

Estimación de incidencia de daños provocados por larvas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) en tallos de maíz mediante evaluación de signos externos de infestación

Serra, G. y E. Trumper

RESUMEN

Diatraea saccharalis es la plaga del cultivo de maíz de mayor impacto económico en la región pampeana de la Argentina. Las larvas ocasionan pérdidas por daños de tipo fisiológico y mecánico. Las pérdidas por daño mecánico aumentan a medida que se retrasa la fecha de cosecha, y una de las medidas culturales para prevenirlas es la cosecha anticipada. El objetivo de este trabajo fue estudiar la relación entre el número de entrenudos con galerías producidas por larvas grandes y el número de orificios por planta ocasionados por *D. saccharalis*. El estudio se realizó en Manfredi (Córdoba, Argentina) durante la campaña agrícola 1999/2000. Se siguió un diseño experimental en parcelas divididas con cinco fechas de siembra y dos niveles de protección con insecticidas (protección total y libre infestación), como factores. Se evaluaron los ajustes a seis modelos mediante análisis de regresión lineal y no lineal. El porcentaje de plantas quebradas por debajo de la espiga varió de 3,4 a 30%. El modelo lineal explicó muy bien la relación entre el número de orificios por planta y el número de entrenudos con galerías del barrenador ($R^2 = 0,95$), y para fines predictivos resultó el más adecuado.

Palabras clave: *Diatraea saccharalis*, maíz, daños, pérdidas de rendimiento, manejo cultural.

Serra, G. and E. Trumper, 2006. Estimating the incidence of corn stem damage produced by *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) larva through assessment of external infestation signs. Agriscientia XXIII (1): 1-7

SUMMARY

Diatraea saccharalis is economically the most important pest to corn crops in the Pampa region in Argentina. The tunneling produced by the larvae has negative consequences due to both physiological and mechanical damage (stem falling

Fecha de recepción: 27/12/04; fecha de aceptación: 27/07/06

and ear dislodging). Losses caused by mechanical injuries increase as harvest is delayed, so one of the cultural methods to prevent them is to anticipate harvest. The objective of this work was to study the relationship between the number of bored internodes and the number of holes produced by large *D. saccharalis* larvae in the stem. The study was performed in Manfredi (Córdoba, Argentina) during the 1999/2000 growing season. It was carried out using a split plot design with five planting dates and protection category (with and without insecticide) as treatments. Six models were evaluated by means of linear and non linear regression. The percentage of stems broken below the ear ranged from 3.4 to 30%. The linear model provided a good description of the relationship between the number of bored internodes and the number of holes per plant ($R^2 = 0.95$) and resulted in the best option for predictive purposes.

Key words: *Diatraea saccharalis*, corn, damage, yield loss, cultural management

G. Serra, Cátedra de Zoología Agrícola. Dpto. Protección Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias, U.N.C. E. Trumper, Sección Entomología, Estación Experimental Agropecuaria Manfredi, INTA, Ruta Nacional 9 Km 636, 5988 Manfredi, ARGENTINA. gserra@agro.uncor.edu

INTRODUCCIÓN

El maíz es el tercer cultivo en importancia en el mundo después del trigo y el arroz en cuanto a volumen de producción. Anualmente se siembran alrededor de 130 millones de hectáreas que producen aproximadamente 500 millones de toneladas de granos (FAO, 1992).

Uno de los factores que más afecta su rendimiento lo constituyen los insectos plaga. *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae), cuyo estado larval es conocido popularmente como barrenador del tallo, es la plaga de mayor impacto económico en la región pampeana de la Argentina, y ocasiona en promedio pérdidas anuales de 170 millones de dólares (Iannone, 2002). Independientemente de las variaciones anuales, las pérdidas de rendimiento son mayores a medida que se atrasa la siembra del cultivo. Las siembras tempranas de septiembre presentan pérdidas promedio cercanas al 10%; en siembras tardías de octubre las pérdidas son de alrededor del 20%, mientras que en cultivos de segunda época normalmente superan el 50% de la producción (Iannone, 2002). A pesar de ello, el agricultor no percibe el problema en su real magnitud debido a varios factores. Uno de ellos es el hecho de que el daño no se visualiza fácilmente, a menos que se inspeccionen los tallos de las plantas en busca de las típicas perforaciones que dejan las larvas, observación que no se practica con frecuencia (Iannone, 2001).

Las pérdidas mencionadas se originan por el hábito barrenador de las larvas, cuya acción produce

un daño de tipo fisiológico al disminuir el flujo de agua y nutrientes de la planta y un daño de tipo mecánico que consiste en la fractura de tallos y la caída de espigas (Aragón, 1996), con la consiguiente repercusión sobre el rendimiento (Iannone, 2001). Las pérdidas ocasionadas por el daño mecánico se incrementan a medida que se atrasa la fecha de recolección del cultivo (Dagoberto, 1989). Vallone *et al.* (2000) registraron hasta un 45% de plantas quebradas en parcelas con un 95% de plantas atacadas por *D. saccharalis*. En parcelas de distintas fechas de siembra, sin la protección de insecticidas, Serra (2003) registró variaciones en el porcentaje de pedúnculos de espigas barrenados por larvas de *D. saccharalis* que oscilaron entre el 33 y el 85%.

Diversos autores señalan la oportunidad de la cosecha como una medida de control cultural para evitar las pérdidas mecánicas ocasionadas por *D. saccharalis* (Dagoberto, 1989; Iannone, 1997). Dagoberto (1989) propuso como momento oportuno de cosecha aquel en que los costos de secado más los desembolsos por cosecha que deben pagarse por la diferencia de volúmenes cosechados entre grano húmedo y grano seco igualan las pérdidas por daño mecánico, tomando como indicador de dichas pérdidas al porcentaje de plantas quebradas. Iannone (1997) sugirió el número de entrenudos barrenados y/o el porcentaje de espigas dañadas a partir de madurez fisiológica, como indicador de riesgo de ocurrencia de pérdidas a cosecha. La cuantificación de entrenudos barrenados insume un tiempo de procesamiento, o un costo para hacerlo efectivizar, que probablemente muchos agriculto-

res no estén dispuestos a invertir. En consecuencia, el diseño de una técnica para reducir dicho costo facilitaría la toma de decisiones de manejo de esta plaga.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la relación entre el número de entrenudos barrenados por las larvas de *D. saccharalis* y el número de orificios ocasionados en las plantas, con el propósito de evaluar la utilidad de esta variable como un indicador externo de los daños ocasionados por el ataque de *D. saccharalis* en el cultivo de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria Manfredi del INTA, ubicada en la Ruta Nacional 9, km 636, provincia de Córdoba, Argentina, 31° 49' S, 63° 46' E.

El estudio se condujo sobre un cultivo de maíz bajo riego, sobre la base de un ensayo marco planificado para describir la función de daño de *D. saccharalis* en maíz (Serra, 2003), aspecto del proyecto que no se informa en el presente artículo. En dicho ensayo se aplicó un diseño en parcelas divididas con una estructura de parcelas en tres bloques. El factor principal fue la fecha de siembra con cinco niveles representados por cinco fechas: 08/10/1999, 08/11/1999, 30/11/1999, 20/12/1999 y 07/01/2000. Las fechas de siembra se seleccionaron con el criterio de obtener amplitud en el rango de infestación en diferentes estados fenológicos, para lo cual se tuvieron en cuenta los patrones temporales históricos de abundancia de adultos (Leiva & Iannone, 1993) y los datos disponibles de capturas de adultos en trampas de luz en la EEA Manfredi (Trumper, datos sin publicar). El factor asignado a las subparcelas fue el nivel de protección, con dos niveles: 1) libre infestación, sin ningún tipo de control; 2) protección total, mediante aplicaciones semanales de 300 cc ha⁻¹ del insecticida Deltrametrina, 5% (Decis®), durante todo el ciclo del cultivo.

Tabla 1. Modelos no lineales utilizados para evaluar la relación entre el número de entrenudos con barrenado grande y el número de orificios totales por planta producidos por *D. saccharalis*.

MODELO	ECUACIÓN
Logístico	$Y = \alpha / (1 + \beta \cdot \exp(-\gamma X))$
Exponencial	$Y = \alpha \cdot \exp(\beta X)$
Gompertz	$Y = \alpha \cdot \exp(-\beta \cdot \exp(-\gamma X))$
Richards	$Y = \alpha (1 + \beta \cdot \exp(-\gamma X))^\delta$
Monomolecular	$Y = \alpha (1 - \beta \cdot \exp(-\gamma X))$

Y representa la variable barrenado grande y X la variable orificios totales.

Con el tratamiento de protección total se buscó obtener plantas con un mínimo nivel de infestación con larvas de *D. saccharalis* y, especialmente, plantas completamente sanas. Con el tratamiento de libre infestación se apuntó a obtener plantas con distintos niveles de infestación. Las parcelas principales, representadas por la fecha de siembra, constaron de siete hileras de 150 metros de longitud y una distancia entre surcos de 0,7 m. En cada una de ellas se asignaron aleatoriamente los tratamientos a las sub-parcelas de siete hileras por 10 m. En cada sub-parcela sólo se consideraron para evaluación de daños las tres hileras centrales, mientras que las dos hileras a ambos laterales se reservaron como bordura.

Se utilizó el híbrido DK696 de la Compañía Dekalb. Las plantaciones se sembraron mecánicamente con una sembradora para siembra directa. Junto con la siembra se aplicó urea en todos los tratamientos, totalizando 50 kg de Nitrógeno por hectárea.

Para proteger las plántulas del ataque de orugas cortadoras en las dos primeras fechas de siembra fue necesario aplicar, entre las hileras de siembra, cebo tóxico elaborado con grano partido de sorgo, aserrín, agua, gaseosa de naranja y 200 cc del insecticida Clorpirifos (CE. 48%) Lorsban Plus® por cada quintal de grano. El cebo se aplicó una semana después de la siembra. En las plantaciones posteriores no fue necesario aplicar cebos tóxicos. Para lograr una adecuada densidad de plantas, dentro del primer mes después de la emergencia del cultivo se llevó a cabo un raleo manual.

Cosecha

Las plantaciones de primera a quinta fecha de siembra se cosecharon los días 12/04/00, 26/04/00, 09/05/00, 16/05/00 y 28/05/00, respectivamente. En cada unidad experimental (cada réplica de la combinación fecha de siembra-nivel de protección) se seleccionaron aleatoriamente 10 plantas, las cuales se extrajeron completas, se etiquetaron y se llevaron al laboratorio para su posterior procesamiento. Cada una de las 10 plantas fue diseccionada manualmente para evaluar los siguientes aspectos:

1. *Orificios de salida*: son aquellos que prepara la larva para la posterior emergencia del adulto. Este orificio es grande, de forma oval, y su diámetro mayor, que oscila entre 4 y 6 mm, suele estar cubierto con un opérculo, formado por una delgada capa de la epidermis del tallo, que en ocasiones se pierde en el momento de la emergencia. Se registró su número y posición según estrato de la planta.
2. *Orificios totales*: representa todos los orificios pro-

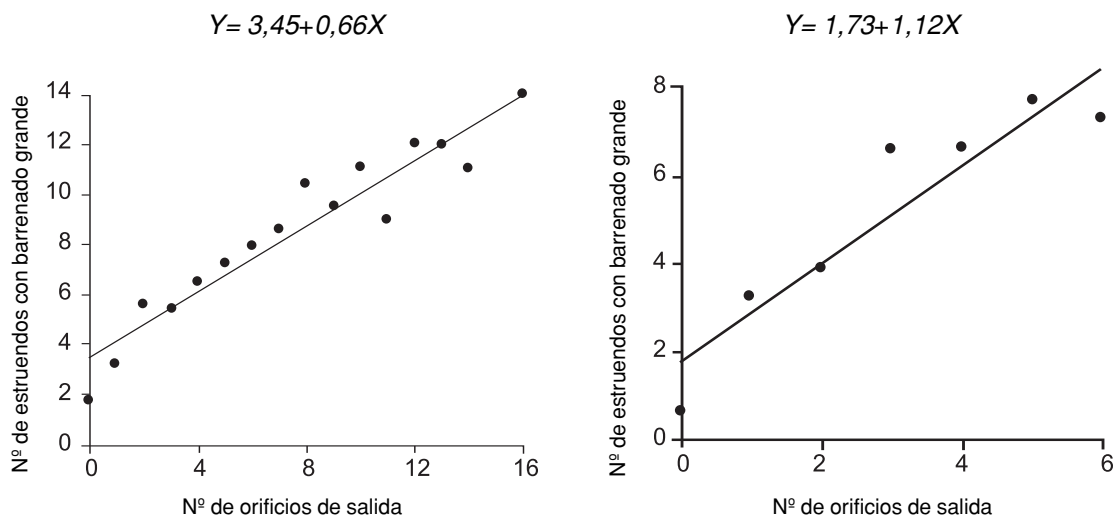


Figura 1. Análisis de regresión lineal del número de entrenudos con barrenado grande en función del número de orificios de salida por planta para las plantaciones a) del 08/10/99 y b) del 08/11/99. Y representa la variable barrenado grande y X la variable orificios de salida.

ducidos por el insecto durante su desarrollo. Además de los de salida, incluye orificios pequeños, de no más de 3 mm, producidos por las larvas de primeros estadios cuando entran al tallo y los que se producen como consecuencia de la entrada y salida de las larvas para desplazarse a entrenudos no contiguos (Serra & Trumper, inédito). Se registró su número y posición.

3. *Barrenado grande*: número promedio de entrenudos que presentan galerías ocasionadas por larvas grandes, mayores a 1,5 cm. Estas galerías tuvieron 2 o más milímetros de espesor, más de 10 centímetros de longitud, generalmente comprometieron la totalidad del entrenudo y en muchos casos más de un entrenudo, y frecuentemente evidenciaron infestaciones fúngicas.
4. *Fractura superior*: porcentaje de plantas quebradas por encima de la inserción de la espiga.
5. *Fractura inferior*: porcentaje de plantas quebradas por debajo de la inserción de la espiga.
6. *Sin fracturas*: porcentaje de plantas sanas.

Análisis de datos

La distribución de frecuencias de las clases de daño mecánico del tratamiento libre infestación se comparó con la del tratamiento protección total mediante un análisis de bondad de ajuste de Chi Cuadrado. Las diferencias en los valores de fractura inferior entre distintas fechas de siembra fueron eva-

luadas a través de las distribuciones de frecuencia registradas en el tratamiento libre infestación, mediante tablas de contingencia.

Las relaciones entre el barrenado grande y las variables indicadoras del daño externo, orificios de salida y orificios totales, se estudiaron mediante análisis de regresión lineal. En el caso particular de la relación entre barrenado grande y orificios totales, se evaluaron además, los ajustes a cinco modelos no lineales mediante análisis de regresión (Tabla 1), frecuentemente empleados para describir la relación empírica entre dos variables en diferentes contextos (Madden & Campbell, 1990; Trumper, 1996). Se escogió para estos análisis la variable barrenado grande porque representa el daño fisiológico (disminución del rendimiento) más importante y porque se asume una directa relación entre la presencia de galerías grandes y el riesgo de ocurrencia de daño mecánico (pérdidas a cosecha).

A fin de identificar posibles efectos de las fechas de siembra de las cinco plantaciones, los análisis de regresión se realizaron utilizando las fechas de siembra para construir variables auxiliares (variables *dummy*) (Draper & Smith, 1998). Los análisis de regresión no incorporaron la estructura de subparcelas del ensayo marco, en las que se establecieron los tratamientos protección total y libre infestación, debido a que el propósito del análisis fue caracterizar la relación entre el número de orificios y el barrenado, independientemente del método empleado

para inducir los distintos niveles de ataque de la plaga. Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa Infostat/Profesional 1.1 (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de plantas quebradas

En el ensayo se registraron 16,2% de plantas con fractura inferior, 36% de plantas con fractura superior y 47,8% de plantas sin fracturas. La presencia de cañas quebradas por debajo de la espiga determina las pérdidas de cosecha que provoca *D. saccharalis* en interacción con otros factores, como podredumbre del tallo y factores climáticos desfavorables, principalmente vientos y tormentas (Alvarez *et al.*, 1997). Las plantas que presentaron fractura por encima de la espiga, si bien contribuyen al conocimiento de los daños, no ocasionan pérdidas a cosecha.

Los porcentajes de plantas quebradas por debajo de la espiga fueron 30% en la plantación del 08/10/99, 20% en la plantación del 09/11/99, 3,4% en la plantación del 30/11/99, 10% en la plantación del 20/12/99 y 22,2% en la plantación del 07/01/00. La plantación del 30/11/99 tuvo el menor número de plantas quebradas de las cinco fechas de siembra, pero las diferencias observadas entre las plantaciones de las distintas fechas de siembra no resultaron significativas (Chi cuadrado de Pearson 8,18; gl 4; $p > 0,05$)

El elevado porcentaje de plantas con fractura inferior observado en la plantación de primera fecha de siembra, se puede explicar en parte por su cosecha tardía respecto al momento óptimo, 39 días después de madurez fisiológica. En este sentido, Dagoberto (1989) señala que el porcentaje de plantas quebradas aumenta entre el 0,6 y el 0,8% por día de atraso de cosecha a partir de madurez fisiológica.

Tabla 2. Coeficientes de regresión lineal del barrenado grande sobre el número de orificios totales correspondientes a las plantaciones de distintas fechas de siembra

Plantación	Constante	Pendiente	Rango de orificios
08/10/1999	2,46*	0,16*	0 – 35
08/11/1999	0,39	0,46	0 – 19
30/11/1999	0,25	0,57	0 – 12
20/12/1999	0,07	0,59	0 – 9
07/01/2000	1,11	0,48	0 – 20

Las fechas de siembra se compararon mediante el uso de variables auxiliares dummy ($R^2=0,93$). Se detallan los rangos de número de orificios por planta registrados en cada plantación.

* Diferencias significativas (prueba F, $p < 0,05$).

Tabla 3. Ecuaciones de regresión de modelos descriptores del número de entrenudos con barrenado grande en función del número de orificios totales por planta, para todo el ensayo.

Ecuación de regresión	CME	R ² (%)
a) $Y = 2,05 \cdot \exp(0,08 \cdot X)$	1,30	85,52
b) $Y = 8,74 / (1 + 9,42 \cdot \exp(-0,29 \cdot X))$	0,40	95,82
c) $Y = 0,55 + 0,47 \cdot X$	0,39	95,04
d) $Y = 9,46 \cdot \exp(-2,93 \cdot \exp(-0,18 \cdot X))$	0,30	96,85
e) $Y = 13,18 \cdot (1 - 1,02 \cdot \exp(-0,06 \cdot X))^{1,03}$	0,28	97,41
f) $Y = 14,27 \cdot (1 - 1,01 \cdot \exp(-0,05 \cdot X))$	0,25	97,41

Y representa la variable barrenado grande y X la variable orificios totales.

a) exponencial; b) logístico; c) lineal; d) Gompertz; e) Richards y f) monomolecular.

El número de *Orificios totales* varió en un rango de 0 a 20 orificios por planta.

ca. Leiva e Iannone (1993), indican que las pérdidas a cosecha provocadas como daño indirecto de *D. saccharalis* alcanzan en promedio una disminución del rendimiento de 9,6% respecto de un cultivo totalmente protegido.

Relación entre el barrenado grande y el número de orificios

Las ecuaciones de regresión que se ajustaron tomando los orificios de salida como variable regresora, utilizando variables auxiliares (dummy), fueron $Y = 3,45 + 0,66 X$ ($n=16$) para la plantación del 08/10/99, e $Y = 1,73 + 1,12 X$ ($n=7$) para la plantación del 08/11/99, donde Y representa el barrenado grande y X los orificios de salida por planta. La regresión fue altamente significativa ($p < 0,0001$) y el coeficiente de determinación para estas ecuaciones fue $R^2 = 0,92$. El rango de aplicación de la ecuación de principios de octubre es de 0 a 16 orificios de salida por planta, mientras que para la plantación de principios de noviembre, el rango es de 0 a 6 orificios de salida por planta (Fig. 1). Cabe destacar que la relación no resultó significativa para las plantaciones sembradas el 30/11/1999, 20/12/1999 y el 07/01/2000. La pendiente de regresión de la plantación del 08/10/99 resultó significativamente diferente respecto de la pendiente de la plantación del 08/11/99 (Prueba F; $p < 0,05$; $gl=1$) por lo que no resulta apropiado buscar una ecuación común para explicar la relación entre estas variables.

La variable orificios de salida muestra su mejor comportamiento como predictora en las plantaciones de siembra temprana, principalmente la de octubre, y en menor medida en la de principios de noviembre. El alto valor predictivo del número de orificios de salida en las plantaciones de siembras tempranas puede deberse a que las plantas están expuestas al ataque de la primera y segunda gene-

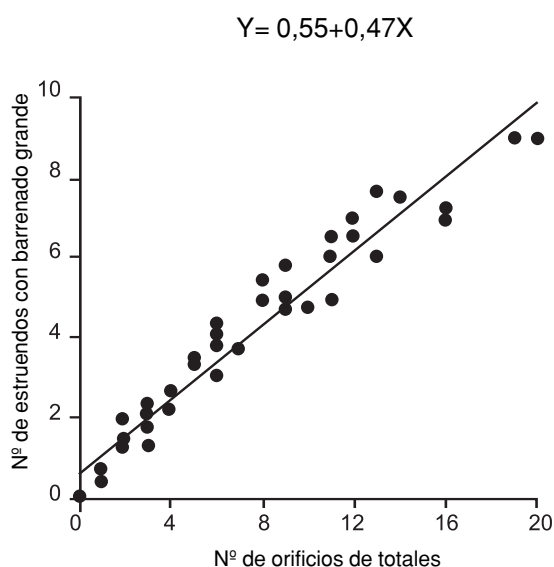


Fig. 2. Relación entre el número medio de entrenudos con barrenado grande y el número medio de orificios totales por planta excluida la plantación de octubre. Y representa la variable barrenado grande y X la variable orificios totales.

ración de *D. saccharalis*. En estas generaciones la mayoría de las larvas pupan y los adultos emergen, dejando en las cañas sus orificios de salida. Por el contrario, en las plantaciones de siembra tardía el número de orificios de salida por planta no constituye una variable con valor predictivo debido a que la mayoría de las larvas no pupan, sino que permanecen como larvas en la caña preparándose para invernar (Serra, 2003; Pons & Trumper, 2005).

Se analizó la relación entre el barrenado grande y el número de orificios totales por tallo mediante regresión lineal. La regresión para las distintas fechas de siembra fue altamente significativa ($p < 0,0001$) y el coeficiente de determinación para estas ecuaciones fue $R^2 = 0,93$. Tanto la ordenada al origen como la pendiente de la ecuación de regresión de la plantación de octubre fue significativamente diferente ($p < 0,05$) del resto de las ecuaciones, por lo que no resulta conveniente incluir los datos obtenidos en esta plantación para la obtención de una ecuación común (Tabla 2). La ecuación lineal común (Fig. 2) al resto de las plantaciones (excluida la plantación de octubre) $Y = 0,55 + 0,47 \cdot X$ ($n = 45$), fue altamente significativa ($p < 0,0001$) y explica muy bien la variación del barrenado grande en función de los orificios totales por planta observados en este ensayo ($R^2 = 0,95$). Así, este modelo ofrece buenas perspectivas para su uso con fines predictivos.

Desde un punto de vista práctico, el modelo li-

neal permite estimar la incidencia de *D. saccharalis* mediante evaluación de los signos externos de infestación dentro del rango de daños en que las decisiones deben ser tomadas. Desde un punto de vista teórico es de interés comprender lo que sucede con esta relación más allá del rango de número de orificios totales que resulta relevante para la toma de decisiones de manejo. Debido a que las plantas tienen un número constante de entrenudos, el incremento del número de larvas en una planta implica mayor probabilidad de que un mismo entrenudo sea barrenado por más de una larva. En consecuencia, cabe esperar que al aumentar el número de orificios la tasa de incremento del número de entrenudos barrenados por cada orificio comience a disminuir, de tal modo que la relación entre estas variables abandone el patrón lineal. Así, los modelos no lineales presentados en la Tabla 3, con excepción del exponencial, evidenciaron un mejor grado de ajuste a los datos observados que el modelo lineal. De todos los modelos de regresión probados, los modelos de Richards y monomolecular presentan el coeficiente de determinación más alto. Sin embargo, el modelo monomolecular posee un menor valor del cuadrado medio del error, por lo tanto es el que mejor se ajusta a los datos.

La relación entre daño externo e interno identificada en este trabajo, permite predecir la intensidad del daño ocasionado por *D. saccharalis* a través de un simple análisis visual externo de la caña, sin necesidad de practicar disección de la planta. Para trabajos de investigación esta relación resulta muy útil porque permite economizar tiempo de trabajo y evita la necesidad de efectuar muestreos extractivos. Desde el punto de vista del agricultor, este conocimiento, además de novedoso, puede resultar muy útil sobre todo a la hora de tomar decisiones respecto a la necesidad de adelantar la cosecha. En efecto, si se confirma un ataque severo de *D. saccharalis* es aconsejable adelantar la fecha de cosecha para evitar pérdidas mecánicas por el vuelco de las plantas y caída de espigas.

El elevado porcentaje de plantas quebradas por debajo de la espiga en las plantaciones cosechadas tardíamente, como lo fue la plantación de primera fecha de siembra, pone de manifiesto la importancia del momento oportuno de la cosecha. Por otro lado, los bajos porcentajes de plantas con fractura inferior, como los registrados en las plantaciones del 30/11/99 y en menor medida en la de diciembre, sugiere la necesidad de desarrollar un método de toma de decisiones respecto a la anticipación de la cosecha. Dicha práctica implica el costo adicional del secado de los granos, el cual estará primariamente justificado en función del riesgo de daño

mecánico que presente un lote.

Dagoberto (1989) propone como momento oportuno de cosecha aquel en que las pérdidas mecánicas igualan el costo del secado, el cual a su vez disminuye a medida que se atrasa la cosecha y el grano pierde humedad. Esto parece indicar que la cosecha debería realizarse cuando los cultivos presentan entre 15 y 20% de plantas quebradas, cualquiera sea la humedad del grano. Este criterio de decisión tiene la desventaja de estar basado en un daño ya realizado, sin consideración del grado de ataque al cultivo, el cual es un índice del riesgo de fractura de las plantas ante eventos tales como tormentas y vientos. Un cultivo atacado que aún no haya mostrado un alto porcentaje de plantas quebradas puede manifestar, como consecuencia de una tormenta, porcentajes de fractura muy superiores al punto de indiferencia antes citado. En este sentido, Iannone (1997) señala que el riesgo de ocurrencia de pérdidas mecánicas en cultivos con dos o más entrenudos barrenados por *D. saccharalis*; justifica el gasto que implica la cosecha anticipada. De acuerdo a la ecuación lineal común obtenida en este trabajo, en el que se relaciona el número de orificios totales por planta con el número de entrenudos barrenados, la decisión de adelantar la fecha de cosecha debería tomarse en aquellos lotes de maíz donde los muestreos indiquen un promedio de 3,1 o más orificios por planta al momento de madurez fisiológica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue desarrollado con el apoyo del INTA, y el respaldo de los subsidios FONCYT - PICT 08-04906 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, y 0279-000712/00 de la Agencia Córdoba Ciencia, otorgados a E. V. Trumper.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarez, M. del P., G. Eyhérbide y D. Presello, 1997. Comportamiento de híbridos comerciales de maíz bajo infestación natural y artificial del barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*). INTA Pergamino. Revista de Tecnología Agropecuaria. II (5): 40-43.

Aragón, J., 1996. Las principales plagas del cultivo. Méto-

dos de control. CREA. MAIZ. Cuaderno de Actualización Técnica. 57: 51-61.

Dagoberto, H., 1989. Control de plagas en el cultivo de maíz. CREA. Producción de maíz. Cuaderno de Actualización Técnica. 42.78-84.

Draper, N. R. and H. Smith, 1998. Applied Regression Analysis. John Wiley & Sons Inc., New York, 3rd Ed.

FAO, 1992. Anuario. Producción. Vol. 45. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 1992.

Iannone, N., 1997. Guía práctica para el cultivo de maíz, campaña 1997. INTA 220 pp.

Iannone, N., 2001. Control químico de *Diatraea*, tecnología que apunta a la alta producción. INTA Pergamino. Revista de Tecnología Agropecuaria. VI (17): 33-37.

Iannone, N., 2002. Servicio técnico *Diatraea* en maíz. INTA Pergamino. www.elsitioagricola.com/plagas/intapergamino/diatraea20020502.asp

Infostat/Profesional 1.1, 2001. Grupo Infostat. Estadística y Diseño. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba.

Leiva, D. y N. Iannone, 1993. Bioecología y daños del barrenador del tallo *Diatraea saccharalis* Fab. en maíz. INTA, Maíz: Información Nº 113 Tomo XII.

Madden, L. V. y C. L. Campbell, 1990. Nonlinear disease progress curves. In: Epidemics of plant disease. Mathematical analysis and modelling. Ed. J Krantz. Springer-Verlog. Berlin. Pp. 181-222.

Pons, D.H. y E.V. Trumper, 2005. Biología invernal de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). VI Congreso Argentino de Entomología, Tucumán, p. 259.

Serra, G.V., 2003. Incidencia de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae) sobre el rendimiento del cultivo de maíz y comparación de tácticas de manejo químico y resistencia transgénica. Tesis de maestría Universidad Nacional de La Rioja. 52 pp.

Trumper, E. V., 1996. Modelos de epidemiología matemática aplicados al estudio del sistema virus MRC – Maíz – Delphacidae ("mal de Río Cuarto"). Tesis doctoral. Universidad Nacional de Córdoba.

Vallone, P., C. Galarza, V. Gudelj, G. Nieri, B. Masiero y M. Peretti, 2000. Primera evaluación técnico- económica de los maíces transgénicos: Fechas de siembra de maíz común y maíz transgénico Bt. Campaña 1999/2000.