



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

Modalidad: Proyecto

“Efecto de las condiciones ambientales (temperatura y humedad) al momento de clavado del cultivo de maní sobre la intensidad del carbón del maní”

Genesio, Federico Nicolás

DNI N° 37.628.589 Director:

Ing. Agr. Mónica Zuza

Río Cuarto - Córdoba

2018

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final:

Autor:

DNI:

Director:

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

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Secretario Académico

DEDICATORIA

- A mis padres Ivana y Gerardo.
- A mi hermano Alex.
- A mis abuelos Juan, Griselda, Rubén y María.

AGRADECIMENTOS

- Gracias a Dios por sobre todas las cosas que me direccionó y me otorgó la paciencia necesaria para cumplir los objetivos de cada paso de mi carrera.
- Gracias a mi familia por ser uno de los pilares fundamentales en mi vida y por apoyarme en cada una de mis decisiones.
- Gracias a mi directora la Ing. Agrónoma Mónica Zuza por ser la persona que me brindó las herramientas necesarias para la realización de mi tesis y por su tiempo y disposición para la finalización de la misma.
- Gracias a los Ings. Agrónomos Kearney Marcelo, Rago Alejandro, Alcalde Mónica y Peralta Vanesa por los aportes, colaboración desinteresada y por su atención cada vez que los necesité.
- Gracias a mis amigos por estar en cada etapa de mi paso por la universidad y por brindarme su apoyo, compañerismo, amistad y afecto.
- Gracias a la Universidad Nacional de Río Cuarto por formarme como profesional.

INDICE

TEXTOS

RESUMEN.....	PÁG 1
SUMMARY.....	PÁG 2
INTRODUCCIÓN.....	PÁG 3
HIPOTESIS.....	PÁG 9
OBJETIVO GENERAL.....	PÁG 9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	PÁG 9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	PÁG 10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	PÁG 13
CONCLUSIONES.....	PÁG 19
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	PÁG 20

CUADROS

CUADRO N ^o 1: Datos de producción de las ultimas 5 campañas agrícolas.....	PÁG 4
CUADRO N ^o 2: Escala de severidad del carbón del maní, causado por <i>Thecaphora frezzii</i>	PÁG 11

CUADRO N°3: Análisis de la varianza (ANAVA) de la intensidad de la enfermedad, representada por incidencia y severidad para cada tratamiento.....PÁG 14

CUADRO N°4: Análisis de Regresión Lineal entre las variables temperatura media diaria (°C) y precipitación acumulada (mm) y la intensidad de la enfermedad (incidencia y severidad).....PÁG 17

FIGURAS

FIGURA N°1: Vainas afectadas por carbón del maní.....PÁG 7

FIGURA N°2: Síntomas producidos por *Thecaphora frezii* en vainas de maní con distintos grados de afectación.....PÁG 8

FIGURA N°3: Diseño del experimento.....PÁG 10

FIGURA N°4: Grados de severidad para el carbón del maní A: Grado 0. B: Grado 1. C: Grado 2. D: Grado 3. E: Grado 4PÁG 11

FIGURA N°5: Datalogger, para la medición de la temperatura del suelo.....PÁG 12

FIGURA N°6: Sensor del datalogger colocado a 5 cm de profundidad.....PÁG 12

FIGURA N°7: Intensidad del carbón del maní representada por incidencia y severidad con respecto a cada fecha de siembra (FS 1: 28/10/2016, FS 2: 30/11/2016, FS 3: 28/12/2016). Letras iguales indican que no hubo diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).....PÁG 13

FIGURA N°8:Porcentaje de cajas para cada grado de severidad según fechas de siembra.....PÁG 14

FIGURA N°9:Precipitaciones (mm) y Temperatura media del suelo (C°) durante el período de clavado de la primera fecha de siembra (28-10-16).....PÁG 15

FIGURA N°10:Precipitaciones (mm) y Temperatura media del suelo (C°) durante el período de clavado de la segunda fecha de siembra (30/11/16).....PÁG 16

FIGURA N°11:Precipitaciones (mm) y Temperatura media del suelo (C°) durante el período de clavado de la tercera fecha de siembra (28/12/16).....PÁG 16

RESUMEN

El carbón del maní (*Thecaphora frezii*) es la enfermedad que mayor incremento ha tenido en los últimos años en su prevalencia e intensidad, encontrándose distribuida en toda la región manisera de la provincia de Córdoba. *T. frezii* produce infección y colonización “localizada”, originada por la germinación de teliosporas presentes en el suelo. Al producirse la introducción de los clavos en el suelo, las teliosporas que se encuentran en la proximidad de los mismos serían estimuladas a germinar y producir la infección al ginóforo y ovario. Las condiciones ambientales al momento del clavado influyen el proceso de infección. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de las precipitaciones y temperatura del suelo en la etapa de clavado del maní sobre la incidencia y severidad de la enfermedad. Para ello se realizó un ensayo durante la campaña agrícola 2016-2017 en un lote de la localidad de General Deheza con alta carga de inóculo de *T. frezii*, en donde se sembró manualmente maní del cultivar granoleico en tres fechas de siembra diferentes (28/10/16, 30/11/16, 28/12/16). Durante la etapa fenológica de clavado se registró la temperatura media diaria del suelo y las precipitaciones acumuladas según fecha de siembra, en donde para la variable temperatura del suelo en la profundidad donde se forma la vaina del maní, tuvo una variación de 2°C entre los tres tratamientos planteados en el experimento. Las precipitaciones acumuladas fueron de 58, 55,2 y 92,2 mm para primera, segunda y tercera fecha de siembra respectivamente. Al momento de la cosecha y de acuerdo a cada tratamiento y repetición se recolectaron manualmente tres muestras de 1 m² y se evaluó la incidencia y severidad final de la enfermedad, en donde se observó que la tercera fecha de siembra presentó una disminución de la incidencia del 30,5% y 28,37% y en la severidad del 38,75% y 29,49% comparándola con la primera y segunda fecha de siembra respectivamente. Los menores valores de enfermedad en la tercera fecha de siembra coinciden con los mayores valores de precipitación registrados, lo que estaría indicando una influencia de las precipitaciones en la intensidad de la enfermedad.

Palabras clave: *Thecaphora frezii*, infección, precipitación, temperatura, incidencia, severidad

SUMMARY

Peanut charcoal (*Thecaphora frezii*) is the disease that has increased the most in recent years in its prevalence and intensity, being distributed throughout the region manisera of the province of Cordoba. *T. frezii* produces infection and "localized" colonization, originated by the germination of teliospores present in the soil. Upon the introduction of the cloves in the soil, the teliospores that are in the vicinity of them would be stimulated to germinate and produce infection to the gynophore and ovary. The environmental conditions at the time of the nailing influence the infection process. The objective of this work was to evaluate the effect of rainfall and soil temperature in the peanut nailing stage on the incidence and severity of the disease. To this end, a trial was carried out during the 2016-2017 agricultural campaign in a lot in the town of General Deheza with a high inoculum load of the causal agent, in which the peanut of the cultivar granoleico was seeded manually on three different sowing dates (28/10 / 16, 11/30/16, 12/28/16). During the phenological stage of the nailing, the average daily temperature of the soil and the accumulated rainfall according to the date of planting were recorded, where for the variable temperature of the soil in the depth where the peanut pod was formed, it had a variation of 2 ° C between three treatments proposed in the experiment and accumulated precipitations were 58, 55.2 and 92.2 mm for the first, second and third sowing date respectively. At the time of harvest and according to each treatment and repetition, three samples of 1 m² were collected manually and the incidence and final severity of the disease were evaluated, where it was observed that the third planting date showed a 30% decrease in incidence. , 5% and 28.37% and in the severity of 38.75% and 29.49%, comparing it with the first and second sowing date respectively.

Keywords: *Thecaphora frezii*- Inoculum- Ginóforo- Intensity- Environmental conditions.

INTRODUCCIÓN

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

En relación a la producción por países y considerando el promedio de las últimas cinco campañas agrícolas, se observa que China, India, Nigeria, EEUU y Argentina se constituyen en los cinco principales productores, con el 40%, 14%, 7%, 6% y 3% de la producción mundial respectivamente. Nuestro país es el quinto productor del mundo y se ha convertido, en los últimos años, en el segundo exportador mundial de maní (MAGyP, 2017).

Es uno de los cultivos regionales típicos que presenta la agricultura de Argentina, localizado en el centro-sur de la provincia de Córdoba, donde se concentra casi el 92% de la producción primaria nacional y la totalidad del proceso transformador e industrial de la misma. Ambos aspectos impactan económica y socialmente en la provincia, no solo por la generación de divisas por la exportación de sus productos, que representan el 95% de la misma, sino también por la generación de trabajo a nivel predial e industrial que se aproxima a los 20.000 puestos de trabajo y además unas 30 localidades dependen casi exclusivamente de este cultivo. A ello, debe agregarse su impacto en otros sectores industriales ligados tanto a la producción primaria como a la de procesamiento (Fernández *et al.*, 2006).

Según la Cámara Argentina del Maní (2014), en los años '60 se cultivaban cerca de 700.000 has de maní en la provincia de Córdoba. A partir de los '80, el avance de la soja fue desplazando a este cultivo regional de su zona central, cada vez más al sur, llegando al norte de La Pampa y de San Luis. Para el año 2014, la región manisera se componía –en promedio- de unas 220.000 has en la provincia de Córdoba; unas 30.000 has en San Luis y La Pampa y unas 10.000 has distribuidas en Salta y Jujuy.

La situación de la producción nacional de las últimas 5 campañas se puede observar en el Cuadro 1, en donde la producción de maní en la campaña 2016/17 se estimó en un 1,16 millones de toneladas, por lo que se detectó un incremento del 15% con respecto de la campaña 2015/16. Dentro de los factores que impactaron positivamente en la producción podemos observar un aumento del área sembrada del 2% (9.570 hectáreas), incremento del 4% del área cosechada (16.000 hectáreas) y un mayor rinde (de 2.929 a 3.247 kilogramos por hectárea), entre otros (MAGyP, 2017).

Cuadro 1. Datos de producción de las últimas 5 campañas agrícolas.

Campaña	Sembrado (ha)	Cosechado (ha)	Producción (tn)	Rendimiento (kg/ha)
2012/13	418.063	404.022	1.025.857	2.539
2013/14	411.688	409.312	1.165.924	2.849
2014/15	425.628	424.628	1.010.777	2.38
2015/16	368.438	341.838	1.001.113	2.929
2016/17	378.008	357.208	1.160.000	3.247

Unos 1.600 productores llevan a cabo la producción de este cultivo en la Argentina. Ésta ocupa los primeros lugares en el podio de países exportadores de maní debido a un elevado standard de calidad del producto, logrado gracias al manejo y aplicación de alta tecnología en producción, genética, sanidad, mecanización, investigación y desarrollo de universidades y organismos nacionales y el esfuerzo de productores e industriales muy asociados, que han trabajado en la denominación de origen Maní de Córdoba. Es el primer exportador de maní confitería, el 80% de la producción de esta economía regional argentina se destina al mercado externo, representando en el 2016 un ingreso de divisas por US\$1.000 millones (Cámara Argentina de Maní, 2016). El consumo interno alcanza a 200 gramos anuales per cápita, cifra muy por debajo de lo deseable y el principal cliente del cluster manisero argentino es la Unión Europea, que concentra el 35% de los embarques que ingresan por el puerto de Rotterdam. Rusia, China y Argelia también son mercados importantes. El maní local es alto oleico y el blanchado agrega mucho valor al producto (Consejo Federal de Inversiones, 2017).

Es un cultivo que por concentrar más del 90% de la superficie cultivada en la provincia de Córdoba lo hace una importante economía regional, en donde una gran cantidad de personas dependen directa e indirectamente del mismo.

La planta de maní posee una estructura básica formada por un tallo central (eje n) y dos ramificaciones primarias (n+1) que se originan en las axilas de los cotiledones, pudiendo presentar otras ramificaciones de orden superior (n+2, n+3). La cantidad de ramificaciones varía de acuerdo al genotipo. En su desarrollo, el maní se caracteriza por tener una etapa vegetativa y otra reproductiva. La fase vegetativa va desde la germinación hasta la formación de tallos y las hojas, y la fase reproductiva va desde el inicio de la floración (R1), en los maníes tipo "runner" a los 35-40 días después de la siembra, hasta la obtención de frutos sobremaduros (R9). Después de la fecundación, las células localizadas debajo del receptáculo se dividen rápidamente dando origen al ginóforo o "clavo". Este último crece hacia el suelo por estímulo de la luz llevando en su extremo al ovario protegido por una capa de células

lignificadas. Una vez introducido en el suelo, la elongación se detiene y comienza el desarrollo del fruto. Para esto es necesario oscuridad, estímulo mecánico del medio, humedad y presencia de calcio (Fernández y Giayetto, 2006).

Dentro de las adversidades bióticas que pueden dañar al maní se encuentran: malezas, que por su hábito de crecimiento (rastrero) lo hace un pobre competidor ante las mismas y éstas al estar presentes durante la etapa de establecimiento del cultivo y por ser de ciclo de crecimiento primavero-estival presentan cierta agresividad ante la competencia por recursos. En años con escasas precipitaciones puede ser importante la presencia de ácaros. Éstos afectan la capacidad fotosintética, y al ser un cultivo que se siembra a 70 cm entre hileras puede no llegar al Índice de Área Foliar crítico (IAFc) y no expresar su potencial de rendimiento. También existe un complejo de enfermedades que se consideran muy importantes, esto se debe a la morfología de la planta, por su capacidad de producir geocarpos (frutos subterráneos), y por el hábito de crecimiento rastrero de las variedades utilizadas comercialmente en Argentina. Esta particularidad, deja a las vainas y ramificaciones expuestas a infecciones por el inóculo presente en suelos infestados y obligan a los productores a tomar medidas de manejo específicas para cada una de ellas debido a que se presentan en mayor o menor intensidad año tras año y que causan severas pérdidas (Cazón, 2015).

Las enfermedades presentes en el cultivo de maní en Argentina se pueden clasificar en tres grupos. Las foliares, donde la principal protagonista es la viruela (*Cercosporidium personatum* y *Cercospora arachidicola*). Las causadas por hongos de suelo, conformadas por los tizones producidos por *Sclerotinia minor* y *S. sclerotiorum*, la podredumbre parda (*Fusarium solani*) y el marchitamiento (*Sclerotium rolfsii*). Y un tercer grupo, formado solo por el carbón (*Thecaphora frezii*) que, si bien produce todo su ciclo en el suelo, no tiene las características de las otras enfermedades.

Con respecto al carbón, en la campaña agrícola 1994/95 se detectaron por primera vez en la Argentina frutos de maní afectados por carbón, en la zona norte de la principal región manisera, precisamente en Pampayasta, Villa Ascasubi y Ticino (Provincia de Córdoba), en los cultivares Colorado Irradiado INTA y Florunner. El agente causal fue identificado como *Thecaphora frezii*.

Paulatinamente, pasó de ser una enfermedad emergente a endémica en la principal región manisera e incluso con características epidémicas en algunos lotes de producción (Marinelli *et al.*, 2010).

Al respecto y según datos de Cazzola *et al.* (2012), la enfermedad se encuentra distribuida en el 100% de los lotes muestreados en la campaña 2011/2012 en la provincia.

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 (Rago, 2015).

Siendo que Argentina es el único país donde se encuentra el carbón y que la producción se destina mayoritariamente a la exportación, la importancia de la enfermedad adquiere especial relevancia.

El carbón del maní es un hongo que destruye el grano, generando grandes pérdidas a la producción. En Córdoba, por ejemplo, su presencia ha causado pérdidas al sector por 13 a 15 millones de dólares en la última campaña (Consejo Federal de Inversiones, 2017). La magnitud de las pérdidas de producción depende mayoritariamente de la zona en la que nos situemos. Siendo menores en la zona sur de la provincia (Departamento General Roca), norte de La Pampa y suroeste de Buenos Aires, debido a que en estas áreas de producción es reciente la introducción del maní con respecto a la zona núcleo (Departamentos Tercero Arriba, Juárez Celman, Río Segundo, Gral. San Martín), teniendo como consecuencia una menor carga de inóculo (teliosporas) presente en el suelo y con capacidad de provocar la enfermedad. Además, debe remarcar que en la zona núcleo es donde se encuentran la mayoría de las industrias procesadoras del grano y éstas son un importante centro de dispersión de esporas, lo que podría tener implicancias en la mayor presión de la enfermedad (Paredes *et al.*, 2016).

La enfermedad comienza cuando una hifa (micelio originado por la germinación de una teliospora) de *T. frezii* penetra, de forma intracelular, en la epidermis del clavo. Posteriormente, infecta el parénquima de las paredes del fruto, colonizando también los tejidos vasculares. En su recorrido por los tejidos vegetales, la hifa desarrolla haustorios para nutrirse. La colonización de los tejidos del fruto es seguida por la colonización de las semillas a través del funículo. En la semilla, el hongo infecta el tegumento, endosperma y embrión. En las primeras etapas de colonización, hay desarrollo de hifas, que se multiplican colonizando toda la semilla y posterior a esto ocurre la esporulación, cuyas teliosporas serán unidades de dispersión de la enfermedad (Marraro Acuña *et al.*, 2012).

Los síntomas que la enfermedad produce en el hospedante son frutos de mayor tamaño y de consistencia esponjosa (hipertrofia), como se observa en la figura 1, y al abrirlos una o varias semillas están carbonosas. Las semillas que se encuentran afectadas pueden tener pequeñas áreas hipertrofiadas y con decoloración del tegumento o presentar los síntomas en la totalidad de las mismas (Figura 2). Debajo del tegumento se encuentra una masa carbonosa compuesta por las teliosporas del patógeno, las cuales se presentan solitarias o en glomérulos. *Thecaphora frezii* es un organismo biotrófico que produce infección

y colonización “localizada”, por lo que cada soro (sector de fruto afectado) que se observa corresponde a una infección originada por la germinación de una teliospora presente en el suelo (Marinelli y March, 2004).



Figura 1: Vainas afectadas por carbón del maní. A: Planta de maní con vainas hipertrofiadas por carbón. B: Comparación entre vainas sanas (derecha) y vainas afectadas (izquierda).

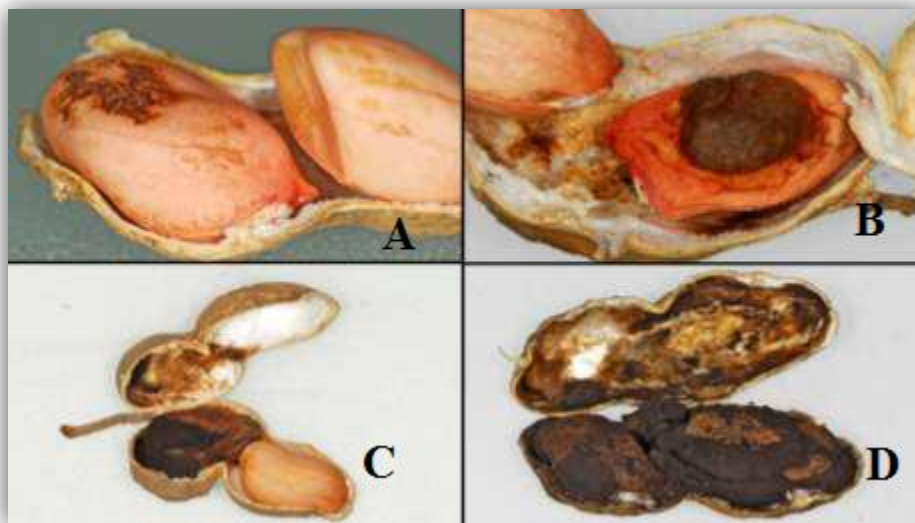


Figura 2: Síntomas producidos por *Thecaphora frezii* en vainas de maní con distintos grados de afectación. A:Lesión leve en una semilla. B:Lesión de mayor tamaño en una semilla. C:Una semilla totalmente carbonosa y la otra sana. D:Ambas semillas totalmente carbonosas.

Se estima que diferentes condiciones ambientales al momento del “clavado” del maní tienen influencia en el grado de infección por parte del patógeno. Por otra parte, Astiz Gassó y Marinelli (2003) comprobaron *in vitro* que la germinación de teliosporas es favorecida notablemente por extractos obtenidos de diferentes partes de la planta de maní, preferentemente de frutos. Es probable entonces que al introducirse el ginóforo al suelo, libere compuestos a la solución del suelo que estimulan la germinación de teliosporas y de esta forma ocurre la infección al clavo.

El carbón de maní es la enfermedad con mayor presencia en el sector manisero, año tras año se van incrementando las esporas en los lotes, creciendo el riesgo epidémico de la enfermedad, incluso con pérdidas superiores al 30%, que podrían hacer inviable económicamente la producción (Paredes *et al.*, 2016).

Si bien varios aspectos de la biología y epidemiología del carbón del maní se conocen o se aceptan en forma teórica, todavía faltan dilucidar mediante diferentes estudios características del ciclo de patogénesis, tales como factores que condicionan la germinación y penetración de las teliosporas, temperatura y humedad del suelo óptimas para el proceso de infección, entre otros aspectos, que permitirán generar conocimientos para establecer estrategias o pautas de manejo de la enfermedad.

HIPÓTESIS

Las condiciones ambientales (temperatura y humedad) al momento de clavado del cultivo de maní influyen sobre la intensidad del carbón del maní.

OBJETIVO GENERAL

Determinar las variables ambientales que inciden o modifican los niveles de intensidad del carbón del maní.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar incidencia y severidad del carbón del maní.
- Evaluar el efecto de la temperatura del suelo al momento de clavado del cultivo de maní sobre la intensidad (incidencia y severidad) del carbón.
- Evaluar el efecto de la humedad del suelo al momento de clavado del cultivo de maní sobre la intensidad (incidencia y severidad) del carbón.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante la campaña agrícola 2016-2017, en un lote de la localidad de General Deheza, con alta carga de inóculo de carbón del maní. Se implantaron manualmente parcelas de maní de cultivar Granoleico en 3 fechas de siembra diferentes (28/10/16, 30/11/16, 28/12/16), con el objetivo de observar el efecto de la temperatura del suelo y las precipitaciones en el proceso de infección de los clavos, cuando los mismos se encuentran ingresando al suelo. El diseño fue en bloques completos al azar con 3 repeticiones de cada tratamiento (Figura 3). Al momento de la cosecha y de acuerdo a cada tratamiento se recolectaron tres muestras de maní de 1m²(1,43 lineal) cada una, por tratamiento y repetición y se evaluó la intensidad de la enfermedad:

-La incidencia final del carbón del maní se determinó como porcentaje de vainas afectadas sobre el total evaluado.

-La severidad final se cuantificó según el grado de afectación, utilizando una escala diagramática de cinco grados (0 a 4), propuesta por Marinelli *et al.* (2010), (Cuadro 2) (Figura 4).



Figura 3: Diseño del experimento.

Cuadro 2. Escala de severidad del carbón del maní, causado por *Thecaphora frezzi*.

Grado de severidad	Descripción de síntomas
0	Frutos sin Carbón.
1	Vaina de aspecto 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.



Figura 4: Grados de severidad para el carbón del maní. A: Grado 0. B: Grado 1. C: Grado 2. D: Grado 3. E: Grado 4.

Durante el ciclo del cultivo y a partir de la etapa fenológica de clavado (R2-R3) se registraron las variables precipitación acumulada (mm) según fecha de siembra, y temperatura media diaria del suelo, mediante un datalogger ubicado en el mismo ensayo (Figura 5) y provisto de nueve sensores instalados a 5 cm de profundidad (Figura 6).

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



Figura 5: Datalogger, para la medición de la temperatura del suelo.



Figura 6: Sensor del datalogger colocado a 5 cm de profundidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según las evaluaciones realizadas para cada tratamiento, se determinó la incidencia (%) y severidad (0-4) promedio para cada tratamiento (Figura 7). Se puede observar que la primera y segunda fecha de siembra presentaron valores de incidencia de 46,59% y 45,21% respectivamente. Y la severidad fue de 1,59 y 1,39 respectivamente. Ambas no presentaron diferencias significativas entre ellas, pero si con la tercera fecha de siembra que tuvo un valor de incidencia de 32,38% y de severidad de 0,98. Esto nos indica que hubo una disminución en el porcentaje de la incidencia del 30,5% y 28,37% y en la severidad del 38,75% y 29,49% con respecto a la primera y segunda fecha de siembra.

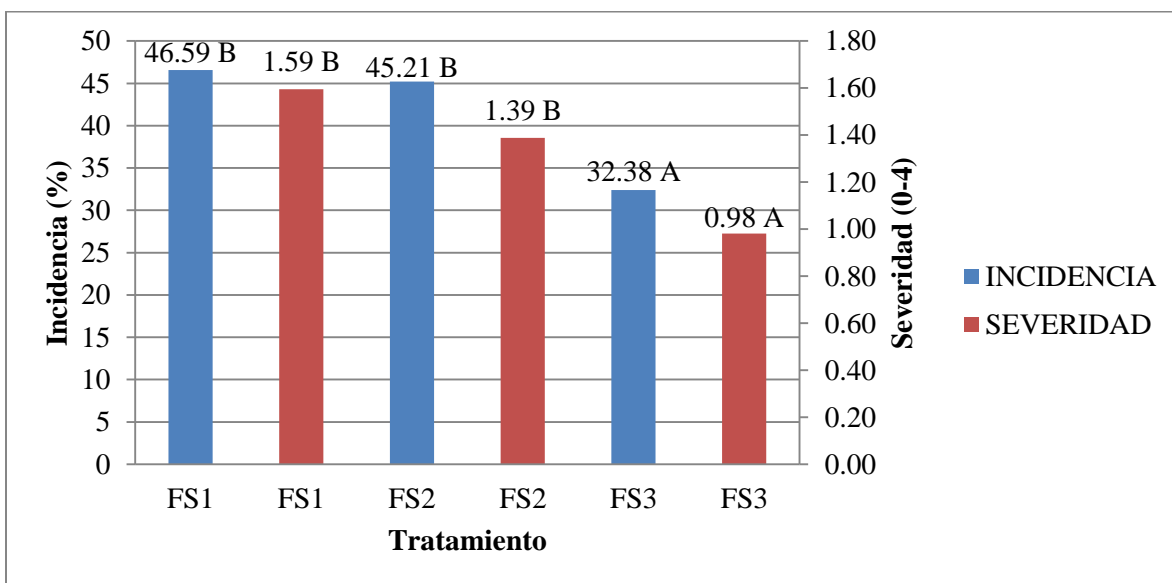


Figura 7: Intensidad del carbón del maní representada por incidencia y severidad con respecto a cada fecha de siembra (FS 1:28/10/2016, FS 2:30/11/2016, FS 3: 28/12/2016).

Letras iguales indican que no hubo diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

En el cuadro 3 se expresan los resultados del ANAVA para la intensidad de la enfermedad. Como se puede observar, el valor de p es menor a 0,05 (p -valor), de esta manera se rechaza la hipótesis nula y se valida la hipótesis alternativa, lo que indica que hay diferencias estadísticamente significativas en la intensidad de la enfermedad con respecto a los tratamientos de fechas de siembra. También se observa un R^2 de 0,66 para incidencia y de 0,72 para severidad, lo que indica un buen ajuste del modelo que explica la variación total de la intensidad de la enfermedad con respecto a cada tratamiento realizado.

Cuadro 3. Análisis de varianza (ANAVA) de la intensidad de la enfermedad, representada por incidencia y severidad para cada tratamiento.

Tratamiento	Incidencia	Test	Severidad	Test
	(%)	LSD	(0-4)	LSD
FS 3: 28/12/2016	32,38	A	0,98	A
FS 2: 30/11/2016	45,21	B	1,39	B
FS 1: 28/10/2016	46,59	B	1,6	B
ANAVA	p=0,0162		p=0,0093	
R2 Ajust.	0,66		0,72	

Si se analiza el porcentaje de cajas según el grado de severidad, se observa en la Figura 8, que en la tercera fecha de siembra, donde la incidencia y la severidad son menores estadísticamente respecto a la primera y segunda fecha de siembra, la cantidad de cajas de grado 4, disminuye notablemente, de un 25,76% en la primera siembra a 9,91% en la tercera.

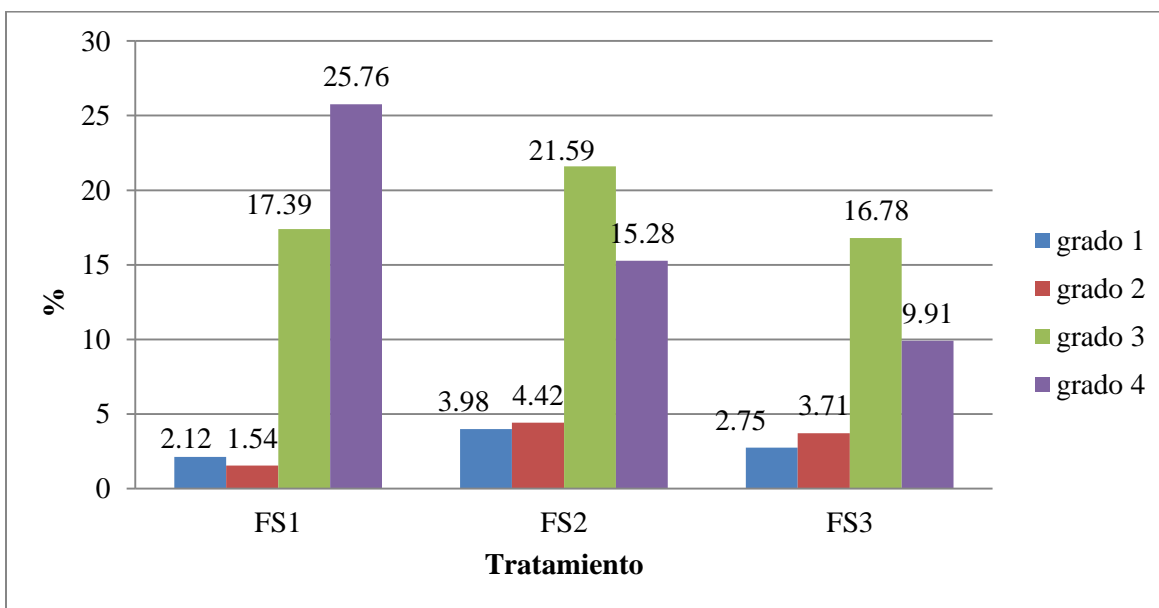


Figura 8: Porcentaje de cajas para cada grado de severidad según fechas de siembra.

Durante el período de clavado de cada fecha de siembra, se registraron las variables de precipitación acumulada (mm) y temperatura media diaria del suelo. Para la primera fecha de siembra, el período de clavado ocurrió entre el 06/01/17 y el 19/01/17. La precipitación acumulada en ese período fue

de 58 mm, y la temperatura media de 22°C (Figura 9). En la segunda fecha de siembra, el período de clavado ocurrió entre el 26/01/17 y el 07/02/17. La precipitación acumulada en ese período fue de 55,2 mm, y la temperatura media de 23°C (Figura 10). Y por último, en la tercera fecha de siembra, el período de clavado ocurrió entre el 16/02/17 y el 02/03/17, siendo la precipitación acumulada en ese período de 92,2 mm, y la temperatura media de 24°C (Figura 11).

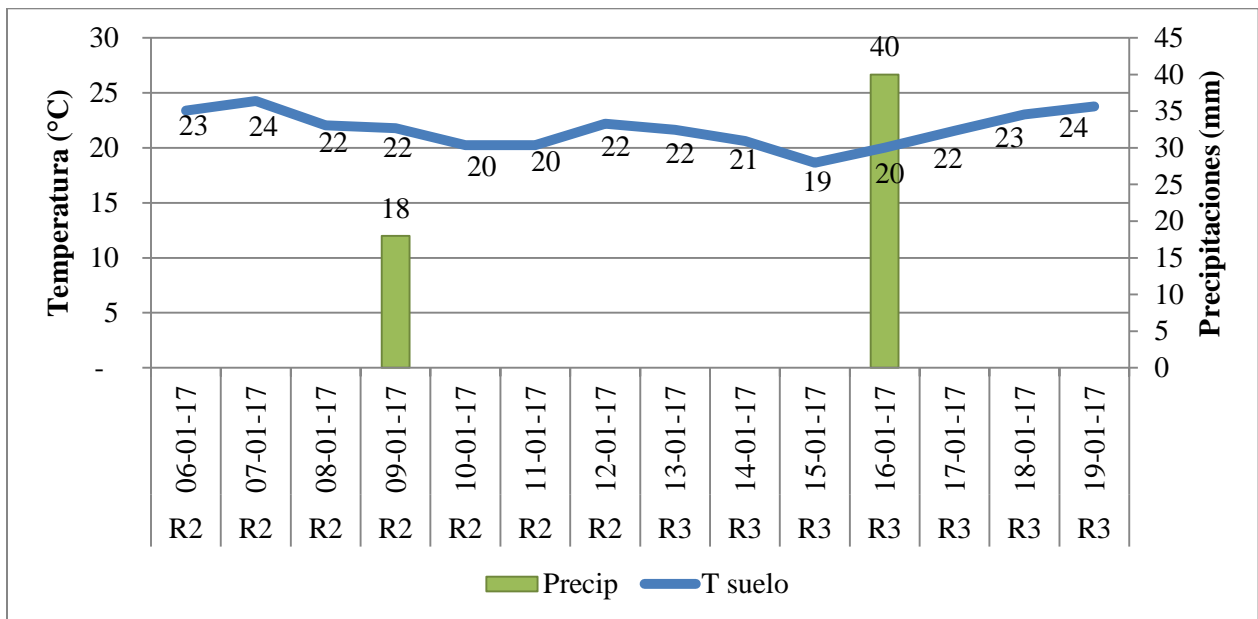


Figura 9: Precipitaciones (mm) y Temperatura media del suelo (°C) durante el período de clavado de la primera fecha de siembra (28-10-16).

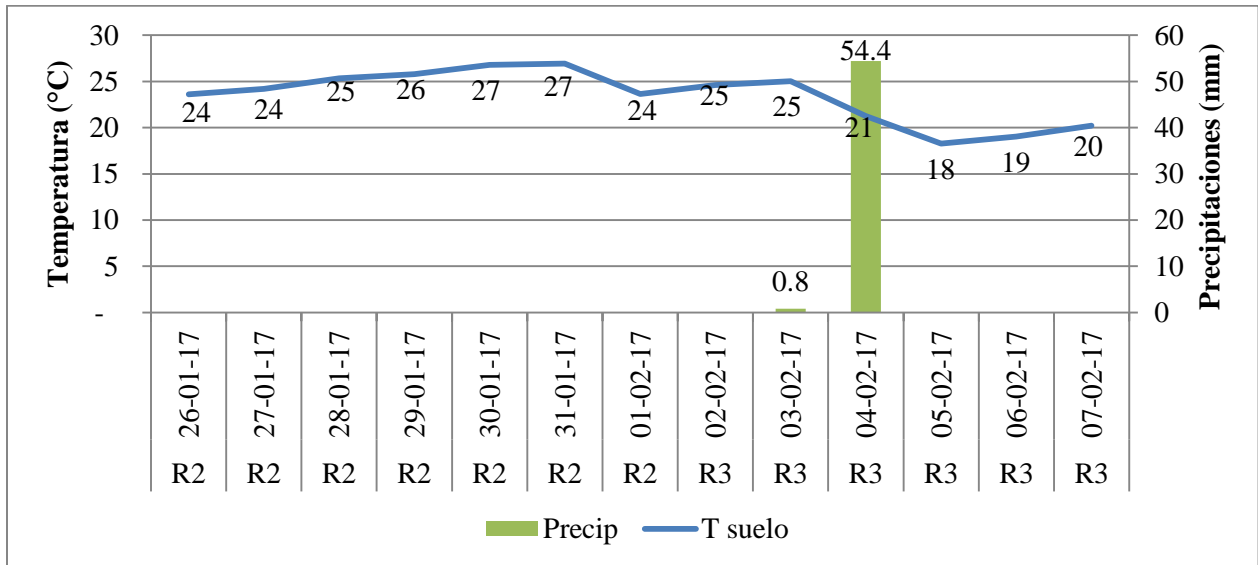


Figura 10: Precipitaciones (mm) y Temperatura media del suelo (C°) durante el período de clavado de la segunda fecha de siembra (30/11/16).

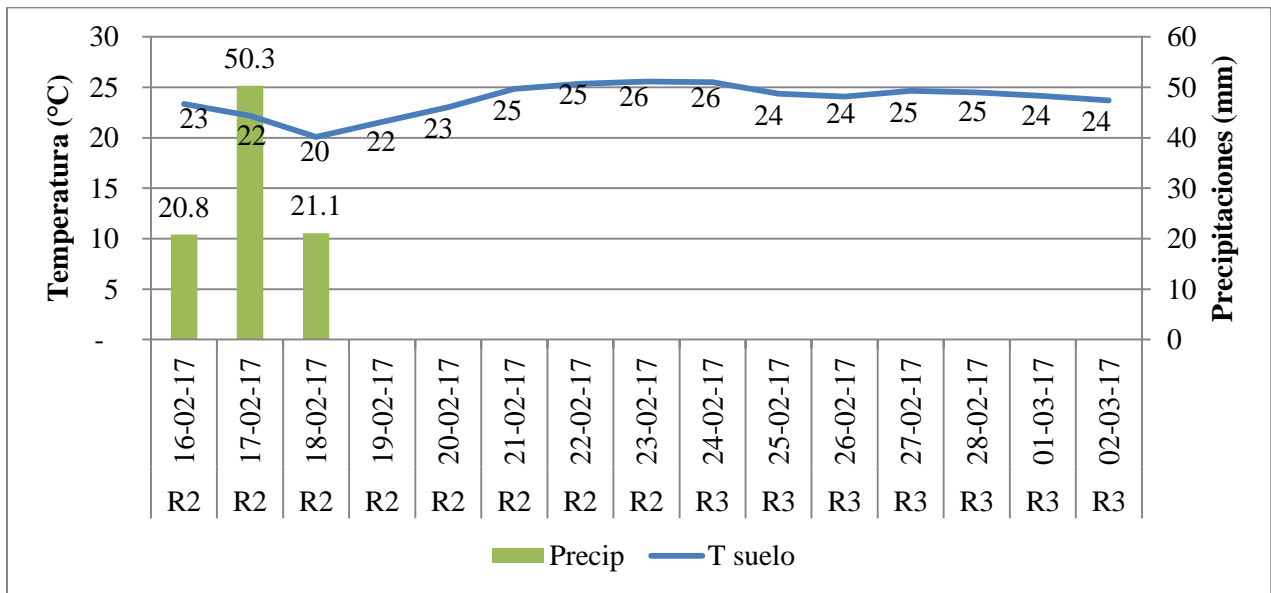


Figura 11: Precipitaciones (mm) y Temperatura media del suelo (C°) durante el período de clavado de la tercera fecha de siembra (28/12/16).

Para las dos primeras fechas de siembra, y para la variable precipitación acumulada (mm), los valores fueron similares (58 mm y 55,2 mm respectivamente), observándose una diferencia de solo 2,8 mm. Con respecto a temperatura media diaria del suelo hubo una variación de solo 1°C entre la primera y la segunda fecha de siembra (22°C y 23°C respectivamente). Entre estas dos fechas de siembra no hubo diferencias estadísticamente significativas en la intensidad de la enfermedad. Pero sí comparando la tercera fecha con las dos primeras se observaron diferencias significativas en la incidencia y severidad de la enfermedad. Y la variable que presentó mayor diferencia fue la precipitación acumulada. Tuvo un total de 90 mm, es decir entre 35 y 32 mm más que para las dos primeras fechas de siembra. Respecto a la temperatura, hubo una diferencia de solamente un grado entre la primera fecha y de dos grados entre la segunda. Esto nos indica que los valores de temperatura de suelo, en donde el cultivo formó sus vainas, fueron muy similares entre las fechas, pero que la variable precipitación acumulada tuvo una marcada diferencia en la última siembra. Por lo tanto podríamos inferir que una mejor condición hídrica en el período de clavado del cultivo de maní favorece a menores infecciones de esporas de *Thecaphora frezii*, correspondiéndose con menores valores finales de incidencia y severidad del carbón del maní.

Para corroborar la influencia de la humedad del suelo (precipitación acumulada) en la intensidad de la enfermedad se realizó un análisis de regresión lineal entre las variables medidas (temperatura y precipitaciones) y la intensidad de la enfermedad, de las tres fechas de siembra (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de Regresión Lineal entre las variables temperatura media diaria (°C) y precipitación acumulada (mm) y la intensidad de la enfermedad (Incidencia y Severidad).

		R²	p-valor
Temperatura suelo (°C)	Incidencia	0,02	0,7063
	Severidad	0,05	0,5494
Precipitaciones (mm)	Incidencia	0,73	0,0034
	Severidad	0,67	0,0071

El análisis arrojó una relación altamente significativa entre la precipitación acumulada en el período de clavado y la intensidad de la enfermedad, con valores de R² de 0,73 para incidencia y 0,67 para severidad. Y con un p-valor menor a 0,05 (0,0034 para incidencia y 0,0071 para severidad). En cambio para la temperatura media del suelo los R² fueron muy bajos (0,02 y 0,05 para incidencia y severidad), y los p-valores mayores a 0,05 (0,7063 para incidencia y 0,5494 para severidad).

Los resultados obtenidos en este trabajo indicarían que las mayores precipitaciones al momento del clavado del maní podrían estar generando un ambiente menos favorable al patógeno, influyendo por lo tanto en los valores finales de incidencia y severidad del carbón del maní, los que serían menores (Genesio *et al.*, 2017).

Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Paredes *et al.* (2017) (comunicación personal) quienes determinaron el efecto de la humedad y temperatura sobre los procesos de infección y desarrollo del carbón del maní, en invernadero. Si bien no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al porcentaje de incidencia e índice de severidad, comparando los tratamientos, a pesar de ello, en las diferentes condiciones hídricas de suelo evaluadas, los resultados presentaron una tendencia a que en situaciones de mayor sequía la infección se incrementa. Lo que coincide también con lo que ocurre en distintas campañas agrícolas, donde en años más secos aumenta la intensidad de la enfermedad.

También las condiciones ambientales, como las precipitaciones, influyen en otras enfermedades importantes del maní. Oddino *et al.* (2003), encontraron que en años con precipitaciones inferiores a las normales durante el ciclo del cultivo y períodos de sequía de al menos 15-20 días favorecen el desarrollo de epidemias de podredumbre parda de la raíz del maní, causada por *Fusarium solani*.

Las condiciones de menor humedad de suelo, que favorecen a las epidemias de la podredumbre parda de la raíz, y como vimos en este trabajo, de carbón del maní, difieren de las necesarias para el desarrollo de epidemias de las otras enfermedades de suelo importantes en el área manisera argentina, como el tizón y el marchitamiento del maní. Ya que para la primera son necesarios períodos húmedos de al menos 150mm en 2-3 semanas (Marinelli, 2000; Marinelli *et al.*, 2000, 2001) y si bien para el marchitamiento hace falta un período de estrés hídrico, luego son necesarias lluvias para el incremento de la enfermedad (March *et al.*, 1997, 1998).

CONCLUSIONES

- La tercera fecha de siembra presentó una menor incidencia y severidad de carbón del maní, respecto a la primera y a la segunda fecha, con diferencias estadísticamente significativas.
- La tercera fecha de siembra presentó una disminución de la incidencia del 30,5% y 28,37% y en la severidad del 38,75% y 29,49% comparándola con la primera y segunda fecha de siembra respectivamente.
- La temperatura del suelo, en la profundidad donde se forma la vaina del maní tuvo poca variación entre las tres fechas de siembra planteadas en el experimento.
- Las mayores precipitaciones al momento del clavado del maní podrían estar generando un ambiente más favorable al cultivo influyendo en los valores finales de incidencia y severidad del carbón del maní.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ASTIZ GASSÓ, M. Y A. MARINELLI. 2003. Cultivo in Vitro de *Thecaphora frezii* (Ustilaginales) Carbón del maní (*Arachis hypogaea* L). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 8:256.
- BURKE, D.W., L.D. HOLMES, A.W. BARKER, 1972. Distribution of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* and beans roots in relation to tillage and soil compaction. *Phytopathology* 62: 550-554.
- CÁMARA ARGENTINA DEL MANÍ. 2014. Cluster manisero argentino. Producción primaria. En: <http://www.camaradelmani.com.ar/es/cluster-produccion.php>.
- CÁMARA ARGENTINA DEL MANÍ. 2016. Cluster manisero argentino. Producción primaria. En: <http://www.camaradelmani.com.ar/es/cluster-produccion.php>.
- CAZÓN, I. 2015. *Detección molecular de Thecaphora frezii Carranza & Lindquist en semillas de maní (Arachis hypogaea L.)*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. 50 p.
- 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. *Actas de Resúmenes de XXVII Jornada Nacional del Maní*. General Cabrera, Córdoba. AR. Pág. 34-35.
- CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES. 2017. IX Conferencia internacional de la comunidad de investigadores de maní. Progresos en Arachis mediante la Genómica y la Biotecnología. Córdoba, Argentina. En: <http://cfi.org.ar/nota/novena-conferencia-internacional-de-la-comunicad-de-investigadores-de-mani-progresos-en-arachis-mediante-la-genomica-y-la-biotecnologia/>. Consultado: 4-11-2017.
- DI RIENZO, J A, F. CASANOVES, M. G. BALZARINI, L. GONZALES, M. TABLADA, C.W. ROBLEDO. INFO STAT, 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- FERNANDEZ, E. M. y O. GIAYETTO. 2006. *El cultivo de maní en Córdoba*. Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Agronomía y Veterinaria. 1^{ra} Edición, Córdoba, Argentina. 280 pág.
- FERNANDEZ, E. M., O. GIAYETTO, L. CHOLAKY SOBARI. 2006. Crecimiento y desarrollo. En: *El cultivo de maní en Córdoba* (compiladores Fernández y Giayetto). Ed. UNRC. Río Cuarto. Argentina Pág. 25-26,73-88.

- GENESIO, F., M. KEARNEY, M. ZUZA, A. RAGO, J. OCHOA, G. MANDARADONI, V. DE BATTISTA. 2017. Efecto de las precipitaciones y temperatura del suelo sobre la intensidad del carbón del maní. Actas de *Resúmenes de XXXII Jornada Nacional del Maní*. General Cabrera, Córdoba. AR. Pág. 56-57.
- MARCH, G.J., A. MARINELLI, A. RAGO, D. COLLINO. 1997. Efecto del estrés hídrico sobre la predisposición del maní al marchitamiento por *Sclerotium rolfsii*. Págs. 7-8, en: *Resúmenes XII Jornada Nacional del Maní*. General Cabrera, Córdoba.
- MARCH, G.J., A. MARINELLI, A. RAGO, J. GIUGGIA. 1998. Curvas de desarrollo del “marchitamiento del maní” (*Arachis hypogaea* L.) causado por *Sclerotium rolfsii* Sacc. en Argentina. *Bol. San. Veg., Plagas*. 24: 511-518.
- MARINELLI, A. 2000. *Biología y epidemiología del tizón del maní causado por Sclerotinia minor y S. sclerotiorum*. Tesis, Doctorado en Ciencia Biológicas, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. 108pp.
- MARINELLI, A. Y G.J. MARCH. 2004. Carbón. Pag: 88-89. En: *Enfermedades del maní en Argentina*. 1 ed. Ed. UNRC, Río Cuarto, Córdoba, Argentina. 142p.
- MARINELLI, A., G. MARCH, A. RAGO, J. GIUGGIA, M. KEARNEY. 2000. Condiciones favorables al desarrollo de epidemias del tizón del maní. Campaña agrícola 1999/2000. Págs. 18-19, en: *Resúmenes XV Jornada Nacional del Maní*, Gral. Cabrera, Córdoba.
- MARINELLI, A., G. MARCH, A. RAGO, J. GIUGGIA, M. KEARNEY. 2001. Epidemiología del “tizón” del maní (*Arachis hypogaea* L.) causado *Sclerotinia minor* Jagger en Argentina. *Bol. San. Veg., Plagas*. 27: 75-84.
- MARINELLI, A., G. MARCH, C. ODDINO, J. GARCIA, A. RAGO, M. ZUZA. 2010. El carbón del maní de 1995 a 2010 de enfermedad emergente a enfermedad endémica y epidémica. Actas de *Resúmenes de XXV Jornada Nacional del Maní*. General Cabrera, Córdoba. AR. Pág. 28-30.
- MARRARO ACUÑA, F., A. WIEMER, M. COSA. 2012. Carbón del maní bajo la lupa, anatomía de la infección. Actas de *Resúmenes de XXVII Jornada Nacional de Maní*. General Cabrera, Córdoba. AR. Pág. 52-54.
- MAGyP. 2017. SITUACIÓN MERCADO DEL MANÍ JUNIO 2017. En: http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/regionales/. Consultado: 03-11-2017.

- MILLER, D.E. and D.W. BURKE. 1974. Influence of soil bulk density and water potential on Fusarium root rot of beans. *Phytopathology* 64: 526-529.
- ODDINO, C., G. MARCH, A. MARINELLI, M. KEARNEY. 2003. Influencia de las precipitaciones sobre el desarrollo de epidemias de la "podredumbre parda de la raíz del maní" causada por *Fusarium solani*. Pags. 23-24, en: *Resúmenes, XVIII Jornada Nacional del Maní*, Gral. Cabrera, Córdoba.
- PAREDES, J. A., L.I. CAZÓN, A. OSELLA, V. PERALTA, M. ALCALDE, M. KEARNEY, M. ZUZA, A. RAGO, C. ODDINO. 2016. Relevamiento regional del carbón del maní y estimación de pérdidas producidas por la enfermedad. *Actas de Resúmenes XXXI Jornada Nacional del Maní*. General Cabrera, Córdoba. AR.Pág.53-54.
- RAGO, A. 2015. El carbón del maní, situación y perspectivas de la enfermedad. *Actas de Resúmenes de XXX Jornada Nacional del Maní*. General Cabrera, Córdoba. AR.Pág. 62.
- ROY, K.W., J. RUPE, D. HERSHMAN, T. ABNEY. 1997. Sudden Death Syndrome of Soybean. *Plant Disease* 81: 1100-1111.
- RUPE, J.C., M.C. HIRRELL, D.E. HERSHMAN. 1989. Sudden death syndrome. Pags. 84-85, in: *Compendium of Soybean Diseases*, 3rd ed. (J.B. Sinclair and P.A. Backman, eds.). APS Press, St. Paul, MN.