



FACULTAD DE AGRONOMÍA
Y VETERINARIA

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE RÍO CUARTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

“Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”

Modalidad: Trabajo Final

**EFECTO DE LOS HERBICIDAS SOBRE LA INTENSIDAD DEL
CARBÓN DEL MANÍ**

Alumno: Bertola, Federico Emanuele

DNI: 35213646

Director: Ing. Agr. (MSc) Rago, Alejandro

Co-Director: Ing. Agr. (MSc) Kearney, Marcelo

Río Cuarto – Córdoba

Junio, 2016



FACULTAD DE AGRONOMÍA
Y VETERINARIA

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE RÍO CUARTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final:
**EFFECTO DE LOS HERBICIDAS SOBRE LA INTENSIDAD
DEL CARBÓN DEL MANÍ**

Autor: Bertola, Federico Emanuele

DNI: 35213646

Director: Ing. Agr. (MSc) Rago, Alejandro

Co-Director: Ing. Agr. (MSc) Kearney, Marcelo

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

(Nombres) _____

Fecha de presentación: ____/____/____.

Secretario Académico

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

A mi familia que me apoya incondicionalmente.

A mi compañera de vida que me acompaña y brinda su amor cada día.

A Alejandro, mi director, por guiarme y ayudarme constantemente.

A mis amigos por estar siempre.

A las personas que conocí en el transcurso de la carrera, las cuales espero compartir muchos años más de amistad.

A todos aquellos profesores de la facultad que dejaron un aprendizaje en mí.

Y en especial a mi hijo, motivación para superarme día tras día.

ÍNDICE

| | Pág. |
|-------------------------------|------|
| DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS | I |
| RESUMEN | V |
| SUMMARY | VI |
| | |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| | |
| HIPÓTESIS | 6 |
| | |
| OBJETIVOS | 6 |
| | |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 6 |
| | |
| EVALUACIONES | 9 |
| | |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 11 |
| | |
| CONCLUSIONES | 18 |
| | |
| BIBLIOGRAFÍA | 19 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|---|
| Cuadro 1 Esquema del diseño de los tratamientos aplicados en el ensayo. | 8 |
|---|---|

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|----------|---|----|
| Figura 1 | Fotografía aérea de Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto. El contorno rojo encierra la parcela en la cual se realizó el ensayo para evaluar el efecto de los herbicidas sobre la intensidad del carbón del maní. | 7 |
| Figura 2 | Fotografía de las parcelas del ensayo en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto. | 8 |
| Figura 3 | Escala diagramática de severidad del carbón del maní. | 10 |
| Figura 4 | Incidencia de carbón del maní para tratamientos con herbicidas preemergentes y testigo sin aplicar. | 12 |
| Figura 5 | Índice de severidad de carbón del maní para tratamientos con herbicidas preemergentes. | 13 |
| Figura 6 | Incidencia de carbón del maní para tratamientos con herbicidas aplicados en R1. | 14 |
| Figura 7 | Índice de severidad de carbón del maní para tratamientos con herbicidas aplicados en R1. | 15 |
| Figura 8 | Incidencia de carbón del maní para tratamientos con herbicidas. | 16 |
| Figura 9 | Índice de severidad de carbón del maní para tratamientos con herbicidas. | 17 |

RESUMEN

Efecto de los herbicidas sobre la intensidad del carbón del maní.

El carbón del maní se ha convertido en una de las enfermedades más importantes del cultivo de maní en la provincia de Córdoba. El desafío que enfrenta el sector manisero es encontrar estrategias para disminuir la pérdida de producción. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto que tienen los herbicidas sobre la intensidad del carbón del maní (*Thecaphora frezii*). El ensayo se ejecutó en la campaña 2014/2015 en el campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto y estuvo compuesto de tres bloques con seis tratamientos distribuidos al azar. Los tratamientos con herbicidas se efectuaron en etapas fenológicas diferentes, la aplicación de Metolacoloro y Trifluralina se realizó en preemergencia del cultivo y la de Fomasafen, Imazapic y Cletodim cuando el maní transitaba su primera fase reproductiva (R1). A cosecha, se evaluó incidencia y severidad. La diferencia entre tratamientos fue analizada estadísticamente mediante ANAVA y comparación de medias según test de Duncan ($p=0.05$). La incidencia del carbón evaluada en el tratamiento en preemergencia con trifluralina no presentó diferencias estadísticamente significativas del testigo sin tratamiento, en tanto la incidencia del carbón para el tratamiento con metolacoloro evidenció diferencias significativas respecto al testigo. El mismo comportamiento observado para la incidencia de la enfermedad se registra para la severidad, donde los valores para el tratamiento con metolacoloro difieren significativamente respecto al testigo. De los tratamientos con herbicidas aplicados en R1, la incidencia del carbón para cletodim no presentó diferencias estadísticamente significativas respecto al testigo, mientras que los tratamientos con imazapic y con fomasafen presentaron diferencias significativas, registrando menores valores de incidencia. En tanto la severidad de carbón para los tratamientos con herbicidas aplicados en R1, no registraron diferencias estadísticamente significativas. Se concluye que hay herbicidas que utilizados en el maní influyen en la intensidad del carbón. La aplicación de metolacoloro en preemergencia y la de imazapic y fomasafen en R1 estarían interviniendo en la manifestación de la enfermedad, afectando la germinación de las teliosporas o bien interfiriendo en el proceso infeccioso.

Palabras claves: Carbón del maní, *Thecaphora frezii*, herbicidas, incidencia, severidad

SUMMARY

Effect of herbicides on peanuts smut intensity.

Peanut smut has become one of the most important diseases of peanut crop in Córdoba province (Argentina). The groundnut sector is facing the challenge to find strategies to reduce productivity loss. The purpose of this paper was to investigate the effect of herbicides on peanuts smut intensity (*Thecaphora frezii*). This study was conducted in 2014/2015 at the experimental field of the National University of Río Cuarto and was composed of three blocks with six randomized treatments. The herbicide treatments were performed at different phenological stages, the application of metholachlor and trifluralin was carried out during preemergence of the crop and the implementation of fomesafen, imazapic and clethodim when peanuts transited their first reproductive phase (R1). At harvest, both incidence and severity were evaluated. The difference among treatments was statistically analyzed by ANOVA and the comparison of averages was performed by Duncan's test ($p=0.05$). The incidence of peanut smut evaluated in preemergence treatment trifluralin showed no statistically significant differences with the untreated control, while the incidence of smut peanut for treatment with metolachlor showed significant differences compared to the control. The same behavior observed for the incidence of the disease was obtained for severity, where values for treatment with metolachlor evidenced significant differences compared to the control. Related to treatments with herbicides applied in R1, the incidence of peanut smut for clethodim did not show statistically significant differences compared to the control, while treatments with imazapic and fomesafen showed significant differences, registering lower values of incidence. Finally, the severity of peanut smut for treatments with herbicides applied in R1, reported no statistically significant differences. As a conclusion, there are some herbicides that have influence on peanuts smut when are used. Metholachlor's application during preemergence and Imazapic and Fomesafen implementation on R1 phase, would be influencing on disease increasement, either affecting teliospores germination or interfering with the infective process.

Palabras claves: Peanuts smut, *Thecaphora frezii*, herbicides, incidence, severity

INTRODUCCIÓN

El maní cultivado, clasificado por el botánico Linneo en 1753 como *Arachis hypogaea*, se cree originario de Bolivia, o noroeste de Argentina donde crece *Arachis monticola*, especie silvestre anual de la cual se han obtenido hibridaciones fértiles (Giayetto, 2006).

Los primeros registros del cultivo de maní en Argentina corresponden a la época colonial y señalan siembras en pequeñas superficies en provincias del noreste y noroeste del territorio nacional. El primer registro data del año 1872/73 con una superficie cultivada de 2.388 ha, siendo quintuplicada dicha superficie en 1896/97. La mayor parte de esa superficie se localizaba en el NE argentino; siendo las provincias del litoral las principales productoras hasta 1920 (Giayetto, 2006).

En la provincia de Córdoba, las primeras referencias corresponden a fines del siglo XIX, con siembras en los márgenes del río Segundo, entre las actuales localidades de Río Segundo, Pilar y Villa del Rosario. La etapa de expansión corresponde al siglo XX, cuando comienza a sembrarse en las localidades de Las Junturas, Colazo, Matorrales, hacia el NE; Oliva, al este, y Corralito, Villa Ascasubi y Río Tercero, al sur. El gran impulso se produciría recién en los años '30 con la localización del cultivo en nueve departamentos de la región central de la provincia. Allí, la superficie cultivada fue aumentando en forma progresiva, mientras que en otras regiones del país iba desapareciendo paulatinamente. En consecuencia, desde 1930, la región central de la provincia de Córdoba concentró la mayor parte de la superficie cultivada y producción de maní del país. En la campaña 1977/78 se registró la superficie de siembra récord, con 450.000 ha, posteriormente fue disminuyendo hasta la campaña 1982/83, con 125.000 ha (Giayetto, 2006).

Por su evolución y progresivo afianzamiento como rubro agrícola para las explotaciones de la región central de Córdoba, el maní puede ser considerado un cultivo básico que ofrecía algunas ventajas al productor. Una de ellas era referida a la condición de especie leguminosa y su rol en la rotación de cultivos, contribuyendo a mantener un balance nutricional equilibrado al alternar con especies como maíz y sorgo (Giayetto, 2006).

Su permanencia en la zona central de la provincia representó un factor importante por la demanda sostenida de mano de obra, que configuraba una importante fuente de trabajo para sus pobladores. En este sentido, cabe destacar que durante un período considerable el maní fue prácticamente la única fuente de materia prima para las fábricas de aceite instaladas en la zona (Giayetto, 2006).

El maní tiene un alto impacto económico y social en la provincia de Córdoba, dónde se

concentra casi el 96% de la producción primaria nacional y la totalidad del proceso transformador o industrial de la misma (Fernández y Giayetto, 2006). Ambos aspectos impactan directa o indirectamente, no sólo por la generación de divisas por la exportación de sus productos, sino también por la generación de trabajo a nivel predial e industrial. A ello, debe agregarse su impacto en otros sectores industriales ligados tanto a la producción primaria como a la de procesamiento; en el desarrollo de nuevas tecnologías para la obtención de productos de mejor calidad que respondan a la demanda de los consumidores y que su identificación de origen sea un sello de diferenciación y distinción en el comercio alimentario internacional; en el transporte de la producción primaria, de insumos agrícolas e industriales y de productos elaborados, entre otros (Cholaky Sobari, 2006).

Para el año 2014, la región manisera se componía, en promedio, unas 220.000 hectáreas en la provincia de Córdoba, unas 30.000 en San Luis y La Pampa, y unas 10.000 distribuidas en Salta y Jujuy (Cámara Argentina del Maní, 2014).

Nuestro país es el séptimo productor del mundo, y en los últimos años se ha convertido en el principal exportador de maní, siendo además, reconocido mundialmente por la calidad del producto (Fiant *et al.*, 2013). La posición exportadora de nuestro país, es explicada por el bajo consumo interno del producto, destinando el 90% de la producción al mercado internacional. A ello, debe adicionarse el factor calidad, que le confiere un grado diferencial de competitividad frente a las exportaciones de China, EEUU e India (Barberis *et al.*, 2010; Martínez *et al.*, 2010; Giletta y Bongiovanni, 2008).

El cultivo de maní es afectado por la presencia de malezas, cuya importancia puede ser determinada por el costo económico para su control, la magnitud de su potencial de daño o la frecuencia de aparición en los sistemas cultivados (Daita, 2006).

El grupo de malezas más importantes y frecuentes en el cultivo de maní en la zona manisera tradicional, ubicada en la región norte y centro de la provincia de Córdoba, son monocotiledóneas (especies de hoja angosta) anuales como pasto overito (*Echinochloa colona*) y pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*); dicotiledóneas (especies de hoja ancha) anuales como bejuco (*Ipomoea nil*), campanilla (*Ipomoea purpurea*), chamico (*Datura ferox*), enredadera (*Ipomoea rubriflora*), malva cimarrona (*Anoda cristata*), quinoa (*Chenopodium album*), verdolaga (*Portulaca oleracea*) y yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*, *Amaranthus palmieri*); y malezas perennes: Cebollín (*Cyperus rotundus*), sorgo de alepo (*Sorghum halepense*) y sunchillo (*Wedelia glauca*). El desplazamiento del cultivo hacia el sur de la provincia, determinó la presencia de otras malezas en el cultivo, esto tuvo lugar debido a las diferencias edáficas y

ambientales existentes entre una zona y otra. Algunas de ellas son: achicoria silvestre (*Hypochaeris chillensis*), alfilerillo (*Erodium cicutarium*), amor seco (*Bidens subalternans*), barba de viejo (*Clematis montevidensis*), borraja pampeana (*Lycopsis arvensis*), cardo negro (*Cirsium vulgare*), cardo santo blanco (*Argemone burkartii*), cardo pendiente (*Carduus thoermeri*), cardo platense (*Carduus acanthoides*), cerraña (*Sonchus oleraceus*), gomfrena (*Gomfrena martiana*), rama negra (*Conyza bonariensis*), entre otras. Entre los métodos más empleados para el control se encuentran el cultural, mecánico y químico (Daita, 2006). De ellos, se detallará el control químico, haciendo referencia a los productos más utilizados en éste cultivo ya que serán un pilar importante en el desarrollo de este trabajo. Herbicidas recomendados para barbechos: glifosato 48%, glifosato + imazetapir, glifosato + diclosulam, glifosato + imazapic, glifosato + 2,4 D, paraquat + diuron. Herbicidas recomendados para utilizar en preemergencia: glifosato 48%, glifosato + imazetapir, S-metolacoloro 96%, acetoclor 90%, imazapic 70%, imazetapir 10%, diclosulam 84%, clomazone 48%, sulfentrazone 50%. Herbicidas recomendados para el control en post emergencia de gramíneas: cletodim 24%, fenoxaprop p etil 11%, fluazifop butil 35%, fluazifop butil 15%, haloxifop r metil 12,5%, haloxifop r metil éster 54%, propaquizafop 10%, quizalofop p etil 10,8%, quizalofop p etil 1,8%, quizalofop p tefuril 12%, quizalofop p tefuril 3%. Herbicidas recomendados para el control en post emergencia de malezas de hoja ancha: 2,4 DB 100%, bentazon 60%, diclosulam 84%, fomesafen 25% (sólo o mezclado con 2,4 DB + coadyuvante al 0,15%) (Pedelini, 2014).

Por otro lado, el cultivo de maní es afectado por varias enfermedades y para que se desencadene alguna de ellas es necesario que confluyan un hospedante susceptible (planta), un patógeno virulento (hongo, bacteria, virus, etc.) y un ambiente favorable. Cuando esa enfermedad afecta simultáneamente numerosas plantas de un cultivo, mostrando un rápido incremento y diseminación regional, estamos en presencia de una epidemia. Como ambiente consideramos no sólo al clima y al suelo, sino también al sistema productivo (March y Marinelli, 2005a).

Con respecto a las enfermedades que afectan al cultivo de maní, podemos dividir dos grandes grupos, según sea el hábitat natural del organismo causal y su influencia sobre el ciclo biológico del patógeno. Enfermedades del filoplano: viruela del maní *Cercospora arachidicola* y *Cercosporidium personatum*), sarna (*Sphaceloma arachidis*) y roya (*Puccinia arachidis*) entre las principales. Mientras que otras enfermedades del filoplano que se pueden desarrollar son antracnosis (*Colletotrichum truncatum*), mancha difusa (*Phoma arachidicola*), mancha foliar por

Phyllosticta (*Phyllosticta arachidis-hypogaea*), quemadura de la hoja (*Leptosphaerulina crassiasca*) y tizón por Botrytis (*Botrytis cinerea*) (March y Marinelli, 2005a).

En cuanto a enfermedades causadas por hongos del rizoplano, pueden citarse dentro de las más importantes el marchitamiento (*Sclerotium rolfsii*), podredumbre parda de la raíz (*Fusarium solani*), tizón por *Sclerotinia* spp. (*Sclerotinia sclerotiorum* y *Sclerotinia minor*), podredumbre negra de la corona (*Aspergillus niger*), podredumbre del cuello (*Diplodia gossypina*), marchitamiento por Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*) y carbón (*Thecaphora frezii*) (March y Marinelli, 2005a).

El carbón fue identificado por Carranza y Lindquist en 1962 en maní silvestre proveniente de Brasil. En la campaña 1994/95 se detectó por primera vez en Argentina en frutos de maní cultivado (*Arachis hypogaea* L.) de los cultivares Florunner y Colorado Irradiado INTA. En una planta enferma, sus cajas pueden presentar como síntoma hipertrofia, ser de mayor tamaño y consistencia esponjosa y al abrirlas una, o todas las semillas pueden estar carbonosas. Las semillas afectadas pueden tener pequeñas áreas hipertrofiadas y decoloración del tegumento, debajo del cual se encuentra la masa carbonosa compacta de color castaño rojizo, canela a castaño oscuro, o toda la semilla estar totalmente transformada en un grano carbonoso. La masa carbonosa está formada por teliosporas solitarias o en glomérulos de 2 a 7 teliosporas. De acuerdo a los estudios realizados este carbón sobrevive en el suelo como teliospora y en presencia de cultivo de maní, al producirse la introducción de los clavos en el suelo, las teliosporas que se encuentran en la proximidad son estimuladas a germinar y producen basidiosporas que ingresan al ginóforo y colonizan el ovario. Si en el proceso de colonización son alcanzados los dos óvulos, el fruto presentará las dos semillas afectadas, como la infección es localizada, y limitada a los tejidos del ginóforo puede presentarse una o sólo una porción de la semilla con carbón. La sobrevivencia del carbón del maní es como teliosporas en el suelo, no conociéndose hasta ahora exactamente el tiempo de sobrevivencia. A través de muestreo de suelo, con una técnica simple de dilución en agua y posterior observación a microscopio de una alícuota de la solución de suelo es posible detectar la presencia de éste patógeno. Con una técnica similar se detecta la presencia de teliosporas contaminando la semilla (March y Marinelli, 2005 b).

El carbón se ha convertido en una de las enfermedades más limitantes para el cultivo de maní en la provincia de Córdoba, por lo que uno de los desafíos que enfrenta el sector manisero argentino es encontrar estrategias de manejo que minimicen la intensidad de la enfermedad, reduciendo las pérdidas de producción.

El complejo sistema que se genera a partir de la aparición de una enfermedad, es formado por una red de subsistemas que interaccionan entre si y a los que es necesario conocer, analizar y comprender, para desarrollar estrategias de manejo en el marco de una agricultura sustentable. La introducción de nuevas tecnologías, sea como un producto (semillas, fungicidas, fertilizantes, herbicidas) o como un proceso basado en el conocimiento (labranzas, rotaciones, fechas de siembra), tendrán inevitablemente influencia sobre el ecosistema, y por lo tanto también sobre los patógenos y las enfermedades por ellos producidas (March y Marinelli, 2005a).

La aplicación de herbicidas a los cultivos o al suelo tiene como objetivo controlar malezas, aunque también pueden afectar a los microorganismos del suelo, produciendo cambios en la fisiología y en desarrollo de las plantas, resultando en el incremento o disminución de la incidencia y severidad de algunas enfermedades (Altman y Robira, 1989; Levesque y Rahe 1992). Johnson *et al.* (1994) determinaron que el uso de herbicidas de presembrado o preemergencia en maní influye en la severidad de algunas enfermedades, habiendo incrementado en algunos casos las pérdidas debidas a *S. rolfsii*. Algunos herbicidas residuales usados en el área productora de la provincia de Córdoba, afectaron el crecimiento micelial y la producción de esclerocios por *S. rolfsii in vitro*. Es así que con acetocloro, metolacoloro, pendimetalin y trifluralina disminuyó la producción de esclerocios, y con imazetapir se incrementó (Pastor y March, 1999). En tanto trifluralina, pendimetalin y metribuzin estimularon la formación de apotecios a partir de esclerocios de *S. sclerotiorum* (Radke y Grau, 1986). Los mecanismos de interacción entre herbicidas y patógenos de los cultivos no están aún bien claros. Algunos patógenos como *R. solani* pueden utilizar algunos herbicidas como fuente de energía y otros pueden reducir su crecimiento (trifluralina, atrazina, paraquat). Los herbicidas también pueden alterar otros procesos fisiológicos en las plantas pudiendo cambiar la susceptibilidad a los patógenos. Por ejemplo trifluralina indujo a la hinchazón del hipocótilo y agrietamiento en soja, proporcionando sitios favorables para la penetración de *Fusarium* (Sanyal y Shrentha, 2008).

Considerando la importancia que ha tomado el carbón del maní estos últimos años y la dificultad que presenta su control, se plantea como hipótesis de este trabajo que la acción de los herbicidas influirían en la intensidad del carbón del maní, interfiriendo o favoreciendo el proceso infectivo. La utilización de herbicidas para control de gramíneas y latifoliadas sin fitotoxicidad sobre el cultivo de maní, aplicados en presembrado y previo al clavado, podrían modificar el ambiente de germinación-infección del patógeno, alterando la germinación de las esporas y/o el proceso infectivo con la consiguiente disminución de la intensidad de la enfermedad.

HIPÓTESIS

Los herbicidas utilizados en el cultivo de maní modifican el ambiente edáfico lo que interfiere sobre la germinación de las esporas y/o infecciones por *Thecaphora frezii* a los clavos del maní.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Determinar el efecto de los herbicidas utilizados en maní sobre la intensidad del carbón del maní.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto de los herbicidas aplicados en preemergencia en el cultivo de maní sobre la incidencia y severidad del carbón del maní.
- Determinar el efecto de los herbicidas aplicados en el inicio de floración (R1) en el cultivo de maní sobre la incidencia y severidad del carbón del maní.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios para cumplimentar los objetivos planteados anteriormente se realizaron durante la campaña 2014/2015 en una parcela experimental de maní, cultivar granoleico, ubicado en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria (CAMDOCEX) de la Universidad Nacional de Río Cuarto (Figura 1). El sitio experimental se encuentra en un área de planicies suavemente onduladas, de relieve normal y pendientes largas, con gradientes de 0.7 a 1%. El suelo corresponde a un Haplustol típico de textura franco arenosa, bien a algo excesivamente drenado, con retención de humedad y estructura superficial moderada. Ésta región es caracterizada como semiárida, de clima templado-cálido, con precipitaciones medias entre 700-800 milímetros anuales, centradas de octubre a marzo (Cantero *et al.*, 1986).



Figura 1: Fotografía aérea de Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto. El contorno rojo encierra la parcela en la cual se realizó el ensayo para evaluar el efecto de los herbicidas sobre la intensidad del carbón del maní.

El ensayo estuvo compuesto de tres bloques con seis tratamientos, cada uno de ellos en parcelas de 5 m de longitud y 2,08 m de ancho (cuatro surcos sembrados a una distancia entre líneas de 0,52 m) y distribuidos al azar (Figura 2 y 3).

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

- 1- Metolacoloro (Dual Gold) en preemergencia.
- 2- Trifluralina en preemergencia.
- 3- Fomasafen (Flex) en R1.
- 4- Imazapic (Maniac) en R1.
- 5- Cletodim (Select) en R1.
- 6- Testigo sin aplicación de herbicidas.

| | Parcelas | | | | | |
|----------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Bloque 3 | Cletodim | Imazapic | Testigo | Trifluralina | Metolaclor | Fomasafen |
| Bloque 2 | Metolaclor | Fomasafen | Imazapic | Testigo | Trifluralina | Cletodim |
| Bloque 1 | Fomasafen | Metolaclor | Trifluralina | Imazapic | Cletodim | Testigo |

Cuadro 1: Esquema del diseño de los tratamientos aplicados en el ensayo



Figura 2: Fotografía de las parcelas del ensayo en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

El trabajo se inició con la preparación de la cama de siembra, realizando labores con rastra doble acción, rolo y rastra de dientes. Ante la emergencia de malezas, fue necesaria la aplicación de Imazetapir + Glifosato con el objetivo de transitar el período inicial del cultivo de maní libre de plantas indeseadas. Otra actividad que se llevó a cabo previo a la siembra fue la toma de muestras de suelo para determinar la densidad de inóculo de *Thecaphora frezii* (número de teliosporas/g de suelo).

La siembra se realizó el día 5/11/2014. Los tratamientos con herbicidas fueron en fechas y etapas fenológicas diferentes, la aplicación de Metolacloro y Trifluralina se efectuó el día 18/11/2014, en preemergencia del cultivo; y la pulverización con Fomasafen, Imazapic y

Cletodim se realizó el 6/1/2015, momento en el cual el maní transitaba su primera fase reproductiva (R1).

El día 27/4/2015 se efectuó la cosecha, de manera manual, arrancando tres muestras de 1m² por cada parcela, quedando representado cada tratamiento por nueve muestras (tres por cada bloque).

EVALUACIONES

-Se realizó la determinación de incidencia de carbón en base al porcentaje de vainas enfermas sobre el total de vainas evaluadas por cada muestra.

$$\text{Incidencia (\%)} = x = \left(\frac{\text{Número de vainas afectadas}}{\text{Número total de vainas evaluadas}} \right) \times 100$$

La severidad se determinó según el grado de afectación de las vainas, utilizando la escala diagramática de 5 grados propuesta por Marinelli *et al.*, 2010 donde Grado 0: vainas sin carbón, Grado 1: vaina normal, una semilla con pequeño soro, Grado 2: vaina deformada o no, una semilla parcialmente afectada, Grado 3: vaina malformada y toda una semilla carbonosa, Grado 4: vaina malformada y las dos semillas carbonosas) (Figura 4).

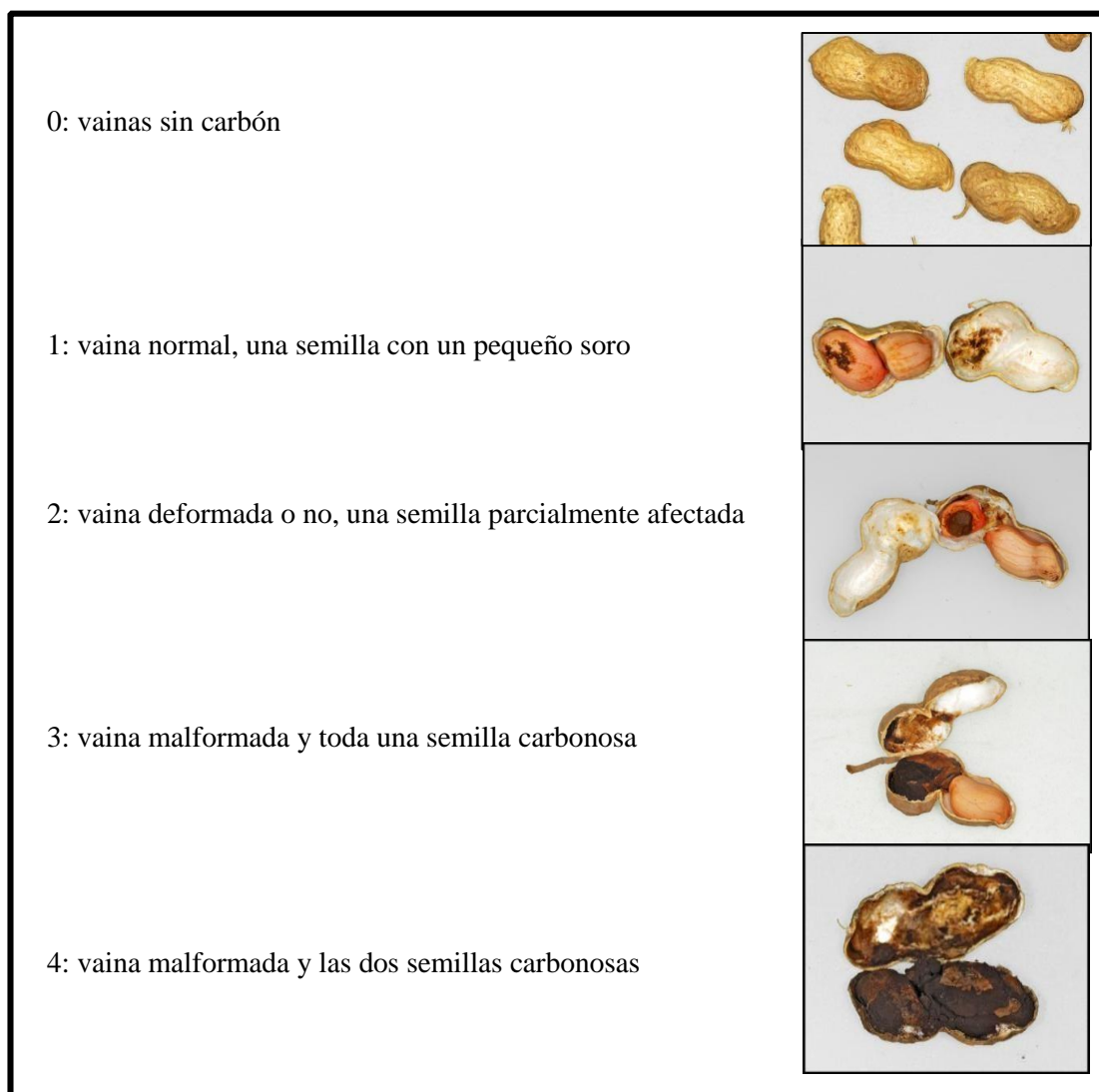


Figura 3: Escala diagramática de severidad del carbón del maní.

En base a los diferentes grados de severidad obtenidos se calculó el Índice de Severidad, mediante la siguiente fórmula:

$$IS = \frac{(0 * (N^{\circ}C \ G0 * 100 / N^{\circ}TC)) + (1 * (N^{\circ}C \ G1 * 100 / N^{\circ}TC)) + (2 * (N^{\circ}C \ G2 * 100 / N^{\circ}TC)) + (3 * (N^{\circ}C \ G3 * 100 / N^{\circ}TC)) + (4 * (N^{\circ}C \ G4 * 100 / N^{\circ}TC))}{100}$$

IS: Índice de Severidad

N°C: Número de cajas

G0: Número de cajas con grado 0 o asintomáticas.

G1: Número de cajas con grado 1.

G2: Número de cajas con grado 2.

G3: Número de cajas con grado 3.

G4: Número de cajas con grado 4.

N°TC: Número total de cajas evaluadas.

Para conocer la densidad de inóculo, en la parcela bajo estudio, se tomaron diez muestras con 10 submuestras cada una, obtenidas con un sacabocado de cinco centímetros de diámetro y diez centímetros de profundidad. El diseño de muestreo fue en W, por tratarse de un patógeno cuyo hábitat natural es el suelo (distribución agregada). Para estimar la densidad de inóculo, lo primero que se realizó fue homogeneizar las muestras, rompiendo terrones y mezclándolos. De cada bolsa, se tomó una alícuota de 2 gr y se le añadieron 50 mililitros de agua. De dicha solución, con una pipeta graduada se tomaron 9 gotas de 2.5 µl y mediante la observación al microscopio se cuantificaron el número de teliosporas en cada gota. Una vez identificado el número de teliosporas en las nueve gotas, se calculó el promedio y luego se llevó a cabo el pasaje a número de teliosporas/gramo de suelo, ya que 2.5 µl equivalen a número de teliosporas/0.0001 gramo de suelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación de la densidad de inóculo en la parcela donde se implantó el ensayo determinó la presencia de 2500 esp/gr de suelo, un valor semejante a los registrados en lotes comerciales con carga media de inóculo.

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante ANAVA y comparación de medias según test de Duncan (5%) utilizando el programa INFOSTAT (Di Rienzo *et al*, 2012).

-Efecto de los herbicidas aplicados en preemergencia del cultivo de maní sobre la Incidencia y el Índice de Severidad del carbón.

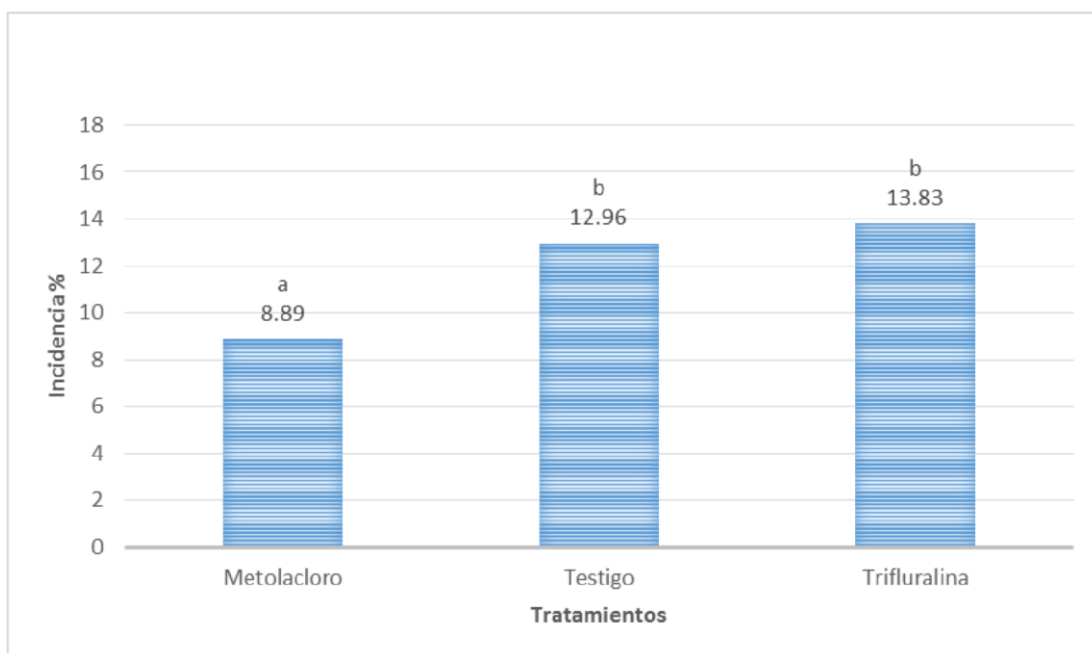


Figura 4: Incidencia de carbón del maní para tratamientos con herbicidas preemergentes y testigo sin aplicar. Letras diferentes indican diferencias significativas según test de Duncan ($p=0.05$).

La incidencia del carbón en el tratamiento con trifluralina no presentó diferencias estadísticamente significativas respecto al testigo sin tratamiento, en tanto para el tratamiento con metolaclo se evidenciaron diferencias significativas respecto al testigo y a trifluralina.

Según estos resultados, la aplicación del herbicida metolaclo en preemergencia en un cultivo de maní estaría disminuyendo la manifestación de la enfermedad, afectando la germinación de las teliosporas de *T. frezii* o bien interfiriendo en el proceso infeccioso.

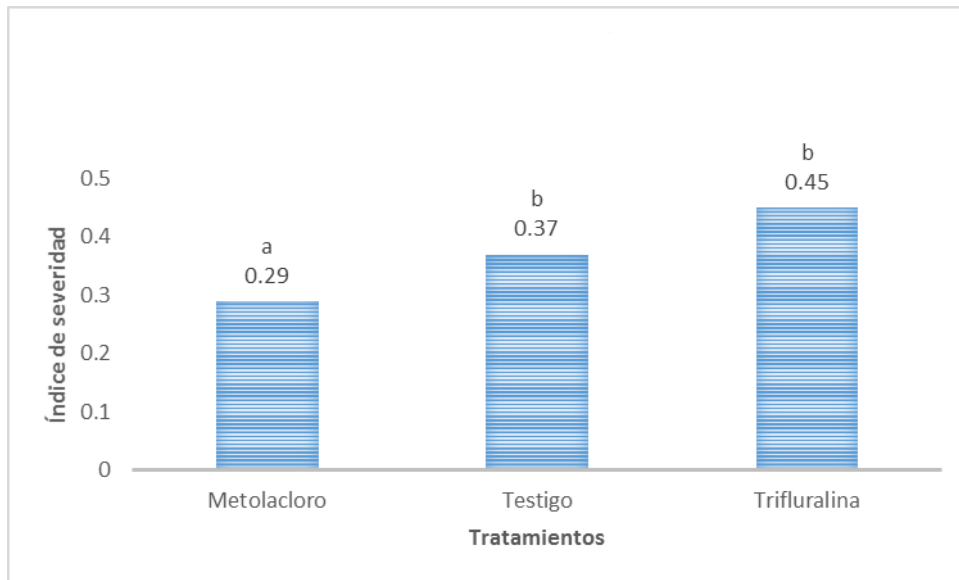


Figura 5: Índice de severidad de carbón del maní para tratamientos con herbicidas preemergentes. Letras diferentes indican diferencias significativas según test de Duncan ($p=0.05$).

El mismo comportamiento observado para la incidencia de la enfermedad se registra para la severidad, los valores en el tratamiento con metolacloro difieren significativamente respecto al testigo y trifluralina, sin registrarse diferencias estadísticas para el tratamiento con trifluralina y el testigo.

Pastor y March (1999) determinaron que metolacloro influye disminuyendo la producción de nuevo inóculo en *S. rolfsii*. En este caso la aplicación del mismo herbicida genera menos incidencia y severidad del carbón afectando alguna etapa del proceso infectivo.

Según Radke y Grau (1986) la trifluralina estimula la germinación carpogénica de *S. sclerotiorum*. El mismo efecto podría estar generando sobre las esporas de *T. frezii* en función de los resultados obtenidos en este trabajo.

-Efecto de los herbicidas aplicados en R1 en el cultivo de maní sobre la Incidencia y el Índice de Severidad del Carbón.

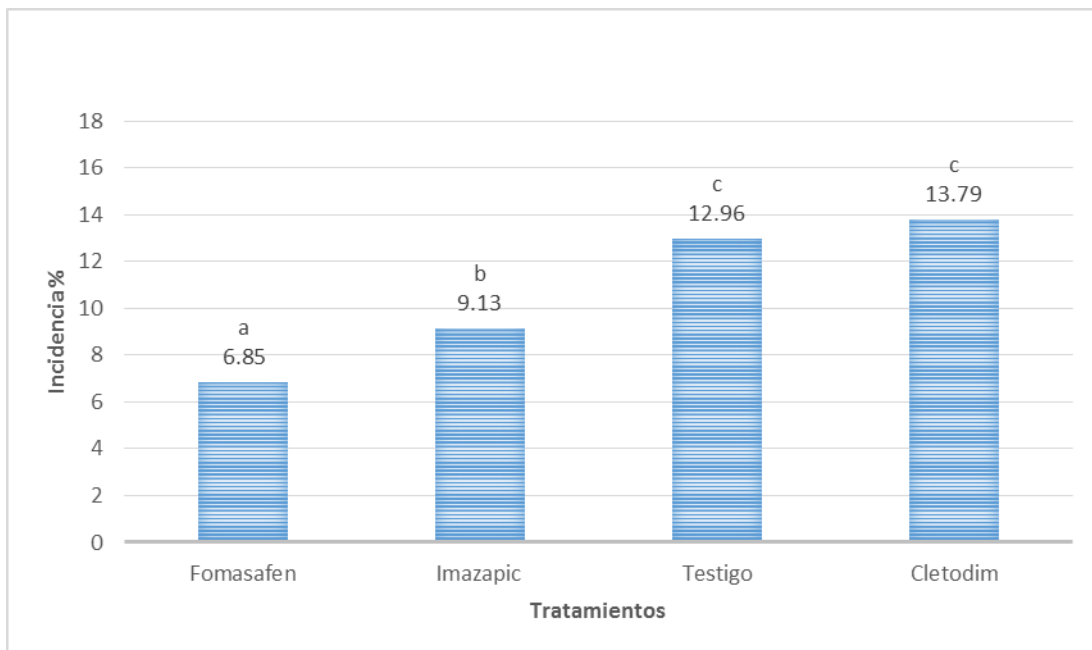


Figura 6: Incidencia de carbón del maní para tratamientos con herbicidas aplicados en R1. Letras diferentes indican diferencias significativas según test de Duncan (p=0.05).

De los tratamientos con herbicidas aplicados en R1, la incidencia del carbón para cletodim no presentó diferencias estadísticamente significativas respecto al testigo, mientras que los tratamientos con imazapic y con fomasafen presentaron diferencias significativas registrándose menores valores de incidencia, lo que estaría indicando que estos dos últimos herbicidas están interfiriendo en el proceso infeccioso.

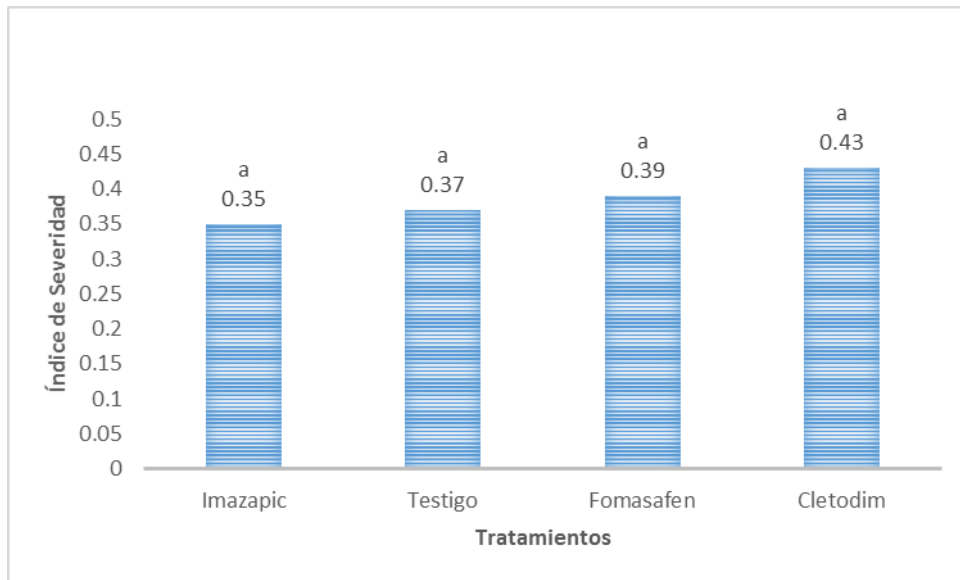


Figura 7: Índice de severidad de carbón del maní para tratamientos con herbicidas aplicados en R1. Letras diferentes indican diferencias significativas según test de Duncan ($p=0.05$).

En tanto las evaluaciones de severidad de carbón para los tratamientos con herbicidas aplicados en R1, no registraron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tratamientos analizados.

-Efecto de los herbicidas sobre la Intensidad del carbón del maní.

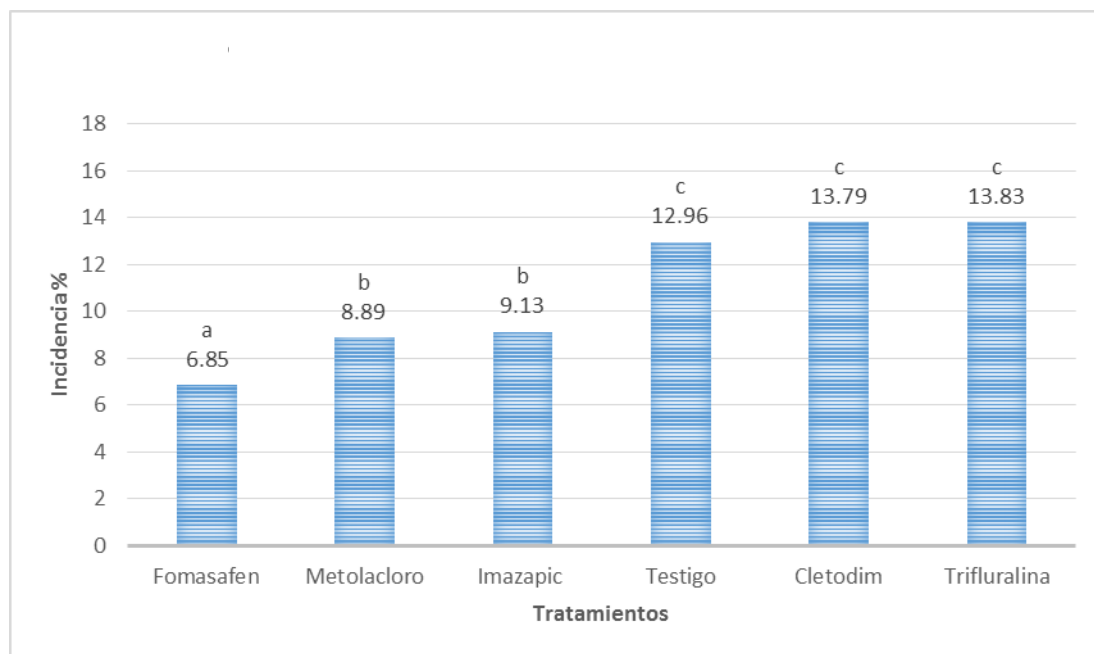


Figura 8: Incidencia de carbón del maní para tratamientos con herbicidas. Letras diferentes indican diferencias significativas según test de Duncan ($p=0.05$).

Analizando en conjunto, todos los tratamientos con herbicidas, independientemente del momento de aplicación, el imazapic y metolacloro no presentan diferencias entre ellos y se diferencian estadísticamente del testigo y de los tratamientos con cletodim y trifluralina. El tratamiento con fomasafen es el que registra menor incidencia de la enfermedad, diferenciándose significativamente del resto de los tratamientos, lo que indicaría la mayor influencia sobre el proceso infeccioso.

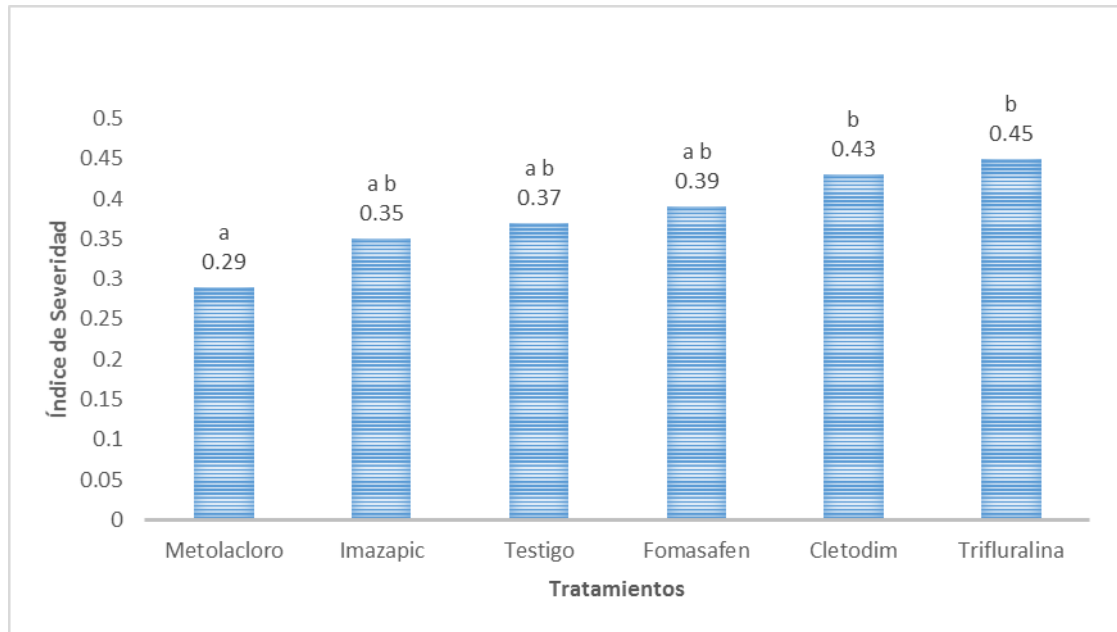


Figura 9: Índice de severidad de carbón del maní para tratamientos con herbicidas

Letras diferentes indican diferencias significativas según test de Duncan ($p=0.05$).

Con respecto al Índice de Severidad, tratamientos con herbicidas imazapic, fomasafen, cletodim y trifluralina, no presentan diferencias significativas entre ellos ni con el testigo, mientras que metolacoloro, imazapic y fomasafen no se diferencian entre ellos ni con el testigo. Se destaca la diferencia significativa entre los tratamientos con cletodim y trifluralina que registran los mayores valores de severidad, con el de metolacoloro, que registra el menor valor de severidad.

En general analizando ambos parámetros y momento de aplicación metolacoloro e imazapic reducen la intensidad del carbón del maní.

Así como demostraron Altman y Rovira (1989) y Levesque y Rahe (1992) los herbicidas interactúan con los organismos patógenos presentes en el suelo, influyendo en la interacción, en algunos casos favoreciendo la infección y en otros interfiriendo el proceso, tal como lo muestran los resultados de este trabajo.

CONCLUSIONES

Hay herbicidas utilizados en el cultivo del maní que influyen en la intensidad del carbón.

De los herbicidas aplicados en preemergencia el tratamiento con metolacloro registra los menores valores de incidencia y severidad del carbón del maní.

De los herbicidas aplicados en R1 los tratamientos con fomasafen e imazapic registran los menores valores de incidencia del carbón del maní.

BIBLIOGRAFÍA

ALTMAN, J., AND ROVIRA, A.D. 1989. Herbicide-pathogen interactions in soil-borne root diseases. *Can. J. Plant Pathol.* 11: 166-162.

BARBERIS, N. A., E. BIANCHI y R. G. BONGIOVANNI. 2010. Factores condicionantes para el desarrollo del mercado nacional del maní. Consideraciones estratégicas de marketing a partir de la experiencia internacional. 25° Jornada Nacional de Maní. General Cabrera, Córdoba, Argentina. Introducción. En: <http://www.ciacabrera.com.ar/docs/JORNADA%2025/27-%20Barberis%20N.A.%20FACTORES%20CONDICIONANTES%20PARA%20EL%20DESARROLLO%20DEL%20MERCADO%20NACIONAL%20DEL%20MAN%C3%8D.pdf>. Consultado: 10/03/2016

CÁMARA ARGENTINA DEL MANÍ, 2014. Cluster manisero argentino. Producción primaria. En: <http://www.camaradelmani.com.ar/es/cluster-produccion.php>. Consultado: 10/03/2016

CANTERO, A. G.; E. M. BRICCHI; V. H. BECERRA; J. M. CISNEROS Y H. A. GIL. 1986. "Zonificación y descripción de tierras del departamento Río Cuarto (Córdoba). 1° ed. U.N.R.C". Río Cuarto, Córdoba. Argentina. P: 55

CARRANZA, J. M. y LINDQUIST, J. C. 1962. *Thecaphora frezii* N.sp., parasita de *Arachis* sp. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* X: 11-18.

CHOLAKY SOBARI, L. 2006. Prólogo. En: FERNANDEZ, E. M. y O. GIAYETTO (Eds.). **El cultivo de maní en Córdoba**. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. p: 21.

DAITA, F. 2006. Control de malezas en el cultivo de Maní. En: FERNANDEZ, E. M. y O. GIAYETTO (Eds.). **El cultivo de maní en Córdoba**. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. P: 215-218.

DI RIENZO, J. A; F, CASANOVES; M. G, BALZARINI; L, GONZALEZ; M, TABLADA; C.W, ROBLEDO. 2012. **InfoStat software estadístico**. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

FERNANDEZ, E. M. ; O. GIAYETTO. 2006. **El cultivo de maní en Córdoba**. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. p: 19.

FIANT S., ALONSO, C., FONTANA, T., SPINAZZÉ, C., COSTERO, D, AGUSTO,

G, PEREZ,C.,BONVEHI, L.,FUENTES, L y MERIGGIOLA, P.2013.Caracterización de la producción del maní. Campaña 2012/2013. **28° Jornada Nacional del Maní**. General Cabrera, Córdoba,Argentina.Introducción.En:<http://www.ciacabrera.com.ar/docs/JORNADA%2028/8%20FIANT.pdf>. Consultado: 12/03/2016

GIAYETTO, O. 2006. Origen, historia y clasificación. En: FERNANDEZ, E. M. y O. GIAYETTO (Eds.). **El cultivo de maní en Córdoba**. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. p: 26-31.

GILETTA, M. y R. BONGIOVANNI. 2008. Análisis de la producción y comercio mundial del maní. En **Idia XXI-Cultivos Industriales**. INTA. p: 69-70.

JOHNSON, C.W., BRENNERNAN, T.B., AND MULLINIX, B.G. 1994. Chloroacetamide herbicides and chlorimuron do not predispose peanut (*Arachis hypogaea*) to stem rot (*Sclerotium rolfsii*). *Peanut Sci.* 21: 126-129.

LEVESQUE, C.A., AND RAHE, J.E. 1992. Herbicide interactions with fungal root pathogens, with special reference to glyphosate. *Annu. Rev. Phytopathol.* 30: 579-602.

MARCH G. J. y A. D. MARINELLI. 2005a Enfermedades y sistema productivo. En: MARCH G. J. y A. D. MARINELLI (Eds.). **Enfermedades del maní en Argentina**. Universidad Nacional de Río cuarto, Río Cuarto, Argentina. p: 1-7.

MARCH G. J. y A. D. MARINELLI. 2005b Carbón. En: MARCH G. J. y A. D. MARINELLI (Eds.). **Enfermedades del maní en Argentina**. Universidad Nacional de Río cuarto, Río Cuarto, Argentina. p: 88-89.

MARINELLI, A; G, MARCH; C, ODDINO; J, GARCIA; A, RAGO; M, ZUZA. FAV-UNRC. 2010. **El carbón del maní de 1995 a 2010 de enfermedad emergente a enfermedad endémica y epidémica**. Jornadas del maní 25° General Cabrera- septiembre 2010 en: www.ciacabrera.com.ar/jornadas_historia_28.htm. 2p.

MARTINEZ, M. J., M. SILVA, R. BADINI, R. AGUILAR, M. INGA, M. TOMASONI, G. SPAHN, M. V. POLIOTTI, ACKERMANN, V. BRAILOVSKY, A. BERTINATTI Y N. GROSSO. 2010. Maní de Córdoba/ Córdoba Peanuts: Denominación de Origen Certificada (DOC). **25° Jornada Nacional del Maní**. General Cabrera, Córdoba, Argentina. Introducción. En: <http://www.ciacabrera.com.ar/docs/JORNADA%2025/29%20Martinez%20Maria%20Jose%20-%20Mani%20de%20Cordoba.pdf>. Consultado: 12/03/2016

PASTOR, S. Y MARCH, G.J. 1999. Efecto in vitro de herbicidas residuales usados en maní sobre *Sclerotium rolfsii*. *Fitopatología* 34: 116-121.

PEDELINI, R. 2014. Maní guía práctica para su cultivo 3° edición. INTA General Cabrera. P:8-10.

RADKE, V.L, AND GRAU, C.R. 1986. Effects of herbicides on carpogenic germination of *Sclerotinia sclerotiorum*. Plant Dis. 70: 19-23.

SANYAL, D y A. SHRESTA. 2008. Direct effect of Herbicides on Plant Pathogens and Disease Development in Various Cropping Systems. Weed science 56:155-160.