



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Trabajo Final de Graduación

Modalidad Pasantía

Evaluación del nivel de daño de *Spodoptera frugiperda* en diferentes eventos biotecnológicos de *Zea mays*

Alumna: Salomon, Jessica

Asesor: Ing. Agr. (Mgter) Balbi, Celsa Noemí

Año 2017

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) pertenece a la clase *Angiosperma*, subclase *monocotiledoneas*, orden *poales*, familia *poaceae*, subfamilia *panicoideae*. Es el único cereal originario de América y fue introducido a Europa durante la colonización, donde rápidamente se convirtió en un factor clave de la alimentación humana y animal (Andrade *et al.*, 1996), y junto al trigo y el arroz, conforman la base de la alimentación mundial.

Actualmente la población mundial cuenta con alrededor de siete mil millones de personas y se estima que a mediados del presente siglo la misma llegará a los diez mil millones. Esto demuestra la necesidad de aumentar la producción agrícola. La creciente demanda global de alimentos y las limitadas posibilidades de expansión de la frontera agrícola, constituyen el marco para la discusión de la intensificación de la producción de los cultivos. Esta intensificación implica la incorporación de tecnologías y el desarrollo de estrategias de manejo para incrementar los rendimientos por unidad de superficie haciendo un uso más eficiente de los recursos que necesita el cultivo para producir (radiación, agua, nutrientes), pero al mismo tiempo reducir los efectos negativos sobre el ambiente (Salvagiotti, 2009).

Según el ISAAA (Servicio para la Adquisición de Aplicaciones Agro-biotecnológicas), en los últimos 20 años de comercialización de cultivos genéticamente modificados en el mundo, hubo un aumento de la cantidad de hectáreas sembradas con los mismos, pasando de 1,7 millones de hectáreas en 1996 a 179,7 millones durante el 2015, año en el cual alrededor del 50% de las hectáreas sembradas con organismos genéticamente modificados en el mundo correspondieron a soja, 30% a maíz, 14% a algodón y el 5% a canola. Estas superficies significaron el 83%, 29%, 75% y 24% de las áreas totales de cada uno de esos cultivos, respectivamente.

Además, en el 2015 el 57% de la superficie total se sembró con cultivos tolerantes a herbicida (soja, maíz, algodón, canola, alfalfa y remolacha azucarera), el 16% con cultivos resistentes a

insectos-Bt (maíz, algodón, álamo y berenjena), y el 27% con cultivos que contenían ambas características acumuladas (maíz, algodón y soja) (Argenbio,2015).

La Argentina es uno de los países líderes en la utilización en su agricultura de cultivos genéticamente modificados (GM), con más de 22 millones de hectáreas dedicadas a los cultivos de soja, maíz y algodón que utilizan este tipo de tecnologías. El proceso de adopción de las mismas se inició en el año 1996 con la introducción de la primera soja tolerante al herbicida glifosato y ha continuado ininterrumpidamente, con una dinámica de adopción casi sin precedentes a escala mundial y ha llevado, a que, en la actualidad, este tipo de tecnologías se utilicen en prácticamente la totalidad del cultivo de soja, en el 86% del área de maíz y el 99% de la superficie de algodón (Trigo, 2011).

Con casi 24.5 millones de hectáreas en 2015, aproximadamente el 14% de la superficie global, Argentina es el tercer productor mundial de cultivos GM después de Estados Unidos y Brasil. En la campaña 2015/16, el maíz transgénico representó el 96% del área sembrada, de las cuales más del 75% fueron híbridos con características combinadas, y el 25% restante fueron híbridos con tolerancia a herbicidas o con resistencia a insectos, por separados (ArgenBio, 2014; 2016).

Desde la liberación del primer maíz transgénico resistente a lepidópteros, denominado “Maíz Bt”, particularmente efectivo para el control del “barrenador del tallo” *Diatraea saccharalis* en 1998, en el mercado se han ido sucediendo distintos eventos transgénicos que aumentaron la posibilidad de control frente a otras plagas que fueron tomando importancia, como la “oruga cogollera” (*Spodoptera frugiperda*) y la “isoca de la espiga” (*Helicoverpa zea*), debido principalmente al apilamiento de toxinas que expresan las plantas (Balbi y Flores, 2015).

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) particularmente, se convirtió en una de las plagas insectiles polifitófagas de mayor importancia económica en el país, y en la principal del noroeste y noreste argentino (Willink *et al.*, 1990). Esto se debe a que la duración

de su ciclo completo puede ser de 30 a 70 días, dependiendo de las temperaturas, siendo más corto en condiciones de mayor temperatura, por ello en nuestra región el ciclo biológico se ve favorecido desarrollando 6 a 7 generaciones anuales (Murúa, 2014). Ataca fundamentalmente al cultivo de maíz en estadios vegetativos tempranos, aunque puede hacerse presente durante todo el ciclo del cultivo (Murúa *et al.*, 2006), por lo tanto, la plaga puede comportarse como defoliadora, cogollera, cortadora y granívora (Artigas, 1994; Bentancourt & Scatoni, 1996; Clavijo & Pérez Greiner, 2000) y también puede favorecer el ingreso de hongos patógenos a través de los daños causados.

Actualmente, las estrategias más utilizadas para su manejo incluyen el uso de insecticidas químicos y la utilización de maíces transgénicos que expresan toxinas de tipo proteico obtenidas de distintas cepas de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, de allí el nombre de maíces Bt. (Mentaberry & Ghio, 2002).

Los beneficios que presentan estos tipos de plantas se centran en la posibilidad que tiene el agricultor de controlar las plagas con menos aplicaciones de insecticidas y a la vez proveer una protección duradera a lo largo de todo el ciclo del cultivo, lo que constituye además, un beneficio directo para el medio ambiente. En particular, el control eficiente de las plagas permite una máxima expresión del potencial de rendimiento, un manejo más flexible de las fechas de siembra y cosecha, y una mejor calidad del grano. Otra característica muy importante es que la reducción en el nivel de micotoxinas es un beneficio para la salud humana y animal (Hossain *et al.*, 2004).

La tolerancia del maíz Bt a esta plaga, está dada por la introducción de un gen de la bacteria *Bacillus thuringiensis* que codifica la producción de una proteína con actividad insecticida específica. Durante el ciclo de vida de la bacteria, genera dos tipos de toxinas: en la fase vegetativa produce y secreta proteínas Vip (Vegetative insecticidal protein) (Yu, et al., 2011) y en la fase de esporulación, produce esporas e inclusiones cristalinas llamadas proteínas Cry (Bravo,

et al., 2012). Hay varias proteínas Cry (y por lo tanto diferentes genes cry), cada una específica para un tipo o grupo de insectos. Estas proteínas, se activan en el sistema digestivo del insecto y se adhieren a su epitelio intestinal, alterando el equilibrio osmótico del intestino. Esto provoca la parálisis del sistema digestivo del insecto, que deja de alimentarse y muere a los pocos días. Las toxinas son consideradas inocuas para mamíferos, pájaros e insectos “no-blanco”.

Debido a su eficacia, difusión y adopción, los cultivos Bt ejercen alta presión de selección sobre las plagas blanco, y para que esta tecnología sea sostenible en el tiempo, es necesario demorar o prevenir la evolución de la resistencia, que de producirse constituye esto un significativo riesgo ambiental, lo cual es el objetivo del programa de Manejo de la Resistencia a Insectos (MRI) (Andow, 2008).

Los programas de MRI se basan en la rotación de cultivos, buen control de malezas y tratamiento del rastrojo, adecuada implantación del cultivo, monitoreo de plagas; y en el modelo “Alta Dosis+Refugio”. Ésta estrategia se apoya en tres principios: 1- el uso de híbridos con dosis de la toxina al menos 25 veces superior a la concentración necesaria para el control del 99% de los insectos susceptibles; 2- la baja frecuencia inicial del alelo de resistencia (1×10^{-3} en poblaciones naturales), y 3- la siembra del refugio estructurado, con plantas no-Bt (Tabashnik et al., 2004; Andow, 2008; Trumper, 2014).

El refugio consiste en implantar un 10% con un híbrido convencional del total del lote Bt (ASA, 2005) y tiene por objetivo disminuir la aparición de individuos resistentes. Esto permite generar adultos susceptibles que puedan cruzarse con los posibles individuos resistentes surgidos del lote Bt, y así su descendencia sería susceptible. Sin embargo, su adopción en el país fue escasa y aceleró la probabilidad de la aparición de lepidópteros resistentes a las toxinas Bt.

Numerosos casos de resistencia o disminución de los niveles de eficacia han sido reportados frente al ataque de la oruga cogollera (USA-EPA, 2007; Matten et al., 2008; Storer et al., 2010,

2012; Niu, 2014) en los cuales difieren los años transcurridos desde la liberación del evento y las características agroecológicas en donde esa población se desarrolla. En Brasil, Farias *et al.*, (2014) determinaron distintos niveles de susceptibilidad de *S. frugiperda* a la proteína Cry1F y su disminución a través de los años. En Argentina, Giaveno *et al.*, (2010) determinaron valores de mortalidad del 86,5 %, 85,7 %, 92 % y 68 % de larvas de *S frugiperda* en infestaciones a campo de materiales MaízGard® (MG), Agrisure® TD/TG (TD TG), Herculex® (HX) y Convencional respectivamente, destacando menores valores de consumo foliar en materiales transgénicos en ensayo de laboratorio. Por su parte, Massoni *et al.*, (2014) determinaron niveles de daño del 34 %, 15 % y 1 % para el mismo evento según sea Convencional, MG y VT Triple pro (VT 3Pro) con nivel de daño superior a 3 según escala de Davis en evaluación a campo. Dichos resultados expresan una diferencia del 19% de daño entre un material MG y Convencional. Flores y Balbi (2014) encontraron diferencias en el porcentaje de plantas infestadas con *Spodoptera frugiperda* de 4 %, 6 %, 21 %, 68 %, 92 %, 100 % en un ensayo en laboratorio con respecto al Testigo convencional cuando se evaluaron materiales TD, HX, MG, VT3Pro, PowerCore® (PW) y Viptera respectivamente.

Estos antecedentes descriptos indican que en diferentes regiones del país el aumento de los niveles de tolerancia a las proteínas insecticidas es un proceso que está en evolución, pero el impacto sobre el rendimiento dependerá del material genético en el que se encuentra el evento, el nivel de infestación de la plaga, las condiciones en los que se desarrollan los cultivos y el manejo de los mismos.

Sin embargo, en la región centro oeste chaqueño se desconoce el nivel de daño alcanzado a causa de *Spodoptera frugiperda* para las distintas tecnologías presentes en el mercado.

Por lo tanto, en el presente trabajo se pretende cuantificar el daño por comparación del mismo en cuatro eventos biotecnológicos diferentes: VT3Pro, PW, VIP3 y LEPTRA.

OBJETIVO

Estimar el nivel de daño producido en diferentes eventos biotecnológicos, representados en distintos híbridos comerciales de maíz (*Zea mays*) ante la presencia de *Spodoptera frugiperda*, en la región central chaqueña.

LUGAR DE TRABAJO

Se eligieron tres campos ubicados en diferentes localidades de la provincia del Chaco para realizar las parcelas de ensayos.

Dergang es un campo situado al noroeste de la localidad de Las Breñas, departamento 9 de Julio, el campo Vicentin se encuentra sobre la ruta 16, a 8 Km al sureste de la localidad de Río muerto y Marinich está situado a 20 km al sureste de la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña, departamento Comandante Fernandez, (Fig. 1).

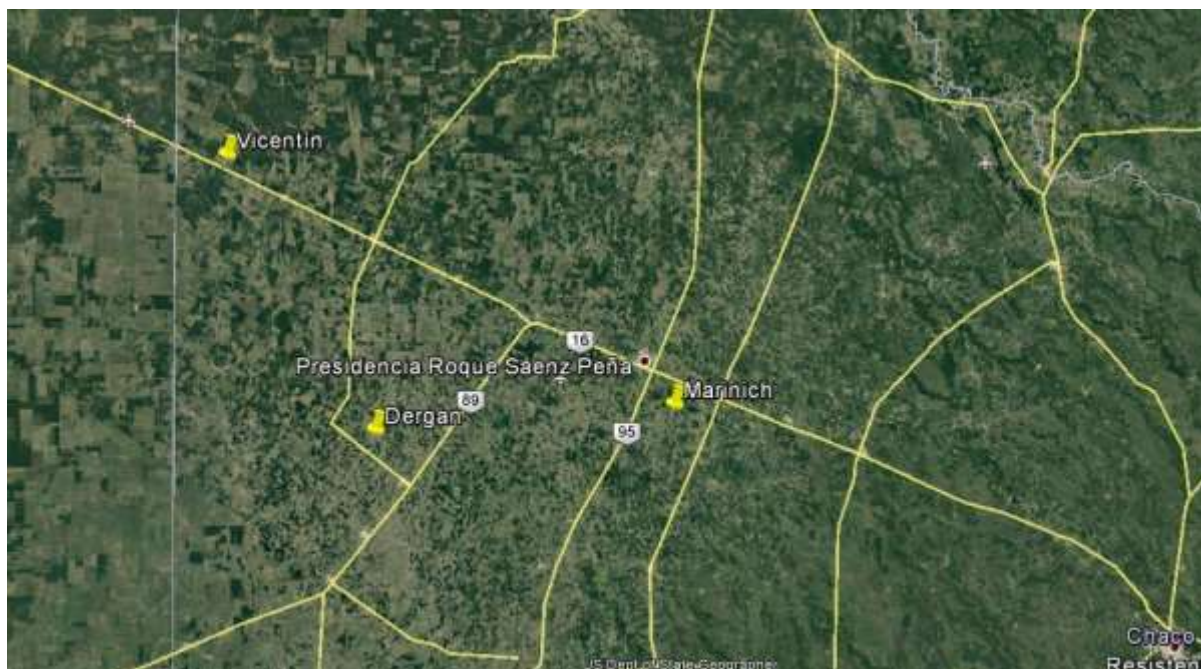


Fig 1 Ubicación de los campos donde se llevó a cabo la pasantía.

Tanto Dergang como Marinich son campos que vienen de muchos años de agricultura poco conservacionista, lo que nosotros llamamos campos chacreados, por ello es que ambos fueron fertilizados con nitrógeno en forma de Urea, ya que de no hacerlo los rendimientos de maíz no exceden los 40 quintales. Por el contrario, Vicentin es un campo con menos de 15 años de agricultura, la misma siempre realizada de forma conservacionista, por ello no se acostumbra a la fertilización, ya que la respuesta a la misma es bastante errática dado que la disponibilidad de nitrógeno aun es suficiente para obtener rindes aceptables entre 70 y 90 quintales.

En las Fig.2, 3 y 4 se presentan con marcos rojos las superficies totales correspondientes a los campos mencionados y dentro de ellos, se enmarcan en amarillo las parcelas utilizadas para realizar las distintas fechas de siembra del ensayo.



Fig 3. Parcela dentro del campo donde se realizó el ensayo. Campo Vicentin.



Fig 2 Parcela dentro del campo donde se realizó el ensayo. Campo Dergang

*Fig 4 Parcela dentro del campo donde se realizó el ensayo.
Campo Marinich.*



TAREAS DESARROLLADAS

Como primera instancia, se investigó sobre los eventos biotecnológicos presentes en el mercado, y se tomó la decisión de evaluar aquellos más utilizados por los productores de la zona hoy en día, estos son: VT3Pro perteneciente a la marca Dekalb, PW perteneciente a Dow Agrosiences, Viptera que corresponde a Syngenta y una tecnología lanzada recientemente al mercado por la firma DuPont-Pionner denominada Leptra. De esta manera, se evaluaron cuatro eventos biotecnológicos representados en diferentes híbridos comerciales, en comparación con un testigo sin evento Bt, que fue RR2 de Dekalb.

Una vez tomada la decisión se comenzó a indagar sobre que eventos presentaban dichos materiales y que características les conferían los mismos. En el cuadro 1 se presenta un breve resumen de la bibliografía consultada.

Marca	Tecnología	Evento	Plaga Blanco		Tolerancia Herbicida
	RR2	NK603	NO		GLIFOSATO
	VT3P	MON89034	<i>Diatraea saccharalis</i>	LEPIDÓPTEROS	GLIFOSATO
			<i>Helicoverpa zea</i>		
			<i>Spodoptera frugiperda</i>		
		MON88017	<i>Diabrotica spp.</i>	COLEÓPTEROS	
	PW	MON89034	<i>Diatraea saccharalis</i>	LEPIDÓPTEROS	GLIFOSATO Y GLUFOSINATO
			<i>Helicoverpa zea</i>		
			<i>Spodoptera frugiperda</i>		
		TC1507	<i>Diatraea saccharalis</i>		
			<i>Helicoverpa zea</i>		
			<i>Spodoptera frugiperda</i>		
	VIP3	MIR162	<i>Diatraea saccharalis</i>	LEPIDÓPTEROS	GLIFOSATO Y GLUFOSINATO
			<i>Helicoverpa zea</i>		
			<i>Spodoptera frugiperda</i>		
			<i>Agrotis ipsilon</i>		
		Bt11	<i>Diabrotica spp.</i>		
	LEPTRA	MON810	<i>Diatraea saccharalis</i>	LEPIDÓPTEROS	GLIFOSATO Y GLUFOSINATO
		TC1507	<i>Diatraea saccharalis</i>		
			<i>Helicoverpa zea</i>		
			<i>Spodoptera frugiperda</i>		
		MIR162	<i>Diatraea saccharalis</i>		
			<i>Helicoverpa zea</i>		
			<i>Spodoptera frugiperda</i>		
			<i>Agrotis ipsilon</i>		

Cuadro 1. Características de los distintos eventos evaluados

Los ensayos se implantaron mediante siembra directa y en diferentes fechas en cada uno de los campos, comenzando a mediados del mes de diciembre 2016 y realizando las ultimas siembras a finales de enero 2017, generando de esta manera situaciones ambientales distintas.

Todos los ensayos se sembraron respetando un diseño experimental de seis surcos por híbrido distanciados a 0.52 m, con 3.2 semillas/m lineal y 300 m de largo. La separación entre fechas de siembras se realizó con doce surcos de bordura.

Dekalb	Pionner	Syngenta	Dow	Dekalb
73-10	30F53	NK139	507	73-10
Testigo (RR)	Leptra	Viptera	Power Core	VT Triple Pro

Fig 5 Esquema de implantación de los distintos híbridos en el campo

Las mediciones se tomaron durante el ciclo vegetativo del cultivo, en los dos surcos centrales, en 20 plantas, analizadas en 3 estaciones de muestreos diferentes, que hicieron a un total de 60 plantas evaluadas por híbrido, utilizando como unidad de muestreo una planta y evaluando el nivel de daño presente mediante la escala de “Davis” (Davis *et al.*, 1992).

Esta escala cualitativa (de 0-9), permite evaluar visualmente el daño provocado por la alimentación de las larvas en el cogollo y las hojas no desplegadas, donde **0-1**: Sin daño, o con lesiones como las que hace un alfiler; **2-4**: Lesiones tipo “ventanita” o lesiones circulares pequeñas (de 1 a 1,5 mm de diámetro aproximadamente) y/o pocas lesiones alargadas pequeñas

(1 a 3 cm) sin membrana epidérmica consumida (raspado sin agujero); **5-6:** Agujeros de diferentes tamaños, daño en el cogollo visible con signos de poca cantidad de heces de consistencia blanda (todavía no es tapón tipo aserrín); **7-8-9:** Destrucción evidente del cogollo en diferentes grados, con tapón de heces tipo aserrín.

En el campo Dergang se realizaron tres ensayos sembrados las fechas: 13/12/2016, 30/12/16 y 18/01/2017. El dueño del campo estuvo a cargo de la siembra y siguió el protocolo establecido previamente para la misma. Se estuvo presente cuando el cultivo estaba aproximadamente en V2 y V3, según escala de Ritchie & Hanway (1982), esto es, cuando el cultivo presentó la 2° y 3° hoja desarrollada considerando una hoja completamente desarrollada cuando es visible el collar de la misma (F. Andrade et al., 1996), donde se realizó una fertilización al voleo con una dosis de 100 kg/ha de Urea.

Las mediciones se llevaron a cabo cuando los híbridos se encontraban en los estadíos V10, V8 y V8 respectivamente.

Al momento de la toma de datos de la primera fecha de siembra se observó que los daños causados por la plaga en cuestión no resultaron de gran impacto, solo el material testigo contó con un 42% de plantas dañadas, con valores en la escala de Davis mayor o igual a 3. Las dos tecnologías que llevan más años en el mercado, son Power Core y VT3Pro, las cuales presentaron 12% y 9 % de daño respectivamente, en cambio las biotecnologías Viptera y Leptra no tuvieron daño alguno.

Cabe aclarar que se hace alusión a plantas dañadas con escala de Davis 3 o más, ya que en toda la bibliografía que se consultó durante este tiempo establece que cuando una planta presenta daño correspondiente al nivel 1 ó 2 de la escala de Davis, el rendimiento no se vería afectado si no progresa por presencia de la larva en el cogollo. Esto ocurre debido a que en los estadíos iniciales la oruga se encuentra expuesta a factores de mortalidad, los cuales engloban

el efecto de la toxina del evento y también otros como predación o parasitismo ocasionado por enemigos naturales y además que generalmente la planta tiene gran parte de su ciclo por delante para recuperar esa escasa cantidad de área foliar perdida por consumo. En cambio, cuando el daño alcanza o supera el valor 3 en la escala, los riesgos de pérdida de rendimiento se incrementan.

Para las siguientes fechas de evaluación se vio un gran aumento en el porcentaje de plantas dañadas y en el nivel de daño que presentaron las mismas llegando el testigo en la última fecha de siembra a presentar un 95% de plantas atacadas con alto nivel de daño. También las biotecnologías PowerCore y VT3Pro aumentaron sus porcentajes de plantas dañadas. Por su parte, Viptera y Leptra siendo muy eficaces en el control, presentaron el 100% de sus plantas evaluadas con nivel de daño 0.

En el cuadro anexo se presentan los resultados de las tres mediciones con el número, y porcentaje correspondiente, de plantas dañadas, según la escala de Davis.



Fig 7 Planta de maíz con nivel de daño 7, según escala de Davis.



Fig 6 Planta de maíz con nivel de daño 6, según escala de Davis.



Fig 8 Planta de maíz con nivel de daño 2,, según escala de Davis.



Fig 9 Planta de maíz con nivel de daño 9, según escala de Davis.

En el campo de Vicentin se realizaron tres fechas de siembra distintas: 13/12/2016, 5/01/2017 y 24/01/2017, evaluadas en los estadios V10, V11 y V10 respectivamente. En dicho campo se estuvo presente en las dos últimas fechas de siembra, la misma se realizó con una sembradora Dolbi neumática de 26 surcos, nueva, sin fertilizador, ya que como veíamos antes este campo no realiza dicha práctica.

Para realizar la siembra de los diferentes híbridos se cargaron las semillas en los tachos presentes en los cuerpos de la sembradora: del 1-6 con semillas del testigo, del 7-12 del híbrido 30F53 Leptra, del 13-18 con el híbrido NK139 Viptera, 19-24 llevó semillas de 507 Power Core y los dos últimos tachos tenían semilla de 73-10 VT3P, el cual completó los 6 surcos en la vuelta siguiente. Al llegar a la cabecera se limpiaron los cuerpos de la sembradora quitando la tapa del dosificador neumático y dejando caer todas las semillas de allí dentro. Para la segunda vuelta se completaron los 4 surcos que faltaban del híbrido 73-10 y se realizaron los 12 surcos de bordura con una mezcla de las semillas sobrantes.

Al realizar las mediciones en la primera fecha de siembra se tuvo la impresión de que el ataque de *Spodoptera frugiperda* había sido muy alto, al acercarnos al ensayo se vió que los ataques altos eran de chinche, las cuales habían estado presente en la emergencia y primeros estadios del cultivo, succionando la savia de las primeras hojas y de las que se encontraban en formación, las cuales al desplegarse presentan, generalmente 4 orificios en forma simétrica, dando alusión a que la hoja estaba cerrada en el momento del ataque, con un halo clorótico bien marcado. Este daño para algunos productores al no tener conocimiento es confundido con el daño de *Spodoptera*.

Fig 11 Daño simétrico con halo clorótico causado por chinche



Fig 10 daño causado por larva de Spodoptera frugiperda



Los datos obtenidos en las diferentes mediciones se encuentran en el cuadro anexo 2. Se observó que el testigo siempre presentó entre un 50 a 60% de plantas afectadas. En cambio, en la época de siembra intermedia las tecnologías VT3Pro y Power Core presentaron los mismos porcentajes de plantas dañadas que en la primera fecha de siembra, 21.67% y 31,67% respectivamente, sin embargo el nivel de daño fue mayor presentando plantas con escala de Davis mayor o igual a 7, con daños en el cogollo.

Con respecto a las nuevas tecnologías Viptera y Leptra se notó que en todas las situaciones tuvieron casi el 100% de efectividad contra la plaga. Se encontró una sola planta en la franja correspondiente al híbrido de Leptra con nivel de daño 3, lo cual se desconfía puede deberse a una contaminación del híbrido con semilla sin biotecnología presente, lo mismo observamos para los daños encontrados en el material Viptera que presentó dos plantas con daño 6 y 7 según escala de Davis. Si bien es muy bajo el porcentaje de daño, las demás plantas se encontraban en perfecto estado sin daño alguno y no se pudo constatar si eran o no plantas que tenía realmente la tecnología presente. Sin embargo, el INASE (Instituto Nacional de Semillas) permite tener hasta un 5% de semillas del híbrido correspondiente sin evento transgénico.

En el campo Marinich a diferencia de los anteriores se realizaron solo dos fechas de siembra 15/12/2016 y 27/01/2016 evaluadas en los estadios V9 y V11 respectivamente.

Se estuvo presente en la siembra de la segunda fecha, la misma fue realizada con una sembradora Agrometal de 12 surcos con fertilizador al costado de la línea y utilizamos placas número 11.5 x 5.5. La fertilización se realizó con una dosis de 120 kg/ha de Urea.

Los híbridos fueron sembrados respetando el esquema antes presentado, de a dos por pasada de máquina, al finalizar los 300 m de siembra se limpiaron los cuerpos de la sembradora con una sopladora/aspiradora marca Still, para no contaminar la próxima línea de siembra con los materiales anteriores.

Cabe aclarar que ninguna de las parcelas correspondientes a los ensayos se trató con insecticidas con el fin de no modificar el nivel de población de la plaga.

Al realizar las mediciones se observó que los daños en el presente campo eran mayores a los que se venían cuantificando en los demás lotes. El testigo presentó en la evaluación de ambas fechas de siembra un porcentaje de daño mayor a 88%. Además, se concluyó que al retrasar la

fecha de siembra, las tecnologías PowerCore y VT3Pro se vieron más afectadas, presentando un 50% y 48.3% de plantas con daños según escala de Davis mayor o igual a 3 respectivamente.

COMENTARIOS

Por lo expuesto considero que la escala de Davis es una herramienta sencilla para la estimación del nivel de daño de la plaga, resultando muy productiva a la hora de realizar las mediciones en el campo.

Esta pasantía fue de gran valor ya que me permitió afianzar los conocimientos adquiridos a través del cursado de la carrera y adquirir experiencia en el manejo del cultivo de maíz, así como también en la medición del nivel de daño ocasionado por *Spodoptera frugiperda*. Además, tanto lo observado durante la campaña como por los comentarios de técnicos de la zona, concluimos que al retrasar la fecha de siembra los daños no necesariamente son mayores, como leemos en las bibliografías referidas a la zona núcleo y sur de nuestro País, donde las condiciones de temperatura y humedad difieren ampliamente del nordeste argentino.

En la zona norte el nivel poblacional de la plaga no sigue un patrón específico.

BIBLIOGRAFÍA CITADA Y CONSULTADA

Andow, D.A. 2008. The risk of resistance evolution in insects to transgenic insecticidal crops. *Collection of Biosafety Reviews* 4:142-199.

Andrade, F.; A. Cirilo; S. Uhart y M. Otegui, 1996. *Ecofisiología del cultivo de maíz*. Editorial Médica Panamericana.

Artigas, J. N. 1994. *Entomología Económica. Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos)*. Vol. 2. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción.

ArgenBio, A.S.A, Casafe. 2014. *Tecnologías para una agricultura sustentable*. Biotecnología Agrícola, 72 p.

ArgenBio 2015. (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología), www.argenbio.org

ArgenBio, 2016. Cultivos aprobados y adopción. <http://www.argenbio.org/index.php?action=cultivos&opt=5>.

A.S.A. (Asociación Semilleros Argentinos) 2005. Claves para un buen manejo del maíz Bt. <http://programamri.com/notas/16/Claves-para-un-buen-manejo-del-Maz-Bt>

Balbi, E., Flores, F. Evaluación del daño causado por el “Cogollero de maíz” (*Spodoptera frugiperda*) y presencia de la “Isoca de la espiga” (*Helicoverpa zea*) en diferentes híbridos de maíz transgénico. *Maíz Actualización* 2014. Informe de actualización técnica N° 31. INTA Marcos Juárez.

Bentancourt, C. M. y Scatoni I. B. 1996. *Lepidópteros de importancia económica. Reconocimiento, biología y daños de las plagas agrícolas y forestales*. Hemisferio Sur, Montevideo.

Bravo, A.; Gomez, I.; Porta, H.; García-Gómez, B; Rodríguez-Almazan, C. Pardo, L. & M. Soberón, 2012. Evolution of *Bacillus thuringiensis* Cry toxins insecticidal activity. Microbial Biotechnology 6:17-26.

Casmuz, A., Juárez M. L., Socías M. G., Murúa M. G., Prieto S., Medina S., Willink E. y Gastaminza G. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina vol.69 no.3-4 Mendoza jul./dic. 2010.

Clavijo, S. y Pérez Greiner, G. 2000. Protección y Sanidad Vegetal (Capítulo 6). En: Fontana Nieves, H. & C. González Narváez (eds.), Insectos plagas del maíz (Sección 2). Fundación Polar, Caracas, Venezuela, pp. 345-361.

Farias, J. R.; Horikosii, J. R.; Santos, C. A. y Omoto, C. 2014. Geographical and Temporal Variability in Susceptible to Cry 1F Toxin from *Bacillus thuringiensis* in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Population in Brasil. J. Economic Entomolgy. 107 (6) 2182-2189.

Giaveno, C.D.; Paravano, A.S.; Cella, M. y Curis, C. 2010. Efecto de diferentes maíces Bt en la biología de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Revista FAVE-Ciencias Agropecuarias 9 (1-2).

Hossain, F., Pray, C. E., Lu, Y., Huang, J., Fan, C. y Hu, R. 2004. Genetically modified cotton and farmers' health in China. Int. J. Occup. Environ. Health. 10: 296-303.

Massoni, F.A.; Schlie G.; Frana, J.E. Evaluación del daño causado por insectos lepidópteros en híbridos de maíz bt (vt triple pro y mg) y convencional, y determinación del impacto sobre el rendimiento. Boletín Oficial de INTA EEA Rafaela. 2014.

Mentaberry, A. y Ghio, S. 2002. Avances biotecnológicos en maíz. En: Vaquero, P. (ed.), Guía Dekalb del cultivo de maíz, Monsanto Argentina S.A., Buenos Aires, pp. 35-41.

Murúa, M. G. y. Baigorí, M. 2004. Identificación de biotipos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en Argentina. En: Actas del VIII Congreso Argentino de Ecología, Mendoza, Argentina, 2004, pp. 111.

Murúa, M. G., Molina-Ochoa, J y Coviella, C. 2006. Population dynamics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and its parasitoids in Northwestern Argentina. Fla. Entomol. 89 (2): 175-182.

Niu, Y., Yang, F., Dangal, V. y Huang, F. 2014. Larval survival and plant injury of Cry 1F-susceptible, resistant, and heterozygous fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on non-Bt and Bt corn containing single or pyramided genes. Crop Protection 59, 22-28.

Rubin, L.A. Manejo da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae), na cultura do milho. 2010.

Salvagiotti, F. Rendimientos potenciales en maíz. Brechas de producción y prácticas de manejo para reducirlas. Para mejorar la producción 2009 - INTA Oliveros 41[MAIZ], 61-66.

Storer, N.P., Babcock, J.M., Schlenz, M., Meade, T., Thompson, G.D., Bing, J.W., Huckaba, R.M., 2010. Discovery and characterization of field resistance to Bt maize: *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Puerto Rico. J. Economic Entomology. 103, 1031-1038.

Storer, N. P.; Kubizak, M. E.; King, E.; Thompson, G. D. y Santos, A. C. 2012. Status of resistance to Bt maize in *Spodoptera frugiperda*: Lessons from Puerto Rico. Journal of Invertebrate Pathology 110. 294-300.

Sosa, M. A. 2012. Daño por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz bajo siembra directa en diferentes épocas en el noreste santafesino. Boletín oficial, INTA EEA Reconquista. Revista de Educación y Divulgación de la Ciencia, Tecnología e Innovación.

Tabashnik, B.E; Gould, F. y Carrie, Y. 2004. Delaying evolution of insect resistance to transgenic crops by decreasing dominance and hereditability. Journal of Evolutionary Biology 17: 904-12.

Trigo, E.J. 2011. Quince Años de Cultivos Genéticamente Modificados en la Agricultura Argentina. 52 p.

Trumper, E.V. 2014, Resistencia de insectos a cultivos transgénicos con propiedades insecticidas. Teoría, estado del arte y desafíos para la República Argentina. AgriScientia 31 (2): 109-126.

USA-EPA (United States Environmental Protection Agency), 2007. Review of Dow AgroScience's (and Pioneer HiBred's) Submission (Dated July 12, 2007) Regarding Fall Armyworm Resistance to the Cry1F Protein Expressed in TC1507 Herculex I Insect Protection Maize in Puerto Rico (EPA Registrations 68467e2 and 29964-3). DP Barcode: 342635. Decision: 381550. MRID#: 471760-01. US EPA, Washington, DC, USA.

Willink, E., Costilla M. A. y Osoreo, V. M. 1990. Principales plagas del maíz: Daños, pérdidas y recomendaciones para la siembra. Avance Agroindustrial. Alo II (42):17-19.

Yu, X.; Zheng, A.; Zhu, J.; Wang, S.; Wang, L.; Deng, Q. Li, S., Liu, H. & P. Li. 2011. Characterization of vegetative insecticidal protein vip genes of *Bacillus thuringiensis* from Sichuan Basin in China. Current Microbiology 62: 752-757.

Zenner de Polanía, Arévalo H. A. y Mejía R. El gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) y algunas plantas transgénicas. Revista colombiana de ciencias hortícolas - vol. 1 - no.1 - pp. 103-113, 2007.

OPINIÓN DEL ASESOR

La pasante Srita. Jessica T. Salomón se ha desarrollado con total solvencia tanto en el campo teórico disciplinar como en las aplicaciones prácticas a campo, fue muy comprometida y trabajó con mucho entusiasmo. Además de tener buena predisposición y contracción al trabajo tuvo buenas relaciones interpersonales con los Productores donde desempeñó sus actividades de Pasantía.

Ing. Agr. (Mgter) Celsa Noemi Balbi