

Partículas de caolín: efecto sobre la mortalidad y desarrollo de *Trichoplusia ni* Hubner

B. DÍAZ¹, E. GARZO², M. DUQUE², P. GONZÁLEZ², A. FERERES²

Las películas de partículas minerales, tales como el caolín, actúan como barreras físicas constituyendo una superficie reflexiva blanca sobre los vegetales que impiden a la plaga el reconocimiento del huésped. Su aplicación ha mostrado buenos resultados para el control de ciertos homópteros y lepidópteros en frutales y cultivos hortícolas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del insecticida Surround® WP (95% de caolín) sobre la mortalidad y desarrollo de larvas de *Trichoplusia ni* Hubner en condiciones de laboratorio. Para ello, se aplicó el caldo insecticida en una dosis de 60 g/l mediante pulverización sobre discos de hojas de col de 2 cm de diámetro. Cada disco fue colocado en una caja de plástico de igual diámetro, sobre el que se colocó una larva de 2º estadio de *T. ni*. Se realizaron 4 repeticiones del tratamiento con insecticida y del testigo. Diariamente se registró la mortalidad, el peso de cada larva y el alimento consumido por los insectos hasta que alcanzaron el estado de pupa. Se calculó el índice de consumo (CI) y la eficiencia en la conversión del alimento ingerido (ECI).

En el tratamiento con Surround® se registró el 60% de mortalidad, observándose en las larvas un marcado efecto de deshidratación. Se observaron diferencias altamente significativas en el CI con respecto al testigo, mientras que no se detectaron diferencias en el ECI, por lo que se concluye que el producto actúa principalmente produciendo un efecto de inanición y deshidratación progresiva del insecto en lugar de producir un efecto tóxico por ingestión. La adición del insecticida prolongó la fase larvaria y ocasionó un menor peso de pupas y el 53% de mortalidad de las mismas. También produjo malformaciones y adultos de *T. ni* de menor tamaño.

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. C.C. 14 C.P. 2123 Zavalla. Prov. Santa Fe. Argentina.

² Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC. Serrano 115 dpdo. Madrid, 28006. afereres@ccma.csic.es.

Palabras clave: películas de partículas, caolin, *Trichoplusia ni*, control.

INTRODUCCIÓN

La protección de cultivos en la actualidad encamina sus esfuerzos hacia la disminución del uso de plaguicidas convencionales y hacia el desarrollo de nuevas estrategias que puedan ser incluidas en programas de manejo integrado de plagas (MIP) (REUS et al, 1994). Dentro de esta filosofía, se enfatiza el uso de enemigos naturales y plaguicidas que sean respetuosos con el medio ambiente (VI-

NUELA, 1998) y la salud de los consumidores.

Para cumplir este objetivo, desde hace varias décadas se vienen desarrollando estudios sobre partículas minerales con el objeto de identificar a aquellas que poseen propiedades insecticidas y determinar sus mecanismos de acción. Uno de los minerales más estudiados y a partir del cual se ha desarrollado una completa tecnología de uso es el caolín. Se trata de un mineral aluminosilicato de co-

lor blanco, químicamente inerte en un amplio rango de pH, compuesto por finas partículas purificadas, a las que se ha modificado el tamaño y la forma, facilitando su dispersión en agua y mejorando sus propiedades físicas para su aplicación práctica en agricultura. De esta manera se ha logrado obtener un producto tal como el Surround®, capaz de cubrir las plantas con una barrera protectora que permite el control de plagas y enfermedades en distintos cultivos.

La acción de esta barrera física sobre los artrópodos puede explicarse en primer lugar porque las plantas cubiertas con una película de partículas interfieren en el reconocimiento de la plaga, tanto visual como al tacto, de la planta como huésped. Por otra parte, las partículas que componen la película afectan severamente el movimiento, la alimentación, la oviposición y otras actividades de los insectos (PUTERKA et al, 2000).

Estos efectos producidos en los insectos se deben a que los mecanismos primarios de acción fueron la eliminación parcial de la epicutícula por abrasión o alteración estructural de la epicutícula debido a la adsorción de lípidos epicuticulares a las partículas insecticidas. Ambos mecanismos inducen a pérdidas rápidas de agua del cuerpo del insecto y causan la muerte por desecación (GLENN et al, 1999).

En principio la mayoría de las investigaciones con partículas de caolín modificadas fueron conducidas sobre aquellas plagas, como las de granos almacenados, que son controladas principalmente con aplicaciones por espolvoreo. Posteriormente, se evaluó para el control de homópteros en cultivos de frutales, donde se ensayaron formulaciones sólidas y líquidas, tanto hidrofílicas como hidrofóbicas. Esta particularidad se logró con el recubrimiento de las partículas con complejos de cromo, ácido esteárico y zirconato orgánico. Este desarrollo abrió nuevas posibilidades para el uso de partículas minerales en el control de plagas en agricultura, sin interferir con la fisiología del vegetal, especialmente con la fotosíntesis. Además, se comprobó que disminuye la humedad rela-

tiva de las hojas por lo que redujo la incidencia de algunos hongos y bacterias patógenas que necesitan de una película de agua líquida para la germinación de propágulos (esporas) y el contacto directo con la superficie de la hoja (GLENN et al, 1999).

En ensayos sobre *Psylla* del peral, *Cacopsylla pyri* (L.), se comprobó que tanto las partículas aplicadas como polvo o líquido produjeron una supresión en la oviposición y el desarrollo ninfal de este homóptero en la estación temprana de producción (PUTERKA et al, 2000). También se encontró que posee acción sobre lepidópteros tales como *Cydia pomonella* (L.) en peral y manzano (UNRUH et al, 2000) y sobre *Choristoneura rosaceana* Harrisen en manzano (KNIGHT et al, 2001).

En cultivos hortícolas se encontró que las películas de partículas de caolín son capaces de suprimir plagas como la «polilla del tomate» *Tuta absoluta* Meyrick y «minadores de hoja» como *Liriomyza huidobrensis*, (Blanchard) (PRADO, 2000)

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del insecticida Surround® sobre la mortalidad y desarrollo de larvas del «gusano de la col» *Trichoplusia ni* Hubner en condiciones de laboratorio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cría y manejo de insectos

El ensayo se realizó con larvas de *Trichoplusia ni* criadas en laboratorio con dieta artificial en una cámara climática con una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ y un fotoperíodo de 16:8 h (L:O). Las larvas neonatas fueron separadas apenas nacidas y se colocaron sobre hojas de col para que iniciaran su alimentación sobre el mismo alimento que se usaría en el ensayo.

Cuando llegaron al 2º estadio se registró el peso inicial de cada larva. Las larvas fueron pesadas diariamente en todos los tratamientos empleados para conocer la evolución de su peso hasta que alcanzaron el estado de pupa.

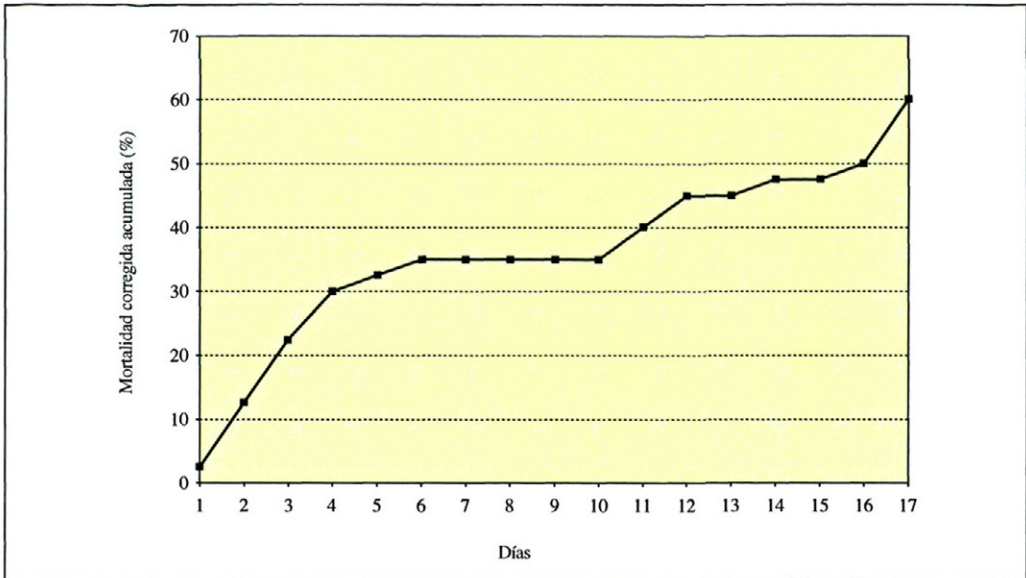


Fig. 1.—Mortalidad acumulada de larvas de *T. ni* tratadas con Surround® WP (corregida por la fórmula de ABBOTT).

Características del insecticida

Se utilizó el insecticida Surround® basado en partículas de caolín modificadas y un dispersante-adherente, formulado como polvo mojable por la empresa Engelhard Corporation (New Jersey, USA). Este producto ha sido aprobado para su uso en agricultura ecológica en el estado de Washington a partir de 1998.

Aplicación del insecticida y realización del ensayo

Se preparó un caldo insecticida en agua a una dosis de 60 g/l. Dicho caldo se empleó para realizar una pulverización sobre discos de hoja de col de 2 cm de diámetro. Los mismos se dejaron secar al aire sobre un papel de filtro por espacio de 30 minutos y se realizó una segunda aplicación para lograr una mayor cobertura de la superficie foliar y luego se los dejó secar como se indicó anteriormente. A pesar de realizar 2 aplicaciones los discos de hoja no pudieron ser recubiertos totalmente, dado que la hoja de col posee

una capa lipídica en la cutícula que dificulta mucho la adherencia del producto. Cada disco tratado fue pesado y colocado en una caja de plástico del mismo diámetro, sobre el que se colocó una larva de *T. ni* de 2º estadio. Esta operación de pesado del disco se repitió diariamente, al mismo tiempo que se reponían los discos de hojas que eran totalmente consumidos por las larvas.

Mortalidad e Índices nutricionales

Para medir el efecto del insecticida se registró la mortalidad de las larvas y pupas que resultaron de los insectos que sobrevivieron al tratamiento. La mortalidad se expresó en % y fue corregida por la fórmula de Abbott (ABBOTT, 1925). Los datos consignados como peso de las larvas y alimento consumido diariamente fueron utilizados para medir la eficiencia metabólica de las larvas de ambos tratamientos, usando para ello dos índices nutricionales:

Índice de consumo (IC) = peso del alimento consumido / peso medio de las larvas durante el test.

Tabla 1.—Media \pm ES* de alimento consumido, peso medio y peso ganado por larvas de *T. ni* tratadas con Surround® WP y testigo en laboratorio

Tratamiento	Alimento consumido (g)	Peso medio de la larva (g)	Peso ganado (g)
Surround®	1,344 \pm 0,11 a	0,07 \pm 0,009 a	0,155 \pm 0,01 a
Testigo	2,310 \pm 0,08 b	0,09 \pm 0,002 b	0,201 \pm 0,006 b

* Medias seguidas por la misma letra en cada columna no difieren significativamente al 0,05 según el test LSD de Fisher.

Tabla 2.—Media \pm ES* de los índices nutricionales de larvas de *T. ni* tratadas con Surround® WP y testigo en laboratorio

Tratamiento	Índice de consumo (IC)	Eficiencia de conversión del alimento ingerido (ECI)
Surround®	21,06 \pm 1,9 a	0,144 \pm 0,03 a
Testigo	26,95 \pm 0,94 b	0,096 \pm 0,008 a

* Medias seguidas por la misma letra en cada columna no difieren significativamente al 0,05 según el test LSD de Fisher.

Eficiencia en la conversión del alimento ingerido (ECI) = peso ganado por la larva / peso del alimento consumido.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se realizó un diseño experimental de 2 tratamientos completamente al azar con 4 repeticiones de 10 larvas cada una, tanto para el tratamiento con el insecticida como para el testigo. Para el análisis de los datos se utilizó un ANOVA y las medias fueron comparadas mediante el test LSD de Fisher con un nivel de significación de $P = 0,05$.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos muestran que el insecticida Surround® causó una mortalidad considerable en las larvas de *T. ni* bajo las condiciones experimentales del ensayo. La mortalidad total corregida acumulada en el tratamiento con el insecticida fue del 60% en el tiempo que duró el experimento (17 días) (Fig. 1).

El 25% de las larvas murieron a las 72 h de suministrarle los discos de hoja tratados con el insecticida. Este porcentaje de mortalidad alcanzó el 52% al 6° día del experimento. El alimento consumido por las larvas en el tratamiento con el insecticida fue un

36,7% inferior que en el testigo, siendo esta diferencia altamente significativa (Tabla 1). Este hecho trajo como consecuencia una disminución del peso medio y del peso ganado en larvas del tratamiento con el insecticida, siendo las diferencias altamente significativas con el testigo (Tabla 1).

Analizando los índices nutricionales se observa en la Tabla 2 que por lo explicado anteriormente existe una diferencia altamente significativa en el índice de consumo. Por el contrario, no se detectaron diferencias significativas en la eficiencia de conversión del alimento ingerido entre el tratamiento con caolín y el testigo. La disminución de consumo y por consiguiente del peso ganado modificó el ciclo biológico de las larvas de *T. ni* tratadas con el insecticida, en las condiciones del experimento. También, se observó un notable aumento en el tiempo de desarrollo del estado larval. Tal fue así, que a los 14 días de iniciado el ensayo, el 86% de las larvas del testigo habían alcanzado el estado de pupa mientras que sólo lo habían logrado el 26% de los individuos tratados con el insecticida.

Este efecto deletéreo mostrado por el insecticida incidió sobre el peso medio alcanzado por las pupas de 0,126 g para el tratamiento con Surround® y 0,171 g para el testigo y las malformaciones que se observaron en este estado (Fig. 2). También se observó en el estado de pupa una mortalidad

del 53% con Surround®, mientras que en el testigo se registró una mortalidad natural del 16%. Pudo observarse que los adultos provenientes de las pupas del tratamiento con Surround® fueron de menor tamaño y de un peor aspecto con respecto a los obtenidos en el testigo (Fig. 3).

DISCUSION

En condiciones de laboratorio el insecticida Surround® fue capaz de producir mortalidad sobre las larvas de *T. ni*. La eficacia del producto es menor que la lograda con un insecticida convencional y la mortalidad alcanzada a las 72 h posteriores a la aplicación también son menores a las esperables con un insecticida convencional. En parte, esto pudo ser debido a que no se consiguió un recubrimiento total de la superficie del disco de hoja tratado con Surround®. No obstante, desde las 24 h posteriores a la aplicación, las larvas presentaron dificultades para su desplazamiento por la adición de las partículas del film sobre el cuerpo, especialmente sobre los espiráculos y un progresivo efecto de deshidratación.

La desecación del cuerpo fue el síntoma principal observado tanto en las larvas que murieron en el 3° estadio como las que lo hicieron en el último. Este síntoma coincide con lo observado por GLENN et al (1999) quienes explican que uno de los mecanismos de acción de las partículas es afectar la movilidad y otras actividades del insecto por su adhesión sobre el cuerpo. Además según estos autores, las partículas tienen incidencia sobre la alimentación, hecho que se ha comprobado también en el presente trabajo por el menor consumo que manifestaron las larvas tratadas con el insecticida. Si bien otros estudios se han realizado con insectos chupadores-picadores, el mismo efecto fue observado sobre este insecto masticador. Este menor consumo podría explicarse por la presencia de las partículas sobre la superficie del vegetal, modificando el estímulo gustativo, hecho que se ha observado mediante la disminución del índice de consumo con respecto al tratamiento testigo.

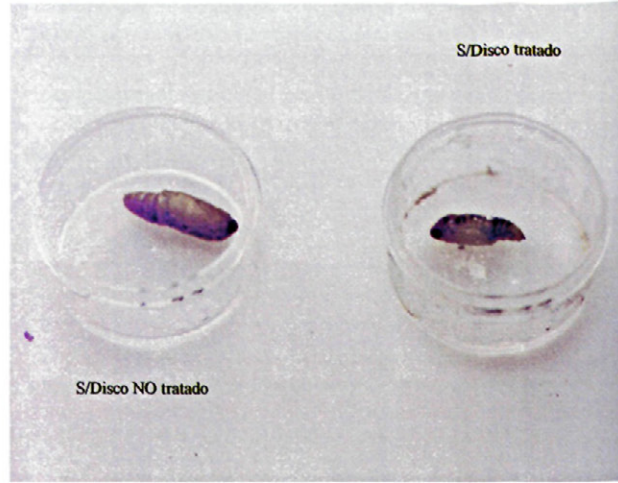


Fig. 2.—Efecto del insecticida Surround® WP sobre las pupas de *T. ni*.



Fig. 3.—Efecto del insecticida Surround® WP sobre los adultos de *T. ni*.

La diferencia en el índice de consumo entre el tratamiento con el insecticida y el testigo pone de manifiesto un efecto de antixenosis o de no preferencia en la interacción planta-insecto, esto significa que la presencia de las partículas interrumpe el comportamiento de selección de la planta hospedera (KOGAN, 1986), o bien, simplemente deshidratan y debilitan al insecto, impidiendo que este se alimente de la planta. Este efecto es más notable en los estados tempranos de alimentación (SMITH, 1989).

La ausencia de diferencia en la eficiencia en la conversión del alimento ingerido entre el tratamiento con Surround® y el testigo indica que no existe un claro efecto sobre el aprovechamiento del alimento consumido, lo

que sugiere que no afecta negativamente la fisiología nutricional del insecto (SMITH, 1989). Es decir, las partículas de caolín no actuaron en las larvas de *T. ni* interfiriendo con la eficiencia en la conversión de alimento, por lo que aparentemente no afectan a la digestibilidad del alimento consumido. Sin embargo, si se ha observado un efecto negativo sobre la fisiología del insecto en el caso de *Diabrotica undecempunctata howardi*, BARBER en el cual se observaron daños a nivel de intestino medio tras la ingesta de partículas de caolín (GLENN, *et al.*, 1999).

Por otra parte, este efecto de inanición y deshidratación progresiva de los insectos expuestos a Surround® aumentó el tiempo de desarrollo del estado larvario y produjo pupas malformadas y de menor peso que en el testigo con lo cual se ve afectada la siguiente generación de la plaga. En conclusión, los resultados ponen de manifiesto que Surround® interfiere en las etapas de reconocimiento y aceptación del alimento, lo que produjo la mortalidad de un grupo de las lar-

vas estudiadas y un efecto negativo en la ganancia de peso y desarrollo de las sobrevivientes, dando origen a adultos con baja competencia reproductiva.

En cuanto a los estudios referidos al producto, se sugiere realizar ensayos para comprobar su eficacia en condiciones de campo, teniendo en cuenta que por su modo de actuar debería realizarse cuando el nivel poblacional de la plaga sea bajo o antes de que colonice el cultivo, ya que el uso de estas películas de partículas se recomiendan como estrategia preventiva.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Viajes al Exterior de la U.N.R. por el subsidio otorgado para realizar la estancia en el laboratorio que dirige el Dr. A. Fereres en el CCMA-CSIC.

A la empresa Engelhard por suministrar el producto SURROUND® WP para realizar estos estudios.

ABSTRACT

DÍAZ, B., E. GARZO, M. GONZÁLEZ, A. FERRERES, 2002: Partículas de caolín: efecto sobre la mortalidad y desarrollo de *Trichoplusia ni* Hubner. *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**: 177-183.

Particle film technology based on kaolin acts as a physical barrier producing a white reflective surface making plants unrecognisable as a host to some insect pests. Application of particle films was able to suppress certain homopterous and lepidopterous pests in orchards and vegetable crops.

The aim of this work was to evaluate the effect of the insecticide Surround® (95% of kaolin) on the mortality and development of *Trichoplusia ni* larvae under laboratory conditions. Cabbage leaf disks —2 cm in diameter— were sprayed with a solution of Surround® at a concentration of 60 g/l. After this treatment, each disk was placed into a plastic cage —same diameter of the leaf disk—, and then a single second-instar larvae of *T. ni* was released inside the cage. Four replicates were used for both the insecticide treated and untreated leaf disks. The mortality, weight of larvae and the amount of food eaten by the insect was recorded daily until the larvae reached the pupal stage. The consumption index (CI) and the index of efficiency of conversion of ingested food (ECI) were calculated.

Results showed that Surround® produced 60% of mortality and a dehydration effect in *T. ni* larvae. Significant differences in the CI between larvae feeding in leaf disks treated with Surround® and those feeding in the untreated control was observed, but not differences were found in the ECI. Therefore, we concluded that the insecticide induced a starving and progressive dehydration effect in the insects instead of causing a toxic effect by ingestion. The addition of the insecticide prolonged the larval stage and reduced the weight of pupa causing a 53% in mortality at the pupal stage. Also, the insecticide produced malformations and reduced the size of *T. ni* adults.

Key words: particle films, kaolin, *Trichoplusia ni*, control.

REFERENCIAS

- ABBOTT, W. S. 1925: A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* **18**, 265-267.
- GLENN, D. M., PUTERKA, G. J., VANDERZWET, T., STERN, R. E., FELDMHAKE, C. 1999: Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *J. Econ. Entomol.* **92** (4): 759-771.
- KNIGHT, A. L., CHRITANSON, B. A., UNRUH, T. R., PUTERKA, G., GLENN, D. M. 2001: Impacts of seasonal kaolin particle films on apple pest management. *Can. Entomol.* **133**(3):113-120.
- KOGAN, M. 1986: Natural chemicals in plant resistance to insects. *Iowa State J. Res.* **60**:501-527
- PRADO, E. 2000: Particle film technology development in Chile, pp. 30. En: Abstract book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000.
- PUTERKA, G. J., GLENN, D. M., SEKUTOWSKI, D. G., UNRUH, T. R., JONES, S. K. 2000: Progress toward liquid formulations of particulate films for insect and disease control in pear. *Environ. Entomol.* **29**(2): 329-339.
- REUS, J.A.W.A., WECKSELER H. J. and PAK, G. A. 1994: Towards and future EC pesticide policy. CLM. Utrech. 116 p.
- SMITH, C. M. 1989: Plant resistance to insects. A fundamental approach. Ed. by John Wiley & Sons, Inc.
- UNRUH, T. R., KNIGHT, A. L., UPTON, J., GLENN, D. M., PUTERKA, G. J. 2000: Particle films for suppression of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards. *J. Econ. Entomol.* **93**(3):737-743.
- VIÑUELA SANDOVAL, E. 1998: Resistencia a insecticidas en plagas de cultivos hortícolas en España. **En:** Cuadrado Gómez, I. y Viñuela Sandoval, E. Resistencia a los pesticidas en los cultivos hortícolas. Fundación para la Investigación agraria en la provincia de Almería. España, p. 19-29.

(Recepción: 10 enero 2002)

(Aceptación: 16 abril 2002)