



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO.

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA.

Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

Modalidad: Trabajo final

**“Evaluación del comportamiento de genotipos de maní
frente al carbón”**

Cignetti, Maria Virginia

DNI N° 37.177.781

Director: Ing. Agr. Monica Zuza

Río Cuarto-Córdoba

Julio 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DE
GENOTIPOS DE MANI FRENTE AL CARBON

Autor: Cignetti Maria Virginia

DNI: 37.177.781

Director: Ing. Agr. Zuza Monica

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la
Comisión Evaluadora:

Ing. Agr. Peralta Vanessa

Ing. Agr. Oddino Claudio

Fecha de Presentación: ____/____/____

Secretario Académico

AGRADECIMIENTOS

A la UNRC, por darme los recursos humanos y académicos necesarios para hoy graduarme como Ingeniera Agrónoma.

A la Ing. Agr. Monica Zuza, directora de este trabajo, quien desde su lugar puso a disposición su acompañamiento técnico y me orientó en la ejecución del mismo.

A mis padres, ellos me formaron en los valores importantes de la vida. Dios sobre todas las cosas, respeto, responsabilidad, cultura del esfuerzo, honestidad. Me enseñaron a perseverar, confiar en mí misma, acompañando mis pasos con seguridad y firmeza desde el amor incondicional.

A mis hermanos, formados juntos con las mismas bases acompañaron mi camino sin permitirme caer.

A mis amigas, por compartir juntas desde la amistad el objetivo de llegar a la meta.

Al Ing. Agr. Leandro Raspo, compañero en la vida personal con quien deseo compartir esta desafiante profesión

A los integrantes de la cátedra de Fitopatología de la UNRC, por colaborar en el relevamiento de la enfermedad.

INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
Hipótesis.....	8
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos.....	8
MATERIALES Y METODOS.....	9
RESULTADOS Y DISCUSION.....	11
CONCLUSION.....	19
BIBLIOGRAFIA.....	20

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vaina de maní hipertrofiada y vaina de maní normal.....	6
Figura 2. Ensayo en la localidad de General Deheza. Campaña 16/17.....	9
Figura 3. Ensayo en la localidad de General Deheza. Campaña 16/17.....	9
Figura 4. Precipitación y temperatura media mensual del período 1975-2016/17. Gral. Deheza. Campaña 2016/17.....	11
Figura 5. Porcentaje de incidencia de la enfermedad en todos los cultivares. Gral. Deheza. Campaña 2016/17.....	12
Figura 6. Severidad de la enfermedad en todos los cultivares. Gral. Deheza. Campaña 2016/17.....	12
Figura 7. Incidencia y severidad del carbón del maní en distintos genotipos evaluados en la localidad de General Deheza, Córdoba. Campaña 2016/17.....	13
Figura 8. Porcentaje de cajas de cada cultivar con grado 1 de severidad.....	14
Figura 9. Porcentaje de cajas de cada cultivar con grado 2 de severidad.....	15
Figura 10. Porcentaje de cajas de cada cultivar con grado 3 de severidad.....	15
Figura 11. Porcentaje de cajas de cada cultivar con grado 4 de severidad.....	16
Figura 12. Rendimiento en caja de todos los cultivares evaluados en la localidad de General Deheza, Córdoba. Campaña 2016/2017.....	16
Figura 13. Rendimiento en grano de todos los cultivares evaluados en la localidad de General Deheza, Córdoba. Campaña 2016/2017.....	17

RESUMEN

El Carbón del maní es una de las principales enfermedades que afectan el cultivo. Es causado por *Thecaphora frezii*, hongo que sobrevive en el suelo como teliospora. Fue identificado por primera vez en Argentina en la campaña 1994/95. Paulatinamente, pasó de ser una enfermedad emergente a endémica en la principal región manisera, e incluso con características epidémicas en algunos lotes de producción. Actualmente el patógeno se encuentra distribuido en el 100% de los lotes de producción. Diferentes técnicas de manejo, como labranzas, rotaciones y control químico, han sido evaluadas para el control de esta enfermedad, sin embargo, hasta el momento no se han observado efectos importantes sobre la intensidad de la misma. La resistencia genética de los cultivares parece ser hasta el presente la única medida para morigerar la enfermedad, por lo que se planteó como objetivo de este trabajo evaluar el comportamiento de diferentes genotipos obtenidos por la FAV-UNRC y una variedad de INTA, frente al carbón del maní.

Durante la campaña 2016/17 se realizó un ensayo en un lote cercano a la localidad de General Deheza. Se evaluaron diferentes genotipos y líneas de maní. Los cultivares evaluados fueron: Granoleico como testigo susceptible, las variedades Utre, Ascasubi, Mapu y Uchaima y las líneas avanzadas Lax-1, Lax-2, Lax-3 y Lax-4. En cada tratamiento se evaluó la incidencia y la severidad final del carbón del maní. Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante ANAVA y comparación de medias según test de LSD (5%). Las variedades Utre, Ascasubi y la línea avanzada LAX-1, fueron los materiales que mostraron el mejor comportamiento frente al Carbon del maní, diferenciándose significativamente del resto de los tratamientos. Estos materiales tuvieron una incidencia menor al 5% y severidades menores a 0,2. La línea avanzada Lax-2 es la que presentó el valor más elevado de incidencia (mayor a 50%) y de severidad (mayor a 1,8). Granoleico y la variedad Uchaima también presentaron valores altos de incidencia y severidad sin diferencias significativas entre ellos pero sí, diferenciándose de Lax-2.

A partir de estos resultados se plantea la necesidad de continuar evaluando la interacción genotipo-ambiente para identificar los materiales genéticos superiores, detectar fuentes de resistencia y/o tolerancia a la enfermedad y así poder utilizarlos en un programa de mejoramiento genético.

Palabras claves: *Thecaphora frezii*, genotipos, resistencia genética.

ABSTRACT

Peanut smut is one of the main diseases that affect peanut cultivation. It is caused by *Thecaphora frezii*, a fungus that survives in the soil as teliospore. The first time this fungus was identified in Argentina was in the 1994/95 campaign. It gradually changed from being an emergent disease to being an endemic disease in the main peanut region; in some production plots, it even developed epidemic characteristics. Currently, the pathogen is distributed into 100% of the production plots.

Different management strategies, such as soil tilling, crop rotation or chemical control, have been evaluated for the control of this disease; however, no significant effects have been observed on the intensity of the disease. Genetic resistance seems to be the only strategy to control this disease. Therefore, the purpose of this work was to evaluate different peanut genotypes obtained by FAV-UNRC and an INTA variety in the presence of smut.

During the 2016/17 crop cycle, a test involving different genotypes was performed in a plot near General Deheza. The genotypes evaluated included Granoleico as susceptible control, Utre, Ascasubi and Lax-1 as varieties tolerant to the disease and Mapu, Uchaima, Lax-3, Lax-2 and Lax-4 as susceptible varieties. In each treatment, the incidence and the final severity of the disease was evaluated. The results were statistically analyzed using ANAVA and mean comparison according to LSD test (5%). Utre and Ascasubi variety and the advanced line Lax-1 showed the best performance in the presence of peanut smut, differing significantly from the remaining treatments. These materials showed an incidence below 5% and a severity below 0.2. The advanced line Lax-2 showed the highest value of incidence (greater than 50%) and severity index (greater than 1,8). Granoleico and the Uchaima variety also presented high incidence and severity values without significant differences between them, but they differed from Lax-2.

These results indicate the need to continue evaluating the genotype-environment interaction to identify the best genetic materials, identify the genes conferring resistance or tolerance to the pathogen so they can be used in a genetic improvement program.

Key words: *Thecaphora frezii*, genotypes, genetic resistance.

INTRODUCCION

El cultivo del maní (*Arachis hypogaea* L.) es uno de los cultivos leguminosos más importantes del mundo. Pertenece a la familia Leguminosae, subfamilia Papilionoideae, tribu Hediaceae, género *Arachis*.

Es una especie anual con crecimiento primavero estival. La planta del maní está conformada por un tallo central (eje n) y dos ramificaciones primarias (n+1) que se originan en las axilas de los cotiledones –denominadas ramificaciones cotiledonares- (n+1cot), pudiendo presentar otras ramificaciones n+1 y de orden superior (n+2, n+3). El número de ramificaciones varía con los genotipos siendo mayor en los cultivares tipo Virginia que en los tipos Valencia y Español (Fernandez y Giayetto, 2017).

Se caracteriza por tener crecimiento indeterminado, aunque existen diferencias entre los genotipos en el grado de indeterminación. Esta variabilidad se relaciona con el patrón de distribución de yemas vegetativas y reproductivas que cada uno posea, la que, además, tiene significado taxonómico ya que es uno de los atributos sobre los cuales se basa la clasificación de las subespecies y variedades de la especie *Arachis* sp. (Fernandez y Giayetto, 2017).

Las variaciones taxonómicas halladas en las poblaciones de *A. hypogaea* han justificado la división en dos subespecies y seis variedades, que según Krapovickas y Gregory (1994), son las siguientes:

Subespecie *hypogaea*

- var. *hypogaea* (tipo Virginia o Runner con variedades de porte erecto y rastrero)
- var. *hirsuta* (tipo Peruano)

Subespecie *fastigiata*

- var. *fastigiata* (tipo Valencia)
- var. *vulgaris* (tipo Español)
- var. *peruviana*
- var. *aequatoriana*

A continuación, se presentan algunas características que permiten diferenciar a las variedades Virginia o Runner, Valencia y Español (variedades más importantes comercialmente):

A. hypogaea* subesp. *hypogaea* var. *hypogaea

Especie de porte erecto a rastrero, con tallo corto y hojas pequeñas de color verde oscuro. Las yemas en "n" son de tipo vegetativas y se disponen en forma alterna. El grado de ramificación puede ser n+1, n+2 y hasta n+3. El fruto presenta constricciones, el pericarpio

es rugoso y el tegumento de color rosado. Presenta dos semillas por fruto. El ciclo de esta especie es generalmente largo.

A. hypogaea* subesp. *fastigiata* var. *fastigiata

Especie de porte erecto, con tallo alto y de color rojizo a púrpura. Presenta hojas grandes de color verde claro. Las yemas en "n" son de tipo vegetativas y reproductivas y se disponen en forma secuencial. El grado de ramificación es n+1. El fruto no presenta constricciones, el pericarpio es liso y el tegumento colorado a violáceo. Presenta de 2 a 4 semillas por fruto. Es una especie de ciclo corto.

A. hypogaea* subesp. *fastigiata* var. *vulgaris

Esta especie también presenta porte erecto con tallo medio de color verde. Las hojas son de tamaño intermedio también de color verde. Las yemas en "n" son de tipo vegetativas y reproductivas con una disposición secuencial. El grado de ramificación es de n+1 y n+2. El fruto puede o no presentar constricciones, presenta el pericarpio liso y el tegumento de color rosado. Presenta de 2 a 3 semillas por fruto. El ciclo por lo general es intermedio.

En Argentina, el primer registro del cultivo de maní, data del año 1872/73 con una superficie cultivada de 2.388has. A partir de 1896/97, se poseen datos continuos con valores de 13.709has para esa campaña agrícola, de las cuales solo 300 correspondieron a Córdoba. La mayor parte de esa superficie se localizó en el noreste argentino (6.600has en Santa Fe, 4.100has en Entre Ríos y unas 1.900has en Corrientes); siendo las provincias del Litoral las principales productoras hasta el año 1920 (Fernandez y Giayetto, 2017).

Desde 1930, la región central de la provincia de Córdoba concentró la mayor parte de la superficie cultivada y producción de maní del país. Allí, la superficie cultivada fue aumentando en forma progresiva.

En las primeras campañas de la década de 1990 la superficie sembrada en la provincia de Córdoba osciló alrededor de las 170.000has, observándose en 1996 una marcada tendencia a incrementarla y sobrepasar las 300.000has, para alcanzar alrededor de 400.000has en 1997. Más recientemente, el área sembrada se ha reducido aproximadamente 155.000has en las campañas agrícolas 2002/03 y 2003/04. Esta disminución en la superficie sembrada es atribuida a una compleja crisis del sector, siendo señaladas las enfermedades causadas por hongos del suelo como uno de los factores determinantes del abandono de este cultivo (March y Marinelli, 2005).

Actualmente, en el centro sur de la Provincia de Córdoba, se concentra el 92% de la producción y el 100% del proceso transformador o industrial del cultivo, con alto impacto económico y social (Gamba y Pedelini, 2009). Estos impactos se deben no sólo a la

generación de divisas por la exportación de sus productos, sino también a la generación de trabajo a nivel predial e industrial (Fernández y Giayetto, 2006).

Para la campaña 2014/15, el área sembrada con maní en Córdoba, representó el 90% de lo estimado por el informe del Departamento de Información Agroeconómica (DIA) de la Bolsa y Cámara de Cereales de la Provincia de Córdoba (BCC) que incluyó a las provincias de San Luis y La Pampa en su estimación total (Olivera, 2015).

El cultivo de maní es afectado por numerosas enfermedades fúngicas que se pueden clasificar en tres grupos, las foliares, donde la principal protagonista es la viruela (*Cercosporidium personatum* y *Cercospora arachidicola*). Aquellas que son causadas por hongos de suelo, conformadas por los tizones producidos por ambas “sclerotinias” (*Sclerotinia minor* y *S. sclerotiorum*), la podredumbre parda (*Fusarium solani*) y el marchitamiento (*Sclerotium rolfsii*). Y un tercer grupo, formado sólo por el carbón (*Thecaphora frezii*) que, si bien produce todo su ciclo en el suelo, no tiene las características de las otras enfermedades (Rago, 2015).

Cuando se habla de enfermedades, ciertas variables climáticas como el régimen de lluvias, la temperatura y la humedad relativa, que normalmente caracterizan a una región productora son claves para el desarrollo de las mismas. No obstante, el desplazamiento de las explotaciones agrícolas-ganaderas hacia la agricultura en el área manisera, la forma de trabajar los suelos sin protección de cubiertas vegetales muertas, el monocultivo y la intensidad de las prácticas culturales, han provocado cambios en la composición físico-química del suelo conduciendo a su degradación. Esto ha generado situaciones de estrés al cultivo, predisponiéndolo a algunas enfermedades causadas por hongos del suelo (March y Marinelli, 2005).

El carbón del maní es una de las enfermedades que más afecta al cultivo y además es la de mayor incremento en su prevalencia e intensidad en la última década, siendo el problema sanitario de mayor preocupación para el sector manisero (Paredes *et al.*, 2016). Fue identificado por primera vez en Argentina durante las campañas agrícolas 1994/95 en cultivares Florunner y Colorado Irradiado INTA. En la campaña agrícola 2001/02 se evaluó la incidencia de la enfermedad en aquellos lotes en que se había detectado el carbón en campañas anteriores, determinándose que el 0,5% de las plantas tenían al menos una caja afectada (March y Marinelli, 2005).

Paulatinamente, pasó de ser una enfermedad emergente a endémica en la principal región manisera, e incluso con características epidémicas en algunos lotes de producción. Así en la zona norte de dicha región pasó de una prevalencia del 10% en 1997, al 22% en 2008 (Marinelli, *et al.*, 2010).

Por su parte, en las zonas centro y sur de dicha región en la campaña señalada, se determinaron valores del 8% y del 13% respectivamente, donde 10 años antes la enfermedad

no había sido detectada. La incidencia (porcentaje de vainas afectadas) de carbón también se incrementó en toda la región manisera, pasando de 0,02-0,2% en 2007, al 0,2-20% en 2008 (Peralta *et al.*, 2015). Por otro lado, Cazzola *et al.* (2012), señalaron que la enfermedad se encontró distribuida en el 100% de los lotes muestreados en la campaña 2011/2012 en la provincia de Córdoba.

El agente causal es un hongo presente en el rizoplano denominado *Thecaphora frezii*. Este patógeno sobrevive en el suelo como teliospora y en presencia del cultivo de maní, al producirse la introducción en el suelo de los clavos, las teliosporas que se encuentran en la proximidad son estimuladas a germinar y producen basidiosporas que ingresan en el ginecóforo y colonizan el ovario (March y Marinelli, 2005).

Desde su detección en maní cultivado en 1995, el patógeno se fue distribuyendo silenciosamente con la semilla, las maquinarias y por el viento, contaminando suelos e infectando vainas. No obstante ello, pasó casi desapercibida por no manifestar síntomas en la parte aérea de la planta. Año tras año el patógeno sigue afectando al cultivo, con diferentes grados de intensidad, muchas veces sin incidir significativamente sobre los rendimientos. El estado de contaminación de los lotes cercanos a las plantas procesadoras de maní y la intensidad de la enfermedad registrados en ellos, demuestran el riesgo potencial de este patógeno (Rago, 2015).

Los síntomas de la enfermedad son deformación e hipertrofia de los frutos. Las semillas presentan soros formados por una masa pulverulenta de esporas color marrón-rojizo (Marraro *et al.*, 2013). Los frutos presentan un mayor tamaño (Figura 1), consistencia esponjosa y las semillas afectadas pueden tener pequeñas áreas hipertrofiadas y decoloración del tegumento, debajo del cual se encuentra la masa carbonosa compacta, o toda la semilla estar transformada en un grano carbonoso. La masa carbonosa está formada por teliosporas solitarias o en glomérulos.



Figura 1. Vaina de maní hipertrofiada y vaina de maní normal.

Diferentes técnicas de manejo, como labranzas, rotaciones y control químico, han sido evaluadas para el control de esta enfermedad, sin embargo, hasta el momento no se han observado efectos importantes sobre la intensidad de la misma. Con respecto a la genética, todas las variedades sembradas actualmente muestran elevada susceptibilidad frente a la enfermedad, la cual también ha sido señalada en variedades sembradas en décadas anteriores (Oddino *et al.*, 2013).

La resistencia genética de los cultivares parece ser hasta el presente la única medida para morigerar la enfermedad. Varios estudios han demostrado diferencias de comportamiento entre distintos cultivares confrontados con este hongo, siendo Colorado Irradiado INTA el más susceptible de los evaluados hasta el presente (Farias *et al.*, 2011).

La obtención de variedades resistentes/tolerantes al carbón se presenta como una de las mejores alternativas y los marcadores moleculares son la herramienta más eficaz para asistir este proceso (Faustinelli *et al.*, 2015). Resulta interesante la posibilidad de identificar marcadores moleculares que puedan asociarse a regiones del genoma responsables de controlar el carácter de resistencia. De este modo, se podría asistir a los programas de mejoramiento, acelerando y haciendo más eficiente el proceso de selección y obtención de materiales mejorados (Moreno *et al.*, 2015).

Debido a esto, el mayor énfasis debería centrarse en proveer al sector de variedades resistentes que redunden en una interrupción de la multiplicación del patógeno por un lado, con la consiguiente disminución de la afectación del cultivo (Rago, 2015). En este aspecto, la utilización de resistencia genética cumple un rol fundamental como herramienta tecnológica, dado que no requiere acciones especiales por parte del productor, no es perjudicial para el ambiente y es compatible con otras técnicas de manejo de enfermedades. La resistencia genética a este patógeno se evalúa en Argentina desde hace algunos años, sin embargo, todavía no se cuenta con una oferta varietal de resistencia elevada disponible para el productor (Moreno *et al.*, 2015).

Los ensayos de campo son el método más apropiado para descubrir fuentes de resistencia a enfermedades. Sin embargo, tienen la desventaja de la imprevisibilidad de los ambientes y de la población de patógenos. Por esa razón se evalúa la interacción genotipo-ambiente para identificar los materiales genéticos superiores y así poder utilizarlos en un programa de mejoramiento genético (Ibañez *et al.*, 2018).

Siendo que Argentina es el único país donde la enfermedad está presente en lotes comerciales y que la detección de la misma en niveles epidémicos es relativamente reciente, la obtención de materiales resistentes y con características agronómicas deseables, es un proceso que puede llevar varios años (Rago, 2015). Es por ello, que el objetivo de este trabajo es evaluar diferentes cultivares y líneas avanzadas de maní para detectar fuentes de resistencia y/o tolerancia a la enfermedad.

Hipótesis

De acuerdo con los antecedentes mencionados, se propone como hipótesis de este trabajo que los distintos genotipos de maní presentan un comportamiento diferencial frente al carbón.

Objetivo general

Evaluar el comportamiento de distintos cultivares de maní frente al carbón causado por *Thecaphora frezzi* y la producción obtenida en presencia de dicha enfermedad.

Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento que presentan los diferentes cultivares de maní utilizados frente al carbón del maní.
- Evaluar el rendimiento de los cultivares en presencia de la enfermedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña agrícola 2016/17 se realizó un ensayo en un lote ubicado en la localidad de General Deheza (Figuras 2 y 3). Se evaluaron diferentes genotipos y líneas promisorias de maní desarrollados por la FAV-UNRC y una variedad de INTA. Los cultivares evaluados fueron: Granoleico como testigo susceptible, las variedades Utre, Mapu, Uchaima y Ascasubi y las líneas avanzadas Lax-1, Lax-2, Lax-3 y Lax-4.

El lote donde se realizó el ensayo presentaba una alta carga de inóculo de *Thecaphora frezii*. Según mediciones realizadas por el método de observación al microscopio óptico, se detectaron 4800 teliosporas/gr de suelo.



Figura 2. Ensayo en la localidad de General Deheza. Campaña 16/17.



Figura 3. Ensayo en la localidad de General Deheza. Campaña 16/17.

El diseño del experimento fue en bloques completos al azar con tres repeticiones para cada genotipo. Cada parcela fue de tres surcos de seis metros de largo. La separación entre surcos fue de 70 cm, y la densidad de 15 plantas por metro.

La siembra se realizó el 4 de noviembre de 2016. Para la toma de muestras se cosecharon 2 m² (2,86 m lineales) de cada parcela y se evaluó la incidencia final del carbón del maní, como porcentaje de vainas afectadas sobre el total de vainas evaluadas y la severidad final, expresada como índice de severidad según la proporción de granos afectados, utilizando una escala de severidad diagramática de cinco grados en donde a cada grado se le asigna una expresión de síntomas (0: vainas sin carbón, 1: vaina normal, una semilla con pequeño soro, 2: vaina deformada o no, una semilla mitad afectada, 3: vaina malformada y toda una semilla carbonosa, 4: vaina malformada y las dos semillas carbonosas) (Marinelli *et al.*, 2010). El Índice de Severidad se calculó según la siguiente fórmula (Lenardon *et al.*, 2014):

$$IS = [(X0*Y0) + (X1*Y1) + (X2*Y2) + (X3*Y3) + (X4*Y4)]/100$$

Donde X1, X2, X3 y X4 son valores del grado de severidad e Y1, Y2, Y3 e Y4 son las proporciones de granos afectados por el correspondiente grado de severidad.

Para cada tratamiento y repetición del experimento se evaluó la productividad por peso de dos muestras de vainas de cada subparcela obtenidas en 2 m², y posteriormente se llevaron esos datos a rendimiento del cultivo en kg/ha.

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante ANAVA y comparación de medias según test de LSD (5%) utilizando el programa estadístico INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSION

La figura 4 muestra las lluvias mensuales (mm) y las temperaturas medias (°C) durante el ciclo agrícola (2016-2017) y las medias históricas (1975-2016) para la localidad de General Cabrera. Estos registros fueron tomados por la estación meteorológica del Centro de Ingenieros Agrónomos de General Cabrera y zona (CIA, 2016/17). Como se puede observar, los milímetros de lluvia caídos durante los meses de noviembre, diciembre y enero fueron menores al promedio histórico; mientras que, para los meses de febrero y marzo, la precipitación fue mayor que la media histórica. Además, las menores precipitaciones coinciden con los meses de mayores temperaturas.

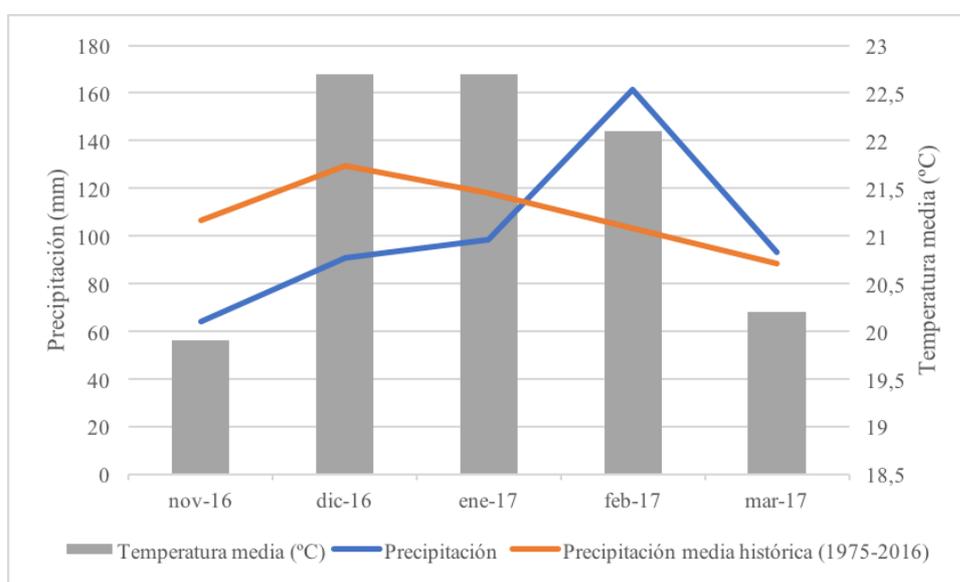


Figura 4. Precipitación y temperatura media mensual del período 1975-2016/17. Gral. Deheza. Campaña 2016/17.

Una vez procesadas las muestras de maní se obtuvieron los siguientes resultados.

La Figura 5, muestra la incidencia de la enfermedad en cada genotipo. Como se puede observar, los genotipos Ascasubi, Lax-1 y Utre fueron los que tuvieron menor porcentaje de incidencia con valores de 1,34%, 1,76% y 2,46% respectivamente. Esto se debe a que corresponden a los genotipos con mayor tolerancia frente a la enfermedad. En cuanto a los cultivares susceptibles, Lax-2 es el que presentó mayor porcentaje de incidencia con respecto al resto, con un 50,69%. Granoleico, cultivar utilizado como testigo, presentó 41,84% de incidencia, valor similar al encontrado en Uchaima (41,35%) y superior a Mapu (35,56%), Lax-4 y Lax-3. Estos últimos dos, a su vez, no tuvieron grandes diferencias en el porcentaje de incidencia, presentando valores de 29,87% y 27,33% respectivamente.

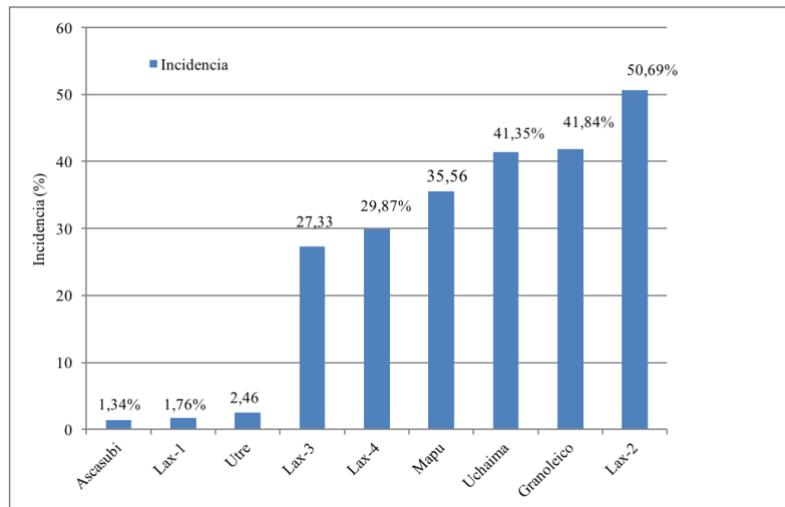


Figura 5. Porcentaje de incidencia de la enfermedad en todos los cultivares. Gral. Deheza. Campaña 2016/17.

En cuanto a la severidad, la figura 6 muestra que los genotipos que tuvieron menor incidencia frente a la enfermedad también tuvieron la menor severidad. Ascasubi, Lax-1 y Utre presentaron valores de 0,04; 0,06 y 0,08. Lax-2, genotipo que obtuvo la mayor incidencia, también presentó el mayor índice de severidad (1,84). Uchaima y Granoleico no presentaron una marcada diferencia observando valores de 1,41 y 1,32 respectivamente. Luego le sigue Mapu con un índice de 1,2; Lax-4 con 0,97 y Lax-3 con 0,85.

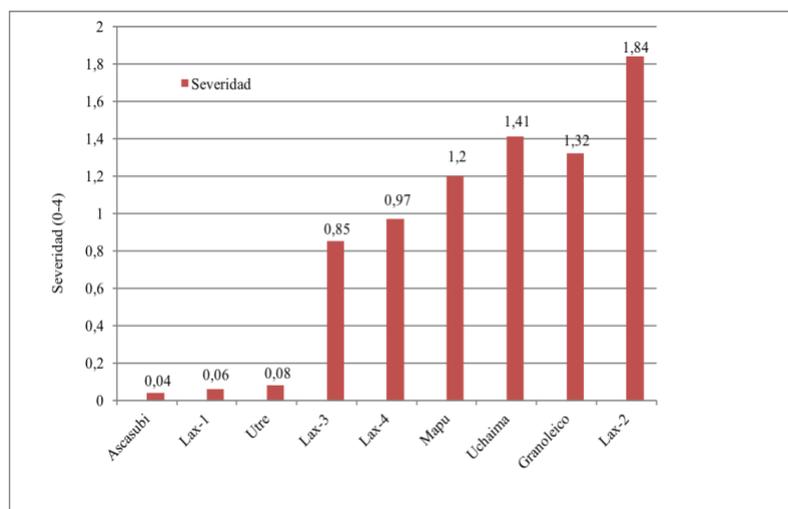


Figura 6. Severidad de la enfermedad en todos los cultivares. Gral. Deheza. Campaña 2016/17.

Marraro *et al.* (2014), evaluaron incidencia y severidad del carbón del maní sobre diez genotipos de *Arachis hypogaea* en un ensayo a campo y los resultados obtenidos también

mostraron una relación directa entre ambos parámetros (98%), por lo cual, concluyeron que se puede tener una alta confianza estadística que al evaluar incidencia también se explique la severidad.

La figura 7 muestra el análisis estadístico de incidencia y severidad de todos los genotipos frente al carbón del maní. Como se puede observar los tres cultivares que mostraron mejor comportamiento a dicha enfermedad fueron Ascasubi, Lax-1 y Utre, siendo significativamente diferentes a los demás. Entre ellos tuvieron un comportamiento similar y no mostraron diferencias significativas en cuanto a la incidencia y severidad.

En el otro extremo, se encontró Lax-2, cultivar más susceptible a la enfermedad, con valores de severidad diferentes estadísticamente con respecto al resto de los cultivares. Granoleico (testigo susceptible) presentó un comportamiento estadísticamente semejante a Uchaima, Mapu y Lax-2 en cuanto a la incidencia, y en cuanto a severidad fue similar a Uchaima, Mapu y Lax-4. Mapu presentó un comportamiento intermedio en relación a los cultivares susceptibles. Además, como se puede observar en esta figura, a pesar de que las condiciones climáticas durante los meses de mayores temperaturas no fueron favorables para el cultivo debido a la falta de precipitaciones, los genotipos Ascasubi, Lax-1 y Utre mantuvieron sus características de ser altamente tolerantes a la enfermedad.

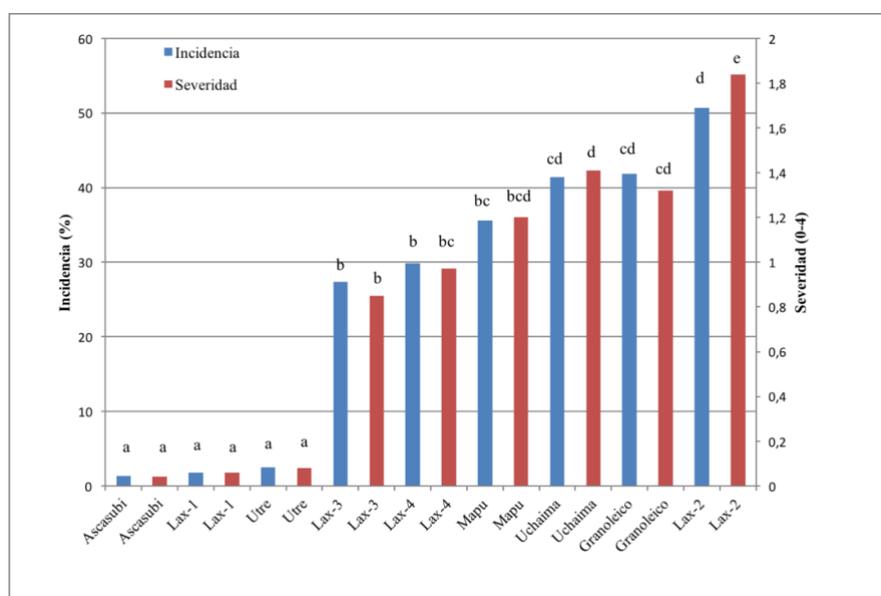


Figura 7. Incidencia y severidad del Carbón del maní en distintos genotipos evaluados en la localidad de General Deheza, Córdoba. Campaña 2016/17.

Valores similares de incidencia y severidad fueron encontrados por Rago *et al.* (2016), donde se evaluaron diferentes genotipos y líneas promisorias de maní desarrollados por la FAV-UNRC. Éstos estaban formados por los cultivares Granoleico como testigo susceptible, las variedades Uchaima, Utre, Mapu y las líneas avanzadas Lax-1, Lax-2, Lax-3 y Lax-4.

Utre y la línea avanzada Lax-1, fueron los materiales que mostraron el mejor comportamiento frente a carbón del maní diferenciándose significativamente del resto de los tratamientos.

Por su parte, Oddino *et al.* (2011), en la campaña 2010/2011 observaron que el Criadero El Carmen contaba con muchos materiales que no presentaron síntomas de la enfermedad, por lo que fueron una potencial fuente de tolerancia. A partir de estos materiales se comenzó a trabajar en la obtención de variedades comerciales con mejor comportamiento y actualmente constituyen una herramienta más para el manejo de la enfermedad.

En las figuras 8, 9, 10 y 11 se puede observar el porcentaje de cajas de todos los genotipos con los distintos grados de severidad de la enfermedad; desde grado 1 a grado 4. Las variedades Utre, Lax-1 y Ascasubi son las que menores porcentajes de cajas afectadas tienen, debido a que son las variedades de mejor comportamiento a la enfermedad.

La figura 8 muestra el porcentaje de cajas de todos los genotipos con grado 1 de severidad. Las variedades Lax-1, Ascasubi y Utre obtuvieron los menores porcentajes, con valores de 0,04%, 0,22% y 0,23% respectivamente. Granoleico, variedad utilizada como testigo susceptible, muestra el mayor porcentaje de cajas con grado 1 con un valor de 3,08%. Luego le sigue la variedad Lax-3 con 1,54%, Mapu y Uchaima con valores similares de 1,18% y 1,13% respectivamente. Lax-4 con un porcentaje de cajas de 0,98% y por último Lax-2 con un valor de 0,67%.

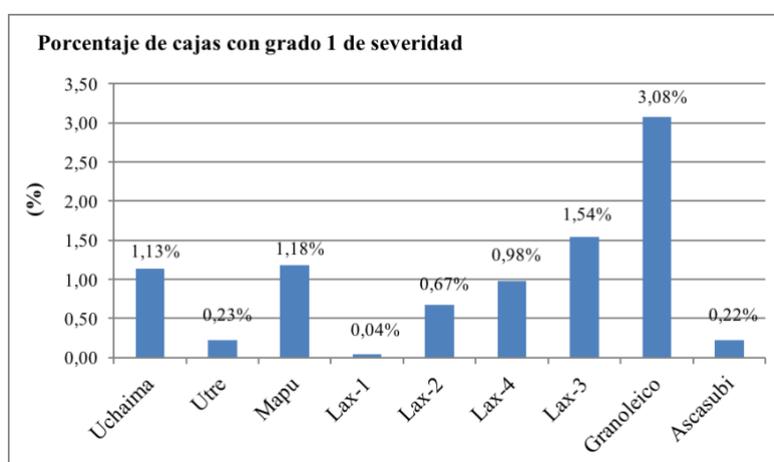


Figura 8. Porcentaje de cajas de cada cultivar con grado 1 de severidad.

De manera similar a la figura anterior, la figura 9 indica el porcentaje de cajas con grado 2 de severidad. El comportamiento de los cultivares se mantiene más o menos constante con respecto a la figura 8. Granoleico, en este caso también presentó el mayor porcentaje de cajas con grado 2 con 3,79%, valor muy superior al resto de los genotipos.

Mapu presentó un valor de 2,32%, superior a Lax-4 que mostró un valor de 2,06%. Luego le sigue Uchaima y Lax-3 con valores de 1,74% y 1,60% respectivamente.

Los cultivares que se muestran tolerantes a la enfermedad, mantienen el comportamiento similar al encontrado en la figura 8; Lax-1 es el que menor porcentaje de cajas afectadas tuvo con un valor de 0,04%. Ascasubi y Utre también presentaron bajo porcentaje de cajas afectadas en comparación con el resto de los cultivares (0,16% para Ascasubi y 0,27% para Utre).

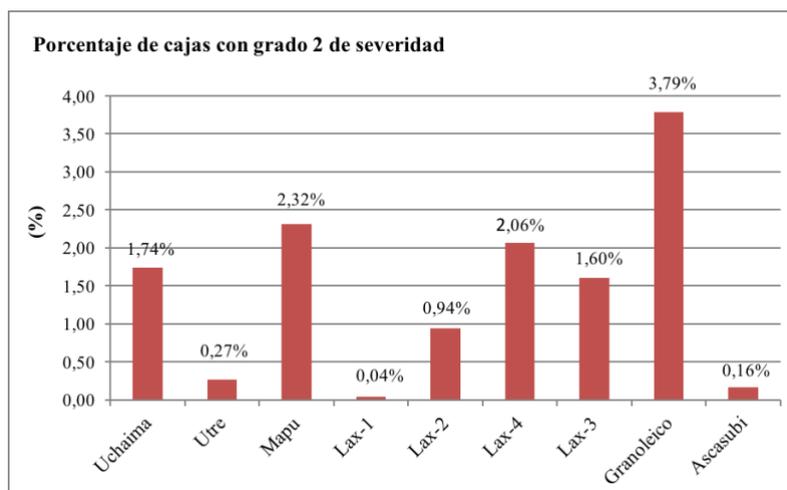


Figura 9. Porcentaje de cajas de cada cultivar con grado 2 de severidad.

En la figura 10 se observa que el comportamiento de los cultivares varió con respecto a los grados 1 y 2, ya que aquellos que eran susceptibles mostraron altos porcentajes de cajas afectadas sin presentar una marcada diferencia entre ellos. Granoleico presentó nuevamente el mayor porcentaje de cajas afectadas (18,34%). Uchaima y Lax-3 obtuvieron valores similares entre sí (17,26% Uchaima y 17,13% Lax-3). Los porcentajes de cajas afectadas para Lax-4, Lax-2 y Mapu fueron de 15,64%, 14,90% y 14,41% respectivamente. Con respecto a los genotipos tolerantes, evaluando grado 3 de severidad, se observó que el comportamiento fue diferente, siendo Ascasubi el cultivar con menor porcentaje de cajas afectadas (0,44%); le sigue Utre con 0,91% y Lax-1 con un valor de 1,33%.

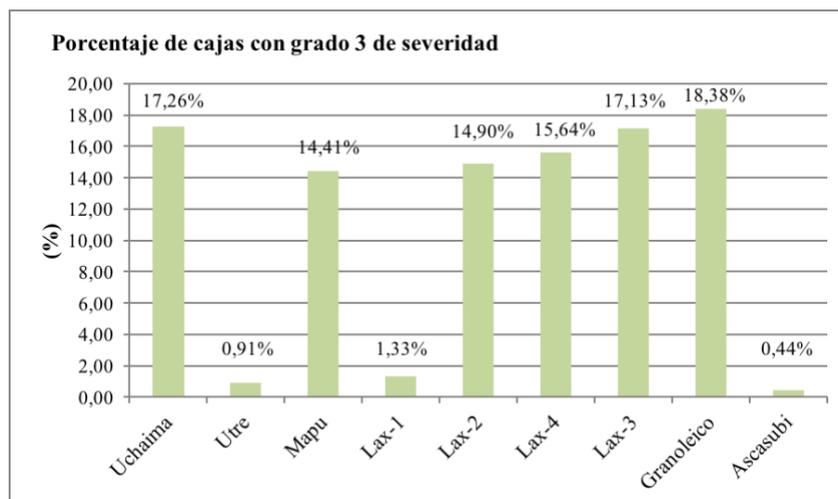


Figura 10. Porcentaje de cajas de cada cultivar con grado 3 de severidad.

Cuando se evaluó el porcentaje de cajas con grado 4, se observó que Lax-2 fue el cultivar con mayor porcentaje de cajas afectadas con un valor de 33,84%. Uchaima presentó el 20,75% de cajas con grado 4 de severidad, Mapu el 18,29%, mientras que Granoleico solo presentó el 16,68% de cajas afectadas. Lax-4 y Lax-3 presentaron valores de 10,91% y 7,17% respectivamente. En cuanto a los cultivares tolerantes, Lax-1 volvió a mostrar el menor porcentaje de cajas afectadas con un valor de 0,31% con respecto a Ascasubi (0,38%) y Utre (0,95%) (Figura 11).

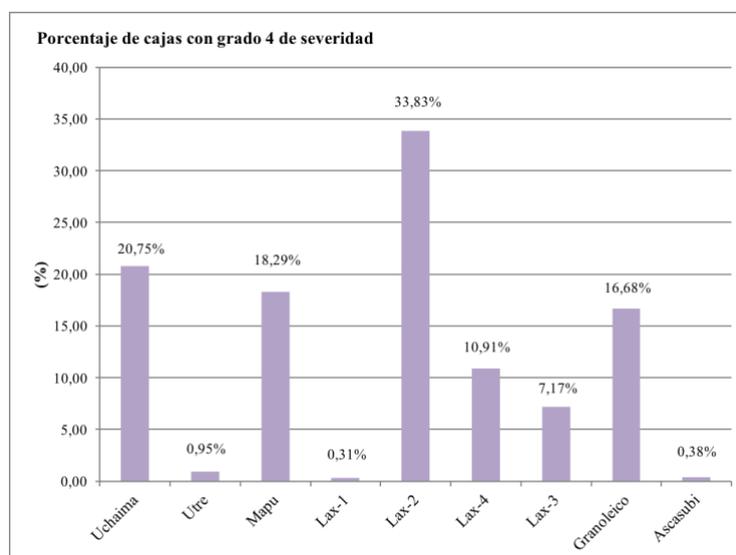


Figura 11. Porcentaje de cajas de cada cultivar con grado 4 de severidad.

La evaluación del rendimiento de todos los genotipos, expresado en kilos de caja por hectárea, se puede observar en la figura 12.

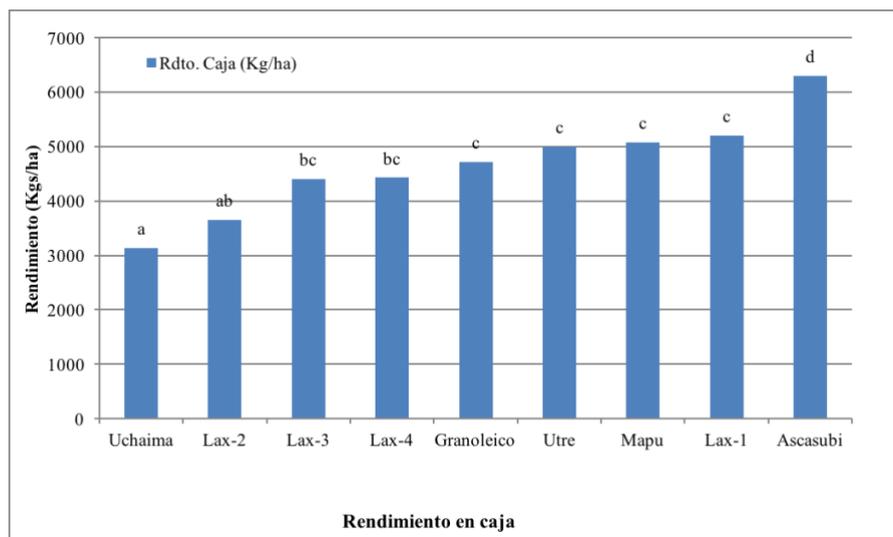


Figura 12. Rendimiento en caja de los cultivares evaluados en la localidad de General Deheza, Córdoba. Campaña 2016/2017.

Los genotipos Ascasubi, Lax-1 y Utre, que tuvieron menores valores de enfermedad, son los que registraron mayores rendimientos, al igual que Granoleico que por ser una línea comercial, su rendimiento a pesar de ser susceptible al carbón del maní, es alto. El cultivar Ascasubi fue el que mayor rendimiento obtuvo en relación al resto, sin embargo, no es una variedad comercial. Lax-2 y Uchaima fueron los cultivares que obtuvieron los menores rendimientos debido a la susceptibilidad que presentaron frente a la enfermedad.

De manera similar a la figura anterior, en la figura 13 se muestra el rendimiento en kilos de grano por hectárea.

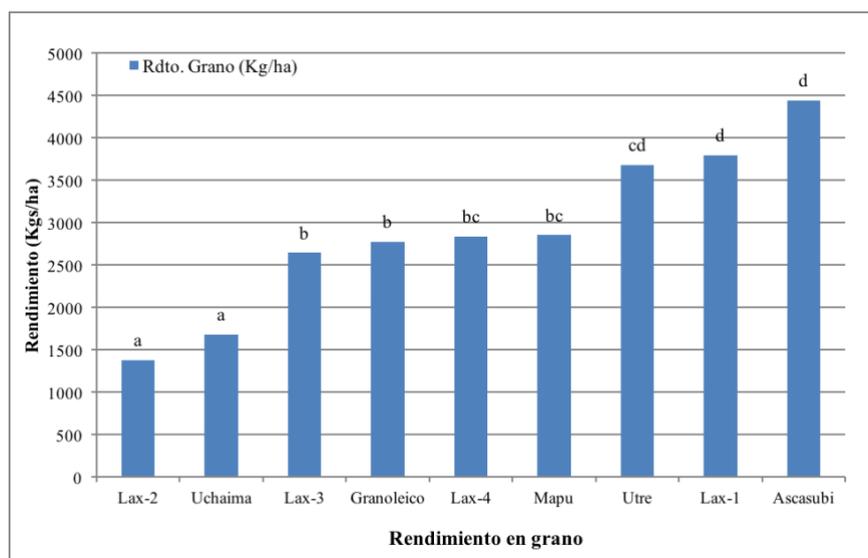


Figura 13. Rendimiento en grano de todos los cultivares evaluados en la localidad de General Deheza, Córdoba. Campaña 2016/2017.

Los genotipos Ascasubi, Lax-1 y Utre, al igual que para rendimiento en caja, obtuvieron los mayores rendimientos en granos ya que fueron las variedades más tolerantes como se mencionó anteriormente. Los genotipos Mapu, Lax-4, Granoleico y Lax-3 no tuvieron grandes diferencias en sus rendimientos y si se diferenciaron de Uchaima y Lax-2 que fueron los que menores rendimientos presentaron por ser los cultivares más susceptibles frente a la enfermedad.

Como se puede observar en ambas figuras, los genotipos tolerantes al carbón obtuvieron rendimientos cercanos al promedio de la zona debido a que las precipitaciones fueron favorables en el momento de formación de la vaina y maduración del grano.

En un trabajo realizado por Cazzola *et al.* (2012), establecieron una estrecha relación entre la intensidad de la enfermedad y las pérdidas producidas por la misma. Los resultados que obtuvieron en el trabajo señalaron que el carbón del maní en la campaña 2011/12 incrementó su prevalencia con respecto a campañas anteriores, encontrándose en todos los lotes de las regiones de producción; pero también observaron un incremento marcado en la intensidad de la enfermedad, y por lo tanto en las pérdidas producidas por la misma. Resultados similares obtuvieron Capello y Dignani (2015), donde establecieron que el carbón del maní genera pérdidas importantes en lotes con más de 14% de incidencia. A partir de ese valor, se pierde 1,2% de rendimiento por cada punto de aumento de incidencia.

CONCLUSION

Por segundo año de experimentación y análisis se demuestra que los genotipos Ascasubi de INTA, Lax-1 y Utre de la FAV-UNRC son altamente tolerantes al carbón del maní producido por *Thecaphora frezii* diferenciándose significativamente del resto de los materiales evaluados. Además, estos tres materiales tolerantes obtuvieron los mejores rendimientos en grano.

En cuanto a Lax-2 y Uchaima, genotipos más susceptibles al carbón del maní, se observó un mayor porcentaje de vainas con grado de severidad 4, mientras que los que presentaron un comportamiento intermedio como Lax-3, Lax-4 y Granoleico, tuvieron una mayor proporción de vainas con grado de severidad 3.

Estos resultados obtenidos plantean la necesidad de continuar evaluando los cultivares que presentan mejor comportamiento a la enfermedad bajo diferentes condiciones ambientales, realizar los análisis moleculares para identificar genes que confieren resistencia y/o tolerancia al patógeno (*Thecaphora frezii*) y continuar con el mejoramiento genético para obtener variedades comerciales resistentes al carbón del maní.

BIBLIOGRAFIA

CAZZOLA, N; M. GATEU; G. MARCH; A. MARINELLI; J. GARCÍA; A. RAGO y C. ODDINO. 2012. Intensidad y pérdidas ocasionadas por carbón del maní según regiones de producción. En: Actas de Resúmenes de XXVII Jornada Nacional del Maní. General Cabrera (Cba.).

CAPELLO, G. y D. DIGNANI. 2015. Control químico del Carbón del maní y cuantificación de la pérdida de rendimiento en grano utilizado como medida de valores de incidencia. En: Actas de Resúmenes de XXX Jornada Nacional del Maní. General Cabrera (Cba).

CIA. 2016-2017. Boletín Agrometeorológico. En:
<http://www.ciabrera.com.ar/meteorologia/>. INTA General Cabrera (Cba).

DI RIENZO, J. A; F. CASANOVES; M. G. BALZARINI; L. GOMZALES; M. TABLADA y C.W. ROBLEDO. INFO ESTAD, 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

FARIAS, A; J. BALDESSARI; F. MARRARO, ACUÑA y P. H. MAZZINI. 2011. Evaluación de cultivares de maní alto-oleico frente al carbón (*Thecaphora frezii*). En: Actas de Resúmenes de XXVI Jornada Nacional del Maní. General Cabrera (Cba.).

FAUSTINELLI, P.C; M. BRESSANO; S. J. SOAVE; C. ODDINO; F. DE BLAS; J. H. SOAVE y M. I. BUTELER. 2015. Carbón del maní: desarrollo de marcadores moleculares para asistir al mejoramiento genético. En: Actas de Resúmenes de XXX Jornada Nacional del Maní. General Cabrera (Cba).

FERNANDEZ, E. M y O. GIAYETTO. 2006. El cultivo de maní en Córdoba. 1^{ra} ed. Río Cuarto, Argentina. 280p.

FERNANDEZ, E. M y O. GIAYETTO. 2017. El cultivo de maní en Córdoba. 2^{da} ed ampliada. Las Higueras, Córdoba, Argentina. 464p.

GAMBA, J. M. y R. PEDELINI. 2009. Evaluación del rendimiento y calidad de tres cultivares de maní. Granoleico, ASEM 484 INTA y ASEM 485 INTA. En: Actas de Resúmenes de XXIV Jornada Nacional del Maní. General Cabrera (Cba).

IBAÑEZ, M. A; F. H. MINUDRI; M. I. KEARNEY; A. M. RAGO; J. A. PAREDES; C. MOJICA y E. G. PEIRETTI. 2018. Análisis multiambiental del comportamiento de genotipos de maní frente a carbón. En: Actas de Resúmenes de XXXIII Jornada Nacional del Maní. General Cabrera (Cba).

KRAPOVICKAS, A. y W. C. GREGORY. 1994. Taxonomía del género *Arachis* (Leguminosae). *Bonplandia*, Revista del Instituto de Botánica del Nordeste. Tomo VIII, Números 1-4: 1-186.

LENARDON, S; M. KEARNEY; M. ALCALDE; A. RAGO; M. ZUZA. 2014. Fitopatología. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Rio Cuarto.

MARCH, G. J. y A. D. MARINELLI. 2005. Enfermedades del Maní en Argentina. 1^{ra} ed. Córdoba, Argentina. 142p.

MARINELLI, A; G. MARCH; C. ODDINO; J. GARCIA; A. RAGO y M. ZUZA. FAV-UNRC. ORO VERDE SERVICIOS FITOSANITARIOS. IFFIVE-INTA. 2010. El carbón del maní de 1995 a 2010 de enfermedad emergente a enfermedad endémica y epidémica. En: Actas de Resúmenes de XXV Jornada del maní. General Cabrera (Cba.).

MARRARO ACUÑA F; M. T. COSA y A. P. WIEMER. 2013. Carbón del maní: histopatología, incidencia y severidad. En: Actas de Resúmenes de XXVIII Jornada Nacional del Maní. General Cabrera (Cba).

MARRARO ACUÑA F; A.V. RODRIGUEZ; J. D. EDELSTEIN Y J. BALDESSARI. 2014. Evaluación de la intensidad del Carbón del Maní. En: Actas de Resúmenes de XXIX Jornada Nacional del Maní. General Cabrera (Cba).

MORENO, M. V; E. MAMANÍ; J. BALDESSARI y V. ETCHART. 2015. Determinación de muestra mínima para diversidad genética en maní. En: Actas de Resúmenes de XXX Jornada Nacional del Maní. General Cabrera (Cba).

ODDINO, C; J. SOAVE; S. SOAVE; A. MORESI; C. BIANCO; M. BUTELER; D. TORRE; L. ALBORNOZ Y P. FAUSTINELLI. 2011. Caracterización del germoplasma de Criadero El Carmen frente a Carbón del maní. En Actas de Resúmenes de XXVI Jornada Nacional del Maní. General Cabrera (Cba).

ODDINO, C; J. SOAVE; S. SOAVE; A. MORESI; C. BIANCO; M. BUTELER; P. FAUSTINELLI y D. TORRE. 2013. Avances genéticos en la tolerancia a carbón del maní causado por *Thecaphora frezii*. En: Actas de Resúmenes de XXVIII Jornada Nacional del Maní. General Cabrera (Cba.).

OLIVERA, G. 2015. Maní de Cordoba-Una economía regional por excelencia. En: Actas de Resúmenes de XXX Jornada Nacional del Maní. General Cabrera (Cba).

PAREDES, J. A; L. I. CAZON; A. OSELLA; V. PERALTA; M. ALCALDE; M. I. KEARNEY; M. S. ZUZA; A. M. RAGO; C. ODDINO. 2016. Relevamiento regional del carbón del maní y estimaciones de pérdidas producidas por la enfermedad. En: Actas de Resúmenes de XXXI Jornada Nacional del Maní. General Cabrera (Cba).

PERALTA, V; M. I. T. KEARNEY; M. S. ZUZA; A. RAGO; G. CERIONI y F. MORLA. 2015. Tamaño óptimo de muestra para la cuantificación de inóculo de *Thecaphora frezii*, y análisis de su dispersión. En: Actas de Resúmenes de XXX Jornada Nacional del Maní. General Cabrera (Cba.).

RAGO, A. 2015. El carbón del maní, situación y perspectivas de la enfermedad. En: Actas de Resúmenes de XXX Jornada Nacional del Maní. General Cabrera (Cba.).

RAGO, A; R. RAPPÀ; M. I. KEARNEY; M. S. ZUZA; V. PERALTA; M. ALCALDE; G. PEIRETTI; M. IBAÑEZ; J. A. PAREDES; L. CAZÓN; A. OSELLA y F. BERTOLA. 2016. Genotipos de Maní de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC con tolerancia al Carbón (*Thecaphora frezii*). En: Actas de Resúmenes de XXXI Jornada Nacional del Maní. General Cabrera (Cba.).