

PERIODOS CRITICOS DE PROTECCION Y EL EFECTO DE INFESTACION DEL  
GUSANO COGOLLERO, Spodoptera frugiperda (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN  
MAIZ BAJO RIEGO EN NICARAGUA\*

Allan J. Hruska\*\*

INTRODUCCION

En un esfuerzo por autoabastecerse de granos básicos, Nicaragua ha empezado a cultivar maíz bajo riego. Esta práctica se inició en 1985, sin embargo dos años después, aún no se había desarrollado un programa de manejo integrado de plagas en este sistema.

Se conocen bien cuáles son las plagas principales en maíz bajo riego, por lo tanto el primer paso en el desarrollo de un programa MIP es la determinación del nivel de daño económico y de los períodos críticos, o sea aquellos en los cuales la plaga causa daño económico durante el ciclo del cultivo. Tanto el nivel de daño económico como los períodos críticos son guías para el uso racional de insecticidas, ayudan a evitar aplicaciones que no se justifican económicamente y proporcionan criterios al productor, para tomar decisiones que le permitan obtener mayores ganancias.

El nivel de daño económico se basa en la relación entre la densidad poblacional de la plaga y el rendimiento del cultivo. Esta relación puede variar en épocas o zonas de cultivo diferentes, debido a la dinámica poblacional de la plaga y al efecto de las condiciones ambientales, como la temperatura, la lluvia y el viento.

Una de las plagas principales de maíz bajo riego es el gusano cogollero, Spodoptera frugiperda. Esta plaga ataca el maíz desde la etapa de la plántula hasta la etapa de la espiga. Las larvas eclosionan e inmediatamente penetran en el cogollo donde pasan todo su ciclo de larva

---

\* Texto revisado de la Conferencia presentada en el 1er. Congreso Centroamericano, México y el Caribe de Manejo Integrado de Plagas. Guatemala, Guatemala, 5-7 de agosto, 1987.

\*\*Entomólogo Económico, Proyecto MIP/MAIZ, Escuela de Sanidad Vegetal, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Apartado 453. Managua, Nicaragua.

alimentándose con las hojas tiernas. Las recomendaciones corrientes para el control de S. frugiperda en maíz bajo riego en Nicaragua, consisten en aplicar insecticidas cada cinco días, de tres a cinco veces durante la etapa del cogollo (MIDINRA, 1984).

Los objetivos del presente estudio son:

1. Determinar cuales son los períodos críticos de infestación por S. frugiperda en maíz bajo riego, y 2. Dentro de los períodos críticos, establecer cual es el efecto de la infestación por esta plaga, sobre el rendimiento.

#### MATERIALES Y METODOS

Se realizó el ensayo en el Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos "San Cristóbal", ubicado en el Km. 13 1/2 Carretera Norte, Managua, Nicaragua, el 4 de marzo 1987. Se sembró maíz de la variedad NB-6, a razón de siete plantas/metro, a 80 cms entre surcos. Se aplicó abono formula completa 12-24-10 a razón de dos qq/mz al momento de la siembra y herbicida Atrazina (tres lts/mz). A los 30 días se aplicó urea (45% N) a razón de dos qq/mz y se aporcó.

Se usó un diseño experimental con ocho bloques completos al azar y 20 tratamientos. Cada parcela estaba constituida por tres surcos de maíz de cuatro metros de longitud. Se recolectaron todos los datos del surco central.

Los 20 tratamientos consistieron en combinaciones diferentes de dos factores, el período de infestación y el nivel de infestación dentro de cada período. Hubo tres períodos de infestación; entre 5-17 días después de la germinación (DDG), entre 17-31 DDG, y entre 31-45 DDG, y tres combinaciones de los tres períodos. Dentro de cada período de infestación hubo cuatro niveles de infestación: 100%, 70%, 40% y 0% de las plantas infestadas. El tratamiento con 100% de infestación en los tres períodos fue repetido dos veces para contar con 20 parcelas por bloque, (tratamientos 16 y 20) (Cuadro 1).

CUADRO 1. Los 20 tratamientos del ensayo. (Las líneas indican infestación y números los % de plantas infestadas por *S. frugiperda* dentro de cada período).

PERIODO Y NIVEL DE INFESTACION

TRAT.	DDG			
	5	17	31	45
1	100%			
2	70%			
3	40%			
4		100%		
5		70%		
6		40%		
7				100%
8				70%
9				40%
10	100%	100%		
11	70%	70%		
12	40%	40%		
13		100%		
14		70%		100%
15		40%		70%
16	100%	100%		40%
17	70%	70%		100%
18	40%	40%		70%
19				40%
20	100%	100%		100%

Dado que la infestación natural de *S. frugiperda* fue 100% de las plantas se crearon los períodos y niveles de infestación mediante la aplicación de un insecticida (Chlorpyrifos, 1 lt/mz) en forma de cebo mezclado con aserrín. Se aplicó el insecticida a mano directamente en el cogollo. Un día antes de la aplicación se hizo un recuento en plantas escogidas al azar, para determinar el porcentaje de plantas a ser protegidas para mantener el nivel esperado.

A los cuatro DDG se registró el número de plantas en cada parcela, y a los 10, 23, 30, y 39 DDG se hizo un recuento para determinar el nivel de infestación en cada parcela. Se anotó si la planta fue infestada o no,

infestación en cada parcela. Se anotó si la planta fue infestada o no, buscando las larvas o señales de su presencia en el cogollo.

A los 115 DDG se cosechó el surco central de cada parcela, se anotó el número total de plantas, el número de plantas quebradas y el número de plantas acamadas. Se pesaron las mazorcas buenas (>33% de la mazorca con grano) y se determinó el peso del grano al 15% de humedad en cada parcela.

Dado que los datos poseen una distribución normal, se hizo un análisis de varianza sobre el porcentaje de plantas que sobrevivieron de cuatro hasta 10 DDG, para examinar el efecto de la infestación temprana en la sobrevivencia de las plantas.

Se usó la prueba Duncan para determinar los períodos de la infestación que tenían efecto significativo. Se hizo un análisis de varianza, con los siete tratamientos que llevaban infestación máxima en cada combinación de períodos de infestación sobre rendimiento. Se usó la prueba Tukey para determinar diferencias significativas entre los tratamientos. La relación entre porcentaje de plantas infestadas y rendimiento, fue determinada mediante el uso de los períodos de infestación que tenían un efecto significativo sobre el rendimiento y se hizo un análisis de regresión. Se determinó la fecha que dio la mejor predicción de rendimiento, utilizando un análisis de regresión de pasos.

## RESULTADOS

Efecto del período de infestación. La aplicación hecha a los cinco DDG no ejerció un efecto significativo en la sobrevivencia de las plántulas hasta 10 DDG utilizando los cuatro tratamientos que llevaban una infestación del 100% de las plantas, infestadas durante el primer período, más los cuatro que llevaban 0% (ANDEVA,  $F=4.37$ ; g.l.=1,103; n.s.).

Hubo un efecto significativo del período de infestación sobre el rendimiento, utilizando los siete tratamientos que llevaban 100% de las plantas infestadas en los períodos diferentes (ANDEVA,  $F=3.53$ ; g.l.=6,38;  $p<.01$ ). Los tratamientos que estaban infestados por dos o tres períodos,

tenían promedios significativamente más bajos que los tratamientos que no llevaban infestación o llevaban solamente un período (Cuadro 2).

CUADRO 2. El efecto del período de infestación (líneas) sobre el rendimiento (grano, 15% humedad). Promedios (desviación estándar) seguidos por la misma letra no difieren según la prueba de Tukey ( $p > .05$ ).

PERIODO DE INFESTACION DDG					
TRAT.	5	17	31	45	RENDIMIENTO (GRAMOS/PLANTA)
1					69.76 A (11.82)
4					64.95 A (19.66)
19					59.11 A (27.83)
7					58.73 A (13.84)
5					51.72 B ( 8.82)
13					41.12 B (10.51)
16,20					38.67 B (16.77)

Efecto del nivel de infestación sobre el rendimiento. Se utilizaron los tratamientos que llevaban infestación en dos o tres de los períodos porque solo ellos tenían efecto sobre el rendimiento. El análisis de regresión de pasos indicó que de las cuatro fechas de infestación, 23 DDG dió la mejor predicción de rendimiento. Se comparó una regresión lineal y una cuadrática, resultando ser la regresión lineal el mejor modelo porque tuvo

un  $r^2$  ajustado mayor que la cuadrática. La ecuación del modelo lineal fue:

rendimiento (g/planta)=87.84-0.384 (% de las plantas infestadas)  $r^2=.458$ ;  
(Fig. 1).

### EFFECTO DE INFESTACION POR S. FRUGIPERDA EN MAIZ A LOS 23 DDG

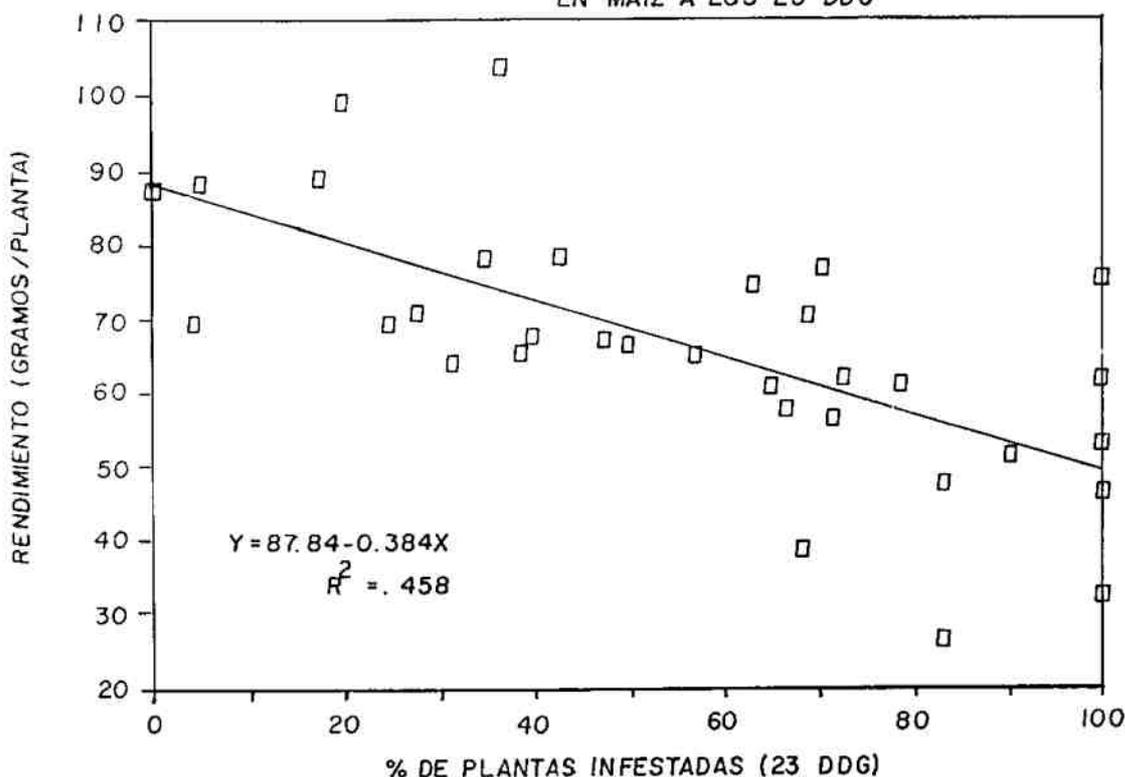


Fig. 1. El efecto del nivel de infestación sobre el rendimiento.

#### DISCUSION

Período de infestación. La relación entre la densidad poblacional y el rendimiento cambia durante el ciclo del cultivo. En algunas etapas el cultivo puede resistir o compensar por daño, pero en otras el cultivo es más sensible al ataque. Hay casos en etapas de cultivos donde aún una infestación alta no causa mucho daño, entonces el NDE sería alto. Pueden existir períodos de infestación donde nunca se debe aplicar, porque la planta puede aguantar un 100% infestación sin reducir el rendimiento.

Durante este tipo de período, se deben omitir aplicaciones de insecticidas, porque son innecesarias.

Hasta el presente no se habían determinado cuales son los períodos más críticos de infestación de S. frugiperda en maíz bajo riego. Las recomendaciones para controlar plagas insectiles en maíz bajo riego en Nicaragua consisten en aplicar insecticidas cinco veces, con intervalos de cinco días, de las cuales tres están dirigidas únicamente contra S. frugiperda (MIDINRA, 1984), y las otras veces dirigidas contra S. frugiperda y Dalbulus maidis. Hay productores en Nicaragua que aplican hasta ocho veces contra S. frugiperda en maíz. El costo de tantas aplicaciones es muy alto, no sólo en términos de daño a la salud humana, contaminación al medio ambiente, y la creación de resistencia a los insecticidas, sino también en lo concerniente a su costo en divisas que el gobierno debe atender por la importación de los insecticidas.

Los resultados obtenidos no revelan un período de infestación más crítico que los otros dos en su efecto sobre el rendimiento (Cuadro 2), pero se encontró una tendencia a que la infestación, durante los períodos más tardíos, causara mayor efecto negativo al rendimiento. No obstante estos resultados y sus posibles interpretaciones, se deben realizar y apoyar estudios complementarios que permitan confirmar lo anterior.

Los resultados obtenidos demuestran que no es necesario proteger todo el ciclo desde la plántula hasta la espiga para mantener el rendimiento. Con sólo dos aplicaciones de insecticida se logra un rendimiento igual al que se obtendría si se aplicara tres veces (Cuadro 2). Parece que el daño se acumula durante el ciclo, pero la planta tiene la capacidad para compensar el daño de S. frugiperda durante uno de los tres períodos de infestación probados. Se puede decir que dos aplicaciones de insecticida dirigidas al cogollo son suficientes para lograr un rendimiento máximo.

Efecto de la infestación sobre el rendimiento. La forma de la relación entre el porcentaje de las plantas infestadas y el rendimiento, fue diferente a la encontrada en la época de siembra de primera. En el pre-

sente estudio, el efecto de infestación liviana fue más severo que en la siembra de primera. En el caso de la primera, el modelo de regresión fue curvilíneo sin baja en rendimiento hasta con un 40% de las plantas infestadas (Hruska, et al., 1987).

Este estudio bajo riego indicó que cuando el 100% de las plantas estaban infestadas, el rendimiento bajó en un 45%. El efecto de infestación fue severo también en comparación con otros estudios en condiciones de lluvia natural, donde se encontraron reducciones de 15-30% cuando el 100% de las plantas estaban infestadas (Obando, 1976; Obando y Van Huis, 1977; y Van Huis, 1981).

La diferencia en la forma de la función rendimiento/infestación y el efecto de la infestación sobre el rendimiento podría ser debido a que la presión de ataque fue mucho mayor en seco que en la primera, la infestación máxima en la primera fue 75%, y cuando el porcentaje de infestación aumenta el número de larvas por planta aumenta también. También podría ser que el efecto negativo de la defoliación en seco es peor como consecuencia de la temperatura alta y la humedad baja, lo cual causa una pérdida mucho mayor de agua de las hojas dañadas en seco que en primera.

Con la función rendimiento/infestación se podría calcular el nivel de daño económico (Hruska y Rosset, 1987). Sabemos que el NDE se basa en el costo de las medidas de control, el valor del cultivo, y la función infestación/rendimiento. Cuando se cambia cualquiera de estos factores, se altera el NDE.

La política oficial del país tiende a estimular la producción agropecuaria, y bajo ella es posible el suministro de los insumos de producción a cualquier productor a precios favorables. En estas condiciones el gobierno interviene en los precios de los insecticidas, comprándolos en el mercado internacional en dólares y vendiéndolos al productor nicaragüense en moneda nacional, a una fracción mínima de su precio internacional. Los precios que pagan los productores corresponden al 5% del costo que cubre el gobierno. Por ejemplo el gobierno paga US\$10 por un litro de Chlorpyrifos y se vende al productor nicaragüense por el equivalente de US\$0.50.

Al mismo tiempo que los precios de los insumos son bien bajos, los precios de la producción son elevados en el país, debido a que la demanda interna por la producción es mucho mayor que la producción nacional y a que no es posible importar el producto faltante para cubrir la demanda. La proporción entre el costo del insecticida y el precio del maíz es US\$0.52 (precio de un galón de Chlorpyrifos al productor, equivalente al valor de un quintal de maíz para el productor), mientras que en los Estados Unidos la proporción es 13.45 (Hruska y Gladstone, 1987b).

Aunque se considera que el subsidio a los insumos ayuda a estimular la producción agropecuaria en el país, la subvención se convierte más bien en una espada de doble filo. La deformación en la proporción entre los costos de las medidas de control y el valor de la producción, también promueve el uso irracional de los insecticidas.

Por ejemplo, si se calcula el NDE utilizando la función infestación/rendimiento en la Figura 1, con los costos de las medidas de control y el rendimiento, el NDE es 2% de las plantas infestadas.

Si se considera este NDE como un criterio para aplicar, un productor nicaragüense de maíz bajo riego, estaría en el campo aplicando insecticida casi a diario. Un NDE de 2% de las plantas infestadas es mucho menor que cualquier otro nivel calculado en estudios similares, cuyos valores varían entre 20 y 50% de las plantas infestadas (Sarmiento y Casanova, 1975; Young and Gross, 1975; Obando, 1976; Van Huis, 1981).

Si se calcula el NDE utilizando los precios internacionales para el insecticida y el maíz, el nivel de daño económico será 20% de las plantas infestadas. Este cálculo no incluye el valor internacional del petróleo y la maquinaria, porque el país los recibe a precios favorables, en calidad de ayuda internacional. Si calculáramos con todos los precios internacionales, el NDE sería aún más alto.

La idea fundamental del establecimiento del NDE es la de racionalizar económicamente el uso de los insecticidas. Para un productor nicaragüense de maíz bajo riego, lo racional sería aplicar contra S.

frugiperda cuando hay 2% de las plantas infestadas. Pero no constituiría uso racional para el país, que además de pagar el subsidio entre el precio internacional del insecticida y el precio al productor, tenga que pagar también los costos adicionales del uso excesivo de insecticidas los cuales incluyen daño a la salud humana, contaminación del medio ambiente, creación de resistencia a los insecticidas en las plagas, y la destrucción de la fauna benéfica.

Entonces se puede concluir que el cálculo del NDE no funciona bien bajo las condiciones económicas en Nicaragua. Se requiere un modelo que incluya los costos y beneficios directos al productor en el corto plazo, pero también las utilidades para el país a largo plazo. Un método propuesto por Hruska y Gladstone (1987b) consiste en calcular cuáles son estos costos y modificar el precio del insecticida para que su empleo sea racionalizado por el productor y que esta utilización coincida con el uso racional para el país a largo plazo.

## CONCLUSIONES

- La recomendación de aplicar 3-5 veces contra S. frugiperda en maíz bajo riego en Nicaragua parece excesivo en las condiciones actuales. Tres aplicaciones protegieron la planta durante todo el ciclo desde la plántula hasta la espiga. Pero sólo sería necesario proteger a la planta durante 2/3 de este ciclo para obtener rendimientos iguales a los que se alcanzarían con un control completo. Por lo tanto, sólo hay que aplicar dos veces.
- Cuando el maíz estuvo infestado por 25 o más días durante la época de plántula hasta la espiga, por cada 10% de las plantas infestadas a los 23 DDG, hubo una reducción de 4.5% en el rendimiento. Cuando el 100% de las plantas fueron infestadas, el rendimiento bajó en un 45%.
- No es posible recomendar un NDE con base en los costos actuales en Nicaragua. Debido a la política del gobierno de promover la producción agropecuaria, hay un fuerte subsidio para los insecticidas y los NDE resultan muy bajos. Pero hay un costo social muy alto para el país como

resultado del uso excesivo de insecticidas lo cual se debe incluir en el NDE. Una vez que se pueda calcular el costo social, será posible recomendar un nuevo NDE.

#### LITERATURA CITADA

- HRUSKA, A.J.; GLADSTONE, S.M. 1987a. El período crítico de protección para el taladrador del maíz, Diatraea lineolata en maíz. Managua, Nicaragua. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. 18 p.
- \_\_\_\_\_; GLADSTONE, S.M. 1987b. The economic threshold and the political economy of pest management decisions in Nicaragua. Managua, Nicaragua. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. 10 p.
- \_\_\_\_\_; GLADSTONE, S.M.; LOPEZ, R. 1987. El período crítico de protección para el gusano cogollero, Spodoptera frugiperda, en maíz en la primera. Managua, Nicaragua. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. 12 p.
- HRUSKA, A.J.; ROSSET, P.M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 5:30-44.
- OBANDO S., S.R. 1976. Umbrales permisibles de daño foliar en maíz. XXII Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica.
- MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y REFORMA AGRARIA (MIDINRA). 1984. Guía Técnica para la Producción de Maíz con Riego. Managua, Nicaragua.
- SARMIENTO, J.; CASSANOVA, J. 1975. Búsqueda de límites de aplicación en el control del cogollero de maíz, Spodoptera frugiperda. Revista Peruana de Entomología 18:104-107.
- YOUNG, J.R.; GROSS, H.R. 1975. Insect control in summer-planted sweet and field corn in South Georgia. Meeting of the Entomological Society of America. New Orleans. 3 p.
- VAN HUIS, A. 1981. Integrated pest management in the small farmer's maize crop in Nicaragua. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen. 81-6.