

## EFECTO DE DISTINTOS EVENTOS BIOTECNOLÓGICOS DE MAÍZ EN EL CONSUMO Y MORTALIDAD DE LA “ORUGA CORTADORA ÁSPERA” (*Agrotis robusta*)

### EFFECT OF DIFFERENT BIOTECHNOLOGICAL EVENTS OF CORN IN THE CONSUMPTION AND MORTALITY OF THE HARSH CUTWORM (*Agrotis robusta*)

Pirchio, Bruno Andrés<sup>1\*</sup>, Fernández Madrid, Segundo<sup>1</sup>,  
Corró Molas, Andrés<sup>1,2</sup>, y Baudino, Estela Maris<sup>1</sup>

Recibido 24/06/2019  
Aceptado 20/12/2019

#### RESUMEN

*Agrotis robusta* es una especie perteneciente al complejo de orugas cortadoras que provocan daños en cultivos de la Región Semiárida Pampeana. Una herramienta utilizada para el control de lepidópteros son los “maíces Bt”, cultivos transgénicos que incorporan proteínas insecticidas de la bacteria *Bacillus thuringiensis*. El objetivo fue determinar el efecto de distintos eventos biotecnológicos de maíz sobre el consumo de área foliar, peso y mortandad de larvas de *Agrotis robusta*. Para ello se alimentaron larvas durante 10 días con tejido foliar procedente de cinco híbridos de “maíz Bt”: Herculex(HX), Maizgard(MG), Powercore(PW), Agrisure Viptera3(VIP3), VT Triple Pro(VT3P), un maíz sin eventos transgénicos para resistencia a insectos (NBT) y un tratamiento blanco con quinoa silvestre (Q). Se dispuso un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones. Se evaluó el peso de larvas, consumo y mortandad. Los híbridos de maíz PW, VT3P y VIP3, que incorporan más de una toxina Bt, producen disminución del consumo de área foliar y pérdidas de peso en larvas de *A. robusta*. La mayor mortandad se observa en el tratamiento PW, seguido por VT3P y VIP3. Los híbridos MG y HX registran un consumo de área foliar, peso y mortandad de larvas similar al tratamiento NBT.

**PALABRAS CLAVE:** maíz transgénico; orugas cortadoras; consumo; peso; mortandad

#### ABSTRACT

*Agrotis robusta* is a species of moth belonging to the complex of cutworms that cause damage in summer crops in the Región Semiárida Pampeana. A tool used to control Lepidoptera are the “Bt corn”, transgenic crops that incorporate insecticidal proteins from the bacterium *Bacillus thuringiensis*. The objective of this work was to determine the effect produced by different biotechnological events of corn on the consumption of leaf area, weight and mortality of *Agrotis robusta* larvae. For this, larvae were fed for 10 days with foliar tissue from five hybrids of “Bt corn”: Herculex(HX), Maizgard(MG), Powercore(PW), Agrisure Viptera3(VIP3), VT Triple Pro(VT3P), corn without transgenic events for insect resistance (NBT) and a blank treatment with wild quinoa (Q). An experimental design in random blocks with three repetitions was arranged. The weight of the larvae, consumption and mortality was evaluated. The PW, VT3P and VIP3 corn hybrids, which incorporate more than one Bt toxin, produce a decrease in leaf area consumption and weight loss in *A. robusta* larvae. The highest mortality is observed in the PW treatment, followed by VT3P and VIP3. The hybrids MG and HX record a consumption of leaf area, weight and mortality of larvae similar to the NBT treatment.

**KEY WORDS:** transgenic corn; cutworm; consumption; weight; mortality

#### INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cultivos que más se produce en el mundo y es de gran importancia

económica en nuestro país, ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de productos industriales. Se cultiva principalmente en el norte y sureste de la Provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe, sur de Córdoba y norte de La Pampa. La superficie sembrada en la campaña 2015/16 se estimó en 6,9 millones de hectáreas (Minagri, 2017) y con

#### Cómo citar este trabajo:

Pirchio, B. A., Fernández Madrid, S., Corró Molas, A., y Baudino, E. M. (2019). Efecto de distintos eventos biotecnológicos de maíz en el consumo y mortalidad de la “oruga cortadora áspera” (*Agrotis robusta*). *Semiárida*, 29(2), 43-50.

1 Universidad Nacional de La Pampa. Facultad de Agronomía. Santa Rosa. Argentina.  
2 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. AER General Pico. La Pampa. Argentina.  
\* bruno.pirchio02@gmail.com



un rendimiento promedio de 76 qq.ha<sup>-1</sup>. En nuestro país, los rendimientos promedio han crecido en los últimos 30 años a una tasa del 2,9 % anual (Eyhérbide, 2015) gracias a logros alcanzados en mejoramiento genético, complementaciones biotecnológicas y una rápida adopción de tecnologías de insumos y procesos.

Actualmente, sobre la Región Semiárida Pampeana se vienen reportando importantes daños en cultivos de verano ocasionados por el complejo de orugas cortadoras. Este complejo comprende especies que se alimentan de raíces o brotes de plantas herbáceas y normalmente cortan los tallos tiernos a ras del suelo (Baudino, 2006). Este complejo está integrado por: *Agrotis malefida*, *Feltia gypaetina* (ex *Agrotis gypaetina*), *F. deprivata* (ex *Pseudoleucania bilitura*) y *Peridroma saucia* (Baudino, 2004). Aunque recientemente San Blas & Barrionuevo (2013) encontraron que la especie *Agrotis malefida* presenta baja frecuencia en las regiones agrícolas, y es confundida en muchos trabajos con la especie *Agrotis robusta*, conocida como “oruga cortadora áspera”, de gran importancia económica en América del Sur.

El aumento poblacional de estas orugas se explica por el aumento de la superficie bajo sistema de siembra directa (Aragón, 2000). Los escapes en el control de malezas durante el invierno seguramente han colaborado para que se evidenciaran problemas que años atrás eran escasos (Aragón, 1997). Por otra parte, se sabe que el cultivo antecesor influye sobre la densidad de orugas cortadoras. Lotes con rastrojo de soja presentan mayor densidad de orugas cortadoras que rastrojos de girasol y maíz (Corró Molas et al., 2017). El aumento de la incidencia de estas plagas está obligando a las instituciones y productores a profundizar el manejo integrado de plagas (MIP), ya sea atrasando fechas de siembra, implementando el control biológico y/o utilizando cultivos genéticamente modificados. Con éstas y otras tácticas se busca maximizar la acción de los factores de mortalidad natural y minimizar el uso de biocidas químicos. El control principal que se realiza contra orugas cortadoras es químico, mediante cebos tóxicos o

pulverizaciones con biocidas (Villata & Ayassa, 1994; Aragón & Imwinkelried, 1995).

En los últimos años se han presentado serios problemas para controlar las poblaciones de estos insectos plagas, ocasionando pérdidas directas por deficiencias de control y/o pérdidas indirectas por un mayor uso de insecticidas y consecuentemente un aumento en los costos de producción del cultivo. Se estima que una larva, durante su desarrollo, puede destruir 10 plantas de girasol como mínimo, dependiendo del estado del cultivo y la densidad de malezas (Aragón, 1999). Se recomienda el control químico cuando se comprueba que existe del 3 al 5 % de plántulas cortadas y la presencia de 3 orugas cada 100 plantas (Aragón, 1985).

Una herramienta disponible al alcance de los productores son los cultivos transgénicos, tal es el caso de los “maíces Bt” que incorporan por medio de ingeniería genética proteínas insecticidas de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Gram positiva). La susceptibilidad y el rechazo de las plagas al maíz Bt son dos factores significativos a considerar en el manejo de estas plantas (Binning, 2013). Los maíces Bt disponibles en el mercado presentan efectos de control sobre *Diatraea saccharalis* (barrenador del tallo), pero se diferencian en el comportamiento frente a otras plagas. En la actualidad, el uso de estos eventos debe apoyarse en el monitoreo del lote y, eventualmente, el control químico (Guarino & Satorre, 2015). Cabe destacar que, como tecnología de control *per se*, el Bt no es una herramienta que cumpla con esta función, debido al inevitable daño que ocasionan en el cultivo.

La característica principal de *B. thuringiensis* es que durante el proceso de esporulación produce una inclusión parasporal formada por uno o más cuerpos cristalinos de naturaleza proteica que son tóxicos para distintos invertebrados, especialmente larvas de insectos. Estas proteínas se llaman “Cry” (del inglés Crystal) y constituyen la base del insecticida biológico más difundido a nivel mundial. Otro tipo de proteínas Bt descubiertas son las llamadas “Vip” (del inglés, Vegetative insecticidal proteins) que forman parte de las

estructuras cristalinas que aparecen durante la fase vegetativa de la bacteria y que poseen la peculiaridad de actuar sobre sitios de acción distintos al de las proteínas Cry (Sauka & Benintende, 2008).

La incorporación de al menos dos toxinas Bt, a los efectos de evitar la resistencia a las distintas toxinas, se conoce como "piramidación". Cada toxina debe conferir alta toxicidad con diferentes modos de acción para una misma plaga blanco. El uso de eventos piramidados constituye una herramienta potente para minimizar la tasa de evolución de resistencia (Trumper, 2014).

La primera tecnología de maíz con resistencia a lepidópteros en alcanzar amplia difusión en Argentina fue Maízgard aprobado para el control de *Diatraea saccharalis* en 1998. Seguido a éste, apareció la tecnología Hérculex que sumó protección conjunta contra *Spodoptera frugiperda* y *Diatraea saccharalis*, aprobado en el 2005. El primer híbrido de maíz genéticamente modificado con eventos piramidados se aprobó en 2007 y desde entonces constituye una estrategia comercial cada vez más utilizada por las empresas semilleras dada la flexibilidad que otorga al permitir acumular las características más apropiadas a cada agroecosistema (Flores & Parodi, 2011). La especie *Agrotis robusta* no es el blanco principal para estas biotecnologías.

Debido a la gran cantidad de tecnologías Bt disponibles en maíz y a que las orugas cortadoras provocan daños en los sistemas productivos pampeanos, es necesario ampliar el estudio del efecto que estos maíces producen sobre *Agrotis robusta*, la especie que predomina dentro del complejo de orugas cortadoras en esta región. La finalidad de este trabajo es evaluar los efectos de distintos maíces Bt sobre algunos aspectos biológicos en esta especie. Esta información será de utilidad a la hora de planificar estrategias de cultivo que permitan disminuir los daños de esta plaga en los agroecosistemas de la región. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto producido por distintos eventos biotecnológicos de maíz sobre el consumo de área foliar, peso y mortandad de larvas de *Agrotis robusta*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron hembras de *Agrotis robusta* de una trampa de luz ubicada en el campo de la Facultad de Agronomía de la UNLPam, durante el período de vuelo de los adultos comprendido entre el 30 de marzo y el 25 de mayo de 2016. Este período fue seleccionado en base a las capturas de adultos en trampas de luz logradas por Baudino (2004) en la misma región. Se las colocó en recipientes plásticos de 12 cm de alto y 12 cm de diámetro con tapa perforada para permitir el intercambio gaseoso con el exterior. Estos últimos fueron acondicionados para facilitar la oviposición de los adultos: los recipientes de postura se colocaron en el laboratorio de Zoología Agrícola de dicha Facultad, con dieta artificial brindada a través de una porción de algodón embebido con agua y azúcar, en condiciones controladas de temperatura ( $23 \pm 3^\circ\text{C}$ ) y humedad (55-60%). Dentro de los mismos, se colocó papel madera plegado donde se efectuaron las posturas por parte de las hembras. En el laboratorio de cría se suministró luz artificial, manteniendo el fotoperíodo en concordancia con el exterior.

Una vez obtenidos los huevos, fueron trasladados a cajas de Petri para monitorear su eclosión. Cuando nacieron las larvas, se procedió a su cría. En esta etapa, se alimentó a los neonatos con hojas limpias de quinoa (*Chenopodium* sp.) y rodajas de zanahoria (*Daucus carota sativus*). Periódicamente se limpiaron los desperdicios y se repuso la dieta mencionada. A medida que las larvas crecían y realizaban mudas (ecdisis) se fueron reagrupando en poblaciones menos numerosas y en contenedores de mayor tamaño. Una vez alcanzados los estadios 3 y 4, según la descripción desarrollada por Rizzo et al. (1995), se aislaron individualmente en cajas de Petri, se sometieron a una hora de inanición y se determinó su peso inicial mediante balanza de precisión para luego dar comienzo a los tratamientos, que consistieron en distintas dietas. Para realizar el ensayo se utilizaron larvas de 3° y 4° estadio siguiendo la metodología de Binning (2013).

Para la obtención del tejido foliar utilizado para la alimentación de las larvas se sembraron

en bandejas de germinación 5 híbridos transgénicos distintos, que difieren en las proteínas insecticidas que expresan, y un testigo sin eventos transgénicos incorporados para resistencia a insectos. Por otro lado, se recolectaron hojas de quinoa silvestre (*Chenopodium* sp.) en el predio de la Facultad de Agronomía de la UNLPam. El detalle de los tratamientos evaluados se muestra en la Tabla 1.

Las bandejas sembradas se pusieron a germinar y crecer en el invernáculo de la Facultad bajo condiciones controladas de temperatura ( $23 \pm 3^\circ\text{C}$ ) y humedad (55-60%). Una vez obtenidas las plantas en estadios V2 a V4 según escala de Ritchie y Hanway (1982), se cortaron 2 trozos de hojas de 5 cm de largo cada uno, que fueron suministrados a cada larva en forma diaria por un periodo de 10 días consecutivos.

Diariamente se registró, a un mismo horario, el número de larvas muertas por tratamiento, orugas que mudaron y el porcentaje de alimento ingerido. El porcentaje de alimento ingerido se determinó en forma visual estimando el porcentaje de área foliar consumida sobre el total ofrecido. Al momento de ocurrir una muerte se procedió a pesar dicha larva. También se pesaron los individuos vivos al final de todo el proceso.

Los datos registrados se volcaron en una planilla de cálculos en la que se estimó el consumo (área de hoja consumida expresada en porcentaje) y la cantidad de días en que se registró consumo por parte de las larvas. El análisis de la variable mortandad se realizó en función del porcentaje de muertes registradas para cada tratamiento.

Se llevó a cabo un diseño experimental en bloques al azar con siete tratamientos, asignándole 10 larvas a cada tratamiento. Se realizaron 3 repeticiones utilizando camadas sucesivas de larvas. Para el desarrollo del ensayo se utilizaron un total de 210 larvas.

Los datos obtenidos fueron sometidos a ANAVA con el software estadístico INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2011) y las medias se compararon con el test de LSD de Fisher, con un nivel de significancia del 5% (Balzarini et al., 2011).

## Resultados y Discusión

El peso promedio de las orugas al inicio del experimento fue de 0,54 g, con valores entre 0,48 g a 0,61 g. No se observaron diferencias significativas en el peso de las orugas que participaron de los distintos tratamientos evaluados en forma previa al inicio del ensayo ( $p=0,28$ ). No se observaron diferencias en la cantidad de mudas

Tabla 1- Descripción de especies y eventos comerciales utilizados en la dieta en los diferentes tratamientos. Elaborado en base a Frana et al., 2015.

Table 1- Description of species and commercial events used in the diet in the different treatments. Based on Frana et al., 2015.

Tratamiento	Especie	Eventos o combinación de eventos	Proteínas (transgenes introducidos)
NBT	<i>Zea mays</i> L.	Roundup Ready® RR2	sin Bt (convencional) + cp4 epsps
MG	<i>Zea mays</i> L.	Maízgard® MG RR2 (MON 810)	Cry1Ab + epsps
HX	<i>Zea mays</i> L.	Hérculex® HX RR2 (TC 1507)	Cry1Fa + epsps
VT3P	<i>Zea mays</i> L.	VT Triple PRO® VT3P (MON89034xMON88017)	Cry1A105 + Cry2Ab2 + Cry3Bb1 + epsps
PW	<i>Zea mays</i> L.	Powercore® PW (MON89034xTC1507xNK603)	Cry1A105 + Cry2Ab2 + Cry1F + epsps
VIP3	<i>Zea mays</i> L.	Agrisure® Viptera 3 VIP3 (Bt11xMIR162xTC1507xGA21)	Vip3Aa20 + Cry1Ab + Cry1Fa + pat + epsps
Q	<i>Chenopodium</i> sp.	-	-

entre tratamientos ( $p=0,32$ ). La cantidad de larvas que mudaron fluctuó entre el 21 y 64 %. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la cantidad de días en que se registró consumo por parte de las larvas ( $p=0,15$ ).

### Consumo de alimento

Los tratamientos PW, VT3P y VIP3 que disponen de eventos piramidados fueron los menos consumidos y alcanzaron entre 10 y 19 % del área foliar ofrecida. Los maíces HX y NBT junto con la quinoa (Q) fueron los más consumidos, con valores entre 31 y 42 %. Asimismo, se encontraron diferencias en el consumo de área foliar entre los distintos tratamientos evaluados ( $p<0,01$ ). Los maíces que incluyen eventos biotecnológicos simples para el control de lepidópteros, junto con el maíz PW, no presentaron diferencias significativas en el consumo promedio con respecto al maíz NBT (Figura 1). Binning (2013), en estudios realizados en macetas con *A. ipsilon*, encontró que el porcentaje promedio de plantas cortadas en el tratamiento sin Bt fue aproximadamente tres veces mayor que en el maíz Cry1F. Pero al observar lesiones en las plantas concluyó que el porcentaje promedio de plantas lesionadas en maíz Cry1F fue aproximadamente tres veces mayor que en el tratamiento de maíz no Bt. La autora concluye que para evitar el alimento la larva primero debe probarlo. Esto podría explicar por qué no se encontraron diferencias significativas entre algunos eventos Bt con respecto al maíz no Bt.

### Evolución del peso

Al analizar la variación del peso de las larvas se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $p<0,01$ ). El tratamiento Q produjo el

mayor incremento de peso, registrando un aumento promedio de 43% respecto del peso inicial. Este resultado podría estar asociado a que es la misma dieta ofrecida en forma previa al inicio del experimento.

Los tratamientos con eventos biotecnológicos simples junto con el tratamiento NBT no se diferenciaron entre sí, mostrando pesos finales que variaron entre un 4 y 6% del peso inicial. Esta variación en el peso no presenta diferencias significativas con respecto al peso inicial. Las larvas alimentadas con maíces que incluyen eventos piramidados para el control de lepidópteros presentaron las mayores pérdidas de peso y se diferenciaron del resto de los tratamientos. La pérdida de peso observada estuvo comprendida entre el 28 y 34% (Figura 2).

Las larvas alimentadas con quinoa fueron las únicas que aumentaron de peso en forma significativa ( $p<0,01$ ). La diferencia de peso obtenido con la alimentación en base a quinoa respecto a los tratamientos de maíz, que

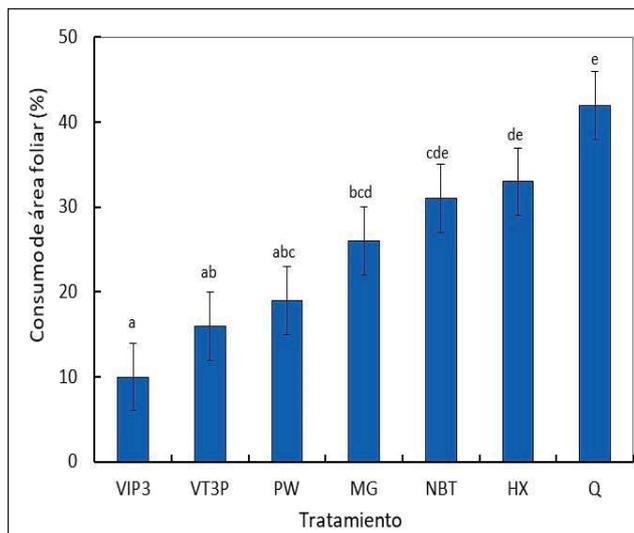


Figura 1. Consumo de área foliar en los tratamientos evaluados. Valores promedio  $\pm$  Error Estándar. Letras diferentes indican diferencias de medias significativas ( $p<0,05$ ) de acuerdo con el test LSD Fisher

Figure 1. Consumption of leaf area in the treatments evaluated. Average values  $\pm$  Standard Error. Different letters indicate significant mean differences ( $p<0.05$ ) according to the Fisher LSD test

presentaron consumos de área foliar similares, podría indicar un mayor valor biológico de la quinoa como fuente de alimento de *Agrotis robusta*. Este resultado coincide con Aragón (1997) quien menciona que las malezas de hoja ancha son preferidas por las orugas cortadoras.

### Mortandad

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la cantidad de larvas muertas ( $p < 0,01$ ). Los tres tratamientos con eventos piramidados presentaron los mayores niveles de mortandad; no obstante, VIP3 no se diferenció estadísticamente de los no piramidados, NBT y Q. El evento PW fue el tratamiento que mayor mortandad registró, afectando al 45 % de las larvas expuestas (Figura 3).

Los maíces VIP3, MG, HX, NBT y Q presentaron menores niveles de mortandad, no registrando diferencias significativas entre sí. El tratamiento VT3P mostró un nivel de mortandad intermedio, no diferenciándose de VIP3.

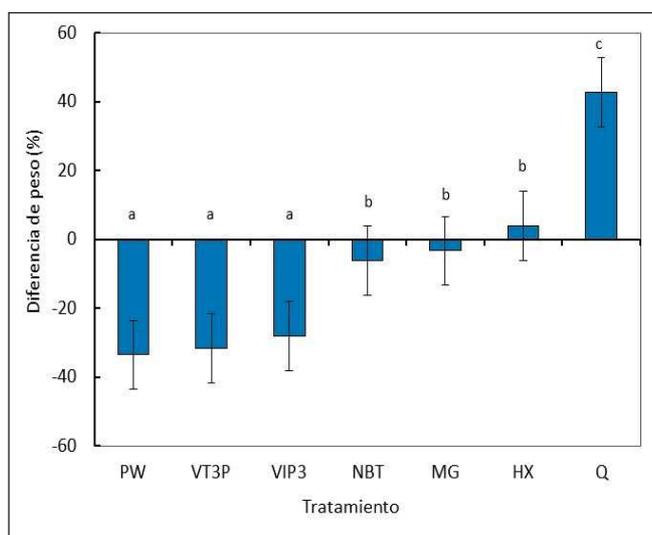


Figura 2. Diferencia de peso en los tratamientos evaluados. Valores promedio  $\pm$  Error Estándar. Letras diferentes indican diferencias de medias significativas ( $p < 0,05$ ) de acuerdo con el test LSD Fisher

Figure 2. Weight difference in the treatments evaluated. Average values  $\pm$  Standard Error. Different letters indicate significant mean differences ( $p < 0.05$ ) according to the Fisher LSD test

Los resultados obtenidos sugieren que la alimentación de larvas de *A. robusta* a partir de plántulas de maíz voluntarias, que germinan luego de la cosecha y cuentan con eventos biotecnológicos piramidados, podría tener efectos perjudiciales sobre la sobrevivencia de dichos lepidópteros. Estudios futuros deberían analizar si el menor nivel de infestación encontrado en rastrojo de maíz respecto a girasol y soja (Corró Molas et al. 2017) se debe al consumo de plantas voluntarias que cuentan con eventos bio-tecnológicos de tolerancia a insectos y/o a otra causa como la no preferencia. Asimismo, la siembra de cultivos susceptibles sobre rastrojo de maíz con eventos piramidados debería evaluarse como práctica complementaria en el manejo integrado de orugas cortadoras en sitios de alta frecuencia de infestación.

### CONCLUSIONES

Se identificaron por primera vez eventos biotecnológicos de maíz con genes de resistencia a lepidópteros que afectan el consumo, el peso y la mortandad de larvas de *Agrotis robusta* cuando son suministrados como alimento.

Los híbridos de maíz con eventos Bt simples registran un consumo de área foliar, peso y mortandad de larvas similar a maíces sin eventos de resistencia a insectos incorporados.

Los híbridos de maíz Powercore, VT Triple Pro y Agrisure Viptera3, que cuentan con eventos biotecnológicos piramidados para resistencia a lepidópteros, producen disminución del consumo de área foliar y pérdidas de peso en larvas de *A. robusta*. La mortandad más elevada se observa en maíces con el evento PW, seguido por el evento VT3P y VIP3. El mayor incremento de peso de larvas alimentadas con quinoa indicaría que esta maleza constituye una fuente de alimento natural de

estados inmaduros de *A. robusta* en la región.

El conocimiento de los efectos que estos maíces producen sobre las variables biológicas de consumo, peso y mortalidad en *A. robusta* es un aporte de utilidad para el desarrollo de nuevas estrategias del Manejo Integrado de Plagas en los agroecosistemas de esta región.

Dado que este trabajo sólo se concentró en una especie, sería de gran importancia ampliar estas evaluaciones a otras especies que forman parte del complejo de orugas cortadoras, y también evaluar el efecto de otros cultivos con tecnologías Bt como la soja, que dispone de variedades con tecnología Bt incorporadas para el control de lepidópteros. Estos avances permitirían planificar estrategias de cultivo que contribuyan a disminuir la incidencia de orugas cortadoras en los agroecosistemas de la región.

#### AGRAECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía de la UNLPam, a la cátedra de Zoología Agrícola, y a los investigadores que integraron el proyecto de investigación "Composición específica y bioecológica de parasitoides reguladores de orugas cortadoras y defoliadoras (Lepidoptera: Noctuidae) de la Región Semiárida Pam-peana Central".

#### BIBLIOGRAFÍA

- Aragón, J. R. (1985). Bioecología, sistemas de alarma y control de orugas cortadoras en cultivo de girasol, maíz y soja. Inf. Para extensión. EEA Marcos Juárez INTA.
- Aragón, J. R. (1997). Manejo integrado de plagas. En el cultivo de soja en Argentina. Giorda, L.M.; Baigorri, H. INTA Centro Regional Córdoba. 448p.
- Aragón, J. R. (1999). Control integrado de plagas de girasol: 60 – 72. In: Girasol. Cuaderno de actualización técnica Nº 62. CREA. 150pp.

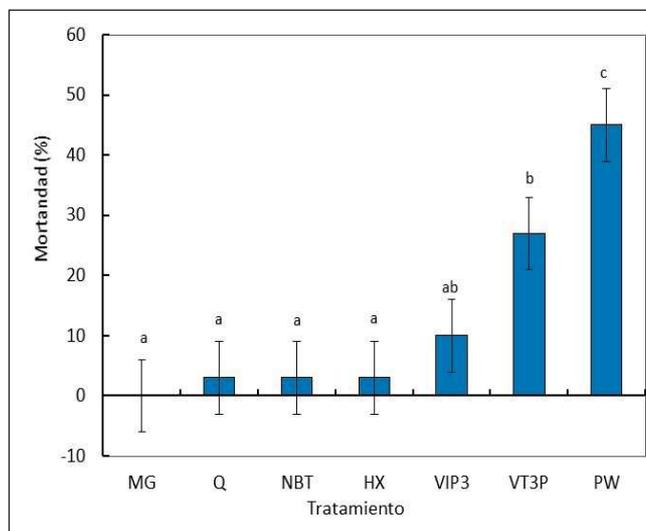


Figura 3. Mortalidad de orugas en los tratamientos evaluados. Valores promedio  $\pm$  Error Estándar. Letras diferentes indican diferencias de medias significativas ( $p < 0,05$ ) de acuerdo con el test LSD Fisher

Figure 3. Mortality of caterpillars in the evaluated treatments. Average values  $\pm$  Standard Error. Different letters indicate significant mean differences ( $p < 0.05$ ) according to the Fisher LSD test

Aragón, J.,R. (2000). Evaluación y manejo de orugas cortadoras (Lepidoptera: Noctuidae) en cultivo de girasol en Argentina. Estación Experimental Agropecuaria INTA. Marcos Juárez, Córdoba, Argentina. pp. 7.

Aragón, J. & Imwinkelried, J. M. (1995). Plagas de la alfalfa. Capítulo 5: 82-104. In: Hijano, E.H. & A.Navarro. (eds.). La alfalfa en la Argentina. INTA. Subprograma alfalfa. Enciclopedia Agro de Cuyo, manuales-11: 287pp.

Balzarini, M., Di Rienzo, J. A., Tablada, M., González, L., Bruno, C., Córdoba, M., Robledo, W., y Casanoves, F. (2011). Introducción a la bioestadística: aplicaciones con InfoStat en agronomía.

Baudino, E. (2004). Presencia y distribución temporal del complejo de orugas cortadoras (Lepidoptera: Noctuidae) en pasturas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) del área fisiográfica Oriental de la provincia de La Pampa, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam.*, 15 (1/2), 31-42.

Baudino, E. (2006). Complejo de orugas cortadoras (Lepidoptera: Noctuidae) del área fisiográfica de la provincia de La Pampa, y sus parasitoides. (Tesis de Doctorado) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires,

Pirchio, B. A., Fernández Madrid, S., Corró Molas, A., y Baudino, E. M.

- Binning, R. R. (2013). Fall armyworm *Spodoptera frugiperda* and black cutworm *Agrotis ipsilon* susceptibility and avoidance to Bt maize, and implications for global insect resistance management. Graduate Theses and Dissertations. Paper 13300. Iowa State University.
- Corró Molas, A., Baudino, E., Vilches, J., Guillot Giraud, W., Babinec, F., Vergara, G., Niveyro, S., Ghironi E., & Ferrero, C. (2017). Estudio comparativo de la densidad del complejo de orugas cortadoras (Lepidoptera: Noctuidae) en diferentes ambientes y cultivos antecesores en la región subhúmeda pampeana central. *Semiárida*, 27(2), 31-37.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., y Robledo, C. W. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Eyhérabide, G. (2015). Evolución y cambios recientes de los rendimientos del maíz en Argentina. EEA Pergamino INTA. Artículo de divulgación. pp. 6.
- Flores, F., & Parodi, B. (2011). Maíces Bt: manejo de la resistencia de los insectos blanco y nuevos eventos disponibles. EEA Marcos Juárez INTA. Informe. pp. 2.
- Frana, J. E., Massoni, F. A., & Trossero, M. (2015). Evaluación del daño de lepidópteros en híbridos de maíz Bt (Maizgard, Hérculex, VT Triple Pro, Powercore, Agrisure Viptera 3), y determinación del impacto sobre el rendimiento. EEA INTA. Rafaela, Santa Fe. pp. 8.
- Guarino, G. & Satorre, E. H. (2015). Eventos biotecnológicos para el control de plagas en maíz: fortalezas y debilidades. *Cultivar Decisiones*, 82, 4.
- Minagri. (2017). Estimaciones agrícolas. Informe mensual. 20 de Julio de 2017. pp. 4.
- Ritchie, S. W. & Hanway, J. J. (1982). How a corn plant develops. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service Ames, Iowa. Special Report N° 48.
- Rizzo, H. F., La Rossa, F. R. & Folcía, A. M. (1995). Aspectos morfológicos y biológicos del "gusano áspero" (*Agrotis malefida* (Guenée) (Lep.: Noctuidae). *Revista de la Facultad de Agronomía de la UBA*, 15, 199-206.
- San Blas, G. & Barrionuevo, M. J. (2013). Status and redescription of the South American pest species *Agrotis robusta* (Lepidoptera: Noctuidae): a history of misidentifications; Universidad Nacional Autónoma de México; *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 1153-1158.
- Sauka, H. D. & Benintende, G. B. (2008). *Bacillus thuringiensis*: generalidades. Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas. Actualización. *Revista Argentina de Microbiología*, 40, 124-140.
- Trumper, E. V. (2014). Resistencia de insectos a cultivos transgénicos con propiedades insecticidas. Teoría, estado del arte y desafíos para la República Argentina. INTA, EEA Manfredi, Córdoba. *Agriscientia*, 31(2), 109-126.
- Villata, C. A. & Ayassa, A. M. (1994). Manejo integrado de plagas en soja. Agro de Cuyo. Fascículo 7. INTA, EEA Manfredi, 72 pp.