

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Proyecto de Trabajo Final presentado para optar al Grado de
Ingeniero Agrónomo

Modalidad: Práctica Profesional

MONITOREO Y EVALUACIÓN DE DAÑO DE
Helicoverpa zea EN HÍBRIDOS DE MAÍZ EN LA
LOCALIDAD DE ADELIA MARIA, CAMPAÑA 2012/13

Irico, Jerónimo

34771336

Director: Ing. Agr. Crenna, Cecilia,
Tutor Externo: Ing. Agr. Blanco, Juan

Río Cuarto Córdoba

11/08/2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del trabajo final: Monitoreo y evaluación de daño de
Helicoverpa zea en híbridos de maíz en la localidad de
Adelia Maria, campaña 2012/13

Autor: Irico, Jerónimo

DNI: 34771336

Director: Ing. Agr. Crenna, Cecilia

Tutor Externo: Ing. Agr. Blanco, Juan

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la
comisión evaluadora:

Prof. Graciela Boito _____

Ing. Agr Jorge Giuggia_____

Fecha de Presentación: ____/____/____

Secretario Académico

ÍNDICE

Índice de tablas y figuras	I
Resumen	II
Summary	III
Introducción	1
Objetivos	6
Descripción de la empresa	7
Descripción de las tareas realizadas y metodologías empleadas	9
Resultados	11
Porcentaje de plantas con presencia de huevos	11
Promedio del número de huevos de <i>Helicoverpa zea</i> por planta.....	12
Porcentaje de plantas con presencia de larvas	13
Promedio del número de larvas de <i>Helicoverpa zea</i> por planta	14
Porcentaje de plantas con espigas dañadas	15
Daño promedio por espiga.....	16
Porcentaje de espigas dañadas con pudrición.....	17
Pudrición promedio por espiga.....	18
Proporción de espiga dañada	19
Discusión	21
Conclusiones	22
Bibliografía	23
Anexo 1	25

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1: Adulto de <i>Helicoverpa zea</i>	2
Figura 2: Huevos de <i>Helicoverpa zea</i> sobre estigmas de maíz	3
Figura 3: Larva de <i>Helicoverpa zea</i>	3
Figura 4: Daño causado por larva de <i>Helicoverpa zea</i>	4
Figura 5: Imagen satelital del establecimiento donde se indica la ubicación de los lotes y del ensayo	7
Figura 6: Esquema del ensayo donde se muestra la distribución de los híbridos en sus parcelas	9
Gráfico 1: Porcentaje de plantas con presencia de huevos de <i>Helicoverpa zea</i> en cada estadio fenológico y para cada híbrido.....	11
Gráfico 2: Promedio del número de huevos de <i>Helicoverpa zea</i> por planta en cada estado fenológico y para cada híbrido.....	12
Gráfico 3: Porcentaje de plantas con presencia de larvas de <i>Helicoverpa zea</i> por planta en cada estadio fenológico y para cada híbrido	13
Gráfico 4: Promedio del número de larvas de <i>Helicoverpa zea</i> por planta en cada estadio fenológico y para cada híbrido.....	15
Gráfico 5: Porcentaje de plantas con espigas dañadas por <i>Helicoverpa zea</i> en cada estadio fenológico y para cada híbrido.....	16
Gráfico 6: Daño promedio por espiga de <i>Helicoverpa zea</i> en cada estadio fenológico y para cada híbrido.....	17
Gráfico 7: Porcentaje de espigas dañadas por <i>Helicoverpa zea</i> con presencia de hongos, en cada estadio fenológico y para cada híbrido	18
Gráfico 8: Pudrición promedio por espiga para cada estadio fenológico y para cada híbrido....	19
Tabla 9: Tamaño promedio de espigas, daño promedio en cm ² en madurez fisiológica, y porcentaje de espiga dañada para cada híbrido	20

RESUMEN

El maíz es uno de los cereales más importantes del mundo, posee una gran diversidad genética y se cultiva en una amplia gama de ambientes. Los factores que limitan su producción son muy diversos, entre los más significativos se encuentran los insectos, principalmente lepidópteros. En los últimos años avances en ingeniería genética permitieron producir híbridos de mejor comportamiento frente a plagas. En el presente trabajo, se realizó una comparación del comportamiento de los híbridos de maíz Dekalb 747RR, Dekalb 747MGRR, Dekalb 747RR VT TRIPLE PRO, Dekalb 7210RR VT TRIPLE PRO y Dekalb 7010RR VT TRIPLE PRO frente a *Helicoverpa zea*. El ensayo se realizó durante la campaña 2012-2013 en un campo ubicado al sureste de la ciudad de Río Cuarto, localidad de Adelia María. La densidad de siembra fue de 3,6 plantas por metro lineal y la distancia entre hileras de 52 cm. El tamaño de cada parcela fue de 2,6 m de ancho por 100 m de largo. Se establecieron 5 estaciones de muestreo por parcela y se evaluaron 5 plantas por estación. El seguimiento se realizó a partir de R1 hasta R6, las variables registradas fueron porcentaje de plantas con presencia de huevos, porcentaje de plantas con presencia de larvas, número de huevos por planta, número de larvas por planta, daño y porcentaje de pudrición de la espiga. Los distintos híbridos de maíz se comportaron igual frente a las variables porcentaje de plantas con presencia de huevos, porcentaje de plantas con presencia de larvas, número de huevos por planta, número de larvas por planta. El híbrido Dekalb 747RR mostró mayor porcentaje de plantas con espigas dañadas y mayor superficie de espiga dañada. En todos los híbridos con espigas dañadas, las mismas mostraron un porcentaje de pudrición mayor al 75%. Los híbridos VT TRIPLE PRO evidenciaron menor pérdida del rendimiento que el híbrido MG y este, a su vez, menor pérdida que el híbrido RR.

Palabras claves: Maíz, híbridos, *Helicoverpa zea*, daño.

SUMMARY

Corn is one of the most important cereals in the world. It has a great genetic diversity and grown in a wide range of environments. Factors that limit its production are very diverse; the most significant are insects, mainly Lepidoptera. In the last years advances in genetic engineering were managed to produce better performance hybrids to main pests. In the present work, it was made a comparison of behavior of maize hybrids Dekalb 747RR, Dekalb 747MGRR, 747RR VT TRIPLE PRO, 7210RR VT TRIPLE PRO Dekalb Dekalb and Dekalb 7010RR VT TRIPLE PRO to *Helicoverpa zea*. The trial was carried out in a plot located southeast of Río Cuarto in the town of Adelia María, during the 2012-2013 agricultural cycle. Plant density was 3.6 plants per m at 52 cm apart. Plot size was 2.6 m wide and 100 m long. There were placed 5 sampling stations per plot and evaluated 5 plants per sampling station. Monitoring was performed from R1 to R6. Variables registered were plants percentage with presence of eggs, plants percentage with presence of larvae, eggs per plant, larvae per plant and corncob percentage of damage and rot. Different corn hybrids behaved equally by variables plants percentage with presence of eggs, plants percentage with presence of larvae, eggs per plant, larvae per plant. Dekalb 747RR hybrid showed higher plant percentage with corncob damaged and greater corncob damage. In all hybrids with corncob damaged they showed a corncob percentage rot greater than 75%. VT TRIPLE PRO hybrids showed less yield performance than the MG hybrid. RR hybrid showed the lower yield from all.

Key words: Corn, hybrid, *Helicoverpa zea*, damage.

INTRODUCCIÓN

Zea mays Linneaus es originario de América Central, específicamente de México, desde donde se difundió hacia el norte hasta Canadá y hacia el sur hasta Argentina. A finales del siglo XV, tras el descubrimiento del continente americano por Cristóbal Colón, el grano fue introducido en Europa a través de España, difundiéndose por los lugares de clima más cálido del Mediterráneo y posteriormente a Europa septentrional (FAO, 1993).

Es una planta monoica, anual, de tallo simple y erecto perteneciente a la familia de las gramíneas (Andrade *et al.*, 1996).

El maíz es el cereal más ampliamente distribuido a nivel mundial (Castro, 2005), creciendo desde los 58° de latitud norte en Canadá y Rusia, hasta los 40° de latitud sur en Argentina y Chile. La mayor parte es cultivada a altitudes medias, pero se cultiva también por debajo del nivel del mar en las planicies del Caspio y hasta los 3800 metros sobre el nivel del mar en la cordillera de los Andes (Paliwal *et al.*, 2001).

Junto con el trigo y el arroz, constituyen los tres cereales de mayor importancia del mundo, suministrando elementos nutritivos esenciales al hombre y animales. El grano es materia prima básica de la industria de transformación, con la que se produce almidón, aceite y proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes, y recientemente, bioetanol para la obtención de combustible (FAO, 1993). Ningún otro cereal tiene un uso tan variado; casi todas las partes de la planta de maíz tienen valor económico (Poehlman, 1959).

En la campaña 2013/2014 la producción mundial alcanzó un valor de 981 millones de toneladas sobre una superficie total de 177 millones de hectáreas, siendo Estados Unidos y China los principales productores a nivel mundial, con 353 y 217 millones de toneladas producidas respectivamente. Argentina, se ubicó como quinto productor internacional con una producción de 24 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 71 qq/ha, lo que corresponde a una superficie total de 3,4 millones de hectáreas aproximadamente (USDA, 2014). Del total de las toneladas producidas, el 75% se destina a exportación, quedando como el cuarto exportador del mundo, luego de Estados Unidos, Brasil y Ucrania.

En Argentina el maíz es uno de los cultivos estivales de mayor importancia con un desarrollo sostenido en la última década, aunque con ciertos altibajos productivos debido a adversidades climáticas en algunos ciclos. El elevado coeficiente de exportación, junto con los altos precios del mercado, lo han colocado como una importante fuente de ingresos del país.

Dada la importancia social y económica del cultivo, es necesario analizar las plagas que atentan contra su óptimo desarrollo. El maíz es un cultivo que se ve afectado por una serie de organismos perjudiciales claves para la producción y por otros que dependiendo de la zona, de la condición del cultivo y de la oportunidad de aparición, pueden adquirir cierta

relevancia.

Entre los insectos de mayor importancia que afectan el cultivo de maíz podemos reconocer a *Diloboderus abderus* (Sturm, 1826) “gusano blanco”, *Agriotes* spp. y *Conoderus* spp. “gusanos alambre”, *Agrotis malefida* (Guenée, 1852), *Agrotis ipsilon* (Hüfnagel, 1776) y *Porosagrotis gypaetina* (Guenée, 1852) “orugas cortadoras”, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) “oruga militar tardía”, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) “gusano barrenador del tallo” y *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) “isoca del maíz” (Iannone y Leiva, 1994).

En las últimas campañas se evidenciaron, en gran parte de la región pampeana, graves daños a maíces de segunda, tanto Bt como convencionales, causados por *H. zea* ‘isoca de la espiga’. Este insecto pertenece al Orden Lepidoptera, familia Noctuidae y cobra importancia en estadios reproductivos del maíz. Es una especie de origen subtropical por lo cual las larvas y pupas invernantes no toleran los fríos del invierno y los adultos llegan a la zona templada a partir de fines de diciembre y enero (Flores, 2010).

El adulto de esta plaga es una mariposa de color amarillo pajizo, con una banda ancha parda sobre el borde externo de las alas posteriores (Fig.1). Los machos son más claros que las hembras y presentan una mancha reniforme próxima al centro del ala y siete puntos oscuros sobre el margen externo. Las hembras, más oscuras, poseen las puntuaciones enmascaradas por una línea delgada (Navarro *et al.*, 2009).



Figura 1. Adulto de *H. zea*.

Durante el día, los adultos permanecen escondidos en los rastrojos, cercos y lugares de escasa luz. Al anochecer, vuelan por los cultivos y las hembras depositan sus huevos de forma aislada en los estigmas de la espiga. Los huevos tienen una forma semiesférica, siendo de color blanco-cremoso cuando están recién puestos, para cambiar a crema amarillento cuando van a eclosionar (Fig.2).

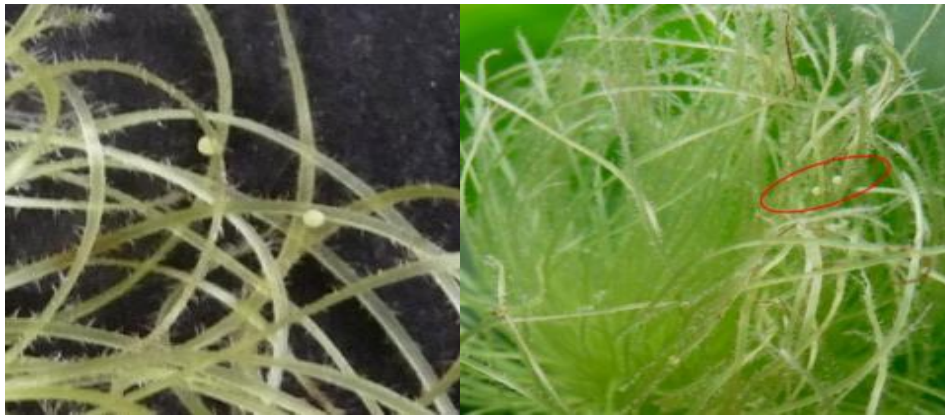


Figura 2. Huevos de *H. zea* sobre estigmas de maíz.

Cada hembra puede oviponer entre 300 a 500 huevos y potencialmente infestar a un igual número de espigas; pudiendo ocasionar un fuerte daño a los cultivos. Después de 2 a 10 días de la postura, de cada huevo nace una larva, que inicialmente se alimenta de los estigmas, para luego penetrar rápidamente en la espiga y alimentarse de los granos por el resto de su vida larval, periodo que puede durar de 2 a 4 semanas (Fig. 3) (Metcalf y Flint, 1985). Las larvas varían del color verde claro a oscuro con una banda crema a los costados y pasan por 6 estadios larvales, denominados fases (Belman, 1989).



Figura 3. Larva de *H. zea*.

En el último estadio perforan las brácteas de la espiga y bajan a empupar en el suelo.

El daño es ocasionado por la larva que se alimenta de los granos de la espiga. Al inicio, consume los granos lechosos de la punta, luego conforme va madurando el grano es consumido en su estado pastoso. La larva abandona la espiga ya sea cuando ha cumplido su ciclo larval, o cuando los granos endurecen, a tal punto que ya no son de su agrado.

A la cosecha, los granos se observan comidos, completa o parcialmente a través de las hileras de la espiga (Fig. 4). Cuando la larva se desarrolla completamente dentro de la espiga, el daño por su consumo puede llegar hasta la base de la misma (Abanto y Medina,

2002).



Figura 4. Daño causado por larva de *H. zea*.

Es importante destacar que las larvas presentan comportamiento caníbal, por lo que en general solo se encuentra una larva por espiga, pudiendo aparecer hasta dos en ataques muy severos.

Adicionalmente al consumo directo de la larva, se producen otros efectos negativos, cuyo daño es a veces más severo que el propio consumo del insecto. Estos son los siguientes:

- Facilitar el ingreso a la espiga de otros insectos como *Euxesta* spp., perteneciente a la familia Otitidae, orden Díptera y *Pagiocerus frontalis* de la familia Scolytidae, orden Coleóptera, que ocasionan severos daños atacando a los granos de maíz;
- Permitir la entrada de agua de lluvias que junto a la acumulación de excrementos del insecto favorecen la proliferación de microorganismos que producen la pudrición de la espiga (Cordova, 2008).

El monitoreo de *H. zea* se puede realizar antes de floración, con trampas de luz para determinar poblaciones de adultos y pronosticar con anticipación posibles ataques (Aragón, 1991). Además se realiza cuando existe un 30% de plantas en floración femenina por observación de estigmas para determinar la presencia de huevos sobre los mismos.

Es necesario resaltar que la duración del período embrionario es muy corta, alrededor de tres días. Esta característica, sumado a que las larvas eclosionadas alcanzan la punta de la espiga normalmente en la misma noche de su nacimiento, implica que lleguen a protegerse rápidamente en el extremo de la misma y queden fuera del alcance de parásitos, predadores e insecticidas, por lo cual la frecuencia de monitoreo debe ser alta (Iannone, 2011).

Para determinar el control de *H. zea* se utiliza un umbral de daño económico de 50% de plantas atacadas con larvas chicas antes que ingresen a la espiga (Aragón, 2002), o 10% de plantas con posturas en los pistilos recién salidos (Tejada, 1992).

La magnitud económica del daño ocasionado por *H. zea* está condicionada por el tipo de material genético cultivado (Metcalf y Flint, 1985). A partir de los años setenta se

lograron notables avances en ingeniería genética que posibilitaron la obtención de cultivos genéticamente modificados, en el caso del maíz se realizaron cambios genéticos mediante la inserción de genes con características de interés, a través del uso de tecnologías de genes o de ADN recombinante (Castro, 2005). Actualmente, se encuentran en el mercado maíces modificados con dos características agronómicas de importancia: resistencia a insectos y tolerancia a herbicidas.

El maíz resistente a insectos es conocido como “maíz Bt” ya que el gen incorporado por ingeniería genética proviene de la bacteria del suelo *Bacillus thuringiensis*, históricamente utilizada como agente microbiano de control biológico en la producción orgánica de vegetales y hortalizas. Desde el punto de vista de la efectividad en el control de plagas, la ventaja de esta estrategia de transgénesis radica en que la expresión de las proteínas insecticidas es constitutiva, es decir, el transgén introducido se expresa en todos los tejidos de la planta; por lo tanto, los insectos que se alimentan de ella son alcanzados por la proteína insecticida (Flores, 2011). Se han desarrollado numerosos eventos de maíz Bt incorporando diferentes genes insecticidas bacterianos (genes Bt) acorde a las plagas que se desean controlar, estando aprobados diferencialmente en diversos países para cultivo y/o consumo humano y animal, principalmente en Estados Unidos, Brasil, Argentina, Canadá, Australia, España, Sudáfrica, entre otros (James 2011). Los diferentes eventos de maíz Bt aprobados en Argentina permiten controlar lepidópteros como *D. saccharalis*, *H. zea*, *Agrotis* spp., *S. frugiperda* y coleópteros que se alimentan de raíces como el género *Diabrotica* spp.

Desde el año 2000 hasta la actualidad la adopción de maíz modificado genéticamente en Argentina se ha incrementado sustancialmente, llegando a ser el 95% del total de maíz sembrado en el país (Argenbio, 2013). Es por esto que resulta de gran importancia analizar y corroborar la efectividad de los nuevos eventos incorporados al maíz, en este caso se trabajará sobre el daño causado por *H. zea* en híbridos de maíz con distintos eventos.

OBJETIVOS

Objetivos generales:

- Comparar el comportamiento de híbridos de maíz con distintos eventos respecto al ataque de *Helicoverpa zea*.

Objetivos específicos:

- Identificar huevos y larvas de *Helicoverpa zea* a campo.
- Determinar el daño causado por *Helicoverpa zea* en la espiga de distintos híbridos de maíz.
- Adquirir conocimientos y experiencia sobre *Helicoverpa zea*, el cultivo de maíz y otras actividades posibles a realizar durante la práctica profesional.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Marca Líquida S.A. es una empresa agropecuaria que brinda diferentes agro servicios desde hace más de 20 años. Está formada por un equipo interdisciplinario que incluye, Ingenieros Agrónomos, especialistas en Marketing, Comunicadores y Contadores. Cuenta además, con un grupo de recursos humanos en todo el país, que se ha especializado en distintas áreas del quehacer agropecuario. La sede central se encuentra ubicada en calle Obispo Trejo 1340, en la ciudad de Córdoba. La empresa maneja un fondo de inversión destinado al alquiler de campos y a la producción agrícola, principalmente soja, maíz, girasol, sorgo, cártamo y trigo, bajo la forma legal de fidecomiso.

Con objetivos de perfeccionar la forma de producción, Marca Líquida S.A. destina parte de la superficie alquilada a realizar ensayos que prueben el impacto de nuevas tecnologías.

La práctica profesional fue realizada en un campo arrendado por Marca Líquida S.A., ubicado al sureste de la ciudad de Río Cuarto, en la localidad de Adelia Maria. El establecimiento se sitúa 6 km al oeste de la localidad, sobre la ruta provincial N° 24, en latitud 33°35'55.00" Sur y longitud 64°04'53.26" Oeste (Fig. 5).



Figura 5. Imagen satelital del establecimiento donde se indica la ubicación de los lotes y el ensayo.

El campo se encuentra dividido en 5 lotes, de los cuales 3 fueron sembrados con soja y 2 con maíz:

- LOTE 1: Soja
- LOTE 2: Soja
- LOTE 3: Maíz

- LOTE 4: Maíz
- LOTE 5: Soja

En el lote número 3, se llevó a cabo el ensayo objetivo de la práctica profesional.

La zona presenta un clima templado húmedo, la temperatura media de enero es de 23 °C y la de julio de 9 °C, con un periodo libre de heladas que supera los 200 días. La precipitación media anual es de 805,4 mm, con abundantes lluvias desde mediados de primavera hasta mediados del otoño y escasas precipitaciones en invierno (Servicio Meteorológico Nacional, 1992). Se trata de una planicie de relieve suavemente ondulado, constituida por sedimentos eólicos franco arenosos finos, determinando Hapludoles énticos como suelos típicos de la zona.

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS REALIZADAS Y METODOLOGÍAS EMPLEADAS

Durante la práctica profesional se evaluó el comportamiento de distintos híbridos de maíz frente al ataque de *H. zea*. Para llevar a cabo esta tarea se realizó un ensayo comparativo compuesto por cinco parcelas, con un híbrido de maíz diferente en cada una.

Las actividades realizadas durante la práctica incluyeron la siembra del cultivo, visitas al establecimiento a partir del estado fenológico R1 y hasta la cosecha del cultivo.

La siembra se realizó el día 21 de diciembre del 2012, se utilizaron 5 híbridos de maíz diferentes cada uno en una parcela (Fig. 6). La densidad de siembra utilizada fue de 3,6 plantas por metro lineal y la distancia entre hileras de 52 centímetros. El tamaño de cada parcela fue de 2,6 metros de ancho (5 hileras de plantas) por 100 metros de largo, es decir una superficie de 260 metros cuadrados. Los híbridos utilizados fueron:

- Dekalb 747RR, tolerante a glifosato
- Dekalb 747MGRR, ofrece control total sobre *D. saccharalis*, y parcial sobre *H. zea* y *S. frugiperda*. También tolerante a glifosato.
- Dekalb 747RR VT TRIPLE PRO
- Dekalb 7210RR VT TRIPLE PRO
- Dekalb 7010RR VT TRIPLE PRO

Los últimos tres híbridos permiten controlar insectos lepidópteros como *D. saccharalis*, *S. frugiperda* y *H. zea*, e insectos coleópteros como *D. speciosa*. Además poseen tolerancia al herbicida glifosato.

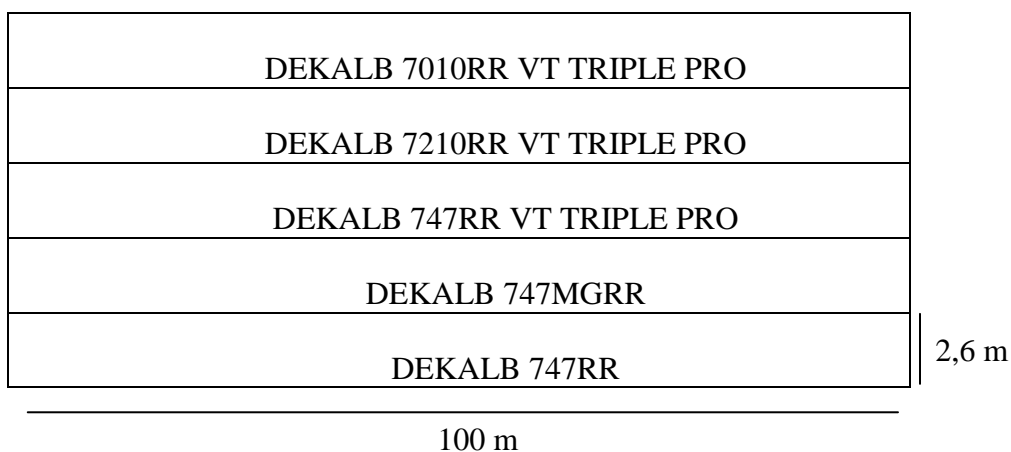


Figura 6. Esquema del ensayo donde se muestra la distribución de los híbridos en sus parcelas.

El cultivo entró en estado reproductivo el día 20 de enero del 2013, a partir del cual

comenzaron las visitas cada 10 días aproximadamente con el objetivo de monitorear la presencia y el ataque de *H. zea*. Los datos registrados en las visitas fueron:

- Porcentaje de plantas con presencia de huevos
- Porcentaje de plantas con presencia de larvas
- Número de huevos por planta
- Número de larvas por planta
- Porcentaje de plantas con espigas dañadas
- Daño: se determinó la superficie afectada del marlo que contenía grano, para

esto, se utilizó una grilla cuadrículada (Anexo 1) en la que cada celda equivale a 0,5 cm² (Talano y Peper, 2011). Se destaca que, en promedio un cm² abarca 2,5 granos de maíz.

- Porcentaje de espigas dañadas con presencia de hongos
- Pudrición: se midió la superficie de la espiga afectada con hongos utilizando

la misma metodología que en la determinación de daño.

Para la toma de datos, y con el fin de que estos sean lo más representativos posibles de la totalidad, se utilizó una metodología de muestreo que constó en recorrer cada parcela en X, tomando 5 estaciones de muestreo por parcela y evaluando 5 plantas por estación.

RESULTADOS

De acuerdo a los datos recopilados en las planillas de relevamiento durante la práctica profesional realizada, se señala lo siguiente:

Porcentaje de plantas con presencia de huevos.

En el gráfico 1 se puede resaltar que a partir de R3 dejaron de encontrarse huevos debido a la eclosión de los mismos.

En el estadio R1, el máximo valor (60%) lo presentó el híbrido DK747MGRR y el mínimo (44%) el híbrido DK747RR.

En R2, el híbrido DK747RR mostró el porcentaje más alto (76%) de plantas con huevos y los híbridos DK7210 VT TRIPLE PRO y DK7010 VT TRIPLE PRO mostraron el porcentaje más bajo (52%).

Puede observarse que el porcentaje de plantas con oviposaduras es mayor en R2 que en R1 para los híbridos DK747RR, DK747MGRR, DK747 VT TRIPLE PRO, y menor para los híbridos DK7210 VT TRIPLE PRO y DK7010 VT TRIPLE PRO.

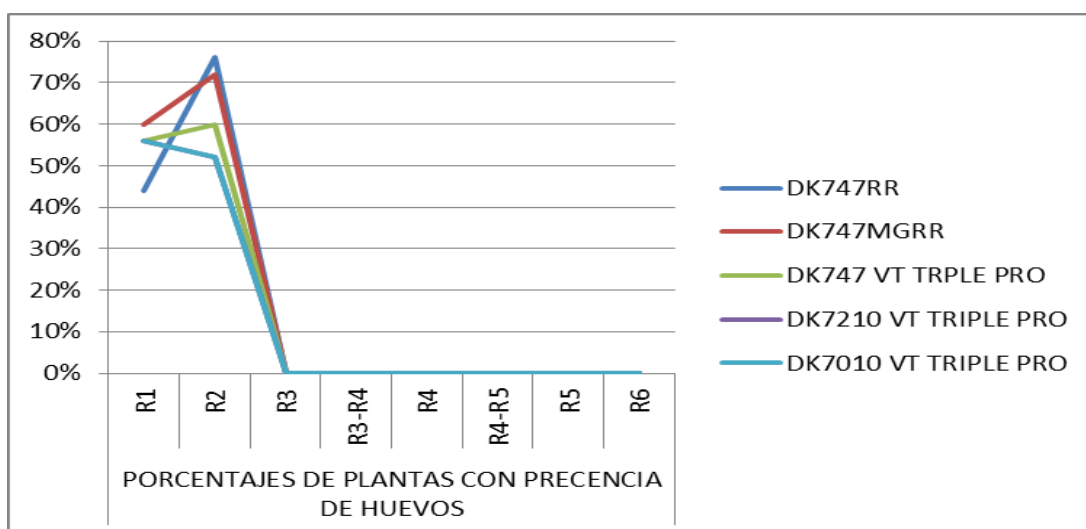


Gráfico 1. Porcentaje de plantas con presencia de huevos de *H. zea* en cada estadio fenológico y para cada híbrido.

A partir de los resultados expresados en el gráfico 1, se puede definir que el material genético no tiene influencia sobre el número de plantas con presencia de huevos. En R1 el híbrido DK747RR, que no posee eventos genéticos contra *H. zea*, evidenció el menor porcentaje de plantas con presencia de huevos y el híbrido DK747MGRR, el cual ofrece control parcial sobre *H. zea*, presentó valores elevados tanto en el estadio R1 como en R2.

Promedio del número de huevos de *Helicoverpa zea* por planta.

En el gráfico 2 se observan los valores promedios de números de huevos de *H. zea* por inflorescencia femenina en los diferentes estadios fenológicos del cultivo y para cada híbrido evaluado.

A partir de R3 el número de huevos fue 0 en todas las plantas examinadas debido a la eclosión de los mismos.

En el estadio R1, el híbrido DK747RR presentó la mayor población de huevos (2,84) y el híbrido DK747 VT TRPLE PRO la menor (1,64).

Cuando el cultivo se encontraba en R2, DK747RR volvió a presentar el mayor valor (2,96) y DK747 VT TRPLE PRO junto a DK7010 VT TRIPLE PRO presentaron el menor valor (1,4).

En los híbridos DK747RR, DK747MGRR y DK747 VT TRPLE PRO se encontró mayor número de huevos por planta en el estadio fenológico R2 con respecto a R1, mientras que en los híbridos DK7210 VT TRIPLE PRO y DK7010 VT TRIPLE PRO el número de huevos se redujo cuando el cultivo paso de R1 a R2.

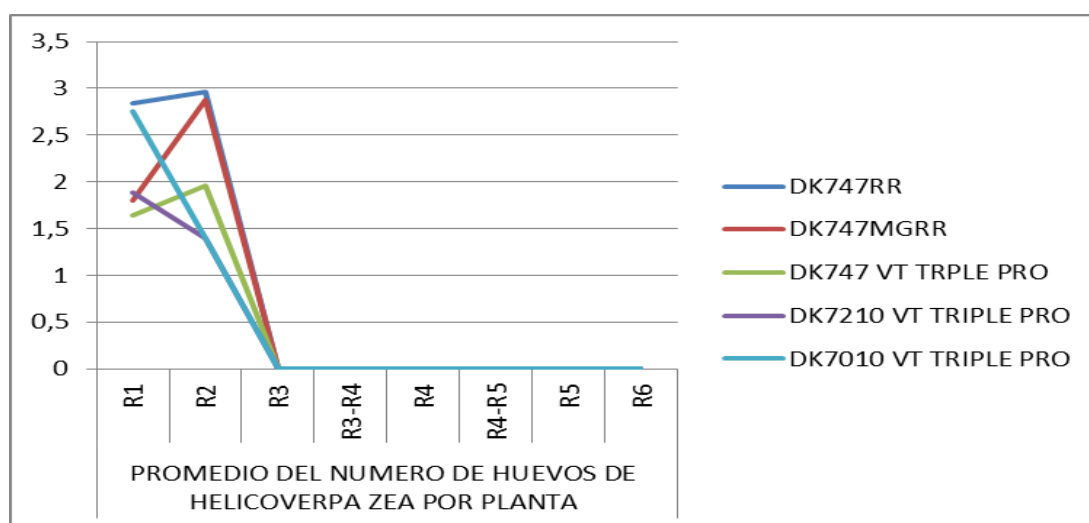


Gráfico 2. Promedio del número de huevos de *H. zea* por planta en cada estadio fenológico y para cada híbrido.

Con los análisis del gráfico 2 se puede afirmar que el número de huevos por planta no varía con el material genético utilizado. Si bien el híbrido DK747RR presenta los valores más altos tanto en R1 como en R2, los híbridos DK7010 VT TRIPLE PRO y DK747MGRR presentaron valores muy elevados en los estadios R1 y R2 respectivamente.

Porcentaje de plantas con presencia de larvas.

En el gráfico 3 se puede observar que en R1 no se evidenciaron larvas en las plantas analizadas.

En R2, el mayor porcentaje de plantas con presencia de larvas (80%) lo presentó el híbrido DK7010 VT TRIPLE PRO, mientras que el menor (52%) lo presentaron los híbridos DK747MGR y DK747 VT TRIPLE PRO.

En el estadio de grano lechoso (R3), el híbrido DK7210 VT TRIPLE PRO presentó el porcentaje de plantas con presencia de larvas más alto (72%), y el híbrido DK747RR el más bajo (48%).

Cuando el cultivo se encontraba en R3-R4, el mayor valor (72%) se correspondió nuevamente con el híbrido DK7010 VT TRIPLE PRO, mientras que el menor valor (52%) lo exhibió el híbrido DK747 VT TRIPLE PRO.

En R4 el mayor valor (36%) lo presentaron los híbridos DK747RR y DK747 VT TRIPLE PRO, mientras que el menor valor (16%) lo evidenció el híbrido DK7210 VT TRIPLE PRO.

En el estadio fenológico R4-R5, DK7010 VT TRIPLE PRO fue el híbrido con mayor porcentaje de plantas con presencia de larvas (12%) y DK747 VT TRIPLE PRO y DK7210 VT TRIPLE PRO fueron los que menor porcentaje mostraron (4%).

En R5 y R6 dejaron de encontrarse larvas en las plantas bajo estudio.

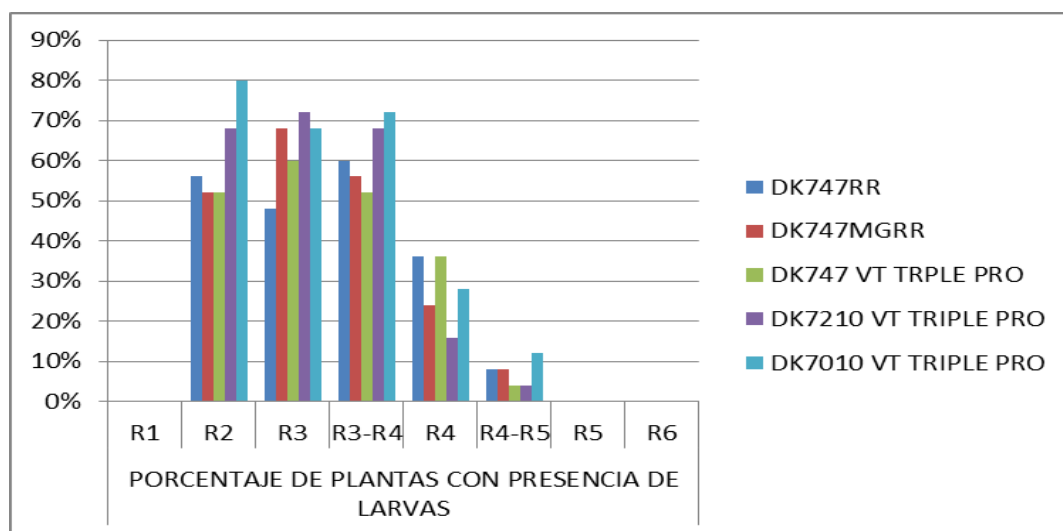


Gráfico 3. Porcentaje de plantas con presencia de larvas de *H. zea* por planta en cada estadio fenológico y para cada híbrido.

El gráfico 3 permite atestiguar que el híbrido utilizado no influye sobre el número de plantas con presencia de larvas, ya que híbridos que ofrecen control total sobre *H. zea* (DK7210 VT TRIPLE PRO y DK7010 VT TRIPLE PRO) presentan los valores más altos en

R2, R3, R3-R4 y R4-R5. Por otra parte, DK747RR, híbrido genéticamente desprotegido frente a *H. zea*, presenta el menor valor en R3 y un valor cercano al más bajo en R2.

Promedio del número de larvas de *Helicoverpa zea* por planta.

En el gráfico 4 se observa que en R1 no se encontraron larvas en las plantas evaluadas, debido a que los huevos no habían eclosionado.

En R5 y R6, al igual que en R1, la presencia de larvas fue nula. Esto se debe a que los granos de maíz tienen un grado de madurez que no es apetecible para la larva, por lo que la misma abandona la espiga.

Cuando el cultivo estaba en el estadio fenológico R2, comenzaron a encontrarse larvas, tanto en los estigmas como en la espiga del cultivo. DK747MGRR presentó el menor valor (0,68) y DK747 VT TRIPLE PRO el mayor valor (1,96).

En el estadio R3, el mayor promedio de número de larvas por planta lo presentó nuevamente el híbrido DK747 VT TRIPLE PRO (1,08) aunque no con mucha diferencia respecto el menor número (0,84) que se observó en el híbrido DK7210 VT TRIPLE PRO.

En el momento en el que el cultivo se encontraba en R3-R4, el número promedio de larvas por planta fue muy similar en todos los tratamientos realizados, mostrando el mayor valor (0,76) el híbrido DK7010 VT TRIPLE PRO y el menor (0,56) el híbrido DK747 VT TRIPLE PRO.

En R4, los híbridos DK747RR y DK747 VT TRIPLE PRO presentaron el mayor número de larvas (0,36), mientras que en el híbrido DK7210 VT TRIPLE PRO se halló el menor número (0,16).

En R4-R5 el mayor valor (0,12) lo presentaron los híbridos DK747RR y DK7010 VT TRIPLE PRO. El menor valor (0,04) se evidenció en las plantas de los híbridos DK747 VT TRIPLE PRO y DK7210 VT TRIPLE PRO.

En R2 y R3 se encontraron los mayores promedios de número de larvas de *H. zea* por planta, para luego ir disminuyendo a medida que el cultivo avanzaba en sus estadios fenológicos.

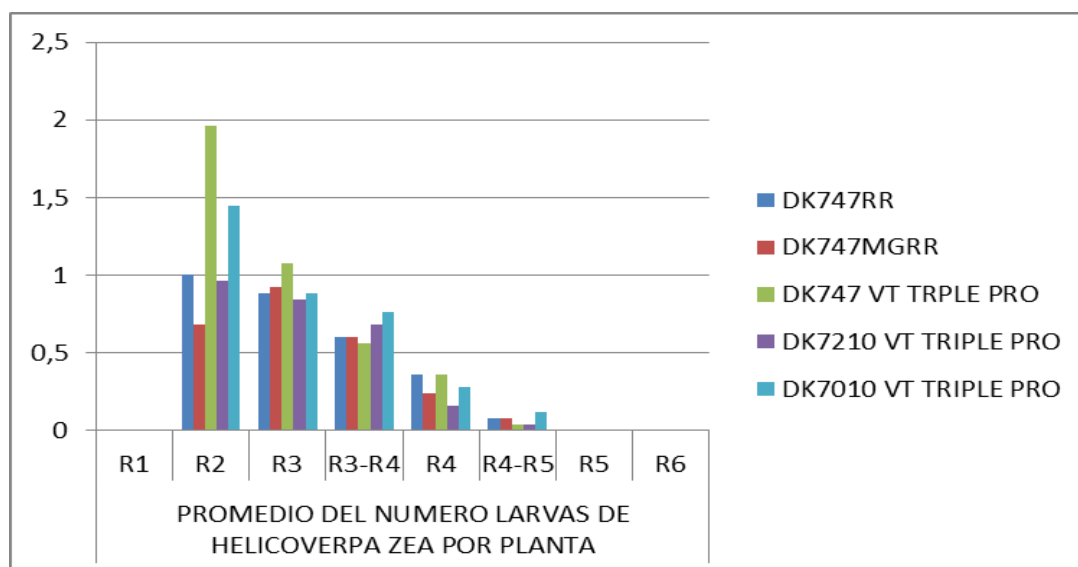


Gráfico 4. Promedio del número de larvas de *H. zea* por planta en cada estadio fenológico y para cada híbrido.

Con los resultados del gráfico 4 se puede establecer que los distintos materiales genéticos del cultivo no influyen sobre el número de larvas por planta, ya que los valores más elevados para los estadios fenológicos R2, R3, R3-R4 y R4-R5 lo presentan híbridos que ofrecen control total sobre *H. zea*. Si bien en R4, el híbrido DK747RR presenta el valor más alto, DK747 VT TRIPLE PRO iguala ese valor.

Porcentaje de plantas con espigas dañadas.

En el gráfico 5 se muestra que el híbrido DK747RR obtuvo valores mayores al 80% desde R4.

En R4, el menor valor fue 72% y lo presentaron los híbridos DK747 VT TRIPLE PRO y DK7210 VT TRIPLE PRO.

En R4-R5, DK7210 VT TRIPLE PRO fue el híbrido que exhibió el valor más bajo (72%).

En R5, el híbrido con el menor porcentaje de plantas con espigas dañadas (68%) fue DK747 VT TRIPLE PRO.

En madurez fisiológica, DK747 VT TRIPLE PRO y DK7210 VT TRIPLE PRO fueron, al igual que en R4, los híbridos que presentaron el valor más bajo (72%).

Puede observarse, que para algunos híbridos el porcentaje de plantas con espigas dañadas disminuye al avanzar el cultivo de un estadio fenológico a otro, esto se explica por diferencias entre las estaciones de muestreo analizadas.

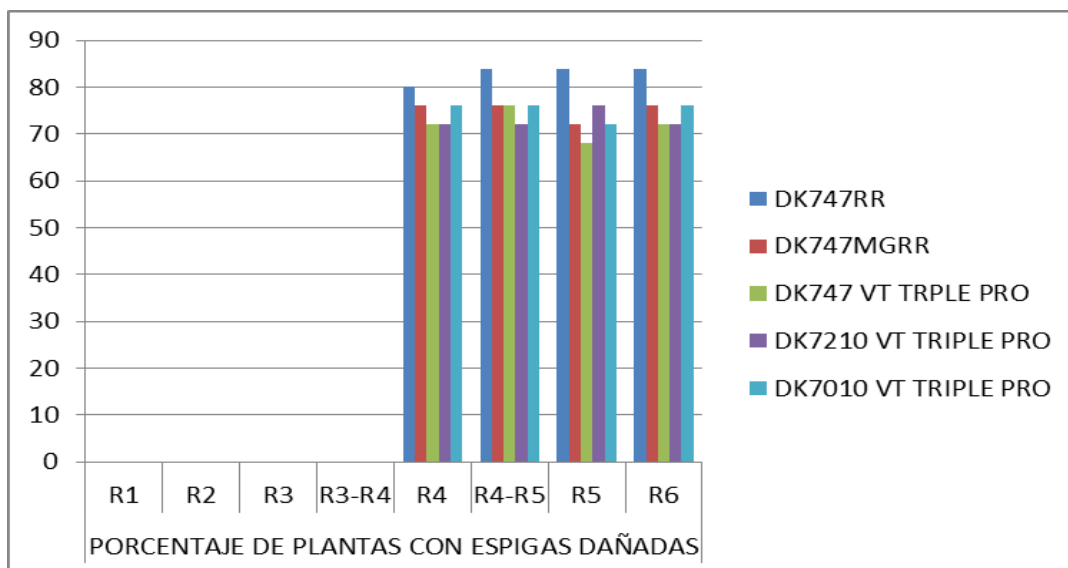


Gráfico 5. Porcentaje de plantas con espigas dañadas por *H. zea* en cada estadio fenológico y para cada híbrido.

Luego del análisis del gráfico 5, se puede afirmar que el material genético utilizado provoca cambios en el porcentaje de plantas con espigas dañadas. Si bien todos los híbridos mostraron un comportamiento regular a malo frente a esta variable, el híbrido sin eventos genéticos de control de *H. zea* evidenció mayor cantidad de plantas con espigas dañadas en todos los estadios fenológicos.

Daño promedio por espiga.

En el gráfico 6 el daño esta expresado en número de cuadrados pertenecientes a la cuadrilla utilizada en la medición (Talano y Peper, 2011).

En R4, el mayor daño promedio (8,56) lo presentó el híbrido DK747MGRR y el menor (5,08) el híbrido DK747 VT TRPLE PRO.

En R4-R5, DK747RR fue el híbrido con mayor daño promedio (10,12), con una gran diferencia con el híbrido DK7010 VT TRIPLE PRO el cual presentó el menor valor de daño (5,44).

En R5 y R6 al igual que en R4-R5, el híbrido DK747RR fue el que mayor daño promedio (7,68 y 7,64 respectivamente) por espiga evidenció, aunque en estos estadios fenológicos fue el híbrido DK7210 VT TRIPLE PRO el que presentó los menores daños (3,28 y 3,92).

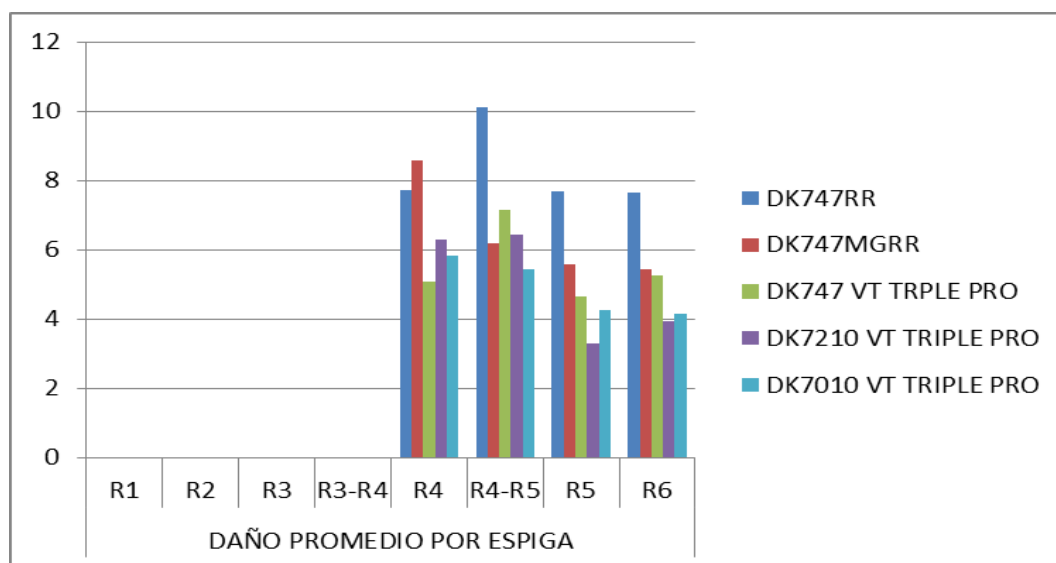


Gráfico 6. Daño promedio por espiga de *H. zea* en cada estadio fenológico y para cada híbrido.

Se evidencia a través del gráfico 6, que los híbridos que poseen eventos genéticos para controlar *H. zea* (DK747MGRR, DK747 VT TRIPLE PRO, DK7210 VT TRIPLE PRO y DK7010 VT TRIPLE PRO) presentaron menores daños que el híbrido que no ofrece control (DK747RR). De esta manera se puede afirmar que, el material genético utilizado influye sobre el daño causado por *H. zea* a la espiga de maíz.

Porcentaje de espigas dañadas con pudrición.

A partir del gráfico 7 se puede observar que en R4 todas las espigas atacadas por larvas de *H. zea* mostraron presencia de hongos sin importar el material genético utilizado.

En R4-R5, el híbrido DK747 VT TRIPLE PRO fue el único material genético que no presentó pudrición en todas las espigas con daño, aunque lo hizo un porcentaje muy alto (95%).

Cuando el cultivo estaba en R5, el porcentaje de espigas dañadas con presencia de hongos más elevado (94%) se evidenció en el híbrido DK7210 VT TRIPLE PRO y el porcentaje más bajo (82%) en los híbridos DK747 VT TRIPLE PRO y DK7010 VT TRIPLE PRO.

En madurez fisiológica (R6), los híbridos DK747MGRR y DK7010 VT TRIPLE PRO presentaron el valor más alto (95%) y el híbrido DK747RR el valor más bajo (76%).

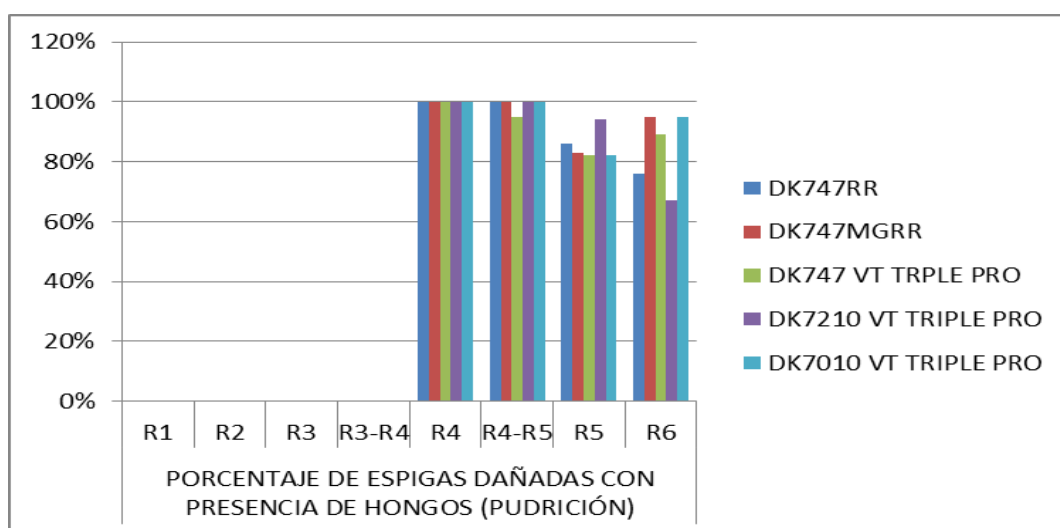


Gráfico 7. Porcentaje espigas dañadas por *H. zea* con presencia de hongos, en cada estadio fenológico y para cada híbrido.

Con los resultados observados en el gráfico 7 se puede confirmar que no existe relación entre el híbrido seleccionado y el porcentaje de espigas con pudrición. Se puede afirmar que el daño causado por *H. zea* favorece el desarrollo de hongos sobre la espiga, ya que en todos los estadios y en todos los tratamientos los porcentajes de espigas con daño que presentan pudrición fueron muy elevados.

Pudrición promedio por espiga.

El gráfico 8 muestra que cuando las plantas se encontraban en R4 el mayor valor de pudrición (9,56) lo presentó el híbrido DK747MGRR y el menor (5,62) el híbrido DK747 VT TRPLE PRO.

En los estadios fenológicos R4-R5, R5 y R6 el híbrido DK747RR mostró los valores más altos de pudrición (11,44, 8,77 y 9,89), mientras que los más bajos se evidenciaron en los híbridos DK7010 VT TRIPLE PRO (6,04), DK7210 VT TRIPLE PRO (4,15 y 4,13) respectivamente.

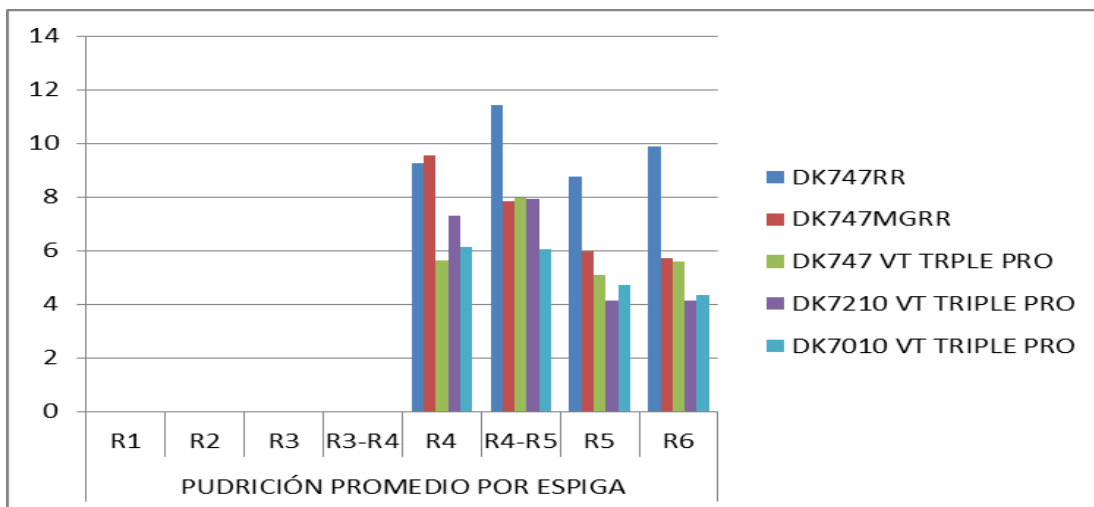


Gráfico 8. Pudrición promedio por espiga para cada estadio fenológico y para cada híbrido.

A través del gráfico 8 se demuestra que la pudrición varía de acuerdo al material genético utilizado ya que el híbrido que no ofrece control a *H. zea*, manifestó los valores más elevados de pudrición.

Es necesario destacar que los híbridos se comportaron de manera similar para las variables daño y pudrición, lo que permite confirmar que mientras mayor es el daño producido por *H. zea* mayor es la superficie afectada por hongos.

Proporción de espiga dañada.

En la tabla 9 se observa que el híbrido DK747RR fue el que presentó el mayor porcentaje de espiga dañada y DK7210 VT TRIPLE PRO presentó el menor valor.

La tecnología VT TRIPLE PRO se comportó de mejor manera que MGRR y a su vez, este se comportó mejor que RR.

Mediante el análisis de la tabla 9, es posible afirmar que la menor proporción de daño sobre la espiga, en los híbridos que poseen eventos genéticos contra *H. zea*, se debe no sólo al menor daño producido por la misma sino también al mayor tamaño de espiga.

Hay que mencionar que para la densidad utilizada (70000 plantas/hectárea), un promedio de 2,5 granos por centímetro cuadrado y un peso de mil granos de 320 gramos, ningún híbrido sufrió una reducción del rendimiento, a causa de *H. zea*, superior al 5%

Tabla 9. Tamaño promedio de espigas, daño promedio en cm² en madurez fisiológica y porcentaje de espiga dañada para cada híbrido.

	TAMAÑO PROMEDIO DE ESPIGA (cm ²)	DAÑO PROMEDIO EN MADUREZ FISIOLÓGICA (cm ²)	PORCENTAJE DE ESPIGA DAÑADA POR <i>Helicoverpa zea</i>
DK747RR	264,5	4,89	1,85%
DK747MGRR	296,32	3,48	1,17%
DK747 VT TRIPLE PRO	331,09	3,35	1,01%
DK7010 VT TRIPLE PRO	326,83	2,51	0,77%
DK7210 VT TRIPLE PRO	350,08	2,66	0,76%

DISCUSIÓN

Los nuevos eventos genéticos incorporados al maíz no afectaron sobre las variables poblacionales, tanto de huevos como de larvas. Esto coincide con lo demostrado en 2008 por Cordova, quién concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas en la población de huevos y larvas de *H. zea* al utilizar distintos híbridos de maíz.

Los porcentajes de plantas con presencia de huevos y larvas no varían con la utilización de distintos híbridos.

El porcentaje de plantas con espigas dañadas fue mayor en el híbrido que no se encuentra protegido genéticamente frente al ataque de *H. zea*, lo que concuerda con lo expuesto por Talano y Peper en 2011, quienes comprueban que los híbridos RR presentan mayor número de plantas con espigas dañadas que los híbridos MGRR y VT TRIPLE PRO.

El daño causado por larvas de *H. zea* fue menor en híbridos que poseen protección genética, lo que corrobora que la magnitud económica del daño ocasionado por *H. zea* está condicionada por el tipo de material genético cultivado (Metcalf y Flint, 1985).

Los porcentajes de espigas dañadas con presencia de hongos fueron superiores al 75% en todos los híbridos. Al igual que Paliwal *et al.* (2001), se afirma que el ataque de *H. zea* favorece el desarrollo de organismos que generan la putrefacción de la espiga.

La pudrición de la espiga del maíz fue mayor en el híbrido que no posee eventos genéticos que lo protegen de *H. zea*, ya que esta variable está directamente relacionada con la variable daño.

Los híbridos que ofrecen control de *H. zea* presentaron menor daño y menor porcentaje de espiga dañada. La tecnología VT TRIPLE PRO se comportó mejor que MGRR y este último mejor que RR, ratificando los resultados obtenidos por Carpane en 2012.

En ningún híbrido el porcentaje de espiga dañada superó el 5%.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permitieron comparar el comportamiento de híbridos de maíz con distintos eventos respecto al ataque de *Helicoverpa zea*. En términos generales, los híbridos con eventos genéticos de control total de *H. zea* se comportaron de mejor manera que los híbridos con control parcial y estos mejor que el híbrido sin control.

La diferencia en el comportamiento de los distintos híbridos se evidencia en la superficie de espiga dañada y con presencia de hongos, concluyendo que los eventos genéticos no influyen sobre variables poblacionales de huevos y larvas de *H. zea*.

Se destaca que, si bien el porcentaje de plantas atacadas por *H. zea* es mayor en el híbrido sin protección genética, no puede afirmarse que los híbridos con protección total y parcial tuvieron buen comportamiento respecto de esta variable.

Algunas recomendaciones acerca de los resultados obtenidos son:

- Continuar realizando estudios referidos al ataque de *H. zea* en el cultivo de maíz con otros híbridos.
- Realizar el mismo ensayo con los mismos tratamientos en campañas siguientes y diferentes regiones.
- Diseñar el experimento de manera que permita realizar un análisis estadístico de los datos obtenidos.
- Aumentar el número de estaciones y plantas muestreadas para minimizar errores de muestro.

Tras la realización de la práctica profesional se puede concluir que:

- Permitió reconocer huevos y larvas de *H. zea* a campo, así como también de otras especies.
- Ayudó a profundizar saberes acerca del cultivo de maíz.
- Aportó nuevos conocimientos pertenecientes al ambiente laboral, como las relaciones interpersonales con otros profesionales, encargados de campo y contratistas.
- Contribuyó a la formación profesional del alumno a través de actividades que permitieron reafirmar conocimientos y poner en práctica métodos y técnicas adquiridas durante la carrera.
- Otorgó al alumno la posibilidad de participar en el proceso de producción de maíz desde la siembra hasta la cosecha.

BIBLIOGRAFÍA

- ABANTO W. y A. MEDINA. 2002. **El cultivo de maíz amiláceo**. Artículo técnico para capacitación. Estación experimental Baños del Inca. Cajamarca. Perú. 19 p.
- ANDRADE, F.H.; A. CIRILO; S. UHART y M. E. OTEGUI. 1996. **Ecofisiología del cultivo de maíz**. Editorial la Barrosa y Dekalb Press, Buenos Aires, Argentina. 292p.
- ARAGÓN, J. 1991. **Desarrollo e implementación de un sistema de alarma con trampas de luz para orugas cortadoras y desfoliadoras**. INTA Marcos Juárez. Córdoba. 7 p.
- ARAGÓN, J.R. 2002. **Guía de reconocimiento y manejo de plagas tempranas relacionadas a la siembra directa**. EEA INTA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina. Agroediciones. 60p.
- ARGENBIO. 2013. **Argentina: Evolución de la superficie cultivada con OGM**. En:http://www.argenbio.org/adc/uploads/imagenes_doc/planta_stransgenicas/1_Grafico_de_evolucion_de_superficie_cultivada_OGM_en_Arg_en_porcentaje.pdf. Consultado: 14-03-2014.
- BELMAN, F. 1989. **Estudio del maíz, departamento de zoología y entomología del Instituto Politecnico de Aalabama**. P 214-219.
- CARPANE, P. 2012. **Rendimiento de las tecnologías VT3P y MGRR2**. TD Maíz Monsanto Argentina. Bs. As. Argentina. 2 p.
- CASTRO, C. 2005. **Maíz genéticamente modificado**. Agrobio. Bogotá D.C., Colombia. 60p
- CORDOVA, M. 2008. **Determinación de los niveles poblacionales y de daño *Heliothis zea* en cinco híbridos de maíz en la zona de Babahoyo**. Tesis de grado. Universidad técnica de Babahoyo, Fac. de ciencias agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica, Babahoyo, Los Ríos, Ecuador. 48p.
- FLORES, F. 2010. **Manejo de plagas en el cultivo de maíz**. EEA INTA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.
En: <http://inta.gob.ar/documentos/manejo-de-plagas-en-el-cultivo-de-maiz-1/>. Consultado: 10-10-2012.
- FLORES, F 2011. **Maíces Bt: manejo de la resistencia de los insectos blanco y nuevos eventos disponibles**. EEA INTA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.
En: <http://inta.gob.ar/documentos/maices-bt-manejo-de-la-resistencia-de-los-insectos-blanco-y-nuevos-eventos-disponibles/>. Consultado 25-03-2014.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 1993. **El maíz en la nutrición humana**. Colección FAO: Alimentación y nutrición, N°25. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, Roma. 172p.

- En: <http://www.fao.org/docrep/t0395s/t0395s00.htm>. Consultado: 18-09-2012.
- IANNONE, N. 2011. **Isoca de la espiga (*Helicoverpa zea*)**.
En:[http://www.agroconsultasonline.com.ar/documento.html/Isoca%20de%20la%20espiga%20\(Helicoverpa%20zea\)%20\(2011\).pdf?op=d&documento_id=291](http://www.agroconsultasonline.com.ar/documento.html/Isoca%20de%20la%20espiga%20(Helicoverpa%20zea)%20(2011).pdf?op=d&documento_id=291).
Consultado: 13-09-2012.
- IANNONE, N y LEIVA, P. **1994 Manejo de insectos plaga del cultivo de maíz**. INTA Pergamino 73p.
- JAMES, C. 2011. **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2010**. ISAAA Brief No. 43. ISAAA: Ithaca, NY.
- METCALF, R. y W. FLINT. 1985. **Insectos Destructivos e Insectos Útiles – Su Costumbre y su Control**. Décimacuarta impresión. Ed. CECS, México. 1208p.
- NAVARRO, R; E. SAINI y P. LEIVA. 2009. **Clave pictórica de polillas de interés agrícola**. INTA Pergamino, Bs. As, Argentina 100p.
- PALIWAL, R.L; G. GRANADOS; H.R. LAFITTE; A.D. VIOLIC y J.P. MARATHEE. 2001. **El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción**. Colección FAO: Producción y protección vegetal, N°28. Roma. 376p.
En: <http://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-maiz-en-los-tropicos.pdf>.
Consultado: 26-09-2012
- POEHLMAN, J.M. 1959. **Breeding Field Crops**. Holt, New York, USA. 427p.
- SAINI, 2005. **Insectos perjudiciales al cultivo de Maíz y sus enemigos naturales**. INTA Castelar, Bs.As, Argentina. 62p.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. 1992. **Estadísticas climatológicas 1981-1990**. Serie B, 37. Fuerza Aérea Argentina, Comando de Regiones aéreas, Buenos Aires. 694 p.
- TALANO P. Y A. PEPER. 2011. **Comparación a campo de las tecnologías MON88017xMON89034 (VT3Pro), MON810xNK603 (MGRR2), NK603 (RR2) y 1507xNK603 (HXRR2) en la región templada argentina- campaña 2010-2011**. TD Maíz Monsanto Argentina. Bs. As. Argentina. 25 p.
- TEJADA, T.1992. **Control de los gusanos de la mazorca del maíz**. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. Lima, Perú. 12p
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). 2014. **Informe mensual de Julio**.
En: <http://www.cotriza.cl/mercado/maiz/internacional/detalle.php>. Consultado: 30-09-2014.

ANEXO 1

Grilla utilizada para la medición de daño y pudrición

