ALTERNATIVAS DE COMBATE DEL COMPLEJO DE LARVAS DE JOBOTOS (*Phyllophaga* spp., *Anomala* spp. y *Cyclocephala* spp.) (Col.: Scarabaeidae) EN FRESA (*Fragaria ananassa*)¹

Giselle Abarca *
Edgar Vargas *
Rafael Mata *

ABSTRACT

Control alternatives of the grub complex (*Phyllophaga* spp., *Anomala* spp. and *Cyclocephala* spp.) (Col.: Scarabaeidae) on strawberry (*Fragaria ananassa*). The effect of soil solarization, as well as its combination with insecticides and diatomaceous earth, on the damage caused by the white grub complex on strawberry, was evaluated on an Andisol soil near the Poás Volcano, Alajuela Province, Costa Rica. Lower percentages of plants attacked by these larvae were found in the soil solarization treatment alone and its combinations with fonofos insecticide and the diatomaceous earth. Greater yields of first grade strawberries were obtained on the soil solarization treatment alone and its combination with fonofos. Soil solarization alone was considered the best treatment due to its efficiency in the control of white grubs, higher yields and its reduction of the environmental pollution.

INTRODUCCION

Los géneros *Phyllophaga* spp., *Anomala* spp. y *Cyclocephala* spp., forman el complejo de larvas que habitan en el suelo, conocido popularmente en Costa Rica como jobotos, fogotos o gallina ciega. Los adultos de las especies del género *Phyllophaga* spp. son llamados "abejones de mayo".

Varias especies de estos géneros son de mucha importancia económica porque dañan las raíces de numerosas plantas, entre las cuales se encuentra la fresa (Gordon *et al.*, 1981; Morón, 1986).

Entre las medidas de manejo para disminuir las poblaciones de jobotos se mencionan el combate químico, constituido en la principal y más común práctica, no obstante lo errático de sus resultados, y el combate no químico, entre cuyas alternativas se pueden citar una buena preparación

del suelo y la rotación de cultivos (Lim *et al.*, 1980). En condiciones tropicales éstas parecen ser poco efectivas.

La solarización es una medida de manejo no química, que hasta hoy día no se ha utilizado para el combate de insectos del suelo; pruebas recientes con esta práctica han demostrado que el uso de plástico transparente, con una solarización previa a la siembra, da una mayor efectividad en el combate de hongos del suelo, malezas, nematodos, y cierta acción no cuantificada, sobre las plagas del suelo (Madriz, 1987).

Tampoco se menciona en la literatura, pruebas con el uso de la diatomita, como combate mecánico, por su efecto abrasivo sobre estas plagas.

Dada la importancia económica de los jobotos y la carencia de información local respecto a medidas de manejo para combatir a esta plaga en fresa, se consideró importante realizar el presente estudio de alternativas de combate, con el objetivo de evaluar el efecto del plástico negro en comparación con el plástico transparente (solarización) y su combinación con insecticidas químicos y la diatomita, sobre el daño ocasionado por jobotos al cultivo de la fresa.

1/ Recibido para publicación el 25 de octubre de 1990.

* Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

Prueba de invernadero

El efecto de la solarización sobre los jobotos, se evaluó, en forma preliminar, bajo condiciones controladas en un invernadero con techo de vidrio. Se utilizaron 5 piletas de 0,50 m de ancho por 0,60 m de profundidad, cuyo fondo se cubrió de piedras finas, formando una capa de 0,10 m de grosor, con la finalidad de que los jobotos se movilizaran en un volumen conocido; el resto de la pileta se rellenó con suelo y se colocaron 10 larvas de tamaño L2 por pileta. En 4 piletas se colocó el plástico transparente sobre la superficie, durante 4 semanas, para que se llevara a cabo el proceso de solarización. Luego, el plástico se perforó para sembrar 3 plantas de maíz en cada perforación, para un total de 27 plantas/pileta. Durante 9 semanas, con intervalos de 8 días, se realizaron muestreos de plantas dañadas por jobotos, cuya sintomatología se presentó en el siguiente orden: pérdida de turgencia, color pardoamarillento a cobrizo en el follaje, marchitez, fácil desprendimiento de la planta del suelo, reducción, de parcial a total, del sistema radical, y muerte de las plantas.

Prueba de campo

El estudio se llevó a cabo en una finca productora de fresa en Fraijanes, provincia de Alajuela, situada a 1800 msnm, entre julio de 1988 y marzo de 1989.

Previo a la ubicación del ensayo, se realizó un muestreo de larvas en el terreno, haciendo fosas de 1 m de largo por 0,70 m de ancho por 0,30 m de profundidad, para determinar la población promedio de larvas por unidad de volumen.

Para analizar detalladamente el suelo en el cual se estudió el comportamiento de la plaga, se construyó una calicata, con la finalidad de determinar las características de la actividad de los jobotos, además, de las propiedades físicas y químicas del pedón.

También se tomaron muestras de suelo de diferentes puntos del terreno, hasta una profundidad de 0,20 m, y se obtuvo una muestra compuesta mediante el proceso de homogenización y cuarteo, para los correspondientes análisis de laboratorio.

Se realizaron los siguientes análisis físico-químicos: granulometría (Boyucos, 1951); CIC y bases en NH_4OAC 1M pH7 (Bower *et al.*, 1952); acidez extraíble, Ca y Mg en KCl 1N (Díaz-Romeu y Hunter, 1978); materia orgánica por combustión húmeda (Walkley *et al.*, 1938); y K-P-Zn-Mn-Fe-Cu en Olsen modificado (Díaz-Romeu y Hunter, 1978).

El plástico transparente usado, con un grosor de 0,2 mm, era resistente a la radiación ultravioleta. Durante la solarización se produce la captura de energía solar, y al colocar el plástico lo más estrechamente pegado al suelo, éste sufre la pasterización, y como consecuencia ocasiona cambios físicos, químicos y biológicos.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 7 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos consistieron en: 1) plástico negro más chlorpyrifos 5%, a una dosis de 3,5 kg ia/ha; 2) plástico negro sin ningún aditivo; 3) plástico transparente sin ningún aditivo; 4) plástico transparente más chlorpyrifos 5%, a razón de 3 kg ia/ha; 5) plástico transparente más fonofos, a una dosis de 1,125 kg ia/ha; 6) plástico transparente más ethoprop, a razón de 4,5 kg ia/ha; 7) plástico transparente más diatomita a una dosis de 1 kg/m².

Una vez preparado el terreno, se hicieron eras de 0,7 m de ancho por 3 m de largo por 0,3 m de alto, sobre las que se aplicó un sustrato orgánico a base de 1 kg de "gallinaza" (estiércol de aves y "burucha" utilizada como cama de gallinas ponedoras), 20 g de (CaCO_3) para ajustar el pH a 6,5-7 y 100 g de urea para bajar la relación C/N, con el fin de favorecer las poblaciones de organismos antagónicos a los patógenos del suelo. Esta mezcla se incorporó a razón de 1 kg/m², en los primeros 0,15 m de profundidad. En los tratamientos con la diatomita, ésta fue distribuida y homogenizada en los primeros 0,15 m de profundidad. Este material, que se localiza en yacimientos naturales, es un polvo de color blanco, con características abrasivas, que produce laceraciones en el integumento de la larva, al entrar en contacto con ésta. Dichas excoriaciones causan hemorragias, las que en definitiva ocasionan la muerte de la larva.

Posteriormente a la preparación de las eras, se colocó el plástico durante 3 semanas, para que se llevara a cabo el proceso de solarización (Madriz, 1987). Luego, se sembró estolones del cv. Chandler (29 agosto, 1988) y se fertilizó

con la fórmula 10-30-10, a razón de 1000 kg/ha. En los tratamientos con insecticidas, éstos se colocaron 15 días después de la siembra. A los 45 días después de la siembra se aplicó NH_4NO_3 , a una dosis de 50 kg/ha y se volvió a fertilizar con 1000 kg/ha de 18-5-15-6-2, después de la primera cosecha, para mantenimiento de la plantación.

La evaluación de los tratamientos se llevó a cabo mediante recuentos semanales de plantas dañadas por jobotos siguiendo el criterio de síntomas utilizado en el invernadero. Dichos recuentos se realizaron desde los 8 días después de la siembra, hasta la 34ª semana después de la misma, con intervalos de 8 días.

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterización del suelo

El suelo, cuya descripción morfológica se presenta en el Cuadro 1 y sus correspondientes análisis químicos-físicos en el Cuadro 2, se clasificó taxonómicamente como Thaptic Melanudand (Soil Survey Staff, 1990), por ser derivado de cenizas volcánicas recientes, presentar características ándicas, epipedón melánico, régimen de humedad údico y capas u horizontes no adyacentes de colores muy oscuros, con más de 3% de carbón orgánico. Además, los Andisoles se caracterizan por su alto contenido de alofana, materia orgánica, alta fijación de P y baja densidad aparente. Son también suelos muy profundos, de colores oscuros, de texturas franco-arenosas, bien estructurados, friables, muy porosos y bien drenados. Químicamente, el suelo del ensayo presentó bajos contenidos de Ca, Mg, K y una baja saturación de bases, siendo estos factores negativos, pero corregibles; además la acidez fue media, el pH medio y la CIC alta.

Los análisis de suelos de muestras tomadas antes y después del ensayo, cuyos resultados aparecen en el Cuadro 3, presentaron valores similares en materia orgánica y P, y un ligero incremento en la acidez del suelo y en los nutrientes Ca, Mg y K, así como en los micronutrientes Zn, Mn y Fe, después del ensayo.

Un análisis químico de la diatomita se presenta en el Cuadro 4.

Rendimiento de fresa

El análisis estadístico de los rendimientos de fresa, no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, debido a que el ensayo se trabajó con infestación natural. Aunque originalmente, con base en el muestreo inicial se había determinado que la plaga presentaba una distribución uniforme (10 larvas/m²), en el transcurso del ensayo, por el mismo comportamiento de movilidad de la larva, la plaga se concentró en parches (Figura 1), lo que provocó una compensación de los rendimientos en aquellas parcelas cuyas plantas no fueron dañadas por los jobotos. Por esta razón, los resultados serán discutidos con base en las tendencias que siguen las observaciones de campo y no se restringirá únicamente al análisis estadístico. Se procedió a realizar un análisis de regresión que viniera a clasificar la relación existente entre el rendimiento y el porcentaje de plantas dañadas, sin pretender con esto sustituir el resultado concluyente del análisis de variancia.

Los rendimientos de fresas (Figura 2) se vieron afectados en una relación de tercer orden por el porcentaje de plantas infestadas, con un $R^2=0,52$; esta baja relación ocurrió debido a la distribución desuniforme de los datos, originada por el comportamiento en "parches" de la plaga en el campo.

Los rendimientos totales de fresa obtenidos en este estudio, revelan que niveles entre 10 y 15% de plantas dañadas por jobotos, no disminuyeron significativamente la producción; lo contrario se observó cuando se alcanzaron niveles de infestación iguales o mayores al 20%, donde los rendimientos se redujeron notablemente. No obstante, en el sistema de producción de fresa no se puede permitir un nivel de infestación de jobotos entre el 10 y 15%, debido a que esta plaga, en condiciones de campo, se presenta distribuida en "parches", lo que dificulta las labores de mantenimiento en la plantación y por ende se aumentan los costos. Además, la inversión inicial no es recuperada en las áreas afectadas por la plaga, pues a menudo abarcan entre 1/4 y 1 ha, a pesar de utilizar el combate químico.

Interacción suelo-larvas de jobotos

El análisis y descripción del pedón indica una abundante actividad de los jobotos, manifestada por la presencia de macroporos, microtúneles y cámaras, especialmente en el primer metro de

Cuadro 1. Descripción y clasificación del suelo experimental, Fraijanes, Alajuela, 1988.

I. INFORMACION GENERAL ACERCA DEL SITIO DE LA MUESTRA

Clasificación: Thaptic Melanudands

Ubicación: Finca Sr. Julián Soto, Fraijanes, Alajuela

Altitud: 1800 m.s.n.m.

Forma del terreno: Relieve: Ondulado. Microrrelieve: Plano Ondulado

Gradiente del sitio: 6%. General: 15%

Uso actual de la tierra: Agricultura intensiva: fresa

II. INFORMACION GENERAL ACERCA DEL SUELO

Material parental: Cenizas volcánicas del Volcán Poás

Drenaje natural: Bien drenado

Capa freática: Muy profunda

Pedregosidad y/o rocosidad: Ausentes

Evidencias de erosión: Laminar ligera

Profundidad efectiva: Profundo > 1,20 m.

Rasgos biológicos específicos: Túneles y cámaras de actividad de jobotos.

III. DESCRIPCION DEL PEDON

| Horizonte | Descripción |
|---------------------------------------|--|
| Ap 0-21 cm | Negro (7,5YR2/0); franco; bloques subangulares finos y muy finos a granular fina y muy fina, moderada; friable, no adherente y no plástico; poros abundantes, medios y muy finos; raíces abundantes, medias, finas y muy finas; límite claro y ondulado. Se observaron macroporos debido a la actividad de los jobotos, los mismos se encontraban revestidos por superficies lisas y alineados horizontalmente a la superficie del suelo; sin embargo, una buena cantidad se presentó en forma vertical. |
| A ₂ 21-48 cm | Pardo muy oscuro (10YR2/2); franco arenoso; bloques subangulares, medios, moderados; friable; no adherente, no plástico; poros abundantes medios y finos, comunes gruesos; raíces abundantes finas y muy finas; límite claro y ondulado. Se observaron macroporos debido a la actividad de los jobotos, pero en menor proporción con respecto al horizonte Ap. |
| BC 48-60 cm | Pardo amarillento oscuro (10YR4/4) con manchas pardo muy oscuro (10YR2/2); franco arenoso; bloques subangulares finos muy débiles; friable; no adherente y no plástico; poros abundantes finos y muy finos; raíces comunes medias y finas; límite claro y ondulado. Se observaron pocos macroporos debido a la actividad de los jobotos. |
| Ab ₁ 68-81 cm | Pardo muy oscuro (10YR2/2); franco arenoso; bloques angulares medios, moderados; friable; no adherente, no plástico; poros abundantes medios, finos; raíces comunes, medias y finas; límite claro y ondulado. Se observaron algunos macroporos de actividad de los jobotos, revestidos con una especie de entramado de raíces muertas y excrementos. |
| Ab ₂ 81-130 cm 2B | Negro (10YR2/1); franco; bloques subangulares medios, moderados, friable; no adherente, no plástico; poros abundantes medios y finos; raíces comunes medias y finas; límite claro y ondulado. Se observaron el mismo tipo de formaciones que las encontradas en el horizonte A _{b1} , debido a la actividad de los jobotos, siendo éstas más abundantes. |
| 13-145 cm | Pardo amarillento (10YR5/7); franco arenoso; bloques subangulares medios, moderados; friable; no adherente y ligeramente plástico; poros abundantes medios y finos; raíces escasas muy finas. No se observó actividad de jobotos. |
| Observ. | Los colores de los horizontes del suelo, se calificaron en húmedo. |

Cuadro 2. Análisis físicos y químicos del pedón representativo del ensayo de combate del complejo de jobotos en el cultivo de fresa, Fraijanes, Alajuela, 1988.

| Horizonte | A _p | A ₂ | B _c | A _{b1} | A _{b2} | 2B |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|---------|
| Prof. (cm) | 0-21 | 21-48 | 48-60 | 60-81 | 81-130 | 130-140 |
| pH H ₂ O | 5,80 | 5,70 | 6,00 | 5,90 | 6,00 | 5,50 |
| KCl | 4,70 | 5,30 | 5,60 | 5,70 | 5,80 | 5,50 |
| NaF | 11,20 | 11,30 | 11,20 | 11,30 | 11,20 | 11,20 |
| Mat. Org. (%) | 12,73 | 7,50 | 4,16 | 6,16 | 5,16 | 1,68 |
| Cat. Camb. cmol(+)/L | | | | | | |
| Ca | 4,04 | 1,89 | 1,20 | 1,06 | 0,82 | 1,00 |
| Mg | 1,19 | 0,70 | 0,48 | 0,54 | 0,52 | 0,63 |
| K | 0,19 | 0,11 | 0,16 | 0,13 | 0,16 | 0,50 |
| Na | 0,11 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,09 |
| CIC | 46,59 | 40,99 | 43,46 | 48,83 | 45,70 | 40,54 |
| Sat. Bases % | 11,86 | 6,78 | 4,44 | 3,72 | 3,32 | 5,47 |
| Fertilidad, cmol(+)/L | | | | | | |
| Ca | 3,63 | 1,33 | 0,90 | 0,97 | 0,66 | 0,81 |
| Mg | 0,80 | 0,48 | 0,31 | 0,40 | 0,32 | 0,48 |
| K | 0,18 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,30 |
| Acidez | 0,55 | 0,45 | 0,45 | 0,43 | 0,43 | 0,40 |
| CICE | 5,16 | 2,39 | 1,79 | 1,94 | 1,55 | 1,99 |
| P, mg/L | 16,20 | 1,70 | 1,20 | 1,30 | 1,20 | 1,50 |
| Micronutrientos, mg/L | | | | | | |
| Cu | 9,10 | 5,90 | 11,30 | 12,10 | 8,10 | 7,50 |
| Zn | 3,98 | 1,80 | 1,62 | 1,60 | 1,37 | 1,70 |
| Mn | 11,90 | 10,50 | 10,10 | 10,20 | 8,30 | 10,10 |
| Granulometría, % | | | | | | |
| Arena | 46,40 | 54,40 | 68,00 | 62,00 | 50,00 | 40,00 |
| Limo | 45,20 | 33,20 | 23,60 | 27,60 | 39,60 | 51,60 |
| Arcilla | 8,40 | 12,40 | 8,40 | 10,40 | 10,40 | 8,40 |
| Nom. Textural | F | Fa | Fa | Fa | F | FL |

F = Franco; a = arenoso; L = Limoso

profundidad, ya que los ejemplares de jobotos se encontraron a diferentes profundidades, hasta 1,1 m de profundidad. Además, se debe indicar que las características de estos suelos y en general de los suelos volcánicos, favorecen la actividad de estas larvas, las cuales tienden a profundizar al percibir medios adversos a su alrededor, como son la presencia de insecticidas o disminución de la humedad del suelo, por lo que migran hacia las capas internas del suelo, en busca de una condición de humedad más favorable.

Interacción plásticos-larvas de jobotos

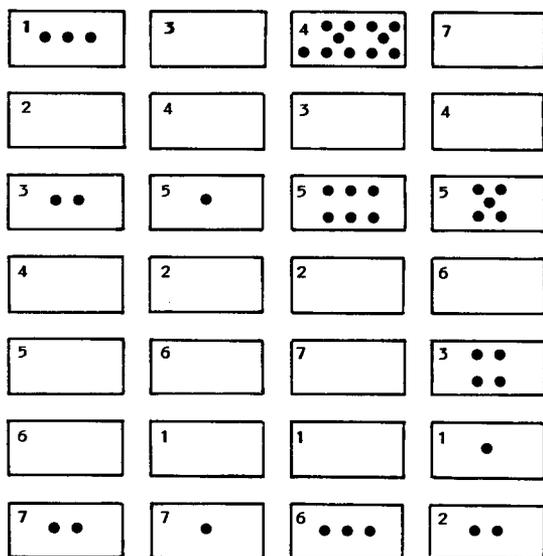
En condiciones de campo, los tratamientos que involucraron plástico transparente (solarización) previo a la siembra, mostraron tendencia a ser más efectivos en el control de jobotos, comparados con el uso del plástico negro (Cuadro 5). Los valores de rendimiento total alcanzados con estos tratamientos también fueron ligeramente mayores que los de plástico negro (Cuadro 5; Figura 3).

Cuadro 3. Análisis químico-físico del suelo antes y después del combate de jobotos en fresa, Fraijanes, Alajuela, 1988.

| Epoca | Prof. cm | pH | | M.O. | Ac. | In. | Ca | Mg | K | P | Cu | Zn | Mn | Fe | Arena | Limo | Arcilla |
|---------|----------|------------------|-----|------|-----------|-----|-----|------|------|----|-----|------|-----|-------|-------|------|---------|
| | | H ₂ O | KCl | % | cmol(+)/L | | | | mg/L | | | | % | | | | |
| antes | 0-20 | 6,0 | 4,8 | 14,7 | 0,9 | 3,4 | 0,7 | 0,17 | 19 | 7 | 3,1 | 8,4 | 401 | 68,00 | 23,25 | 8,75 | |
| después | 0-20 | 5,8 | 4,7 | 14,5 | 1,1 | 4,0 | 0,7 | 0,21 | 19 | 15 | 4,5 | 74,0 | 673 | | | | |

Cuadro 4. Análisis químico de la diatomita (% del total), utilizada para el combate de larvas de jobotos en fresa, Fraijanes, Alajuela, 1988.

| SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | FeO | MnO | MgO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | TiO ₂ | P ₂ O ₅ | Cu | Zn |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|-------------------|------------------|------------------|-------------------------------|-----|------|
| 71.90 | 10.26 | 1.83 | 1.66 | 0.01 | 0.40 | 0.02 | 0.08 | 0.01 | 0.02 | N.D. | 0.1 | 0.10 |



- 1. P. transparente + chlorpirifos
- 2. P. transparente + diatomita
- 3. P. transparente + ethoprop.
- 4. P. negro + chlorpirifos
- 5. P. negro sin ningún aditivo
- 6. P. transparente (Solarización)
- 7. P. transparente + fonofos
- Planta dañada
- Parcela con 20 plantas de fresa

Fig. 1. Distribución espacial de plantas de fresa dañadas por el complejo de jobotos, 60 días después de la siembra.

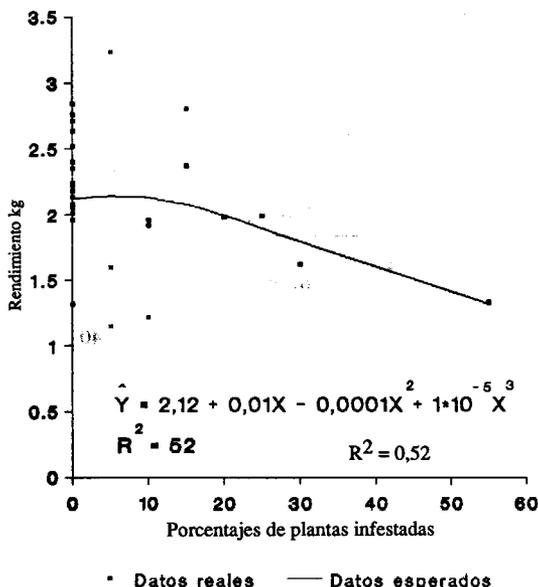


Fig. 2. Efecto del nivel de infestación del complejo de larvas de jobotos (*Phyllophaga* spp., *Anomala* spp. y *Cyclocephala* spp.), sobre los rendimientos de fresa, Fraijanes, Alajuela, 1988.

El mayor rendimiento de fruta de primera calidad se dio en el tratamiento de plástico transparente solo (Cuadro 5).

El plástico negro solo y combinado con chlorpirifos, presentó los mayores porcentajes de

Cuadro 5. Efecto de diferentes coberturas y sus combinaciones con insecticidas y diatomita sobre el porcentaje de plantas de fresa dañadas por jobotos y los rendimientos de fruta de primera calidad y total (kg/ha), Fraijanes, Alajuela, 1988.

| Tratamiento | Plantas infestadas (%) | Rendimiento total de fruta (kg/ha) | Rendimiento de fruta de primera calidad (dic.-enero) (kg/ha) |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------------------|--|
| Plástico negro | 60 | 12 333 | 11 023 |
| Plástico negro + chlorpyrifos | 55 | 12 333 | 10 663 |
| Plástico transparente + ethoprop | 30 | 12 619 | 9 589 |
| Plástico transparente + chlorpyrifos | 20 | 12 869 | 11 815 |
| Plástico transparente + fonofos | 15 | 13 222 | 12 971 |
| Plástico transparente | 15 | 13 107 | 14 281 |
| Plástico transparente + diatomita | 15 | 10 988 | 8 446 |

plantas dañadas (Cuadro 5). También los datos de rendimiento total obtenidos para ambos tratamientos fueron iguales (Cuadro 5), con una ligera diferencia a favor del plástico negro solo, en cuanto a rendimiento de primera calidad.

Interacción insecticidas-larvas de jobotos

Los insecticidas en estudio, combinados con la solarización previa a la siembra, mostraron el siguiente orden, de mayor a menor efectividad, en el control de la plaga: solarización combinada con fonofos > chlorpyrifos > ethoprop (Cuadro 5). Estos resultados concuerdan con estudios realizados bajo condiciones controladas, donde se aplicó los insecticidas fonofos y chlorpyrifos directamente sobre las larvas de *Phyllophaga anxia*, resultando una mortalidad promedio de 58% y 16% a las 24 h y de 63% y 38% a las 48 h, respectivamente (Lim *et al.*, 1980).

El tratamiento que involucra al insecticida ethoprop, presentó la mayor incidencia de plantas dañadas por jobotos debido a que posiblemente fue el más fuertemente inactivado en el suelo. Estudios en este campo, se han llevado a cabo con otros insecticidas los cuales han demostrado la fuerte inactivación que sufren ciertos productos químicos al entrar en contacto con el suelo (Lim *et al.*, 1980).

Interacción solarización-diatomita-larvas de jobotos

El efecto de la solarización, sobre el daño de jobotos en condiciones de invernadero, mostró un 7,4% de plantas dañadas, las cuales

recuperaron sus raíces 2 semanas después del ataque, mientras que en el tratamiento testigo se presentó un 100% de plantas muertas.

En las piletas donde se aplicó solarización, se observó un comportamiento de las larvas poco usual, ya que éstas salieron a morir a la superficie. Este efecto se debió posiblemente a los cambios drásticos de temperaturas que ocurrieron en el suelo, que causaron estrés a las larvas, de manera que se volvieron más susceptibles a ser atacadas por los enemigos naturales que se encuentran en el suelo, o que son portados en el tracto digestivo por las larvas; este fenómeno se puede explicar por un mecanismo en el cual los microorganismos benéficos, tales como hongos y algunas bacterias, sobreviven el proceso de solarización o recolonizan el suelo rápidamente (Pullman *et al.*, 1981).

El tratamiento de plástico transparente (solarización), combinado con diatomita en el campo, resultó efectivo para el control de jobotos (Cuadro 5), sin embargo, los datos totales de rendimiento resultaron los más bajos de todos los tratamientos (Cuadro 5, Figura 4c).

Estudios de solarización realizados en Costa Rica, revelan temperaturas máximas de 40-42°C en los primeros 5 cm, y temperaturas promedio de 35,4°C, 29,6°C y 24,6°C, a 5, 10 y 15 cm de profundidad, respectivamente, al cubrir el suelo con plástico transparente, durante 4 semanas, en Cot de Oremano, bajo condiciones de mínima luminosidad (Mesén, 1987).

La solarización, combinada con la diatomita, fue eficaz en el control de las larvas de jobotos (Cuadro 5); sin embargo, los valores de rendimientos fueron los más bajos de todos los

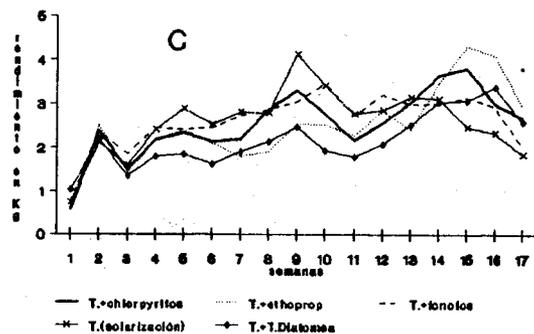
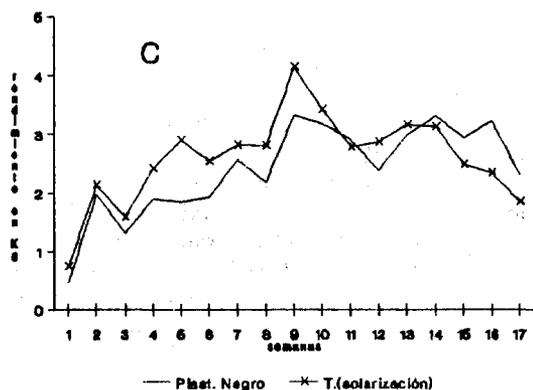
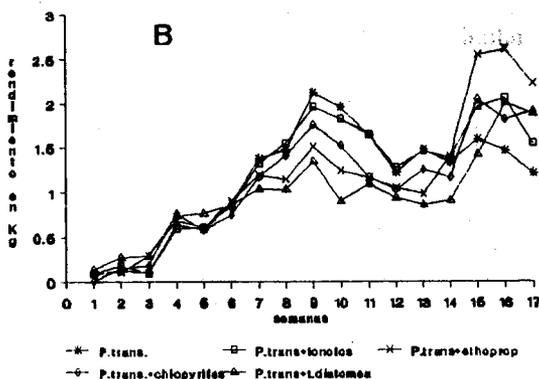
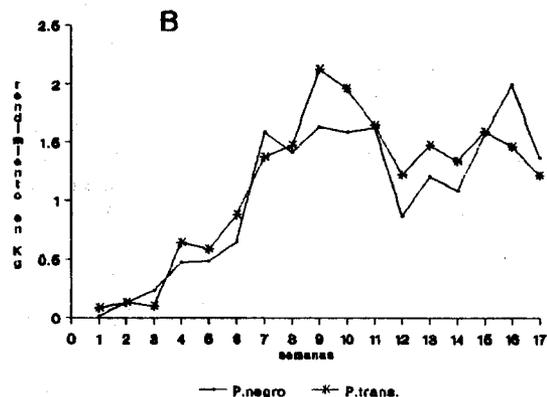
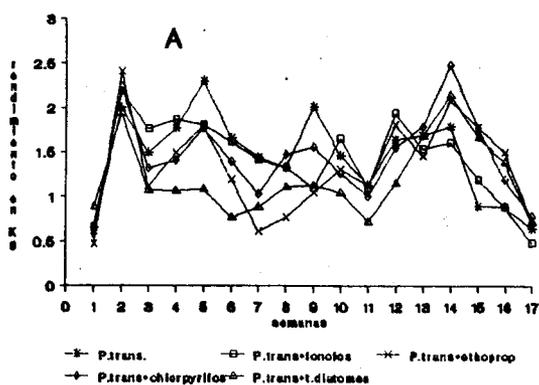
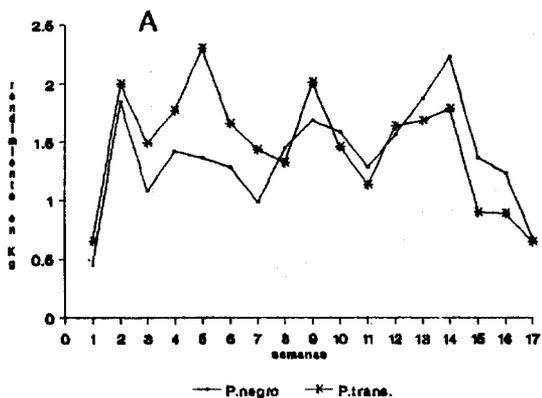


Fig. 3 Efecto del plástico negro vs plástico transparente sobre los rendimientos de cosecha de primera calidad (A), de segunda (B) y total (C) de fresa en Fraijanes, Alajuela, 1988.

Fig. 4 Efecto de la solarización en combinación con insecticidas y diatómata sobre los rendimientos de primera (A), de segunda (B) y total (C) de fresa en Fraijanes, Alajuela, 1988.

tratamientos (Cuadro 5, Figura 4c), debido, probablemente, a la sobredosis de este material que fue aplicada al suelo. En estas condiciones, las características abrasivas del material, ocasionaron un desarrollo pobre del sistema radical. La dosis alta de diatomita se escogió para observar los efectos secundarios, ya que era la primera vez que se probaba este material en un cultivo hortícola, como barrera mecánica para el control de plagas de suelo (Figura 4).

Se considera que los ligeros incrementos en los nutrimentos Ca, Mg y Fe ocurridos en el suelo no se pueden atribuir a la fertilización del ensayo, pues ésta se diseñó para suplir los requerimientos del cultivo y no para enriquecer el suelo. Tampoco se le puede endosar a la diatomita, ya que lo que ésta aportó son principalmente óxidos de Si, como se puede observar en el Cuadro 4, lo cual hace de esta enmienda un resilificante del suelo. Por lo tanto, cabe la posibilidad de que los cambios se debieran también a la solarización. Ha sido indicado por Chen y Katan (1980) que la solarización provocó incrementos en NO_3^- , NH_4^+ , Ca, Mg y K, en el suelo tratado, los cuales son atribuidos a un incremento en la materia orgánica soluble en el caso de los 2 primeros, al incremento en NO_3^- en el caso del Ca y el Mg. Sin embargo, debe ser estudiado el efecto de la solarización sobre las propiedades químicas y físicas de los suelos volcánicos y otros suelos del país para tener evidencias ciertas al respecto.

En este estudio los rendimientos de primera calidad de fresa para los meses de diciembre y enero, época de mayor cotización de la fresa para exportación ("ventana de exportación"), resultaron en ligeros incrementos de producción en aquellos tratamientos con solarización, comparados con los de plástico negro, especialmente en los tratamientos de solarización sola y su combinación con fonofos, los cuales a su vez resultaron ser los más efectivos para controlar los jobotos. Estas ligeras diferencias de rendimientos de fruta de primera calidad/ha, como se observa en el Cuadro 5 y Figura 4a, representa un aumento considerable en las ganancias, debido a la buena cotización de las fresas durante ese período.

La reducción en los costos de producción que se consigue al evitar el control químico, haría del tratamiento de solarización una buena alternativa, debido a que tiene la misma eficacia en el combate de los jobotos que cuando se usa insecticida, y reduce el uso de plaguicidas, con la

consecuente ausencia de residuos de éstos en la fruta y disminución de la contaminación ambiental.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la solarización y su combinación con insecticidas y diatomita, sobre el daño ocasionado por el complejo de larvas de jobotos en el cultivo de fresa, en un Andisol de la zona del Volcán Poás, Provincia de Alajuela, Costa Rica.

En los tratamientos con solarización y su combinación con el insecticida fonofos y con la diatomita, se observó el menor porcentaje de plantas dañadas por estas larvas; no obstante, con el tratamiento de solarización y su combinación con fonofos, se obtuvo los mayores rendimientos de primera calidad de fresa.

Se consideró a la solarización un buen tratamiento, por su eficacia en el combate de jobotos, por presentar un incremento en la producción y por contribuir a la disminución de la contaminación ambiental.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a CINDE, División Agrícola, el financiamiento de esta investigación, así como a los Ing. Agr. A. Castro y H. Obando, por su colaboración en el trabajo de campo.

LITERATURA CITADA

- BOUYOUCOS, L.J. 1951. Recalibration of hydrometer method making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal* 43(5):434-438.
- BOWER, C.A. *et al.* 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkaline soils. *Soil Science* 73:251-261.
- CHEN, Y.; KATAN, J. 1980. Effect of solar heating of soils by transparent polyethylene mulching on their chemical properties. *Soil Science* 130(5):271-277.
- DIAZ-ROMEY, R.; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigación en invernadero. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 62 p.
- GORDON, R.D.; ANDERSON, M.D. 1981. The species of Scarabaeidae (Coleoptera) associated with sugarcane in South Florida. *The Florida Entomologist* 64:121-138.

- LIM, K.P.; STEWART, R.K.; YULE, W.N. 1980. A historical review of the bionomics and control of *Phyllophaga anxia* (Le Confe) (Coleoptera: Scarabaeidae), with special reference to Quebec. *Annales de la Societé Entomologique du Québec* 25(3):163-178.
- MADRIZ, M.C. 1987. Combate integrado del mal del talluelo causado por *Fusarium* y *Rhizoctonia* en semilleros de café, mediante el calentamiento solar del suelo y el antagonista *Trichoderma harzianum*. Tesis Ing.Agr. San José, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. 82 p.
- MORON, M.A. 1986. El género *Phyllophaga* en México. México, D.F., Instituto de Ecología. p. 219-235.
- MESEN, R.V. 1987. Combate integrado de *Rhizoctonia solani* con calentamiento solar del suelo y el antagonista *Trichoderma harzianum* en coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). Tesis Ing.Agr. San José, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. 47 p.
- PULLMAN, J.; DEVAY, J.; GARBER, R. 1981. Soil solarization and thermal death: a logarithmic relationship between time and temperature for four soilborne plant pathogens. *Phytopathology* 71:959-964.
- SOIL SURVEY STAFF. 1990. Keys to soil taxonomy. 4 ed. Blacksburg, Virginia, SMSS Technical Monograph no. 6. 422 p.
- WALKLEY, A.; BLACK, C.A. 1938. An examination of the Detareff's method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37:29-38.