

**EVALUACIÓN DE MECANISMOS DE RESISTENCIA A *Dichelops furcatus*  
(FABRICIUS) EN DISTINTOS GENOTIPOS DE MAIZ (*Zea mays* L.)**

Trabajo Final de Grado  
del alumno

**MATEO EVANS HARRIS**



**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.  
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.**

Pergamino, 09/03/2021

**EVALUACIÓN DE MECANISMOS DE RESISTENCIA A *Dichelops furcatus*  
(FABRICIUS): EN DISTINTOS GENOTIPOS DE MAIZ (*Zea mays* L.)**

Trabajo Final de Grado  
del alumno

**MATEO EVANS HARRIS**

Aprobada por el Tribunal Evaluador

(Nombre y Apellido)  
**Evaluador**

(Nombre y Apellido)  
**Evaluador**

(Nombre y Apellido)  
**Evaluador**

Érica Tocho  
**Co-Director**

Carolina Sgarbi  
**Director**

**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales,  
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires**

Pergamino, 09/03/2021

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a todas aquellas personas que colaboraron en la realización de este Trabajo Final de Grado. En primer lugar, a la Ing. Agr. Carolina Sgarbi, la directora de este trabajo, por su completa predisposición, apoyo, dedicación y paciencia. A la Dra. Erica Tocho, por aceptar ser la co-directora y por todos sus valiosos aportes a este trabajo. Al Ing. Agr. Sebastián Mango, con quien fueron realizados los ensayos y quien fuera un valioso apoyo para que este trabajo fuera posible. A la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires y especialmente a todos los profesores de la Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales, quienes contribuyeron a mi formación profesional. A mi familia y a mi novia, por su apoyo incondicional durante toda la carrera y fundamentalmente durante este último trayecto. Finalmente, a todos aquellos compañeros que en algún momento de la carrera compartieron aula conmigo y que de alguna manera contribuyeron a mi desarrollo personal y profesional.

## **INDICE**

<u>Resumen.....</u>	<u>5</u>
<u>Introducción.....</u>	<u>6</u>
<u>El cultivo de maíz en Argentina.....</u>	<u>6</u>
<u>Hemípteros que afectan al cultivo de maíz: .....</u>	<u>7</u>
<u>Mecanismos de resistencia: .....</u>	<u>10</u>
<u>Hipótesis.....</u>	<u>12</u>
<u>Objetivo general.....</u>	<u>12</u>
<u>Objetivos específicos.....</u>	<u>12</u>
<u>Materiales y Métodos.....</u>	<u>12</u>
<u>Crianza de chinches.....</u>	<u>13</u>
<u>Ensayo de tolerancia.....</u>	<u>14</u>
<u>Ensayo de antixenosis.....</u>	<u>16</u>
<u>Resultados.....</u>	<u>18</u>
<u>Ensayo de tolerancia.....</u>	<u>18</u>
<u>Ensayo de antixenosis.....</u>	<u>23</u>
<u>Discusión.....</u>	<u>26</u>
<u>Conclusión.....</u>	<u>28</u>
<u>Bibliografía.....</u>	<u>29</u>

## **RESUMEN**

El maíz es de gran importancia en el escenario mundial, ocupando su producción la tercera posición entre los cereales. Es afectado tanto por factores abióticos, bióticos y como así también por factores de manejo. Las plagas del período de implantación son consideradas las más importantes, ya que afectan directamente la productividad. *Dichelops furcatus*, insecto fitófago, es una especie considerada plaga del maíz desde el inicio del cultivo hasta el estado V4. Sus ataques pueden producir disminución del rendimiento y reducción del stand de plantas entre otros. Existen tres mecanismos de resistencia de las plantas a los insectos, los cuales son tolerancia, antibiosis y antixenosis o no preferencia. El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de diferentes genotipos de maíz de defensa frente al daño ocasionado por la chinche de los cuernos. Para lo mismo se focalizó en dos mecanismos de resistencia: tolerancia y antixenosis. Se procedió a evaluar tanto la tolerancia de los híbridos al daño ocasionado como la preferencia de *D. furcatus* por los distintos genotipos de maíz analizados. Se realizó un ensayo de tolerancia a campo donde se sembraron parcelas que luego se trataron bajo infestación artificial y en condiciones normales sin infestación (Testigo). En la cosecha se determinó el rendimiento y peso de mil semillas (PMS) de cada híbrido para cada tratamiento. El ensayo de antixenosis se llevó a cabo mediante la técnica de libre selección de hospederos. Como resultado del ensayo de tolerancia se lograron diferenciar materiales medianamente susceptibles, medianamente tolerantes y tolerantes, observándose disminuciones principalmente en el rendimiento en el tratamiento sometido a infestación artificial y en menor medida el PMS. Del mismo modo, mediante el ensayo de antixenosis, se logró determinar la preferencia por parte de la chinche de los cuernos por ciertos híbridos, en detrimento de otros, donde no logra colonizar. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en ambos ensayos, evidenciando la pérdida de rendimiento y productividad del cultivo ante el ataque de esta plaga. A su vez, se resalta la importancia de conocer los mecanismos de resistencia que un determinado genotipo de maíz puede presentar ante una plaga específica.

**Palabras clave:** *Zea mays*, *Dichelops furcatus*, antixenosis, tolerancia, mecanismos de resistencia.

## **INTRODUCCIÓN**

### **El cultivo de maíz en Argentina**

El maíz (*Zea mays* L.) tiene una gran importancia en el escenario mundial, siendo una fuente alimenticia de carbohidratos, proteínas y aceites que se utiliza directamente en la alimentación humana y de animales (Netto, 2013). Hoy se desarrolla en todos los continentes, donde ocupa la tercera posición en cuanto a producción total de cereales, detrás del arroz y el trigo (Gear, 2006).

La producción argentina de maíz, que a comienzos de la década del '90 totalizaba unos 8 millones de toneladas anuales, ha experimentado un constante crecimiento, llegando a recolectarse en la campaña 2004/2005, 20,5 millones de toneladas, con un rinde promedio nacional de 7.300 Kg/ha (Gear, 2006). Durante la campaña 2019/2020, la superficie de maíz sembrada en Argentina alcanzó los 6,3 millones de hectáreas, igualando la cifra del ciclo anterior, pero mostrando un incremento del 26,9% si se analizan las últimas 5 campañas. En cuanto a la producción, a nivel nacional se lograron 50 millones de toneladas, mostrando una disminución del 1,2% versus la campaña 2018/2019, pero un incremento del 38% al comparar con las últimas 5 campañas. Por último, los rendimientos obtenidos rondaron los 81,7 quintales por hectárea a nivel nacional, siendo 1,4 qq/ha inferiores que la campaña pasada, pero 4,7 qq/ha superiores al promedio de las 5 últimas campañas. (Bolsa de Cereales, 2020). Durante la campaña 2020/2021, la superficie sembrada se mantuvo en 6,3 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio actual de 79,2 quintales por hectárea y un avance de cosecha del 81,4%. (Bolsa de Cereales, 2021).

El avance tecnológico sobre la genética del maíz, condujo a que sea el cultivo con mayor aumento de rendimiento en los últimos 30 años. Mirando en retrospectiva, los sucesos más destacados fueron la masificación del uso de híbridos en las zonas típicamente maiceras de la pradera pampeana en los años '70; la adopción de diferentes sistemas conservacionistas, como la siembra directa, en los años '80; y, los incrementos en cantidad y calidad del grano producido durante la década del '90. El aumento de la superficie dedicada a su cultivo, la disponibilidad en el mercado de nuevos híbridos de mayor potencial de rendimiento y mejor resistencia a enfermedades y plagas, el incremento en el área fertilizada, la creciente utilización del sistema de siembra directa, la incorporación del riego complementario, el recambio del parque de cosechadoras y, a partir del ciclo 1998/99, el uso de semillas transgénicas, son los principales motivos del crecimiento del cultivo de maíz en Argentina (Gear, 2006).

### **Hemípteros que afectan al cultivo de maíz:**

Este cultivo es afectado por factores de tipo abióticos como bióticos, así como por factores de manejo en sus diferentes etapas fenológicas. Dentro de éstos últimos, se pueden mencionar: problemas de la siembra (preparación de la tierra y métodos de siembra), densidad, distribución de las plantas, nutrientes minerales, daño químico y competencia de las malezas. Los factores abióticos se relacionan con las condiciones ambientales como la humedad relativa y la temperatura. Entre estos podemos mencionar: estrés hídrico, anegamiento, efectos del sol y temperatura, acidez o alcalinidad del suelo y salinidad. Por último, los factores bióticos comprenden todos los elementos o agentes vivos que pueden utilizar el grano como alimento o hábitat cuando encuentran condiciones favorables para su desarrollo. Entre ellos se destacan diversos artrópodos, malezas, enfermedades bacterianas, virales y fúngicas, pájaros y roedores (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2011).

A pesar del número relativamente alto de insectos que atacan al cultivo de maíz, las plagas del período de implantación son consideradas las más importantes, en función de la capacidad de atrasar el desenvolvimiento inicial, disminuir el número de plantas por unidad de área y afectar directamente la productividad (Borkowski Rodríguez, 2011).

Debido a una serie de cambios en el sistema de producción, tales como la adopción de la siembra directa y la rotación de cultivos, los insectos fitófagos del orden Hemiptera, principalmente de la familia Pentatomidae, entre los que se destacan *Dichelops melacanthus* (Dallas,) y *D. furcatus* (Heteróptera) (Fig. 1), han causado graves daños en el último tiempo (Netto, 2013).



Figura 1: *Dichelops furcatus* en rastrojo de maíz.

Uno de los pilares fundamentales en que se apoya el cultivo de maíz y que influye de manera directa en los rendimientos logrados es el control de plagas. Su conocimiento

es esencial a la hora de elegir la estrategia de control. La siembra directa continúa su difusión en las principales zonas agrícolas de la Argentina debido a los múltiples beneficios y ventajas que ofrece respecto a otros sistemas de cultivo. Sin embargo, la presencia de residuos vegetales y la estabilidad del suelo que se generan con la siembra directa, cambian las características físico químicas del suelo y así también algunos parámetros biológicos, favoreciendo la presencia de insectos y otros organismos asociados al suelo (Flores *et al.*, 2012).

Las chinches fitófagas de la Familia Pentatomidae son caracterizados por poseer forma redondeada u ovoide; cinco segmentos en las antenas; tarsos con tres segmentos; escutelo corto, reducido y de forma triangular. Se consideran plagas importantes del periodo reproductivo de los cultivos en todo el mundo (Borkowski Rodríguez, 2011).

La chinche de los cuernos (*D. furcatus*) es una especie considerada plaga del maíz desde el inicio del ciclo del cultivo hasta el estado fenológico de cuatro hojas verdaderas (V4). Entre los principales daños, ocasiona perforaciones transversales y simétricas con bordes cloróticos en las hojas pequeñas y en aquellas que aún están envainadas para hacerse más evidentes posteriormente con la expansión foliar (Fig. 2). Las mismas son producidas por la inyección de toxinas que libera el insecto al introducir sus estiletes bucales al momento de alimentarse. Otros efectos que produce son disminución del rendimiento, deformaciones y aparición de macollos, reducción del stand de plantas que perjudica el vigor de estas (Flores *et al.*, 2012; Ferreira, 2013). El daño causado durante el inicio del ciclo del cultivo impacta de forma negativa en las características productivas del maíz durante el resto del ciclo (Ferreira, 2013).





Figura 2: Daño ocasionado por chinche de los cuernos en el cultivo de maíz.

Haciendo referencia al monitoreo de esta especie, se deben revisar los rastros antes y después de la emergencia del maíz, de manera continua hasta que el mismo alcance el estado V4. En presiembra se debe realizar debajo del rastrojo y de malezas que pueden brindar refugio invernal, tanto del lote a implantar como también de lotes linderos. Su monitoreo, en comparación al de otras chinches pentatómidas como *Nezara*

*viridula* y *Piezodorus guildinii*, se dificulta aún más al tratarse de una especie más escurridiza que prefiere estar más protegida, sobretodo en lotes con nula o escasa presencia de biomasa, como en el caso de un maíz en sus primeros estadios. En ese momento, buscarán protegerse en el cogollo, entre la base de la planta y el suelo, y fundamentalmente debajo del rastrojo. Por estas menciones, aún en casos de meticulosas revisiones, con frecuencia se detectará una cantidad de individuos significativamente inferior a la que realmente existe en el lote, debido a su dificultad de observación (Ferreira, 2013).

### **Mecanismos de resistencia:**

Como se mencionó anteriormente, las plantas deben enfrentar condiciones adversas, tanto bióticas como abióticas, durante su ciclo de vida. Sin embargo, poseen una serie de estrategias de defensa que han desarrollado a lo largo de su evolución y que les ha dado la oportunidad de adaptarse a diferentes ambientes y circunstancias (Del Amor *et al.*, 2006).

Con respecto al ataque de plagas, existen tres categorías de resistencia de las plantas a los insectos, las cuales Painter (1951) definió como antibiosis, tolerancia y no preferencia o antixenosis. La resistencia se podría definir como "*la consecuencia de las cualidades heredables de los individuos que resultan en que una planta sea relativamente menos dañada que una sin esas cualidades.*" Esta resistencia, por lo tanto, es relativa y se basa en la comparación con plantas que carecen de ella, es decir, susceptibles. Las variedades de cultivos resistentes a insectos reducen la abundancia de insectos plagas. Las plantas resistentes a insectos alteran la relación que un insecto plaga tiene con su planta hospedera. La forma en que la relación entre el insecto y su huésped es afectada, depende de la clase de resistencia, como, por ejemplo, las ya mencionadas, antibiosis, antixenosis (no preferencia) y tolerancia (Badii y Garza Almanza, 2007).

La antibiosis afecta la biología del insecto de manera tal que la abundancia de la plaga y el daño producido se reducen en comparación con el que sufriría si el insecto estuviera en una variedad de cultivo susceptible. Los efectos que este tipo de resistencia puede producir en los insectos pueden ser, reducción de la reproducción y fecundidad, disminución de la longevidad, incremento de la mortalidad y menor tamaño corporal del insecto. La antibiosis representa aquellas características de la planta, tanto físicas como químicas, que actúan contra la biología del insecto. La misma debe estar basada en múltiples mecanismos o debe ser multigénica para ser estable, de lo contrario los insectos

son capaces de desarrollar biotipos o razas que a su vez son resistentes al mecanismo de antibiosis de la planta (Paliwal *et al.*, 2001; Badii y Garza Almanza, 2007).

A su vez, la antixenosis es un conjunto de características de la planta que hacen que una variedad sea menos preferida por el insecto cuando se compara con variedades susceptibles o preferidas, ya sea para los procesos de cópula, ovoposición y/o alimentación (Vallejo Cabrera y Estrada Salazar, 2002). Dicho mecanismo afecta en forma adversa el comportamiento del insecto no permitiéndole parasitar ciertos genotipos de sus hospedantes. El resultado de este mecanismo es siempre la reducción sustancial de la población del insecto en el genotipo resistente, y por consiguiente un menor daño, ya que el insecto se ve forzado a seleccionar otro hospedante más atractivo (Cardona y Sotelo, 2005).

Los mecanismos de defensa de la planta pueden ser físicos, como la presencia de tricomas, superficies cerosas o dureza del tejido; o químicos, como la presencia de sustancias repelentes (aceites y terpenos) o deterrentes, tales como los alcaloides, flobonoides, lectonas, fenoles y taninos entre otros (Vallejo Cabrera y Estrada Salazar, 2002). Cuando en los ensayos de selección el insecto “rechaza” de manera consistente una variedad, se dice que ésta es antixenótica. Sin embargo, es necesario realizar experimentos complementarios, en los cuales se obliga al insecto a alimentarse de la supuesta variedad antixenótica, sin ofrecerle otra alternativa de alimentación, se confirmaría la resistencia de la variedad y se la consideraría efectivamente como antixenótica (Badii y Garza Almanza, 2007).

Por último, la tolerancia es la capacidad que posee una variedad para soportar o tolerar el ataque de un insecto sin sufrir pérdidas significativas de rendimiento o verse afectada su calidad. Se debe demostrar que el genotipo tolerante es capaz de rendir más que uno susceptible cuando ambos son sometidos al mismo nivel de infestación. (Cardona y Sotelo, 2005). Una planta tolerante tiene capacidad de superar el ataque de un herbívoro, ya sea a través de la regeneración de los tejidos destruidos, emisión de nuevos macollos o de hojas, de manera que no exista una disminución significativa de la calidad y cantidad de su producción (Ricci *et al*, 2011). Por lo tanto, mientras la antibiosis y la antixenosis causan una respuesta en el insecto cuando éste trata de “usar” la planta resistente para alimento, oviposición, o refugio, como fue desarrollado anteriormente, la tolerancia no afecta al insecto, sino que simplemente ayuda a que la planta se recupere del daño que éste le causa (Cardona y Sotelo, 2005).

## **HIPÓTESIS**

Los híbridos comerciales y precomerciales de maíz (*Zea mays*) presentan diferentes combinaciones de genes capaces de otorgar al cultivo defensas diferenciales ante la chinche de los cuernos, *Dichelops furcatus*.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar fenotípicamente el comportamiento de híbridos de maíz frente a la interacción con *D. furcatus*.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la tolerancia al daño provocado por *D. furcatus* en los distintos materiales de maíz analizados.
- Evaluar la preferencia de *D. furcatus* por los distintos materiales de maíz analizados.

## **MATERIALES Y METODOS**

El ensayo se realizó en el campo experimental "Las Magnolias", de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA) ubicado en la localidad de Agustín Roca, Partido de Junín (Ruta 188 km 146,5) (34°28'50.92"S 60°52'29.56"O). Las pruebas de antixenosis se realizaron en el Laboratorio de Investigación de Zoología Aplicada (LIZoA), ubicado en el mismo campo experimental.

Los híbridos de maíz que se utilizaron son:

- |                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| 1) ACA 498 MG       | 10) ACA 495MGRR2          |
| 2) Nidera AX 887 Bt | 11) ACA 514               |
| 3) Sursem 553 RR    | 12) La Nerina 7138        |
| 4) ACA 480 MG       | 13) Sursem 566 MG         |
| 5) La Nerina 4336   | 14) La Nerina 8036        |
| 6) Nidera 7822 Bt   | 15) ACA 530               |
| 7) La Nerina 3602   | 16) Sursem 553 MGRR       |
| 8) Sursem 566 MGRR  | 17) Nidera AX 7822 HCL MG |
| 9) ACA 2002         | 18) La Nerina 433836      |

### Crianza de chinches

Se trabajó con poblaciones invernantes de chinche de los cuernos recolectadas sobre rastrojos de los distintos cultivos en las localidades del noroeste de la Provincia de Buenos Aires, zona de influencia de la UNNOBA, en las que existen referencias de la presencia y daños del pentatómido. La crianza y multiplicación de las poblaciones se realizó en jaulas de madera cuyos laterales y techo fueron cubiertos con una malla de red fina (*voile*) para permitir la ventilación y evitar la fuga de insectos. La dieta ofrecida estuvo compuesta por frutos de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) y bandejas plásticas con plántulas de soja, trigo y maíz, otorgándoles como fuente de agua un algodón embebido. El insectario se mantuvo con 16:8 hs de fotofase y 25 °C ± 2 de temperatura y 45-60% de HR (Fig. 3 y 4).



Figura 3: Crianza de la población de chinche de los cuernos.

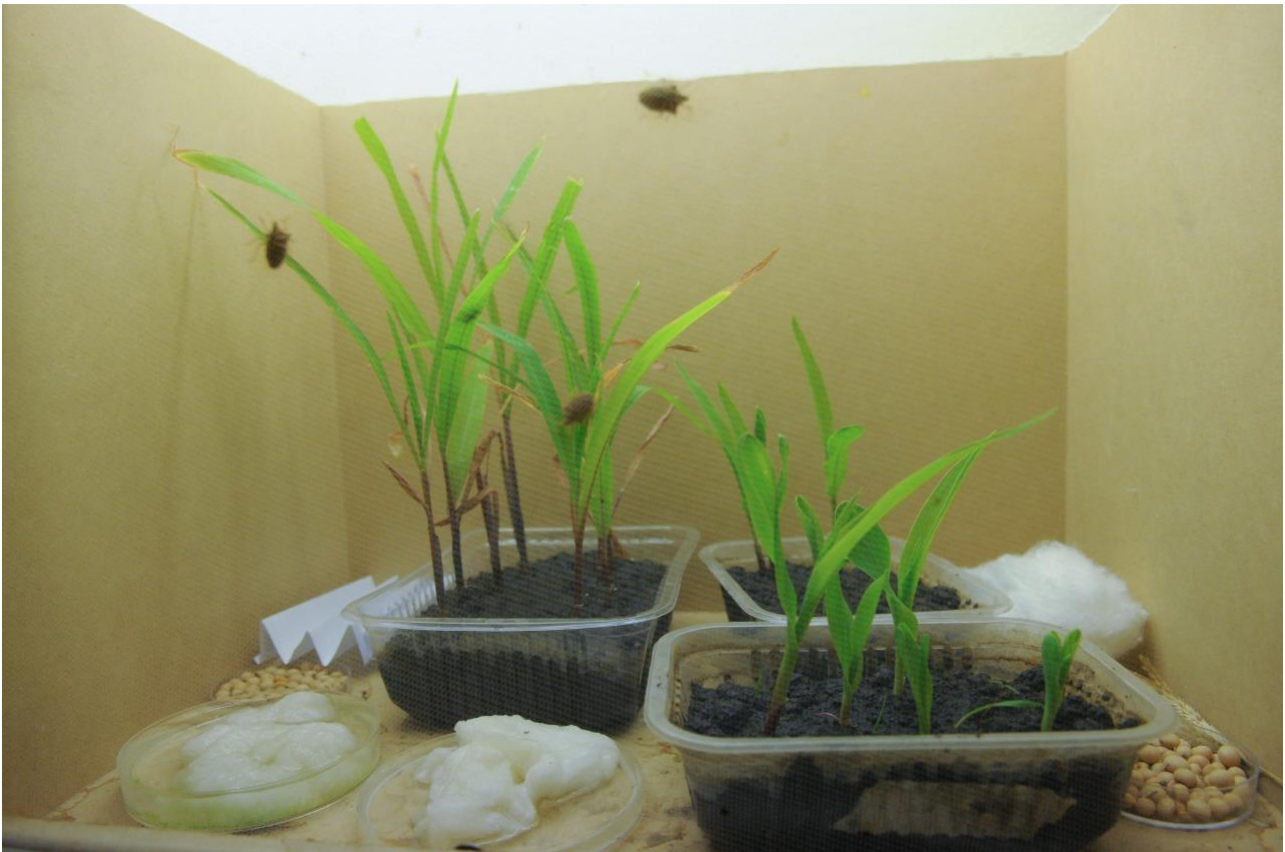


Figura 4: Interior de las jaulas de madera utilizadas para la crianza de las chinches.

### **Ensayo de tolerancia.**

Se evaluaron 19 híbridos de maíz mediante un ensayo realizado a campo bajo un diseño de bloques completamente al azar. Cada unidad experimental estuvo constituida por 2 hileras de 1 m, espaciadas a 0,5 m entre sí con una densidad de 3 plantas/m. Se realizaron dos tratamientos, el tratamiento 1 (o testigo) y el tratamiento 2, donde los materiales fueron sometidos a infestación artificial bajo jaula. La infestación artificial de cada parcela se realizó el tercer día después de la emergencia (DDE), hasta el estado V4, con cuatro hojas expandidas, donde se liberaron dos chinches adultas/m<sup>2</sup>. Durante el período de infestación se usaron jaulas para evitar la fuga de insectos e impedir la contaminación con otras plagas (Fig 5 y 6). Una vez finalizado el período considerado crítico para el ataque de *D. furcatus*, se retiraron las jaulas y se procedió a evaluar el daño ocasionado por las mismas según la escala de Flores (2014), en donde los niveles de *severidad* fueron categorizados como grado 0 o “sin daño”, grado 1, grado 2 y grado 3, incluyéndose también grados intermedios donde no era posible definir por un grado de daño o el siguiente (daño 1,5 y daño 2,5).

Una vez finalizado el ciclo del cultivo, se cosecharon a mano las plantas separando la espiga de la parte vegetativa y se trillaron las muestras, para evaluar el rendimiento de

cada parcela. Se tomó la humedad (Higrómetro Delver) y se corrigió el rendimiento a humedad comercial (14,5%).

Los resultados se analizaron por ANOVA previa verificación de supuestos para  $\alpha=0,05$ , utilizando el test de Tukey.



Figura 5: Jaulas utilizadas en el ensayo de tolerancia, colocadas al momento de la infestación artificial.



Figura 6: Ensayo de tolerancia.

### **Ensayo de antixenosis**

La antixenosis (no preferencia) se evaluó por la prueba de libre selección de hospederos. Para ello se utilizaron macetas individuales por cada híbrido de maíz, en las cuales se colocó una semilla a probar (Fig. 7). En el estado V2 (2da hoja expandida) las macetas se ubicaron formando un círculo y en el interior de este se colocó un disco de madera dispuesto a la altura del cuello de las plántulas. En la parte central del disco se liberaron una chinche por cada uno de los híbridos de maíz a evaluar, con la finalidad de que se desplacen según la elección del hospedero y puedan ubicarse fácilmente en la plántula escogida (Fig. 8). El conjunto de las macetas fue protegido por una jaula con una malla de red fina para permitir la ventilación y evitar la fuga de insectos, manteniendo el sistema en oscuridad para evitar que la luz actúe como un estímulo en la selección. El recuento de insectos en cada planta se efectuó a las 2 horas posteriores a la liberación de estos.



Se realizaron 20 repeticiones con una planta nueva de cada uno de los híbridos en cada repetición sorteando en cada caso su ubicación en el círculo. Los resultados se analizaron por ANOVA previa verificación de supuestos para  $\alpha=0,05$ , utilizando la prueba de Duncan.



Figura 7: Siembra de híbridos de maíz para ensayo de antixenosis.



Figura 8: Individuo de *D. furcatus* ubicados sobre una plántula de maíz.

## RESULTADOS

### Ensayo de Tolerancia

Al analizar el daño ocasionado por las chinches durante el ensayo de tolerancia según la escala de Flores (2014), se evidenció la presencia de diferentes categorías de daño entre los híbridos de maíz evaluados (Figura 9).

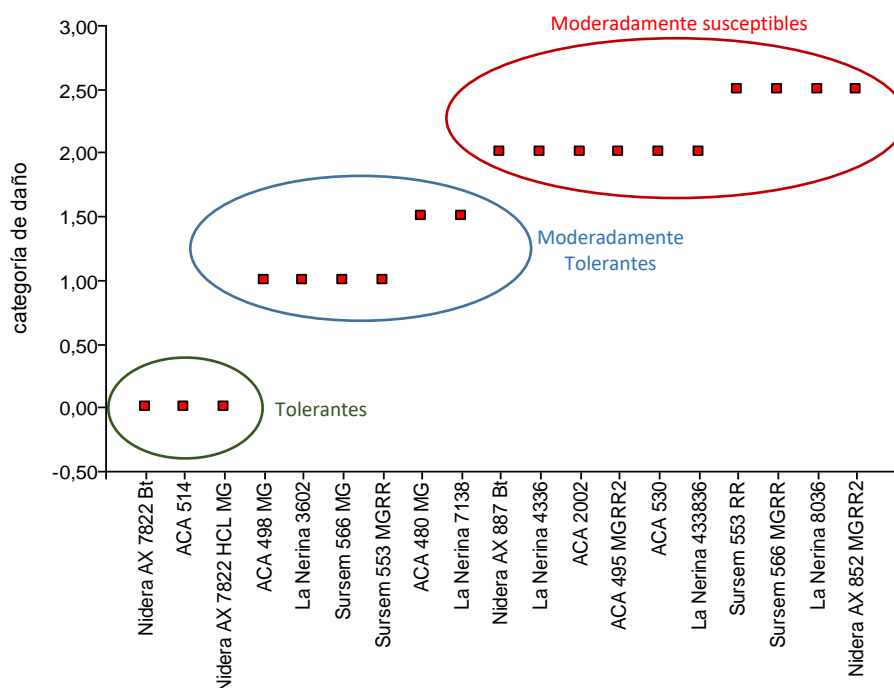


Figura 9: Representación de la tolerancia de híbridos de maíz al daño ocasionado por la chinche de los cuernos, *D. furcatus*, según la escala de Flores, 2014.

En la Figura 9 se evidencian los diferentes comportamientos de los híbridos evaluados frente al daño ocasionado por *D. furcatus*. Los genotipos se clasificaron en tolerantes (grado 0), moderadamente tolerantes (grado 1 y 1,5), moderadamente susceptibles (grado 2 y 2,5) y susceptibles (grado 3). Los híbridos Nidera AX 7822 Bt, ACA 514 y Nidera AX 7822 HCL MG fueron clasificados como tolerantes a la chinche de los cuernos. Dentro de los clasificados como moderadamente susceptibles, los genotipos Nidera AX852 MGRR2, La Nerina 8036, Sursem 566 MGRR y Sursem 553 RR resultaron ser los más afectados por dicha plaga. Ninguno de los materiales evaluados fue clasificado como susceptible a *D. furcatus* (grado 3).

La tolerancia también se determinó midiendo el Rendimiento (R) y el Peso de Mil Semillas (PMS) de los híbridos bajo infestación artificial (tratamiento 2 o t2), con las plantas controles como referencia (testigo o t1). Con estos datos se calculó el Índice de Rendimiento ( $IR = \text{rendimiento T2} / \text{rendimiento T1}$ ) e Índice PMS ( $\text{Índice PMS} = \text{PMS T2} / \text{PMS T1}$ ) (Tabla 1).

Tabla 1: Grado de daño ocasionado por *D. furcatus* para cada híbrido, según escala de Flores, 2014.

Híbrido	Nombre comercial	Grado de Daño	Índice de Rendimiento	Índice PMS *
1	ACA 498 MG	1	0,885	1,04(c)
2	Nidera AX 887 Bt	2	0,841	0,857(ab)
3	Sursem 553 RR	2,5	0,886	0,962(bc)
4	ACA 480 MG	1,5	0,829	0,925(bc)
5	La Nerina 4336	2	0,905	1,282(de)
6	Nidera AX 7822 Bt	0	1,021	0,961(bc)
7	La Nerina 3602	1	0,727	0,925(bc)
8	Sursem 566 MGRR	2,5	0,658	0,906(abc)
9	ACA 2002	2	0,901	1,00(bc)
10	ACA 495 MGRR2	2	0,667	1,218(de)
11	ACA 514	0	0,871	0,959(bc)
12	La Nerina 7138	1,5	0,898	1,00(bc)
13	Sursem 566 MG	1	0,652	0,75(a)
14	La Nerina 8036	2,5	0,668	0,927(bc)
15	ACA 530	2	0,924	1,00(bc)
16	Sursem 553 MGRR	1	0,904	1,04(c)
17	Nidera AX 7822 HCL MG	0	0,972	1,047(cd)
18	La Nerina 433836	2	0,732	0,844(ab)
19	Nidera AX 852 MGRR2	2,5	1,038	1,00(bc)

\*Letras iguales no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Todos los híbridos de maíz infestados con chinches mostraron variaciones en el rendimiento, materia seca y/o PMS con relación a sus respectivos controles (Tabla 1). En la Figura 10, se observa que, en 17 de 19 genotipos, el rendimiento del testigo fue superior al tratamiento 2, indicando que en la mayoría de los casos el rendimiento luego de la infestación por *D. furcatus* se vio afectado. Únicamente en los híbridos 6 (Nidera AX

7822 Bt) y 19 (Nidera AX 852 MGRR2) el tratamiento 2 fue superior respecto al testigo. Al calcular el promedio de los rendimientos para cada tratamiento, los resultados fueron 9190,53 kg/ha el promedio de los testigos y 7692,63 kg/ha correspondiente al tratamiento 2.

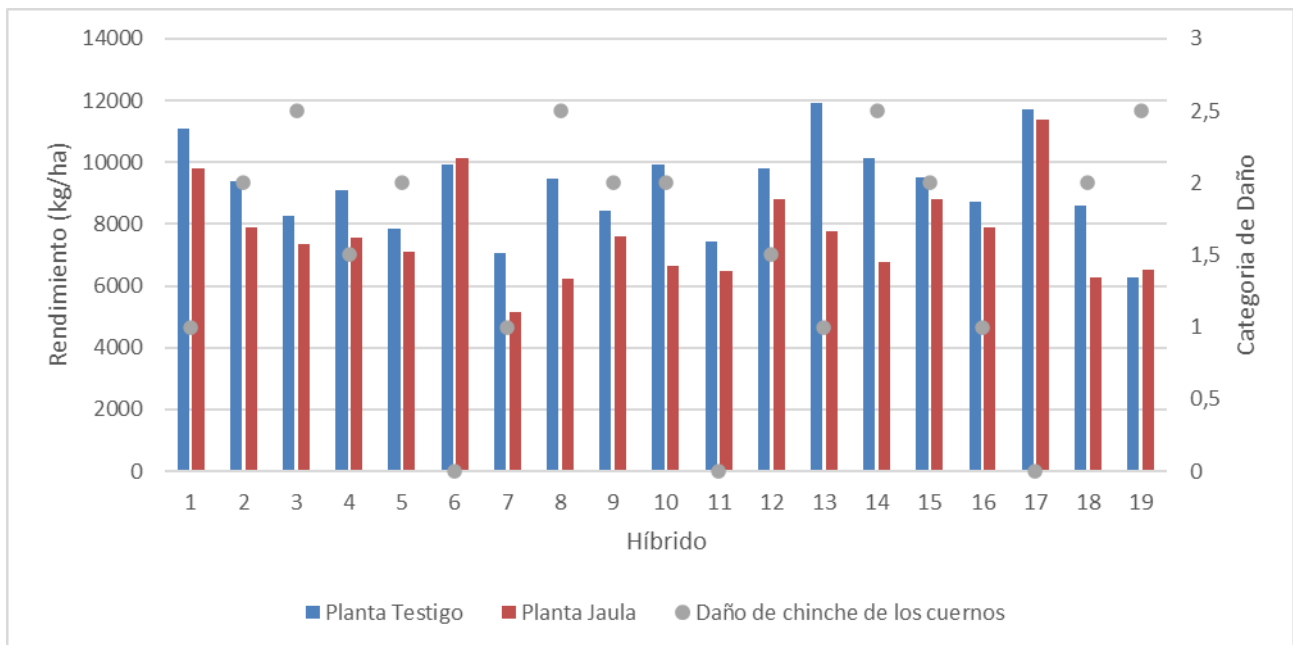


Figura 10: Rendimiento de los materiales en ambos tratamientos y categoría de daño observada en el tratamiento 2.

Como fue mencionado anteriormente, se identificaron materiales Tolerantes, medianamente tolerantes y medianamente susceptibles al ataque de la chinche.

Sin embargo, la posterior evaluación de Rendimiento y PMS comparados con el testigo, arrojó resultados variados a pesar de la categorización de daño inicial. En este sentido se observó que en los materiales Nidera AX 7822 Bt (6), ACA 514 (11) y Nidera AX7822 HCL MG (17), clasificados como tolerantes, 6 y 17 no presentaron diferencias en el rendimiento mientras que el rendimiento de 11 fue 13% inferior a su correspondiente testigo sin infestación. En los tres híbridos clasificados como tolerantes se observó una disminución del PMS del orden del 5%.

En aquellos genotipos clasificados como moderadamente tolerantes según la escala visual de daño, el rendimiento fue inferior al testigo en todos los materiales evaluados. En los híbridos ACA 498 MG (1), ACA 480 MG (4), La Nerina 7138 (12) y Sursem 553 MGRR (16) se observaron diferencias respecto del testigo entre 10 y 15 % inferiores. En los genotipos La Nerina 3602 (7) y Sursem 566 MG (13) la disminución de rendimiento se profundizó (30%). El PMS en los materiales 1, 12, 16 se mantuvo respecto

de sus testigos. En 4 y 7 el PMS tuvo una disminución del 7,5% y en 13 el mismo parámetro disminuyó un 25%.

En los materiales clasificados como moderadamente susceptibles la respuesta tanto en rendimiento como en PMS fue bastante disímil. En este sentido, el híbrido Nidera AX 852 MGRR2 (19), categorizado con grado de daño 2,5 según la escala visual, no tuvo diferencias en rendimiento ni en PMS respecto del testigo. El rendimiento fue entre 10% y 15% inferior en los materiales Nidera AX 887 Bt (2), Sursem 553 RR (3), La Nerina 4336 (5), ACA 2002 (9) y ACA 530 (15); y 30% inferior en Sursem 566 MGRR (8), ACA 495 MGRR2 (10), La Nerina 8036 (14) y La Nerina 433836 (18). En Nidera AX 887 Bt (2), Sursem 553 RR (3), 8, 14 y 18 el PMS fue entre 5 y 15% inferior al testigo. En los materiales 9 y 15 si bien el rendimiento fue 10% inferior, no hubo diferencias en el PMS. Por otro lado, el PMS se incrementó un 20% respecto al testigo en los híbridos 5 y 10.

A través de los datos obtenidos de materia seca se observa que el volumen obtenido fue mayor en las parcelas testigo sin infestación respecto al tratamiento 2 de cada híbrido (Fig. 11), con el mayor valor de rendimiento observado en los híbridos 6 (Nidera AX 7822 Bt) y 19 (Nidera AX 852 MGRR2) que no se tradujo en un mayor volumen de materia seca. En el híbrido 17 (Nidera AX 7822 HCL MG), el rendimiento fue mayor en el tratamiento testigo, mientras que el volumen de materia seca fue superior en el tratamiento 2. Este híbrido fue a su vez clasificado como tolerante según la categoría de daño observada. A su vez, en ambas parcelas, las diferencias observadas para cada parámetro fueron pequeñas en comparación a las observadas en la mayoría de las parcelas restantes. Esto mismo puede observarse en las Figuras 11 y 12.

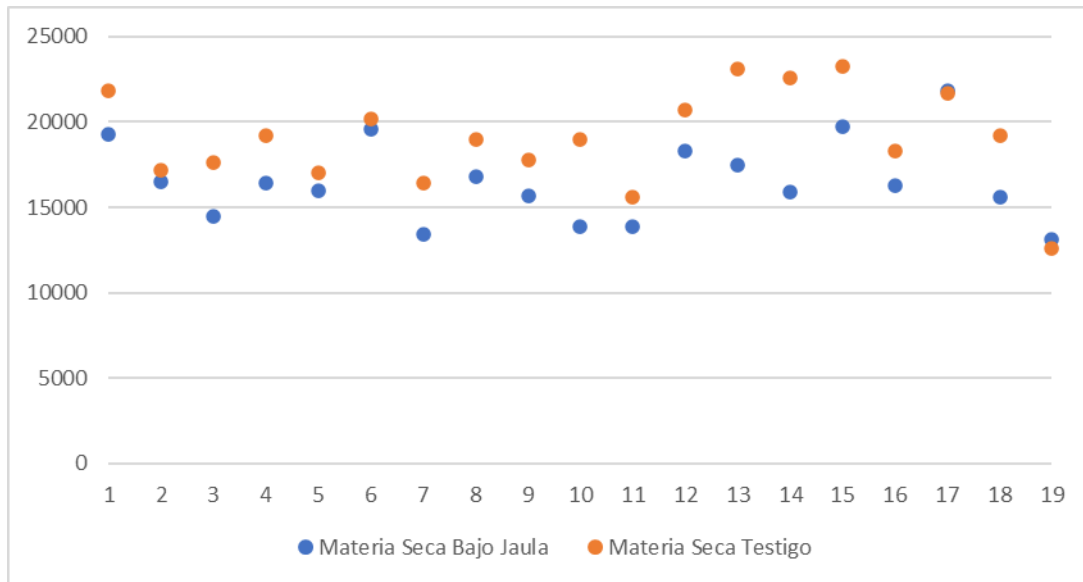


Figura 11: Materia seca (expresado en kg/ha), para cada híbrido y tratamiento.

En la Figura 12, se observa el peso de mil semillas de los diferentes híbridos para cada tratamiento. En 10 parcelas el PMS fue superior en el testigo, en 4 ocasiones el tratamiento 2 logró superar al testigo, mientras que en los 5 restantes el peso de mil semillas fue el mismo para ambos.

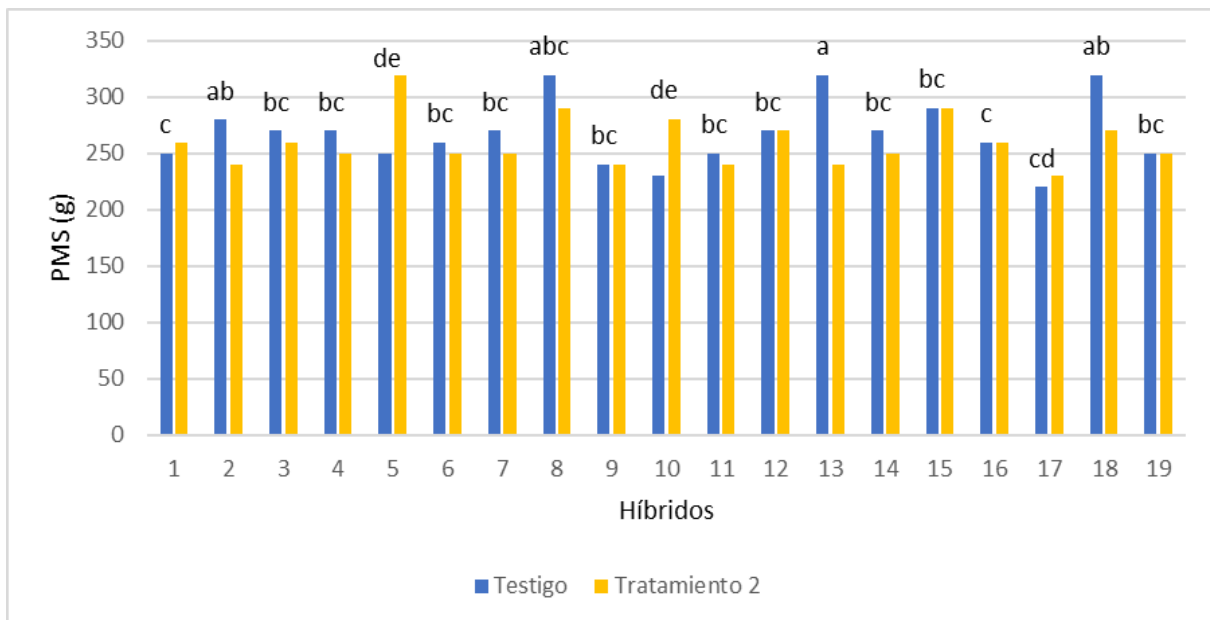


Figura 12: PMS correspondiente a cada híbrido para cada tratamiento. Letras iguales representan diferencias no significativas.

En la Figura 10, donde se observa la relación entre el rendimiento de cada híbrido (t2 y testigo) y la categoría del daño asignada en el tratamiento con *D. furcatus*, es posible evidenciar que, independientemente de los potenciales productivos de los híbridos

participantes del ensayo, donde el daño ocasionado por la chinche de los cuernos era nulo o bajo (Grados 0, 1 y 1.5), los rendimientos parecerían no verse afectados, mientras que a mayores niveles de daño (Grado 2 o superior), comienzan a observarse pérdidas de rendimiento y mayores diferencias con respecto al testigo.

### **Ensayo de antixenosis**

Al evaluar el comportamiento de *D. furcatus* en la libre selección de híbridos de maíz, se comprobó que el híbrido 7 (La Nerina 3602) tuvo diferencias significativas respecto de los materiales 1, 8, 10, 17 y 19, (ACA 498 MG, Sursem 566 MGRR, ACA 495 MGRR2, Nidera AX 7822 HCL MG, Nidera AX 852 MGRR2), los cuales fueron los de mayor preferencia para la chinche de los cuernos (Tabla 3, Figura 13).

Tabla 3: Valores promedio de chinches ubicadas en cada uno de los híbridos durante las 20 repeticiones. \* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Híbrido	Nombre comercial	Chinches ubicadas*
1	ACA 498 MG	1,1 (b)
2	Nidera AX 887 Bt	0,95 (ab)
3	Sursem 553 RR	0,95 (ab)
4	ACA 480 MG	0,65 (ab)
5	La Nerina 4336	0,95 (ab)
6	Nidera AX 7822 Bt	0,75 (ab)
7	La Nerina 3602	0,35 (a)
8	Sursem 566 MGRR	1,15 (b)
9	ACA 2002	0,85 (ab)
10	ACA 495 MGRR2	1,15 (b)
11	ACA 514	0,95 (ab)
12	La Nerina 7138	0,65 (ab)
13	Sursem 566 MG	0,65 (ab)
14	La Nerina 8036	0,85 (ab)
15	ACA 530	0,6 (ab)
16	Sursem 553 MGRR	0,75 (ab)
17	Nidera AX 7822 HCL MG	1 (b)
18	La Nerina 433836	0,8 (ab)
19	Nidera AX 852 MGRR2	1,05 (b)

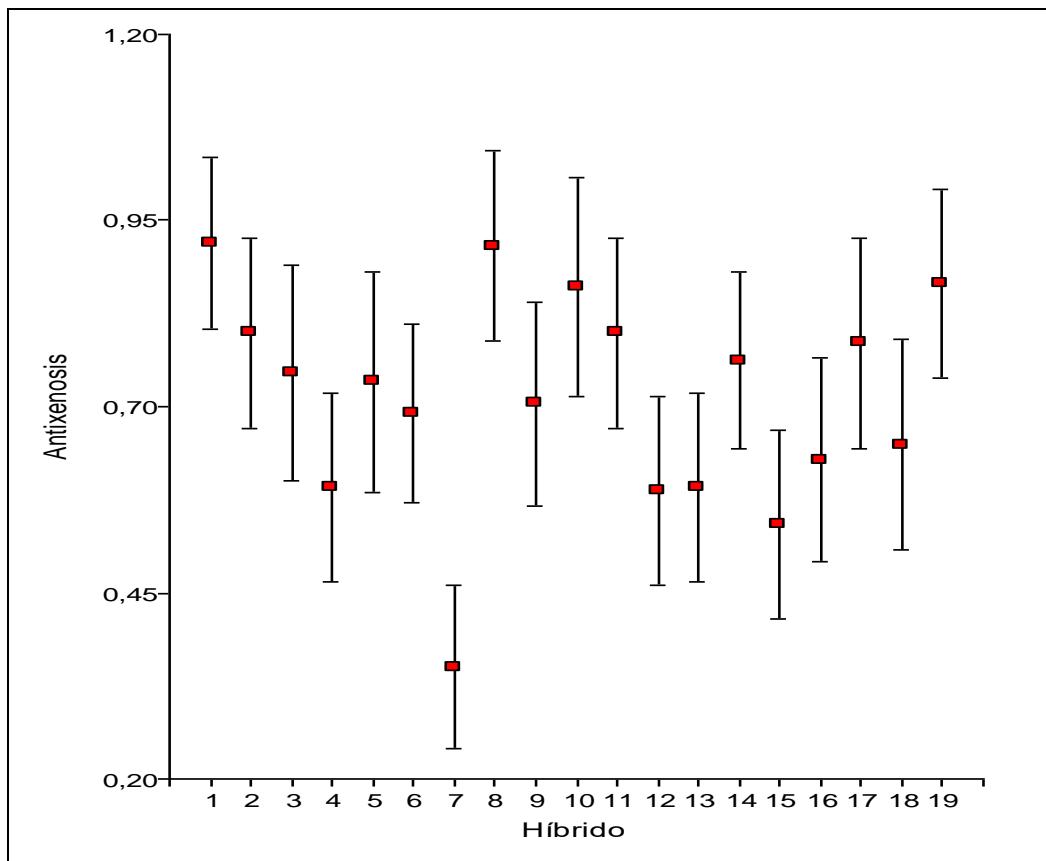


Figura 13: Representación gráfica de los valores promedio  $\pm$  el error estándar (ES) del número de insectos (chinche de los cuernos) en híbridos de maíz.

Durante el ensayo de antixenosis se observó un alto porcentaje de *D. furcatus* ubicadas en alguno de los 19 híbridos. Durante las 20 repeticiones, se ubicaron 16,15 chinches promedio (lo que representa un 85%), mientras que únicamente 2,85 (15%) no lograron ubicarse en ninguno de los híbridos. A excepción de la tercera repetición, donde solamente 11 chinches de los cuernos se encontraron cercanos o sobre algún material, durante el resto de las repeticiones, el número de chinches que lograron ubicarse en algún híbrido de maíz fue relativamente uniforme (Figura 14).



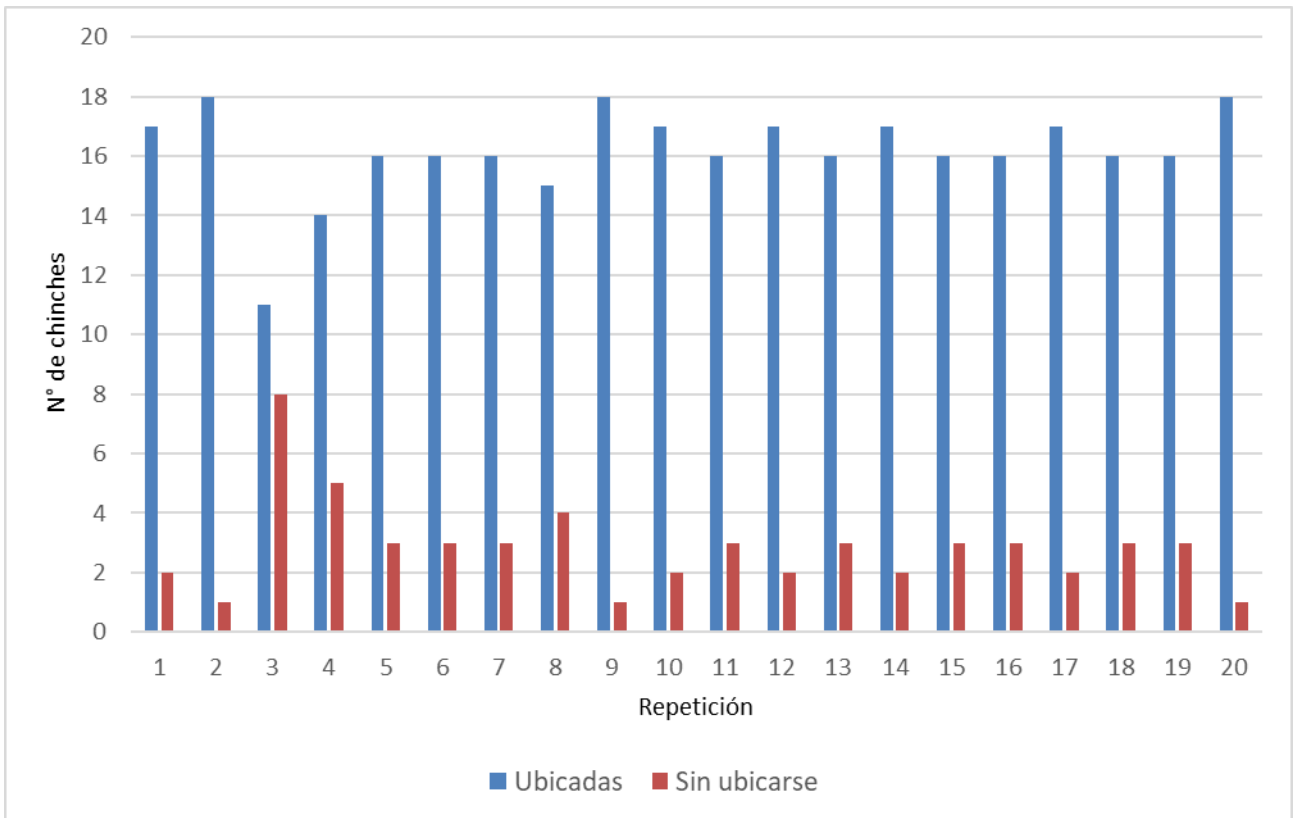


Figura 14: Número de chinches ubicadas y sin ubicarse por repetición.

## **DISCUSIÓN**

La resistencia de las plantas representa la capacidad inherente de las mismas para limitar, retrasar o superar las infestaciones de las plagas y con ello mejorar el rendimiento y/o la calidad del producto de cosecha. El uso de cultivares resistentes representa uno de los métodos más simples y convenientes en el manejo de insectos plaga. La antixenosis y la tolerancia son dos de los mecanismos de resistencia que las plantas pueden presentar ante el ataque de plagas. Mientras la no preferencia (o antixenosis) modifica el comportamiento del insecto para la alimentación y/u oviposición, en el mecanismo de tolerancia, la planta es capaz de tolerar una población de insectos sin pérdida de vigor o reducción de rendimiento (Ricci *et al*, 2011). En conjunto con la antibiosis, estos tres mecanismos de resistencia frecuentemente se encuentran correlacionados, aunque también pueden operar de manera independiente (Kogan y Ortman, 1978). Por lo tanto, una planta puede poseer uno, dos o los tres tipos de resistencia.

De esta manera podemos afirmar que el rendimiento del maíz, en los materiales considerados como medianamente tolerantes y medianamente susceptibles disminuye, aunque con variaciones en cuanto a la magnitud de la pérdida de rendimiento respecto al testigo. El PMS fue un parámetro que se mantuvo más estable, con diferencias del orden de 5- 10 por ciento respecto a los testigos. En este sentido Flores (2012) concluyó que, a mayor grado de daño, los parámetros como el diámetro del tallo, número de granos por espiga, peso de mil granos y altura de plantas disminuyen, incluso algunas plantas no logran formar granos o siquiera la misma planta logra prosperar.

En su trabajo de investigación sobre la evaluación del control químico y de los daños que *D. furcatus* ocasiona al cultivo de maíz, Mango *et al.* (2015), registraron el nivel de daño de la plaga de acuerdo a una escala visual predeterminada (Nivel 0, sin daño; 1, Plantas con orificios, crecimiento levemente afectado; 2, Con orificios y disminución notoria del crecimiento; y 3, máximo daño con planta macollada). Con distintas densidades poblacionales por metro cuadrado, se pudo observar que con 1 chinche/m<sup>2</sup> se registraron niveles de daño de tipo 1 y 2, mientras que con 2 y 3 chinches/m<sup>2</sup> se alcanzó el máximo nivel de daño, con plantas deformadas y presencia de macollos. Se comprobó que a bajos niveles poblacionales, disminuye notablemente el rendimiento del cultivo de maíz.

Como resultado del ensayo de antixenosis, se determinó que existen diferencias entre algunos de los materiales evaluados. El híbrido 7 (La Nerina 3602), fue el de mejor comportamiento durante este ensayo. A su vez, mediante la prueba de Duncan, logró

diferenciarse significativamente de algunos materiales clasificándose como antixenótico o menos preferido.

Al contrario, los híbridos ACA 495 MGRR2 (10), Sursem 566 MGRR (8), ACA 498 MG (1), Nidera AX 852 MGRR2 (19) y Nidera AX 7822 HCL MG (17) fueron los materiales de menor *performance* en este análisis, siendo los materiales de mayor preferencia por parte de la chinche de los cuernos o no antixenóticos.

Los genotipos restantes tuvieron un comportamiento medio durante este ensayo, ya que no mostraron diferencias estadísticamente significativas con el material 7, ni con los materiales de menor desempeño.

Una misma planta puede poseer uno, dos o los tres tipos de resistencia. En general, cuando ella posee dos o tres tipos, estos son gobernados por diferentes genes, aunque existen casos en que un mismo gen presenta efecto pleiotrópico (actúa sobre más de un carácter). Al ser los diferentes mecanismos determinados por factores genéticos distintos, éstos podrán ser acumulados en una misma planta piramidalizándolos y así aumentar su grado de resistencia. A su vez, el empleo de más de una categoría de resistencia en forma simultánea ofrecería ventajas en el mejoramiento (Musa, 2018).

Según los resultados de ambos ensayos, puede evidenciarse que algunos híbridos manifestaron uno u otro tipo de mecanismo de resistencia ante la presencia de *D. furcatus*. A su vez, en otros materiales, ambos mecanismos de resistencia estuvieron presentes con comportamientos medios. Se observó también que algunos genotipos no expresaron ninguno de los mecanismos de resistencia evaluados.

Podría considerarse al material La Nerina 3602 (7) como el único que presentó ambos mecanismos de resistencia ante la chinche de los cuernos, dado que logró diferenciarse de otros materiales durante el ensayo de antixenosis y a su vez, fue clasificado como medianamente tolerante (grado de daño 1).

Por otro lado, los materiales más preferidos (no antixenóticos) fueron ACA 498 MG (1), Sursem 566 MGRR (8), ACA 495 MGRR2 (10), Nidera AX 7822 HCL MG (17) y Nidera AX 852 MGRR2 (19), de estos a su vez tampoco presentaron el mecanismo de tolerancia los híbridos 8, 10 y 19.

## **CONCLUSIÓN**

Se evaluó el comportamiento de los híbridos participantes y se determinó que entre ellos existen diferencias en el mecanismo de resistencia a *Dichelops furcatus* que poseen.

Se identificaron híbridos de maíz tolerantes, medianamente tolerantes y medianamente susceptibles al daño de *D. furcatus*.

El rendimiento disminuye en los genotipos medianamente tolerantes y medianamente susceptibles, respecto al testigo sin infestación.

Se identificaron materiales antixenóticos y no antixenóticos.

La Nerina 3602 expresó ambos mecanismos de resistencia.

En contraparte, Sursem 566 MGRR, ACA 495 MGRR2 y Nidera AX 852 MGRR2 no manifestaron mecanismos de tolerancia ni antixenosis.

Considerando que, debido a la gran difusión de la siembra directa y la rotación de cultivos en las zonas agrícolas, *D. furcatus* ha tenido la capacidad de causar daño, pone de manifiesto la importancia de conocer la resistencia de un genotipo de maíz a una plaga determinada, ya que esto puede llegar a resultar de importancia a la hora de decidir el híbrido a sembrar.

## **BIBLIOGRAFIA**

Badii, M.H., Garza Almanza, V. 2007. "Resistencia en Insectos, Plantas y Microorganismos" en CULCYT. Año 4, N° 18, 14-17. Disponible en: <http://www2.uacj.mx/IIT/CULCYT/Enero-Febrero2007/5ARTCULOBADII.PDF>

Bolsa de Cereales. 2020. Informe cierre de campaña Maiz 2019/2020. Disponible en <https://www.bolsadecereales.com/>. Ultimo acceso: Mayo 2021

Bolsa de Cereales. 2021. Informe Panorama Agrícola Semanal Mayo 2021. Disponible en: <https://www.bolsadecereales.com/estimaciones-informes>. Ultimo acceso: Agosto 2021

Borkowski Rodriguez, R. 2011. Danos do percevejo barriga – verde, (*Dichelops melacanthus*) (Hemíptera: *Pentatomidae*) na cultura do milho. Tesis (Maestría en Agronomía) Universidad Federal de Santa Maria, Rs, Brasil. Paginas 20-25

Cardona, C. y Sotelo, G. 2005. "Mecanismos de resistencia a insectos: naturaleza e importancia en la formulación de estrategias de mejoramiento para incorporar resistencia a salivazo en *Brachicaria*" en Pasturas Tropicales. Vol 27, 2, 4-13. Disponible en: <http://www.tropicalgrasslands.info/index.php/tgft/pages/view/Pasturas>.

Del Amor, F.M.; Navarro, J.; Gambín, J.M.; Ortuño, G.; Palao, C. 2006. "Mecanismos de defensa natural de las plantas. El cultivo ecológico frente al convencional" VII Congreso SEAE Zaragoza. Disponible en: <http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2006/CD%20Congreso%20Zaragoza/Ponencias/65%20DelAmor%20Com-%20Mecanismos.pdf>

Ferreira, L. P. 2013. Manejo de *Dichelops furcatus*: chinche de los cuernos. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/manejo-de-dichelops-furcatus-chinche-de-los-cuernos>

Flores Fernando; Oliva, Geronimo Liotta, Ignacio J. 2014. Evaluación del daño en implantación de *Dichelops furcatus* (Fab.) en el cultivo de Maíz. EEA INTA Marcos Juárez, Pasantes Profesionales.

Flores, F.; Oliva, G.; Liotta, Ignacio J. 2012. Evaluación del daño en implantación de *Dichelops furcatus* (Fab.) en el cultivo de maíz. EEA INTA Marcos Juárez. Páginas: 1-3, 9-10.

Gear, Juan R.E. 2006. "El cultivo del maíz en la Argentina" en *Revista Maizar. Maíz y Nutrición.*, Volumen II: 4-8

Kogan M. y Ortman E.F. 1978. Antixenosis. A new term proposed to define Painter's "Non-preference" modality of resistance. *Bull. Entomol. Soc. AMER.*, 24: 175-176.

Mango, Sebastián; Marcellino, María A.; Peña, Juan M; Sgarbi, Carolina A; Ricci, Mónica E. 2015. *Dichelops furcatus* (FAB.) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE): Evaluación del control químico y de los daños que ocasiona al cultivo de maíz. IX Congreso Argentino de Entomología. Posadas. 2015.

Musa, Alan. 2018. Evaluación de la resistencia a pulgón verde de los cereales (*Schizaphis graminum* Rondani) en cebadas comerciales de amplio uso en nuestro país. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Trabajo Final de Grado. Páginas: 14-16

Netto, J.C. 2013. Infestação e danos de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) em híbridos transgênicos e convencionais de milho, submetidos ao controle químico. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2013. Páginas 13-18.

Painter, R. H. 1951. *Insect Resistance in Crop Plants*. The McMillan Co. New York, 151pp

Paliwal, R.L., Granados, G., Lafitte, H.R., Volic, A.D. 2001. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s00.htm>

Ricci Monica, Tocho Erica, Dixon Anthony F.G., Castro Ana M. 2011. *Diuraphis noxia*: reproductive behaviour in Argentina.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2011. Evaluación de pérdidas en el sistema de producto maíz. Secretaría de Desarrollo Rural. Gobierno del Estado de Guerrero. México. 69 p. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/guerrero/Documents/Comit%C3%A9%20T%C3%A9cnico%20Estatal%20de%20Evaluaci%C3%B3n/Evaluaci%C3%B3n%202011/INFORME%20PERDIDAS%20SP%20MAIZ.pdf>

Vallejo Cabrera, F.A. y Estrada Salazar, E.I. 2002. Mejoramiento Genético de Plantas. Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. Disponible en: <http://www.uneditorial.net/uflip/Mejoramiento-genetico-de-plantas/pubData/source/Mejoramiento-genetico-de-plantas.PDF>