



FACULTAD DE AGRONOMÍA
Y VETERINARIA

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE RÍO CUARTO

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

Proyecto de Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero
Agrónomo
Modalidad: Proyecto.

**EFEECTO DE ENMIENDAS CÁLCICAS SOBRE LA INTENSIDAD
DEL CARBÓN DEL MANÍ (*Thecaphora frezii*)**

**Alumna: Villafañe, Cintia
DNI: 34203090**

**Director: Ing. Agr. (MSc) Rago, Alejandro
Co-director: Ing. Agr. (MSc) Marcos Bongiovanni**

**Río Cuarto – Córdoba
Diciembre 2017**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA
CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: Efecto de enmiendas cálcicas sobre la intensidad del carbón del maní (*Thecaphora frezii*).

Autor: Cintia Antonela Villafañe.

DNI: 34.203.090

Director: Rago, Alejandro

Co-Director: Bongiovanni, Marcos

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la

Comisión Evaluadora:

Fecha de presentación: ____/_____/____.

Secretario Académico

AGRADECIMIENTOS

A los profesores Alejandro Rago y Marcos Bongiovanni, por permitirme participar de este proyecto de investigación y orientarme en la ejecución del presente trabajo.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto, institución pública que permitió mi formación como profesional, mi crecimiento como persona, y que me albergó durante años.

ÍNDICE

RESUMEN.....	VI
SUMMARY.....	VII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1. Generalidades.....	1
2. El cultivo de Maní en la Republica Argentina.....	2
3. Enfermedades que afectan el cultivo.....	6
4. Características de la enfermedad.....	9
5. Antecedentes de tratamientos y control de la enfermedad.....	11
2. HIPOTESIS.....	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
1. Evaluaciones.....	19
2. Evaluaciones de suelo.....	21
4. RESULTADOS.....	24
1. Densidad de inóculo.....	24
2. Efectos de enmiendas cálcicas sobre la incidencia del carbón del maní	24
3. Efectos de la aplicación de enmiendas cálcicas al cultivo de maní, sobre la severidad de T. frezzi.....	26
4. Efectos en el pH del suelo en función de la aplicación de enmiendas cálcicas.....	28
5. Efectos en el Ca^{+2} (cmol/kg) del suelo en función de la aplicación de enmiendas cálcicas.....	29
6. Efectos en el Mg^{+2} (cmol/kg) del suelo en función de la aplicación de enmiendas cálcicas.....	30
7. Efectos en el rendimiento y granulometría del cultivo del maní, en el empleo de enmiendas cálcicas.....	32
8. Relaciones entre las distintas variables analizadas.....	34
5. CONCLUSIONES.....	38
6. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	39
7. ANEXOS.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Planta de Maní.....	1
Figura 2: Grafico de producción mundial de Maní.....	3
Figura 3: Grafico con la superficie implantada y cosechada de Maní a nivel nacional.....	4
Figura 4: Grafico con la evolución de la producción y el rendimiento del cultivo de Maní....	5
Figura 5: Grafico con la evolución de la Producción del Maní en la provincia de Córdoba...6	
Figura 6: Diagrama del sistema productivo para el cultivo de Maní.....	7
Figura 7: Granos y cajas del cultivo afectados por el carbón del Maní.....	10
Figura 8: Crecimiento del clavo y desarrollo del fruto del Maní.....	10
Figura 9: Teliosporas del hongo <i>Thecaphora frezii</i>	11
Figura 10: Imagen satelital del campo experimental de la UNRC.....	15
Figura 11: Parcelas del ensayo 48 días después de la siembra.....	17
Figura 12: Cosecha manual.....	18
Figura 13: Escala diagramática de severidad del carbón del maní.....	19
Figura 14: Manejo de las muestras de suelo.....	21
Figura 15: Evaluación de pH.....	22
Figura 16: Grafico con los porcentajes de incidencia obtenidos.....	24
Figura 17: Grafico con los índice de severidad obtenidos.....	26
Figura 18: Grafico de pH de los suelos de los distintos tratamientos.....	28
Figura 19: Grafico de los porcentajes de Ca^{+2} de los suelos de los distintos tratamientos....	29
Figura 20: Grafico de los porcentajes de Mg^{+2} de los suelos de los distintos tratamientos...30	
Figura 21: Grafico con el rendimiento en Kg de granos en los distintos tratamientos.....	32
Figura 22: Grafico con la granulometría de los granos en los distintos tratamientos.....	33
Figura 23: Grafico de variaciones de incidencia y severidad promedio.....	34
Figura 24: Grafico de variaciones del rendimiento promedio e incidencia promedio.....	35
Figura 25: Grafico comparando el rinde promedio en función de la severidad promedio.....	35
Figura 26: Valores de % de Ca^{+2} intercambiable en función de incidencia promedio.....	36

RESUMEN

La producción de maní (*Arachis hypogaea* L.), en la República Argentina en los últimos años es de suma importancia, de la cual el 90% se realizan en la provincia de Córdoba. Las enfermedades en los cultivos, son la causa de significativas pérdidas de cosecha y en las últimas campañas el carbón del maní causado por *Thecaphora frezii*, fue la enfermedad más relevante por el mayor incremento en su prevalencia e intensidad. El objetivo general del presente trabajo es determinar el efecto de enmiendas cálcicas en suelos infestados por *Thecaphora frezii* sobre la intensidad del carbón del maní. La aplicación de compuestos con calcio al suelo se basa en que este nutriente incide sobre las enfermedades por varios caminos y a su vez que los compuestos de calcio aplicados al suelo tienen un rol muy importante, ya que modifican las condiciones ambientales donde se desarrolla el patógeno debido a cambios en propiedades físico-químicas del suelo. Para llevar a cabo el objetivo del proyecto, en el 2014 se establecieron parcelas de muestreo en el campo experimental de la UNRC, donde a suelos infestados posteriormente con esporas de *Thecaphora frezii*, se le aplicó distintas enmiendas cálcicas (CO_3Ca , HO_2Ca en dos dosis distintas y SO_4Ca), para luego evaluar los efectos en el cultivo de maní, sobre la incidencia y severidad de la enfermedad, como así también variaciones en los rendimientos. Se puede concluir que la aplicación, en preemergencia del cultivo, de ciertas enmiendas cálcicas disminuyen la incidencia y severidad de *Thecaphora frezii* a la densidad de inóculo instituida. Observando que en los tratamientos donde se aplicó HO_2Ca presentaron los menores valores con respecto al testigo.

Palabras claves: *Arachis hypogaea*, *Thecaphora frezii*, enmiendas cálcicas, incidencia, severidad.

SUMMARY

The production of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) in the Argentine Republic in recent years is extremely important, of which 90% are made in the province of Cordoba. The diseases are the cause of significant losses of harvest and in the last campaigns the coal of the peanut caused by *Thecaphora frezii*, was the most relevant disease by the greater increase in its prevalence and intensity. The general objective of the present work is to determine the effect of calcium amendments in soils infested by *Thecaphora frezii* on the intensity of peanut coal. The application of calcium compounds to the soil is based on the fact that this nutrient affects the diseases by several roads and in turn that the calcium compounds applied to the soil has a very important role, since they modify the environmental conditions where the pathogen develops to changes in physical-chemical properties of the soil. In order to carry out the project objective, in 2014, sampling plots were established in the UNRC experimental field, where soils infested with spores of *Thecaphora frezii* were then subjected to different calcium amendments (CO_3Ca , HO_2Ca in two different doses and SO_4Ca), then to evaluate the effects on peanut cultivation, on the incidence and severity of the disease, as well as variations in yields. It can be concluded that the application, in pre-emergence of the crop, of certain calcium amendments decrease the incidence and severity of *Thecaphora frezii*. Observing that in the treatments where HO_2Ca was applied, they presented the lowest values with respect to the control.

Key words: *Arachis hypogaea*, *Thecaphora frezii*, calcium amendments, incidence, severity.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

El maní (*Arachis hypogaea* L.), es una planta anual de la familia de las *fabáceas* (*leguminosas*) (Figura 1), se cultiva por sus semillas comestibles y producción de aceite, el cual se obtiene en gran cantidad en el grano y su destino es industrial principalmente. El fruto es ¹hipogeo, se desarrolla únicamente bajo tierra cuando ha sido llevado allí por el desarrollo post-floral de un ² pedúnculo (ginóforo), el cual es ³geotropicamente positivo, engrosado y lleva el diminuto ovario en su ápice (Salvat, 1968).



Figura 1. Planta de Maní (*Arachis hypogaea* L.)

La primera cita literaria referida al maní corresponde a comienzo del siglo XVI, poco tiempo después del descubrimiento de América. En 1875 se descubrieron frutos semejantes a los del maní cultivado actualmente en tumbas precolombinas, ubicadas en Ancón, Pachamac y otros sitios de la costa del pacífico cercanos a Lima (Perú) y mediante carbón reactivo se pudo detectar que su antigüedad data de 1200 a 1500 años antes de Cristo, aproximadamente (Fernández y Giayetto, 2006).

¹ Hipogeo: [planta, órgano vegetal] Que se desarrolla bajo el suelo.

² Pedúnculo: Tallo de una hoja, fruto o flor por el cual se une al tallo de la planta.

³ Geotropismo Positivo: los órganos de la planta van en dirección al centro de la tierra; tal es el caso de las raíces.

A pesar de que la especie cultivada no es conocida en estado salvaje, la ausencia de otras especies del género *Arachis* en otras regiones del resto del mundo y su abundante distribución del cultivo desde Brasil hasta Argentina, situada aproximadamente entre los 10° y 35° de latitud Sur, estaría confirmando el origen sudamericano del cultivo (Gilier y Silvestre, 1970).

El maní cultivado, clasificado por el botánico Linneo en 1753 como (*Arachis hipogaea*), se cree originario del territorio correspondiente en la actualidad a Bolivia y en el Noroeste Argentino encontramos (*Arachis monticola*) especie silvestre anual con la cual se han obtenido hibridaciones fértiles (Fernández y Giayetto, 2006).

1.2 El cultivo de Maní en la República Argentina

El maní es uno de los cultivos regionales típicos que presenta la agricultura argentina, localizado en el centro sur de la provincia de Córdoba, donde se encuentra el 96% de la producción primaria nacional y la totalidad del proceso industrial del mismo. Estos aspectos impactan económica y socialmente en la provincia generando divisas por la exportación, como así también por la generación del empleo tanto a nivel predial como empresarial. 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 calidad superior que respondan a las exigencias de los consumidores y que su identificación de origen sea un sello de diferenciación y distinción en el comercio internacional (Fernández y Giayetto, 2006).

La producción mundial de maní con cáscara ronda las 45.654 mil toneladas y es liderada por China (37% de la producción total) con alrededor de 17.000 mil toneladas, seguida por India (20% del total) con alrededor de 9.000 mil toneladas (Figura 2). Argentina, por su lado, participa del 2% de la producción mundial de maní con cáscara. Si bien el volumen es relativamente bajo, el tamaño reducido del mercado interno le permite volcar prácticamente la totalidad de lo producido en el mercado internacional (Blengino, 2015).

La producción de maní en Argentina constituye una economía regional prácticamente abocada a la exportación, aproximadamente un 15% de la producción de maní se destina a la industria, un 80% a la exportación, un 2% para semillas y otros usos y 3% para acumulación de stock (Blengino, 2015).

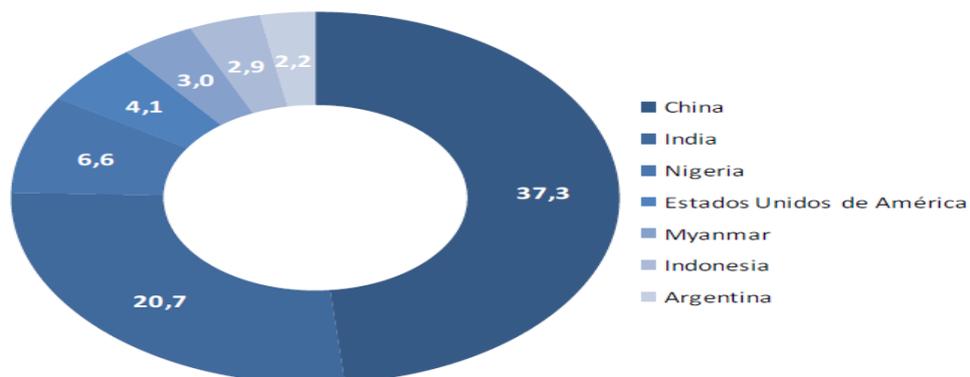


Figura 2. Grafico representativo con porcentajes de producción mundial de Maní (Blengino, 2015).

Argentina se ha consolidado como primer exportador de maní confitería, desplazando a productores como China y Estados Unidos, básicamente por cuestiones de calidad y adaptación a los requerimientos mundiales para su comercialización (Blengino, 2015).

Es el país de mayor exportación mundial de maní de alta calidad o maní confitería, a pesar que su producción representa menos del 2% de la producción mundial. El complejo manisero exporta entre el 92% y 95% de la producción representando aproximadamente el 7% del total de las exportaciones de la Pcia. De Córdoba, por un valor que supera los 600 millones de dólares. Además genera alrededor de 11.000 puestos de trabajo en más de 20 localidades (Pedelini, 2016).

A su vez, es el primer país exportador de aceite de maní en bruto, posición que ha ocupado y mantenido a lo largo de los últimos años, seguido por Brasil y Nicaragua. En cuanto al maní blanchado, preparado o conservado, Argentina ocupa el segundo puesto después de China entre los principales exportadores mundiales. Además, es el segundo exportador de pellets y expellers de maní, luego de Estados Unidos (Blengino, 2015).

Las exportaciones del complejo de maní rondaron los US\$ FOB 649 millones y 519 mil toneladas en 2014, un 10% por debajo de las registradas en 2013, mientras que los volúmenes no experimentaron cambio (Blengino, 2015).

La siembra para la campaña 2014/15 fue de 425.628 hectáreas y se estima una cosecha de 1.011.000 toneladas correspondiente a 424.628 hectáreas (Figura 3), lo que derivaría en una reducción del 13% en la producción y una merma del 16% en los rendimientos, a causa de factores climáticos como anegamiento y granizo y enfermedades (Blengino, 2015).

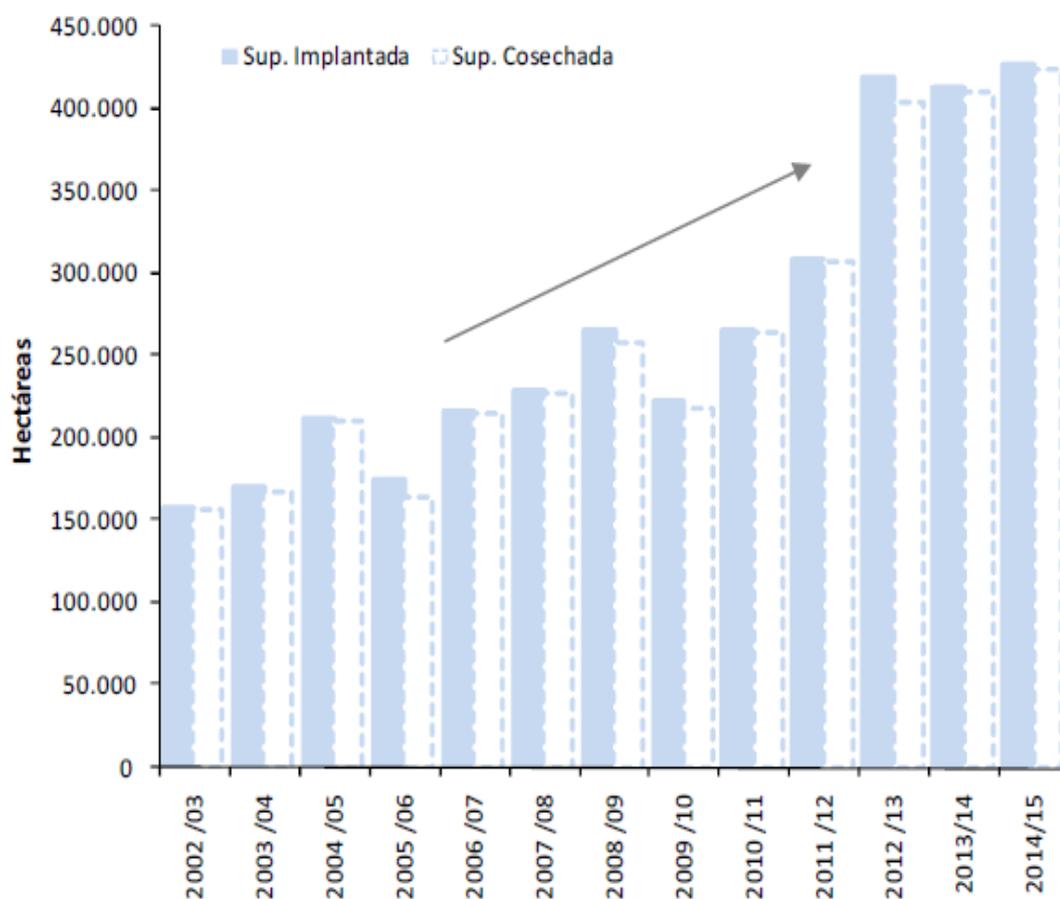


Figura 3. Superficie implantada y cosechada de Maní a nivel nacional (Blengino, 2015).

En la República Argentina, la superficie sembrada con maní (*Arachis hypogaea* L.), en la campaña 2014/15 en el área central del país (Córdoba, San Luis y La Pampa) fue de 345.200 has, de las cuales el 93,5 % corresponden a la Provincia de Córdoba. El rendimiento promedio de los últimos 5 años es de 30 quintales por hectárea en “vainas” y una producción promedio de 1.000.000 de toneladas (Figura 4) (Pedelini, 2016).

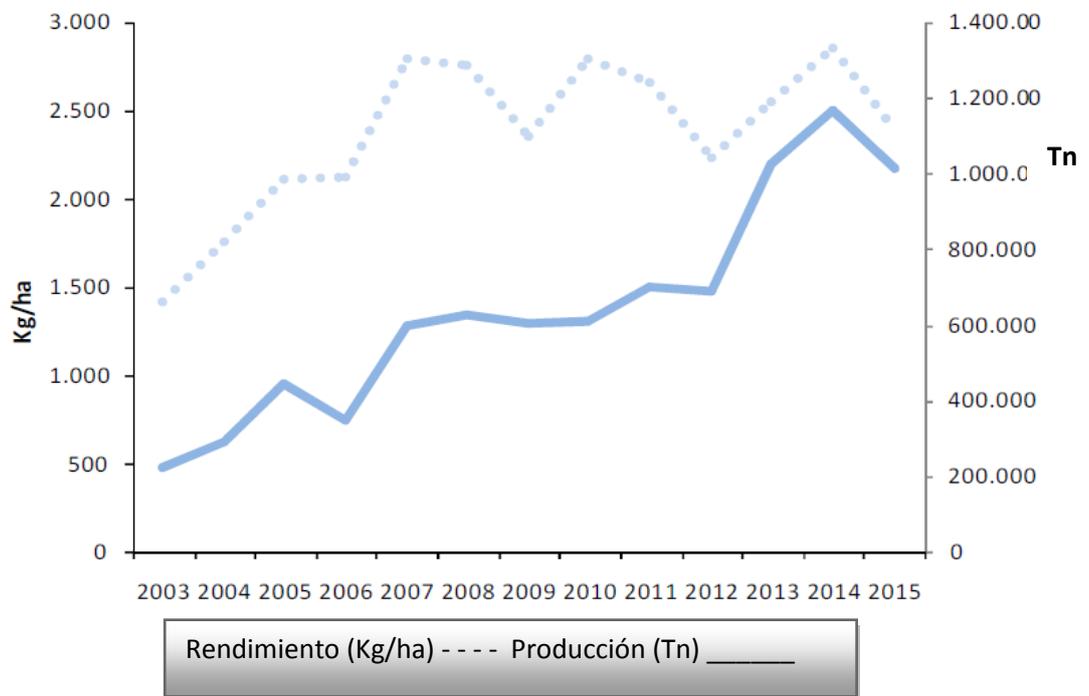


Figura 4. Evolución de la producción y el rendimiento del cultivo de Maní en la Argentina del año 2003 al 2015 (Blengino, 2015).

El cultivo de maní en la Provincia de Córdoba posee una superficie sembrada promedio de 238.000 ha. El producto cosechado se destina principalmente a consumo directo, de ahí la importancia que adquieren los organismos que pueden afectar el cultivo, ya que inciden directa o indirectamente, en la calidad del producto comercializado (Fernández y Giayetto, 2006) (Figura 5).

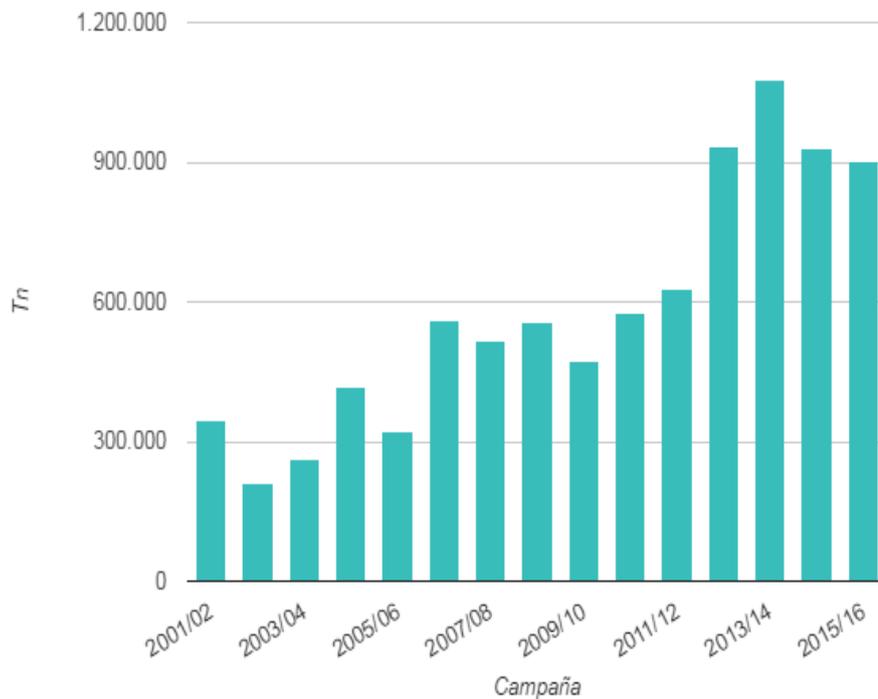


Figura 5. Evolución de la Producción del Maní en la provincia de Córdoba (MAGYP, 2017).

La comercialización del producto, se realiza según las normas de calidad para la comercialización de maní de la SAGPYA (SENASA 2006), como maní en caja, maní descascarado, maní para la industria de selección, maní para la industria aceitera, maní tipo confitería y maní partido. Al momento de la venta se considera como parámetros de calidad de maní confitería la granulometría y presencia de aflatoxinas (Fernández y Giayetto, 2006).

1.3 Enfermedades que afectan el cultivo

Uno de los aspectos más importantes en la producción agrícola es el daño ocasionado por plagas y enfermedades, las cuales originan importantes pérdidas de producción o de calidad, pudiendo en algunos casos generar compuestos tóxicos para el hombre o los animales, generando así grandes pérdidas económicas. Es por esta razón que interviene el hombre aplicando medidas fitosanitarias que minimicen las mermas ocasionadas mediante diferentes prácticas, como son los agentes químicos, biológicos o culturales (Lenardon et al., 2012).

Una enfermedad ocurre cuando confluyen un hospedante susceptible (planta), un patógeno virulento (hongo, bacterias, 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 (March y Marinelli, 2004).

Como ambiente se considera no solo al clima y al suelo, sino también al hombre y al sistema productivo desarrollado por él (Figura 6). Formado por una red de subsistemas que interactúan entre sí y a los que es necesario conocer, analizar y comprender, para desarrollar estrategias de manejo para las distintas enfermedades (March y Marinelli, 2004).

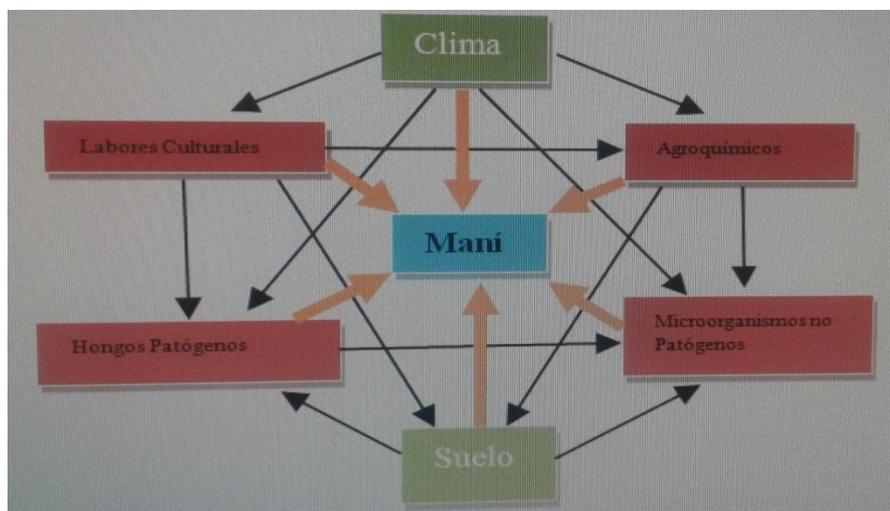


Figura 6. Sistema productivo para el cultivo de Maní (March y Marinelli, 2004).

El maní es afectado por numerosas enfermedades del fitoplano y del rizoplano, siendo estas últimas señaladas como uno de los factores determinantes del abandono del cultivo, especialmente durante la década de los años 90 (Fernández y Giayetto, 2006).

Las siembras durante las décadas de 1950 y 1960 se concentraban en los departamentos del norte y centro de la región manisera, se fueron desplazando hacia el sur, para registrar en la campaña 2002/03, 43% en Departamento Río Cuarto, 23% en Juárez Celman y 17% en General Roca, lo que significó más del 80% del área sembrada. Este desplazamiento está asociado como causa principal a cambios climáticos prevalentes durante el ciclo del cultivo, favoreciendo a las enfermedades. Además, durante la década del '80 se cambió el destino del grano, pasando de industrial a consumo humano directo. Cambiando

los cultivares tipo Español y Valencia por los tipo Virginia Runner, cambiando de una planta de porte erecto y con un ciclo de 120 días, a una planta de porte rastrero, follaje denso y no menos de 150 días en su ciclo, características que favorecen a la mayoría de las enfermedades (Fernández y Giayetto, 2006).

Sumado a lo antes expuesto, la alternancia de lotes con cultivos como Soja (*Glycine max*) y Girasol (*Helianthus annu*), con los cuales el maní comparte patógenos como *S. sclerotiorum*. Así también el uso de semillas sin control sanitario, añadido al uso de fungicidas curasemillas no específicos para la carga fúngica detectada, son factores que también han contribuido a la crisis sanitaria del cultivo (Fernández y Giayetto, 2006).

Por otro lado, la agriculturización de las últimas décadas con la expansión de la soja, ha contribuido a disminuir las poblaciones de microorganismos antagonistas o competidores del suelo, los cuales contribuían a reducir poblaciones de patógenos (Fernández y Giayetto, 2006).

Es por tales motivos, que en los últimos años se ha observado un desplazamiento del cultivo de maní desde la zona centro-norte hacia el sur de la provincia de Córdoba, producto de los problemas ocasionados por patógenos del suelo (Buffoni y Marraro, 2010).

Las enfermedades que afectan al cultivo de maní, pueden ser divididas en 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*) como principales. A demás, 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, 2005 a).

Y las principales enfermedades del rizoplano que causan importantes pérdidas en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.), de acuerdo a la región y la campaña agrícola, son tizón (*Sclerotinia minor* y *S. sclerotiorum*), marchitamiento (*Sclerotium rolfsii*), podredumbre parda (*Fusarium solani*) y en las últimas campañas el carbón del maní causado por *Thecaphora frezii*, siendo está la enfermedad más relevante por el mayor incremento en su prevalencia e intensidad en las últimas campañas (Oddino *et al.*, 2010).

En la campaña agrícola 1994/95 se detectaron por primera vez en la Argentina frutos de maní de los cultivares Colorado Irradiado INTA y Florunner afectados por carbón, el que fue identificado como *Thecaphora frezii* (Marinelli *et al.*, 1995).

Este patógeno había sido citado hacía más de tres décadas por Carranza y Lindquist (1962) solamente sobre maní silvestre (*Arachis* sp.) procedente de Brasil, aunque dichos autores no lograron reproducir la enfermedad. Los frutos de maní afectados procedían de Pampayasta, Villa Ascasubi y Ticino, que corresponden a la región centro-norte del área manisera de Córdoba (Marinelli *et al.*, 2008).

En la actualidad, esta enfermedad se encuentra distribuida en toda el área manisera núcleo y es responsable de pérdidas económicas y disminuciones en el rendimiento de hasta el 51% en lotes severamente afectados (Conforto *et al.*, 2012).

Así mismo, en determinados casos, la alta presión de esta enfermedad, hace inviable el cultivo del maní (Marraro *et al.*, 2013), señalándose en relevamientos actuales, como muy difícil encontrar lotes libres de este patógeno (Oddino *et al.*, 2013).

Debido que Argentina es el único país donde se encuentra esta enfermedad y que la producción se destina mayoritariamente a la exportación, la importancia de la enfermedad adquiere especial relevancia (Rago, 2013).

Las epidemias son fenómenos de la naturaleza pero las pérdidas son responsabilidad del hombre, por lo que se debe aprender a interpretar esas epidemias para “leer” en ellas sus componentes epidemiológicos y desarrollar entonces estrategias de manejo (Marinelli *et al.*, 2010).

1.4 características de la enfermedad

La enfermedad carbón del maní es provocada por el agente causal *Thecaphora frezii*, es una enfermedad monocíclica, cuyos síntomas son deformación e hipertrofia de las cajas, las semillas presentan soros formados por una masa pulverulenta de esporas color marrón-rojizo, también con presencia de pequeñas aéreas hipertrofiadas (Marraro *et al.*, 2013) (Figura 7).



Figura 7. Granos y cajas del cultivo afectados por el carbón del Maní (*Thecaphora frezii*).

El inicio del ciclo de la enfermedad ocurre cuando los clavos penetran en el suelo; las teliósporas que se encuentran cercanas a los clavos, pueden germinar dando origen a un probasidio que forma basidiosporas, y que finalmente originan el micelio infeccioso. El hongo sobrevive en el suelo como teliósporas, que pueden permanecer viables por más de un año, y dar inicio a un nuevo ciclo de infección (Marraro *et al.*, 2013).

La infección es localizada en el ginóforo o clavo cuando penetra en el suelo; la colonización también es localizada, afectando a una o las dos semillas (Figura 8). La dispersión a nuevos campos, ocurre a través de semilla enferma (con soro carbonoso) o contaminada externamente con teliosporas. Es posible detectar a través de una metodología simple la presencia de teliosporas de *T. frezii* en el suelo (Marinelli *et al.*, 2008).

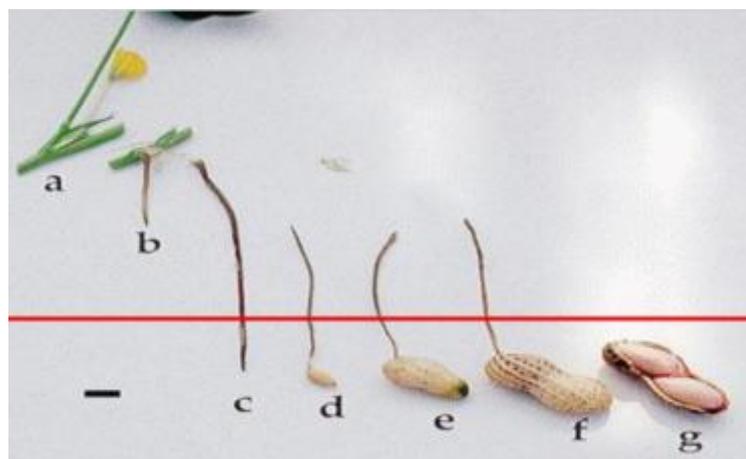


Figura 8. Crecimiento del clavo y desarrollo del fruto del Maní.

Una vez finalizada la cosecha, queda en el campo una gran cantidad de esporas provenientes de frutos que se rompen, o bien frutos que se desprenden y quedan en el suelo; esto hace que año tras año la carga de inóculo en el lote aumente significativamente. Las teliosporas (Figura 9) pueden quedar adheridas a semillas asintomáticas y de esta manera el productor puede introducir el patógeno en nuevas áreas de cultivo. Las esporas a su vez pueden ser trasladadas de un lugar a otro por el viento y también quedar adheridas a la maquinaria agrícola que se emplea en las distintas labores del cultivo (Marraro, 2013).

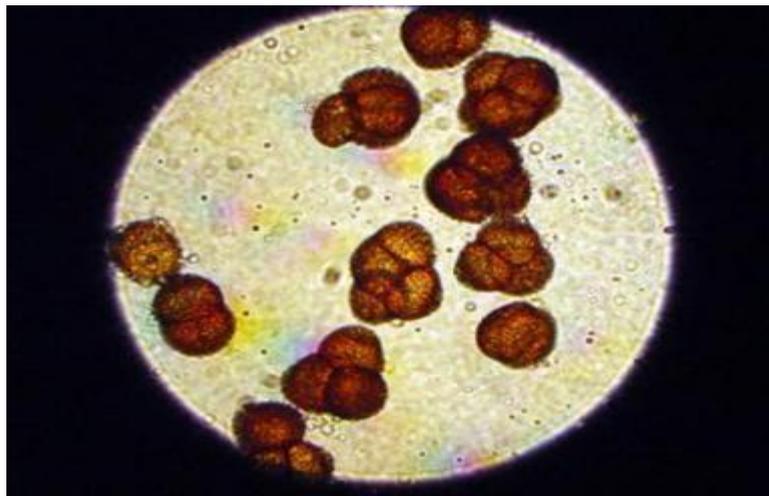


Figura 9. Teliosporas del hongo *Thecaphora frezii*, observadas a través del microscopio.

Como toda enfermedad monocíclica su intensidad depende de la cantidad de inóculo inicial, por lo que la cuantificación y relación de este inóculo presente en el suelo a la siembra con la intensidad de la enfermedad y las pérdidas que causa, es un aspecto fundamental para evaluar y desarrollar estrategias de manejo (Oddino *et al.*, 2010).

1.5 Antecedentes de tratamientos y control de la enfermedad

Desde que la enfermedad comenzó a adquirir carácter endémico y en algunas zonas epidémico se realizan ensayos, para evaluar distintas estrategias a fin de disminuir la presencia de la enfermedad en el cultivo, reducir las pérdidas de producción y evitar la infestación del lote con las teliosporas del patógeno, recurriendo para ello a tratamientos con fungicidas y correctores de suelo, químicos y biológicos (Cazón *et al.*, 2013), aunque los resultados hasta el momento no se han mostrado contundentes.

Una estrategia posible para disminuir la intensidad de la enfermedad es crear un ambiente desfavorable al patógeno para que no germine o impida el proceso infeccioso (Rago, 2013).

Las enfermedades transmitidas por el suelo son el resultado de una reducción de la biodiversidad de los organismos del suelo. La restauración de organismos benéficos que logren atacar, repeler y antagonizar los patógenos que causan enfermedades, generará un suelo supresor de enfermedades. Plantas que crecen en suelos supresores de enfermedades resisten mucho mejor, que en suelos con baja diversidad biológica. Por esto, organismos benéficos pueden añadirse directamente al suelo o bien generar un ambiente más favorable para su presencia, cuanto mayor sea la diversidad, más estable es el suelo en su sistema biológico. Estos organismos benéficos deberían suprimir los patógenos a través de la competencia, el antagonismo y la alimentación directa (Preston, 2004).

Por otra parte, la aplicación de compuestos con calcio al suelo se basa en que este nutriente incide sobre las enfermedades por dos diferentes caminos. Una está relacionada en que el calcio es esencial para la estabilidad de las biomembranas, ya que cuando el contenido del mismo es bajo se generan compuestos de bajo peso molecular (azúcares) que mudan desde el citoplasma al apoplasto, factor que favorece la penetración y posterior desarrollo del patógeno. El segundo camino por el cual el calcio es un factor favorable en la disminución de infecciones está relacionado con que poligalacturonatos de calcio son requeridos en la lamela media para la estabilidad de la pared celular. A su vez los compuestos de calcio aplicados al suelo tienen un rol muy importante ya que modifican las condiciones ambientales donde se desarrolla el patógeno debido a cambios en propiedades físico-químicas del suelo (Marschner, 1995).

Se han realizado ensayos para cuantificar la eficiencia de control aplicando diversas estrategias de manejo del carbón del maní en la campaña agrícola 2012/2013, donde se contemplaron básicamente evaluaciones de control químico mediante tratamientos fungicidas dirigidos al clavo, modificación de la condición química y biológica del suelo y aplicaciones de fertilizantes foliares. Los resultados obtenidos en la campaña analizada 2012/2013, expusieron la necesidad de seguir investigando diferentes estrategias de control (Cazón *et al.*, 2013).

El presente trabajo investiga y analiza nuevas alternativas para la disminución de la intensidad de *T. frezii*, tratado en realizar un manejo integrado para el control de la enfermedad y su desenlace, es el estudio de los efectos producidos en el

patógeno con la aplicación de enmiendas cálcicas que modifiquen las propiedades del suelo, afectando la expresión de la enfermedad en el cultivo de maní.

Estas alternativas fueron evaluadas e investigadas en el presente trabajo, haciendo hincapié en generar un ambiente menos favorable al patógeno o un cultivo menos susceptible a la enfermedad, con el fin de lograr la disminución de la intensidad de *T. frezii*, para que junto con otras prácticas como rotaciones, tolerancia de cultivares y distintos tipos de labranza se consiga un manejo integrado de dicha enfermedad.

2. HIPOTESIS

La aplicación de enmiendas cálcicas en un suelo infestado por *Thecaphora frezii* modifican el ambiente de infección del patógeno, afectando la intensidad de la enfermedad en el cultivo de maní.

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de enmiendas cálcicas en suelos infestados por *Thecaphora frezii* sobre la intensidad del carbón del maní.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar el efecto de enmiendas cálcicas aplicadas en suelos infestados por *Thecaphora frezii* sobre la incidencia y severidad de dicha enfermedad.

Identificar cambios en alguna de las variables químicas del suelo ante el agregado de enmiendas cálcicas.

Determinar el efecto de enmiendas cálcicas aplicadas en suelos infestados por *Thecaphora frezii* sobre el rendimiento y granulometría del maní.

Determinar el efecto de enmiendas cálcicas aplicadas en suelos infestados por *Thecaphora frezii* sobre la interacción entre rendimiento del maní con la intensidad de la enfermedad.

3. MATERIALES Y METODOS

Durante Noviembre del 2014 se realizó la implantación de maní (*Arachis hypogaea* L.) en un área de muestreo ubicada en el campo experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Rio Cuarto, coordenadas: 33°06'28.86" S 64°17'54.82" O (Figura 10).



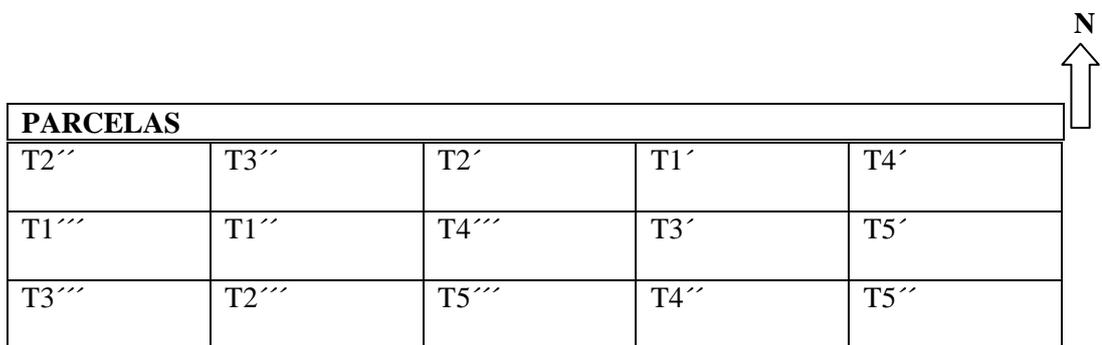
Figura 10. Imagen satelital del campo experimental de la Universidad Nacional de Rio Cuarto. El predio utilizado para la ejecución del proyecto se encuadra en color negro (Google earth, 2016).

En el ensayo se delimitaron 15 parcelas de 5 metros de longitud por 4 surcos sembrados a 0,52 m de distancia. Con el fin evaluar el efecto de la aplicación de enmiendas cálcicas sobre la intensidad del carbón del maní (*T. frezii*) en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.), por lo cual fueron confeccionados 5 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones distribuidas al azar en las distintas parcelas (Cuadro 1).

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

- T1: tratamiento sin aplicación de enmiendas.
- T2: enmienda de carbonato de calcio en dosis de 1000 kg/Ha.
- T3: enmienda de hidróxido de calcio en dosis de 750 kg/Ha.
- T4: enmienda de sulfato de calcio en dosis de 1000 kg/Ha.
- T5: enmienda de hidróxido de calcio en dosis de 1500 kg/Ha.

Cuadro 1: Plano del ensayo de aplicación de enmiendas cálcicas en CAMPODEX-UNRC. Ciclo 2014/2015



El espacio experimental donde fue realizado el ensayo, 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).

El cultivar utilizado fue Granoleico con características de un alto oleico, con un ciclo de crecimiento de 150-170 días, porte rastrero, color del tegumento rosado pálido, relación grano-caja 80-82 %, contenido de aceite 45-48 %, peso de 100 semillas 78-82 g, dormición aproximadamente de 90 días. Comercialmente responde al tipo “runner”, con alto potencial de rendimiento, alto porcentaje de granos grandes, excelente rendimiento de maní “confitería” (Giayetto et al, 2015).

Se efectuó la cama de siembra para el cultivo, constituyendo de labores con rastra doble acción, rolo y rastra de dientes. Para el control de maleza postemergentes en

preemergencia del cultivo, se realizó la aplicación de fitosanitarios 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 05 de noviembre de 2014, a una distancia entre hileras de 52 cm con una distancia entre plantas de 12 cm, alcanzando una densidad media de 16 plantas por m². La densidad fue medida durante el ciclo, la cual largo valores no uniformes, esto debido a una labor de siembra imperfecta. La aplicación de las enmiendas cálcicas fueron realizadas 16 días posteriores a la siembra, el día 21/11/2014 aplicados al voleo, en preemergencia del cultivo (Figura 11).



Figura 11. Fotografía de las parcelas del ensayo 48 días después de la siembra.

Cosecha

La cosecha fue realizada el 30/03/2015 en forma manual, obteniendo por cada tratamiento 3 muestras. Se extrajo 1 m² de cada parcela, removido de líneas de siembras centrales 1.923 metros lineales, con un total de 15 muestras de todo el ensayo (Figura12).



Figura 12. Cosecha manual del ensayo.

3.1 Evaluaciones

Los diferentes tratamientos fueron evaluados de acuerdo a diferentes variables. Las mediciones efectuadas sobre el cultivo fueron:

Evaluación de la incidencia del carbón del maní (*Thecaphora frezii*), como porcentaje de vainas afectadas sobre el total de vainas en 1 m² por parcela (1,92 m lineales) tomados en las líneas de siembra centrales.

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

La severidad de dicha enfermedad fue evaluada según el grado de afectación, utilizando una escala diagramática de cinco grados (0: vainas sin carbón, 1: vaina normal, una semilla con pequeños soros, 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) (Figura 13).



Figura 13. Escala diagramática de severidad del carbón del maní (*T. frezii*).

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

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

IS: Índice de Severidad.

N°C: Número de cajas.

G0: cajas con grado 0 o asintomáticas.

G1: cajas con grado 1.

G2: cajas con grado 2.

G3: cajas con grado 3.

G4: 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.

Para cada tratamiento se evaluó separadamente, la productividad por peso de muestras de cajas de cada parcela y se llevó a rendimiento de kg/ha, logrando un valor estimativo del mismo.

Se cuantificaron las plantas en una distancia lineal de (1.92 m), representación de un m² con una distancia entre hileras de 0.52 cm en cada parcela, estas se cosecharon en forma manual, contando el número de cajas por muestra, la cual se peso en su

totalidad con caja, luego se descascaro separando y midiendo por separado granos, los cuales se utilizaron para estimar el rinde y por otra parte lo que representa cajas, tierra, restos de plantas, materiales extraños.

Rendimiento (Kg/Ha): $P_m \text{ (Kg/m}^2\text{)} * 10000 \text{ m}^2$.

P_m: peso de los granos de maní descascarado de la muestra.

Además fue evaluado el valor granulométrico de las diferentes muestras en base a los diversos tratamientos aplicados al cultivo. El cual se realizó con dos muestras representativas de cada parcela de 100 gramos, las cuales fueron pasadas por una zaranda con tajos de 7,5 cm de diámetro, mediante quince (15) movimientos manuales mecánicos en vaivén sobre una superficie plana y firme. Las fracciones retenidas sobre cada zaranda se pesaron a fin de establecer el porcentaje, sacando un promedio entre las dos muestras, persiguiendo examinar si las distintas enmiendas cálcicas afectarían el valor granulométrico del cultivar destinado a “Maní confitería”.

% granos mayor a 7.5: $\text{Peso muestra} * 100 / 100$:

3.2 Evaluaciones de suelo

Del suelo del ensayo fueron extraídas muestras a 0-20 cm de profundidad, a los 45 días DDS y al fin del ciclo del cultivo. Muestras variadas del suelo de cada parcela que fueron tomadas en forma representativa aplicando un diseño de muestreo en forma de X, con la utilización de un barreno. Se obtuvieron 5 muestras de cada parcela, formando con estas una muestra general de cada parcela, las cuales fueron tamizadas para ser homogeneizadas (Figura 14).



Figura 14. Procesamiento de las muestras de suelo tomadas del ensayo en CAMPODEX-UNRC. Ciclo 2014/2015.

En el laboratorio, fueron realizadas todas las evaluaciones pertinentes en dichas muestras de suelo. Se realizó evaluación de pH a través del método de dilución, cuyo procedimiento fue colocar una alícuota de 10grs de suelo de la muestra general de cada parcela con 25 ml de agua esterilizada en un vaso de precipitados, mezclando con varilla de vidrio durante aproximadamente 1 minuto, luego se dejó decantar 30 minutos, se volvió a mezclar y se realizó la medición a través de un peachimetro digital (Figura 15).



Figura 15. Evaluación de pH en las muestras de suelo tomadas del ensayo en CAMPODEX-UNRC. Ciclo 2014/2015.

Se realizó también un lavado del suelo de cada tratamiento en sus tres 3 repeticiones para la evaluación de Ca^{++} intercambiable, Mg^{++} intercambiable y CIC. La extracción se realizó mediante una filtración lenta del suelo utilizando papel de filtro. Se tomó una alícuota de 2 gramos de suelo de cada muestra y se lo fue lavando con 30 ml de ACNH_4 en 3veces, cuyo residuo fue diluido con agua esterilizada hasta 100 ml, este procedimiento fue llevado a cabo para la obtención de los cationes de intercambios de la solución del suelo. Para la medición de Calcio se tomó una alícuota de aproximadamente 20 ml (no más de 0.1 meq de Ca^{++}), se colocó en un erlenmeyer de 125 ml, se agregó 5 ml de solución reguladora de hidróxido de sodio (OHNa , 2N) para llevar a pH 12 y 4 o 5 gotas de indicador ácido calcón carbonílico (ACC). Finalmente se tituló con sal disódica de etilendiamino-tetraacético (EDTA) hasta observar el viraje de rojo vino a azul.

Para la obtención del Mg^{++} se procedió de similar forma que para la determinación del Ca^{++} , con diferencia en la utilizando como solución reguladora cloruro de

amonio e hidróxido de amonio ($\text{NH}_4\text{Cl}-\text{NH}_4\text{OH}$), que lleva a la solución a pH 10 y como indicador Negro de Eriocromo T (NET).

Para la obtención de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), se procedió de igual manera en el lavado de los iones del suelo, mediante la colocación en el sucesivo orden de ACNH_4 , luego ACNa , siguiendo con alcohol etílico y finalmente de nuevo ACNH_4 todos en la misma cantidad de 30 ml en 3 veces, todo este procedimiento llevado a cabo fue para limpiar la solución del suelo y poder extraer los cationes del coloide. El remanente del último lavado con ACNH_4 fue diluido llevado a 100 ml, obteniendo la solución para realizar la titulación de la **una CIC de 15 cmol/kg**.

Análisis estadísticos

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

4. RESULTADOS

4.1 Densidad de inóculo

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

4.2 Efectos de enmiendas cálcicas sobre la incidencia del carbón del maní.

Se evaluaron los frutos de maní cosechado en el ciclo 2014/2015, luego de aplicar enmiendas cálcicas al suelo del cultivo, observando la presencia de signos de la enfermedad (masa pulverulenta e hipertrofia), con el fin de cuantificar la incidencia (proporción de frutos afectados). Los resultados evaluados arrojaron los siguientes datos (Figura 16).

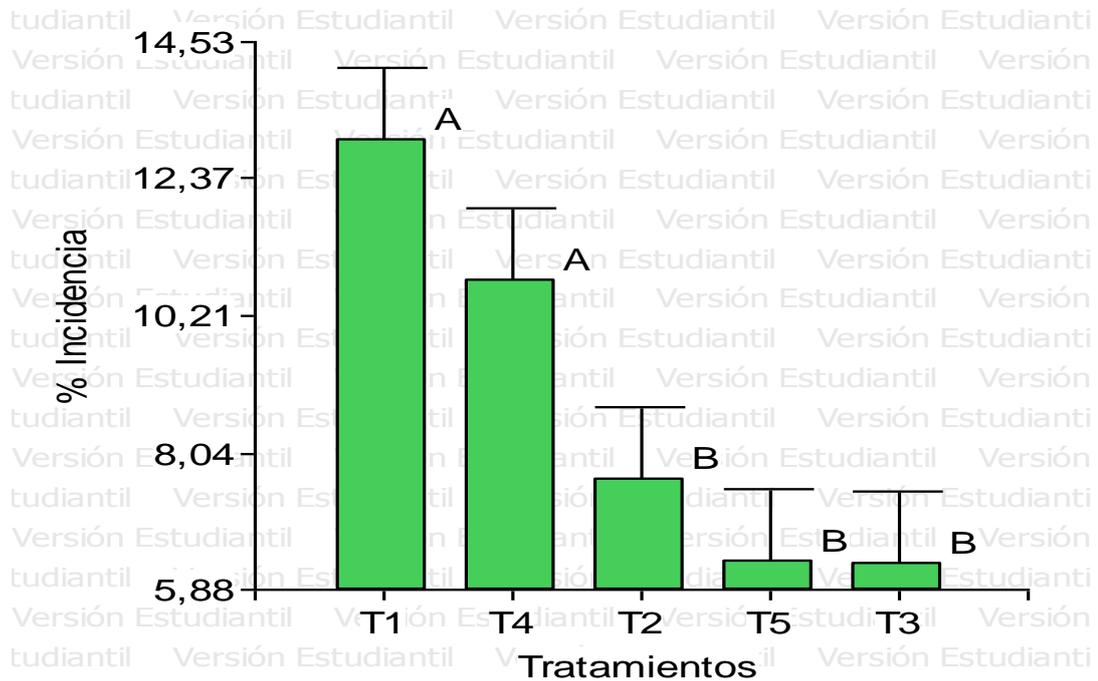


Figura 16. Incidencia (%) de carbón del maní para tratamientos con diferentes enmiendas cálcicas aplicadas en preemergencia. Letras diferentes indican diferencias significativas según test de DGC ($p=0.05$).

Se puede evidenciar en la figura 16 que según el test DGC (5%), que existe diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,0001$) de los tratamientos 2, 3 y 5 (CO_3Ca , HO_2Ca 750kg/Ha y 1500 kg/Ha) con respecto al tratamiento 1 (testigo) y el tratamiento 4 (SO_4Ca). T2, T3 y T5, estarían interfiriendo en el proceso normal de la enfermedad, produciendo una menor incidencia con respecto al testigo y a T4, mostrándose entre los tres la mayor disminución con los tratamientos con HO_2Ca , sin tener mucha relevancia la dosis utilizada. Con respecto a T4, no presenta diferencia estadísticamente significativa de que modifique la incidencia del carbón del maní con respecto al testigo comportándose de forma similar a éste.

De acuerdo a estos resultados, las enmiendas cálcicas de HO_2Ca , en sus diferentes dosis, aplicadas en preemergencia del cultivo, estarían disminuyendo un 54% la incidencia de la enfermedad con respecto al testigo y en menor medida la aplicación de CO_3Ca muestra una reducción del 38,5% de la manifestación de la enfermedad en contraposición con el testigo, pudiendo interferir éstas tres enmiendas en la germinación de teliosporas por aumento de la biodiversidad de los organismos del suelo, en la protección del cultivo ante la enfermedad o interfiriendo en el proceso infeccioso normal de *T. frezzi* por la modificación del ambiente.

4.3 Efectos de la aplicación de enmiendas cálcicas al cultivo de maní, sobre la severidad de *T. frezzi*.

Con el fin de evaluar cómo afecta la aplicación de enmiendas cálcicas en la severidad de la enfermedad se realizó una clasificación de los frutos en 5 categorías según el grado de avance de la enfermedad en el interior del fruto (Escala diagramática Figura 13), obteniéndose los siguientes valores.

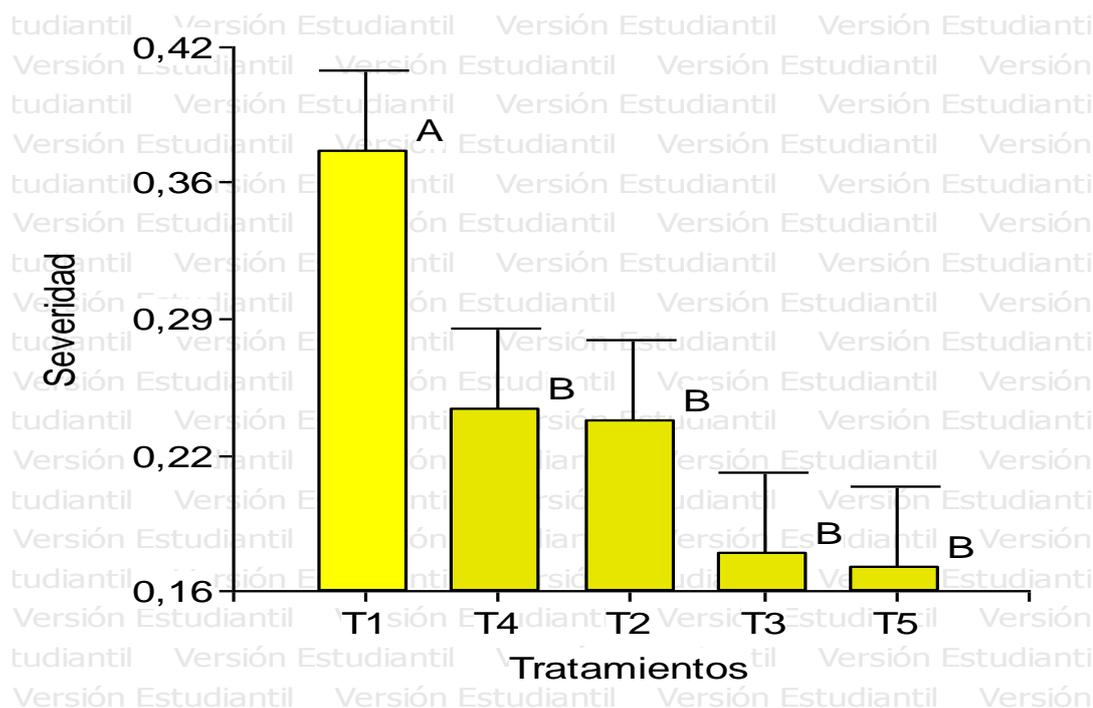


Figura 17. Índice de severidad (0-4) de carbón del maní para tratamientos con diferentes enmiendas cálcicas aplicadas en preemergencia. Letras diferentes indican diferencias significativas según test de DGC ($p=0.05$).

En la figura 17 se puede observar que existe diferencia estadísticamente significativa ($p<0,0001$) de todos los tratamientos con respecto al testigo (T1), los tratamientos con las medias inferiores de severidad son los correspondientes con las enmiendas de HO_2Ca .

Los valores observados estarían proporcionando evidencia de que todas las enmiendas cálcicas aplicadas al suelo en preemergencia del cultivo, están disminuyendo en 54%, 53%, 35% y 33% el grado de afectación de *T. frezzi*, para el caso de los tratamientos 5 (HO_2Ca 1500 kg/Ha), 3 (HO_2Ca 750kg/Ha), 2 (CO_3Ca) y 4 (SO_4Ca) respectivamente con respecto al testigo, logrando generar una defensa superior en el cultivo de maní debido a estabilidad de las biomembranas o estabilidad de la pared celular.

Entre los distintos tratamientos empleados, la aplicación de enmiendas de HO_2Ca mostró una disminución de severidad del carbón del maní mayor comparado con los demás tratamientos.

Como señaló Marchner (1995), el calcio es esencial para la estabilidad de las biomembranas y la disminución de infecciones ya que polygalacturonatos de calcio son requeridos en la lamela media para la estabilidad de la pared celular. A su vez los compuestos de calcio aplicados al suelo tienen un rol muy importante ya que modifican las condiciones ambientales donde se desarrolla el patógeno debido a cambios en propiedades físico-químicas del suelo (Marschner, 1995).

4.4 Efectos en el pH del suelo en función de la aplicación de enmiendas cálcicas.

Se observó los valores de pH del suelo a 0-20 cm de profundidad, para medir los cambios que provocó la aplicación de enmiendas cálcicas en dicha variable y analizar la relación con los valores de severidad e incidencia resultante, la Figura 18 muestra las variaciones obtenidas.

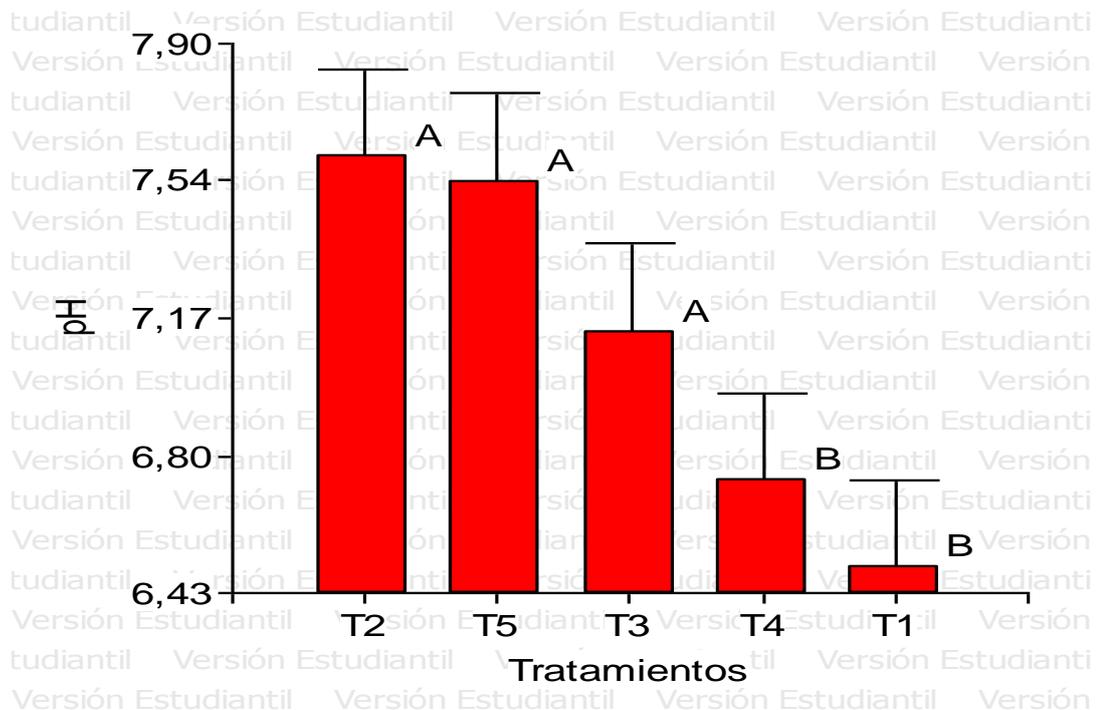


Figura 18. PH de los suelos de los distintos tratamientos con diferentes enmiendas cálcicas aplicadas en preemergencia del cultivo de maní. Letras diferentes indican diferencias significativas según test de DGC ($p=0.05$).

Se puede concluir que existe diferencia estadísticamente significativa de los tratamientos 2, 3 y 5 (CO_3Ca , HO_2Ca 750kg/ha y 1500 kg/ha con respecto al tratamiento T4 (SO_4Ca) y el testigo, observándose valores medios más elevados de pH en T2. Entre el testigo y el tratamiento T4, no existen diferencia significativa (figura 18).

Según estos resultados las enmiendas calcicas aumentaron el pH, alcanzando valores de neutralidad, que estarían favoreciendo la biodiversidad de organismos en el suelo y estableciendo valores optimos del ambiente en el que se desarrolla el cultivo de maní. Como señalo Preston, (2004) la restauración de organismos benéficos que logren atacar, repeler y antagonizar los patógenos que causan enfermedades, generará un suelo supresor de enfermedades.

4.5 Efectos en el Ca^{+2} (cmol/kg) del suelo en función de la aplicación de enmiendas cálcicas.

Con el objeto de analizar los cambios mas relevantes producidos en el suelo mediante la aplicación de enmiendas calcicas, se obtuvo los valores de Ca^{+2} (cmol/kg) a 0-20 cm de profundidad para cada tratamiento, según lo muestra la Figura 19.

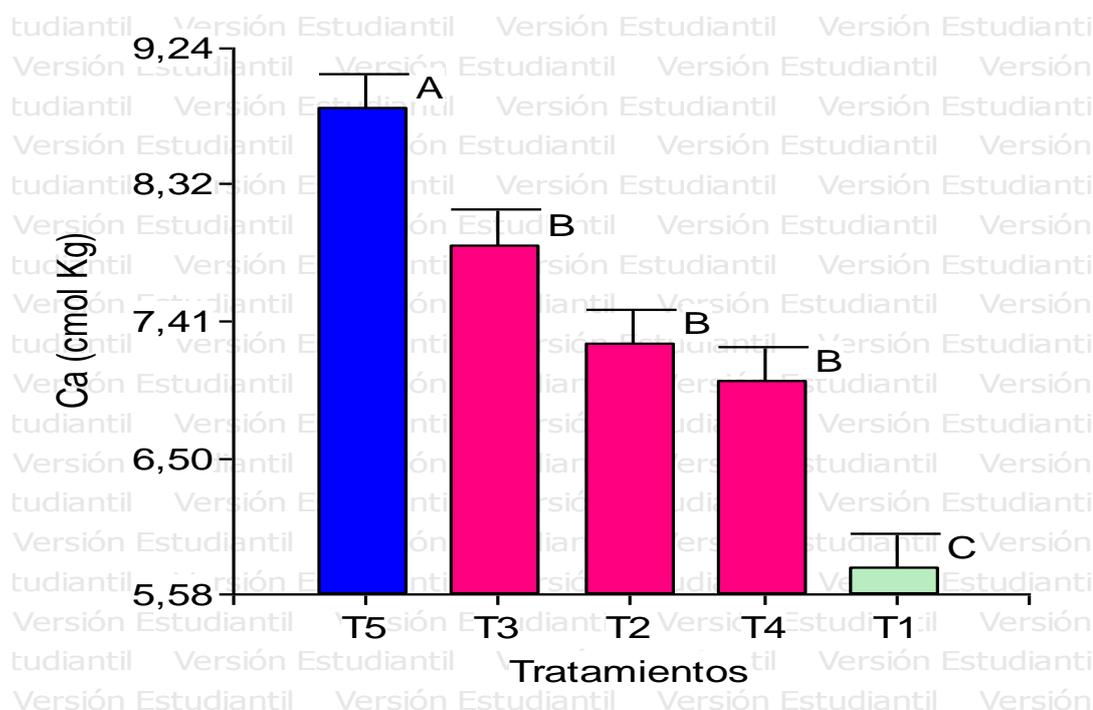


Figura 19. Cmol/kg de Ca^{+2} de los suelos de los distintos tratamientos con diferentes enmiendas cálcicas aplicadas en preemergencia del cultivo de maní. Letras diferentes indican diferencias significativas según test de DGC ($p=0.05$).

En el estudio se encontraron diferencias estadísticamente significativas para los valores de Ca^{+2} (cmol/kg) intercambiable de los tratamientos 5, 3, 2 y 4 en relación al testigo y del tratamiento 5 con 3, 2 y 4, exteriorizando el valor máximo en T5 y mínimo en T1. No se observa diferencia estadísticamente comprobable entre los demás tratamientos (figura 19).

Con respecto a los valores obtenidos podemos entender que las enmiendas aplicadas modificaron las concentraciones de Ca^{+2} en el suelo, con respecto a la CIC obtenida de 15 cmol/kg, el % de Ca^{+2} en el coloide del suelo pasa de 38,3% en el testigo, mostrando una deficiencia importante, a mejorar con la aplicaciones de enmiendas cálcica, pasando a 48,3% para CO_3Ca , 46,6% con SO_4Ca , 52,7% en HO_2Ca a una dosis de 750 kg/Ha y la máxima modificación en HO_2Ca en la dosis de 1500 kg/Ha, siendo de 58,8%. Estos resultados nos estarían indicando que el catión de intercambio a pesar de las modificaciones provocadas por las enmiendas aún se encuentra en desequilibrio, ya que el óptimo es de más del 60% (Técnicoagrícola, 2017).

4.6 Efectos en el Mg^{+2} (cmol/kg) del suelo en función de la aplicación de enmiendas cálcicas.

El Mg^{+2} , es otro análisis de importancia y que se realiza junto con la evaluación de Ca^{+2} , ambos dan una idea de cómo afectó la aplicación de enmiendas cálcicas a los cationes de intercambio del suelo en el cual se realizó el ensayo. La siguiente figura manifiesta los valores obtenidos.

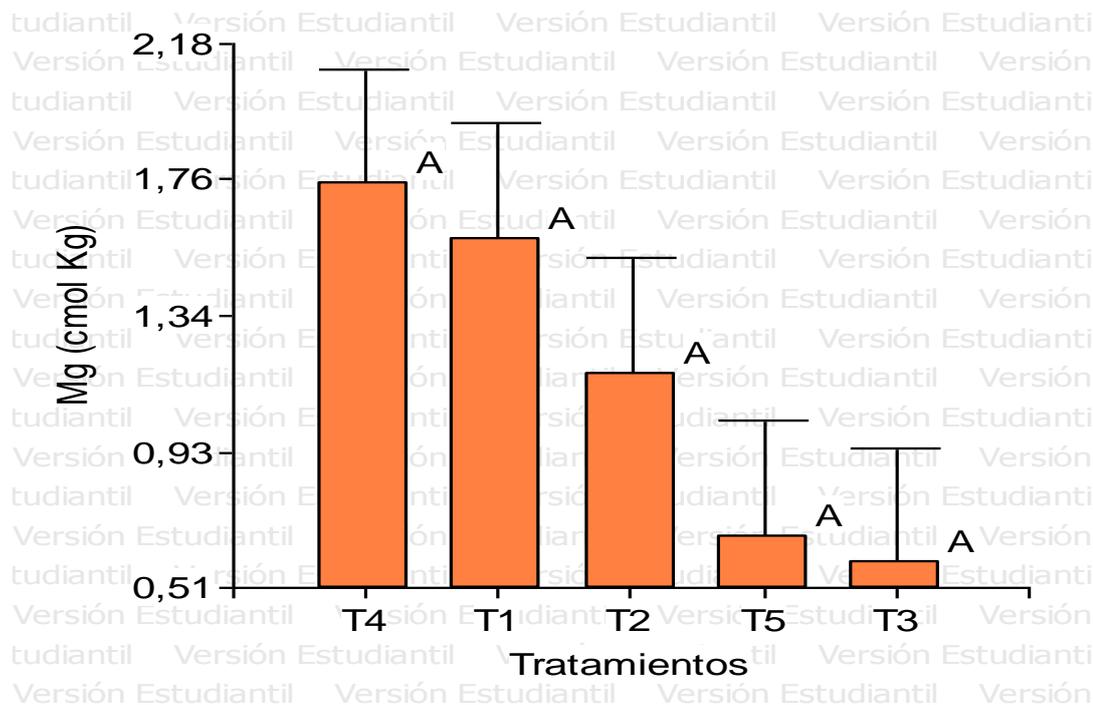


Figura 20. Cmol/kg de Mg^{+2} de los suelos de los distintos tratamientos con diferentes enmiendas cálcicas aplicadas en preemergencia del cultivo de maní. Letras diferentes indican diferencias significativas según test de DGC ($p=0.05$).

Las aplicaciones de enmiendas cálcicas modificaron el Mg^{+2} , existiendo variaciones en la concentración de Mg^{+2} normales para el nutriente en cuestión. En todos los tratamientos aplicados los valores no fueron estadísticamente diferentes al testigo, de muy similar valor en el caso de aplicar SO_4Ca y valores menores en los casos de las enmiendas de HO_2Ca (figura 20).

En el caso del testigo y SO_4Ca se puede observar con proporción a la CIC, una saturación del 10,5% y 11,6% respectivamente, se encuentran en el rango de los valores referenciales para $\%Mg^{+2}$, no demostrando desequilibrio, en cambio en los demás tratamientos los valores son menores, lo cual nos estaría indicando deficiencia del compuesto en el suelo, los valores óptimos van del 10% al 20% para Magnesio (Tecnicoagropecuaria, 2017) (cuadro 2).

Cuadro 2: Valores de cationes de intercambio en el coloide del suelo según tratamientos.

Tratamientos	%Ca ⁺⁺	%Mg ⁺⁺
T1	38,3	10,5
T2	48,3	7,7
T3	52,7	3,8
T4	46,6	11,6
T5	58,8	4,4

4.7 Efectos en el rendimiento y granulometría del cultivo del maní, en el empleo de enmiendas cálcicas.

El rendimiento es una variable de gran importancia para cuantificar las pérdidas ocasionadas en el cultivo por enfermedades, es por esto que se evaluó el efecto de enmiendas cálcicas sobre el rendimiento en cada tratamiento.

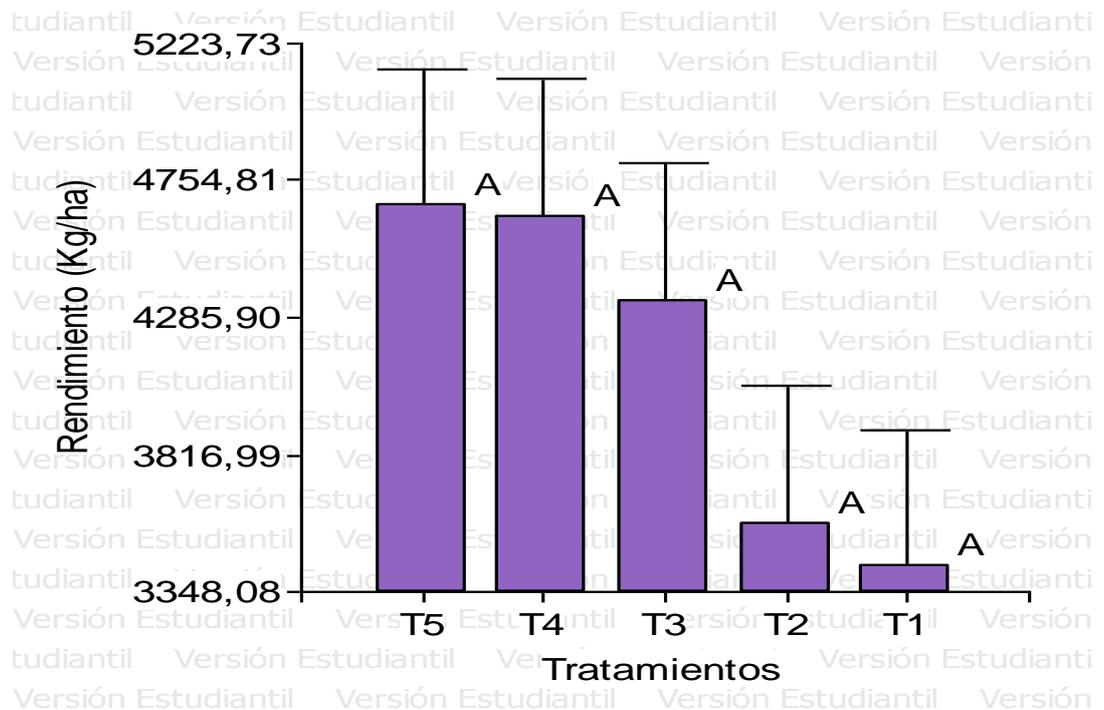


Figura 21. Rendimiento en Kg de granos de maní para tratamientos con diferentes enmiendas cálcicas aplicadas en preemergencia. Letras diferentes indican diferencias significativas según test de DGC ($p=0.05$).

Según el análisis no hay diferencia comprobable estadísticamente significativa del variable rendimiento, entre los tratamientos evaluados y el testigo. Siendo las variaciones atribuidas a cambios en el ambiente dado (figura 21).

Si bien no se puede concluir que existe diferencia entre los tratamientos, esto podría deberse a la mala implantación del cultivo, lo que altero la uniformidad de las muestras, a su vez existe entre el testigo y las aplicaciones de enmiendas cálcicas una diferencia de aumento en el rendimiento evaluado de 36% para HO_2Ca en dosis de 1500 kg/Ha, 35% para SO_4Ca , 26% para HO_2Ca en dosis de 750 kg/Ha y 15% para CO_3Ca el tratamiento que género menor diferencia.

El tamaño de los granos de maní, influye sobre la calidad y el destino de mercado actual, siendo de gran importancia la granulometría (medición y graduación de los granos), es por este motivo que se consideró de gran importancia evaluar algún tipo de variación con referencia a los distintos tratamientos que fueron aplicados al suelo.

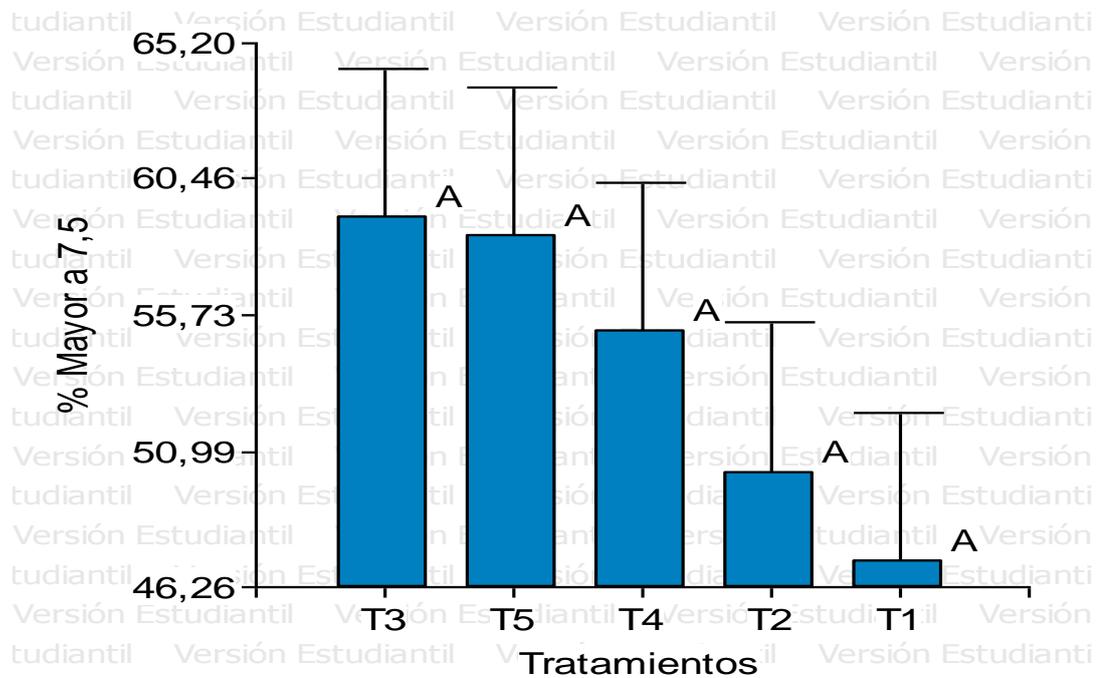


Figura 22. Granulometría de los granos del cultivo de maní en los cuales se les aplico distintos tratamientos con diferentes enmiendas cálcicas aplicadas en preemergencia. Letras diferentes indican diferencias significativas según test de DGC (p=0.05).

En los parámetros de granulometría, se pudo determinar que no existe diferencia estadísticamente significativa en los tratamientos, suponiendo que la variación observada es propia del cultivar y del ambiente dado (Figura 22).

4.8 Relaciones entre las distintas variables analizadas.

La intensidad de toda enfermedad es analizada a través de dos variables de suma importancia, incidencia y severidad, lo cual explica el grado de importancia en su relación, mostrada en la siguiente figura.

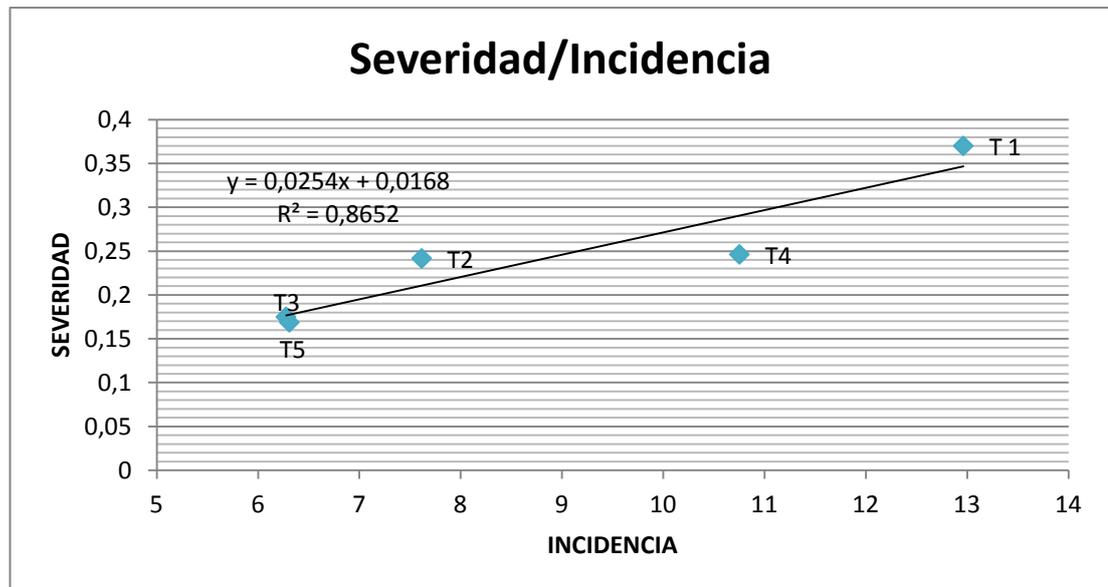


Figura 23. Grafico de dispersión con la variaciones de incidencia y severidad promedio del carbón del maní, obtenida en los distintos tratamientos del ensayo experimental.

En la figura 23, el testigo condice con los valores de mayor severidad e incidencia (intensidad) y los tratamientos en los cuales se aplico HO_2Ca en ambas dosis muestran los valores más bajos. Luego sucede que el tratamiento con CO_3Ca presenta valores bajos de incidencia con respecto a SO_4Ca , pero los valores observados en cuanto a severidad son muy parecidos.

Marraro et al, 2014, observó una relación directa entre incidencia y severidad del (98%). Esto significa que se puede tener una alta confianza estadística que al evaluar incidencia también se explique la severidad.

Es de gran interés expresar como varía el rendimiento de acuerdo a los grados de incidencia y severidad del carbón del maní, dado que la variable rendimiento nos indica el grado de pérdida ocasionado, en las figuras siguientes, se muestra las variaciones de rendimientos en los distintos tratamientos empleados con relación a los valores obtenidos de incidencia (Figura 24) y severidad (Figura 25) durante el ensayo experimental del ciclo 2014/2015.

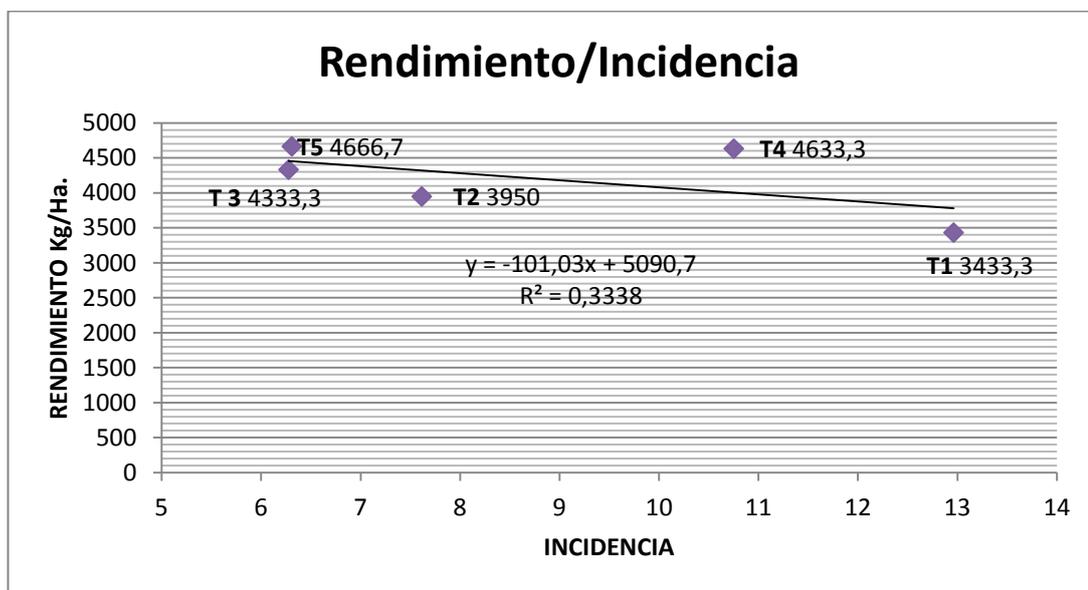


Figura 24. Grafico de dispersión con las variaciones del rendimiento promedio e incidencia promedio de la enfermedad, observados en los diferentes tratamientos el ensayo experimental.

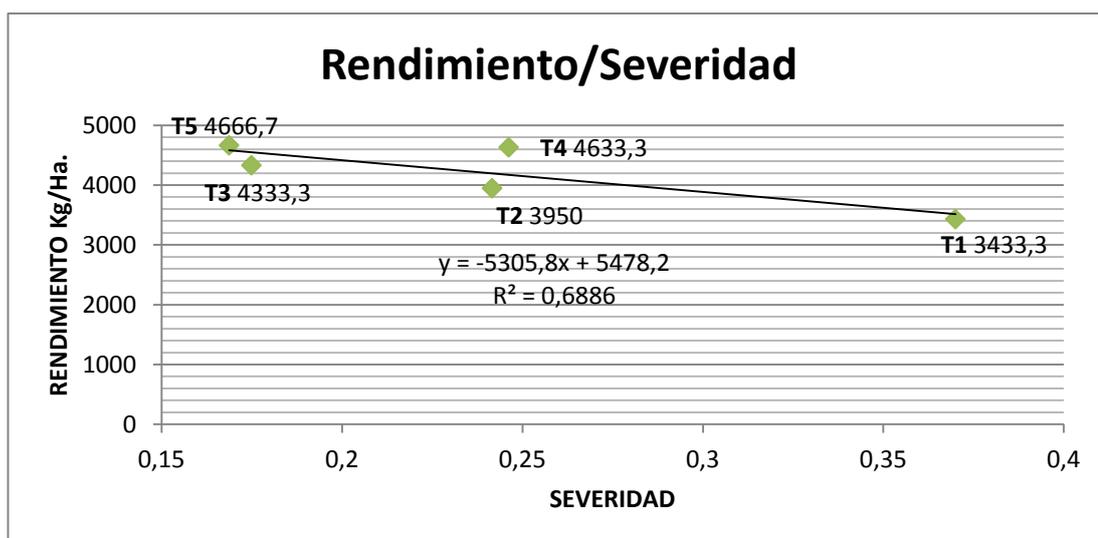


Figura 25. Grafico de dispersión comparando el rendimiento promedio en función de la severidad promedio de *T. frezzi*, datos obtenidos en los diferentes tratamientos el ensayo experimental.

En las figuras 24 y 25 se puede visualizar la relación entre las dos variables de intensidad de la enfermedad (incidencia y severidad) por separadas con relación al rendimiento, mostrando que los valores del testigo presentan los rendimientos más bajos de la muestra y los índices de severidad e intensidad más elevados y los tratamientos de HO₂Ca se muestran con valores menores de incidencia y severidad, pero con los rendimientos más altos de la muestra, coincidiendo con el patrón de relación en cuanto a la intensidad observada en la figura 23. Para el caso de la aplicación de enmiendas de SO₄Ca, se observan valores altos de rendimiento en contraposición de los valores de intensidad mayor y para CO₃Ca, valores de menor rendimientos no teniendo relación con la menor expresión de la enfermedad en las muestras.

También se observa un mejor ajuste de los datos (R²) al parámetro de severidad, si es comparado con el de incidencia.

En un trabajo presentado en la jornada 25 de maní (Oddino et al, 2010) el análisis entre la severidad de la enfermedad y la producción del cultivo, se encontró una ecuación altamente significativa (R²: 67%, p: 0,007), con una pérdida de más del 30% de la producción por grado de severidad, coincidiendo con los valores obtenidos de ajuste en nuestro ensayo.

Los valores obtenidos de % de Ca⁺² en la CIC del suelo, son de elemental importancia para exponer los resultados arrojados de incidencia de *T.frezzi* en los diferentes tratamientos, ya que representa la base del por qué la aplicación de enmiendas cálcicas en nuestro ensayo.

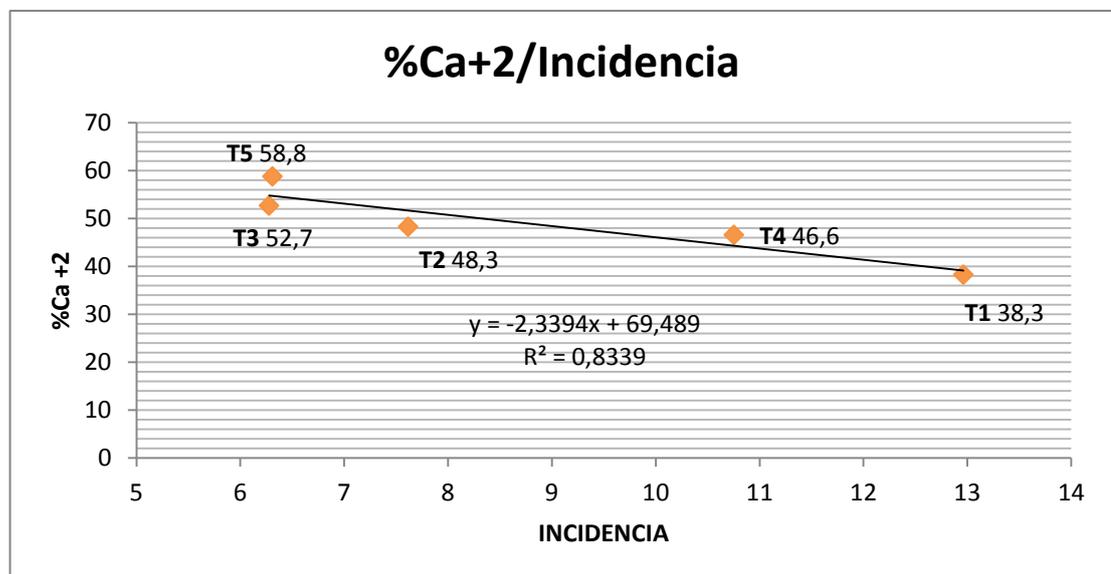


Figura 26. Valores de % de Ca⁺² intercambiable en función de incidencia promedio, datos obtenidos en los diferentes tratamientos el ensayo experimental.

En la figura 26, se observa marcadamente como se agrupan los tratamientos de HO_2Ca , con los valores de mayor % de calcio intercambiable y menor incidencia de la enfermedad, con respecto al testigo el cual presenta notoriamente los valores de incidencia más altos y el menor % de calcio intercambiable del ensayo.

Como indicó Marschner (1995), la aplicación de compuestos con calcio al suelo se basa en que este nutriente incide sobre las enfermedades por dos diferentes caminos. El calcio es esencial para la estabilidad de las biomembranas, ya que cuando el contenido del mismo es bajo se generan compuestos de bajo peso molecular (azúcares) que mudan desde el citoplasma al apoplasto, factor que favorece la penetración y posterior desarrollo del patógeno y otro camino por el cual el calcio es un factor favorable en la disminución de infecciones está relacionado con que polygalacturonatos de calcio son requeridos en la lamela media para la estabilidad de la pared celular. A su vez los compuestos de calcio aplicados al suelo tienen un rol muy importante ya que modifican las condiciones ambientales donde se desarrolla el patógeno debido a cambios en propiedades físico-químicas del suelo.

5 CONCLUSIONES

Las enmiendas cálcicas aplicadas al cultivo de Maní en preemergencia en un suelo infectado por *T. frezzi*, modificaron el ambiente infectivo de la enfermedad y disminuyeron su manifestación.

De las enmiendas aplicadas al suelo, las de HO₂Ca, fueron las que registraron los menores valores de incidencia y severidad del carbón del maní, sin evidencia de diferencia en la cantidad de dosis empleadas.

A su vez las enmiendas cálcicas de HO₂Ca provocaron una modificación en los parámetros de suelos concentración de Ca⁺² (cmol/kg) y Mg⁺² (cmol/kg), aumentando las concentraciones para calcio y disminuyendo en el caso de magnesio.

Se presentó mayor diferencia en los valores de pH analizados en el suelo con la aplicación de CO₃Ca y luego las de HO₂Ca.

Tantos las modificaciones de calcio y pH, nos estarían indicando modificaciones evidentes del ambiente infectivo de la enfermedad.

El rendimiento y la granulometría, no estuvieron influenciados por las distintas enmiendas cálcicas aplicadas, pero presentaron en general aumentos de todos los tratamientos con referencia al testigo.

6 BIBLIOGRAFIA CITADA

- . BENGLINO, C. 2015. En: *Maní informe sectorial N°2*. Área de estudios sectoriales. Dirección de alimentos. En: www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/otros/mani/informes/2015_10Nov.pdf. 12 p. Consultado: 07/06/17.
- . BUFFONI, A y F. MARRARO. UNIVERSIDAD NACIONAL DE VILLA MARIA. EEA INTA MANFREDI. 2010. *Evaluación de fungicidas curasemillas y su efecto en el carbón del maní causado por Thecaphora frezii*. Jornadas del maní 25° General Cabrera- septiembre 2010 en: www.ciacabrera.com.ar/jornadas_historia_28.htm. 2p.
- . 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
- . CAZÓN, I; E.M, BISONARD; L, CONFORTO; G, MARCH y A, RAGO. IPAVE, INTA. CORDOBA; FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA, UNRC. 2013. *Estrategias para el manejo del carbón del maní. Jornadas del maní 28° General Cabrera- septiembre 2013* en: www.ciacabrera.com.ar/jornadas_historia_28.htm. 2p.
- . CONFORTO, C; I, CAZÓN; F, FERNANDEZ; A, MARINELLI; C, ODDINO Y A, RAGO. INTA, IPAVE-CIAP Y FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA-UNRC. 2012. *Caracterización molecular de T. frezii, agente causal del carbón del maní*. Jornadas del maní 27° General Cabrera- septiembre 2012 en: www.ciacabrera.com.ar/jornadas_historia_27.htm. 2p.
- . 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 Y O. GIAYETTO. 2006. En: *El cultivo de Maní en Córdoba*. 1^{ra} Ed. Rio Cuarto. Universidad Nacional de Rio Cuarto. 21-117 p.
- . GIAYETTO, O. 2015. *Apuntes de clases de Cultivos oleaginosos*. Cátedra de Cultivos Oleaginosos. Universidad Nacional de Rio Cuarto. Consultado: 07/04/17.
- . GILIER, P; P. SILVESTRE; J.P. ARNOULD; Y. BAGOT; J. BRENIERE; M. DELASSUS Y J.C. MAUBAUSSIN. 1970. *El Cacahuate o Maní*. 1^{ra} Ed. Edición Española. Editorial Brume. Barcelona. Capítulo I. 9-11 p.
- . GOOGLE EARTH. 2016. *Programa informático*. Campania Keyhole Inc. En: <https://earth.google.es/>.
- . LENARDON, S; A, MARINELLI; M, ALCALDE; M, KEANEY; A, RAGO; M, ZUZA. 2012. *Fitopatología*. Cátedra de fitopatología, UNRC. Facultad de Agronomía y Veterinaria. 281p.
- . MAGYP. 2017. *Datos de la agroindustria*. En: <https://datos.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>. Consultados: 05/06/17.
- . MARINELLI, A; G.J. MARCH y A. RAGO. 1995. *El carbón Del maní Thecaphora frezii, sobre Arachis hypogaea L.*, Resúmenes VII Congreso de Micología y XVII Jornadas Argentinas de Micología. Rosario Santa Fe. P.134.
- . MARINELLI, A; G.J, MARCH y C, ODDINO. 2008. *Aspectos biológicos y epidemiológicos del carbón del maní (Arachis hypogaea L.) causado por Thecaphora frezii Carranza & Lindquist*. Agriscientia. Vol. XXV (1). 5p.
- . MARINELLI, A; G, MARCH; C, ODDINO; J, GARCIA; A, RAGO; 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. Jornadas del maní 25° General Cabrera- septiembre 2010 en: www.ciacabrera.com.ar/jornadas_historia_28.htm. 2p.

. MARRARO, F. INTA. 2013. *Como manejar el carbón del maní*. En: secciones.cienradios.com.ar/radiomitre/2013/12/22/como-manejar-el-carbon-del-mani/.

. MARRARO, F; M.T, COSA y A.P, WIEMER. EEA-INTA MANFREDI-CATEDRA MORFOLOGIA VEGETAL-FCEF y N-UNC. 2013. *Carbón del maní: Histopatología, incidencia y severidad*. Jornadas del maní 28° General Cabrera- septiembre 2013. En: www.ciacabrera.com.ar/jornadas_historia_28.htm. 2p.

. MARRARO, F; A.V. RODRIGUEZ; J. D. EDELSTEIN y J. BALDESSARI 2014. *Evaluación de la intensidad del carbón del maní*. En: www.ciacabrera.com.ar/docs/JORNADA%2029/17.pdf. 2p.

. MARCH, J.G Y A.D. MARINELLI. 2004. En: *Enfermedades del Maní en Argentina*. 1^{ra} Ed. Biglia Impresores.

. MARCH G. J. y A. D. MARINELLI. 2005. 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.

. MARSCHNER, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants second Edition Academic Press*. 436-454p.

. ODDINO, C; A, MARINELLI; G, MARCH; J, GARCIA; L, TARDITI; L, D'ERAMO; S, FERRARI. FAV-UNRC. IFFIVE-INTA y ORO VERDE SERVICIOS. 2010. *Relación entre el potencial inoculo de Thecafthora frezii, la intensidad de carbón del maní y el rendimiento del cultivo*. Jornadas del maní 25° General Cabrera- septiembre 2010 en: www.ciacabrera.com.ar/jornadas_historia_28.htm. 2p.

. 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: T. frezii*. Jornadas del maní 28° General Cabrera- septiembre 2013 en: www.ciacabrera.com.ar/jornadas_historia_28.htm. 2p.

. PEDELINI, R. (2016). *Maní guía práctica para su cultivo*. Boletín de divulgación técnica N°2. 4° Edición. Publicaciones regionales INTA. INTA General Cabrera. INTA Manfredi. 19p.

. PRESTON, S. 2004. *Sustainable management of soil-borne plant diseases*. Control sustentable de enfermedades de las plantas transmitidas por el suelo. ATTRA Nacional Sustainable Agriculture Information Service. En: www.attra.ncat.org. 16p.

. RAGO, A. 2013. *Estrategias de control para combatir al carbón del maní*. En: www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=26142. Publicado: 28/10/13.

. SALVAT, M.1968. *Enciclopedia SALVAT de las CIENCIAS*. Tomo 2. Vegetales. Editorial Salvat, S.A., Pamplona. Pag: 148-152.

En: www.wikipedia.org/wiki/arachis. Consultado: 01/06/17.

. TECNICOAGRICOLA.2017. *Capacidad de intercambio catiónico* en: www.tecnicoagricola.es/capacidad-de-intercambio-cationico-de-un-suelo Consultado: 14/09/17.

7 ANEXOS

Tratamiento N° 1: Testigo

Repeticiones: 3

Repetición	1	2	3
N° Plantas por m ²	19	15	17
Peso de la muestra (Kg)	0.65	0.555	0.475
N° Cajas por m ²	555	493	479
Kg de granos por m ²	0.36	0.36	0.31
Mugre (Kg)*	0.28	0.18	0.145
Rendimiento potencial	3600	3600	3100
N° Cajas con <i>Thecafora frezii</i>	74	50	74
Cajas con severidad de grado 1	16	16	11
Cajas con Severidad grado 2	5	4	4
Cajas con Severidad grado 3	32	10	28
Cajas con Severidad grado 4	21	20	31
Cajas con Severidad grado 0 (No afectadas)	481	443	405
Incidencia de <i>Thecafora frezii</i>	13.3	10.14	15.45
Severidad de <i>Thecafora frezii</i>	0.37	0.27	0.47
pH	6.5	6.5	6.5
Ca ⁺²	5,75	6	5,5
CIC		15	
Mg ⁺²	1,25	1,75	1,75
% Granulometría Para confitería	41.805	62.17	37.385

Tratamiento N° 2: CO₃Ca 1000 Kg/Ha

Repetición	1	2	3
N° Plantas por m ²	17	19	22
Peso de la muestra (Kg)	0,64	0,415	0,605
N° Cajas por m ²	545	438	568
Kg de granos por m ²	0,405	0,285	0,385
Mugre (Kg)*	0,235	0,13	0,21
Rendimiento potencial	4050	2850	3850
N° Cajas con <i>Thecafora frezii</i>	43	27	50
Cajas con severidad de grado 1	4	4	5
Cajas con Severidad grado 2	1	4	4
Cajas con Severidad grado 3	16	10	17
Cajas con Severidad grado 4	22	9	24
Cajas con Severidad grado 0 (No afectadas)	502	411	518
Incidencia de <i>Thecafora frezii</i>	7,89%	6,16%	8,80%
Severidad de <i>Thecafora frezii</i>	0,2605	0,1781	0,2817
pH	7,5	7,2	8,1
Ca ⁺²	7,5	6,75	7,5
CIC		15	
Mg ⁺²	1,25	1	1,25
Granulometría	56,785	39,49	54,49

Tratamiento N° 3: HO2Ca 750Kg/Ha

Repetición	1	2	3
N° Plantas por m ²	17	15	15
Peso de la muestra (Kg)	0,875	0,52	0,555
N° Cajas por m ²	752	444	528
Kg de granos por m ²	0,565	0,36	0,375
Mugre (Kg)*	0,3	0,16	0,18
Rendimiento potencial	5650	3600	3750
N° Cajas con <i>Thecafora frezii</i>	53	17	42
Cajas con severidad de grado 1	12	6	1
Cajas con Severidad grado 2	10	1	6
Cajas con Severidad grado 3	17	7	22
Cajas con Severidad grado 4	14	3	13
Cajas con Severidad grado 0 (No afectadas)	699	427	486
Incidencia de <i>Thecafora frezii</i>	7,05%	3,83%	7,95%
Severidad de <i>Thecafora frezii</i>	0,1848	0,092	0,2481
pH	6,8	7,7	6,9
Ca ⁺²	8,5	7,5	7,75
CIC		15	
Mg ⁺²	0,5	0,5	0,75
Granulometría	52,28	66,66	58,375

Tratamiento N°4: SO₄Ca 1000 Kg/Ha

Repetición	1	2	3
N° Plantas por m ²	14	17	17
Peso de la muestra (Kg)	0,715	0,78	0,595
N° Cajas por m ²	644	697	547
Kg de granos por m ²	0,475	0,51	0,405
Mugre (Kg)*	0,24	0,28	0,19
Rendimiento potencial	4750	5100	4050
N° Cajas con <i>Thecafora frezii</i>	81	76	48
Cajas con severidad de grado 1	50	45	3
Cajas con Severidad grado 2	5	1	4
Cajas con Severidad grado 3	12	18	17
Cajas con Severidad grado 4	14	12	24
Cajas con Severidad grado 0 (No afectadas)	563	621	499
Incidencia de <i>Thecafora frezii</i>	12,58 %	10,90 %	8,78%
Severidad de <i>Thecafora frezii</i>	0,236	0,2138	0,2888
pH	6,1	7,1	7
Ca ⁺²	7,25	7	6,75
CIC		15	
Mg ⁺²	0,75	1,25	3,25
Granulometría	57,26	50,565	57,59

Tratamiento N°5: HO₂Ca 1500 Kg/Ha

Repetición	1	2	3
N° Plantas por m ²	19	19	12
Peso de la muestra (Kg)	0,735	0,535	0,85
N° Cajas por m ²	572	501	762
Kg de granos por m ²	0,47	0,355	0,575
Mugre (Kg)*	0,26	0,18	0,275
Rendimiento potencial	4700	3550	5750
N° Cajas con <i>Thecafora frezii</i>	29	28	63
Cajas con severidad de grado 1	9	9	15
Cajas con Severidad grado 2	4	4	6
Cajas con Severidad grado 3	2	9	18
Cajas con Severidad grado 4	14	6	24
Cajas con Severidad grado 0 (No afectadas)	543	473	699
Incidencia de <i>Thecafora frezii</i>	5,07%	5,59	8,27%
Severidad de <i>Thecafora frezii</i>	0,1381	0,1357	0,2323
pH	7,7	7,2	7,7
Ca ⁺²	8,25	9	9,25
CIC		15	
Mg ⁺²	0,5	0,75	0,75
Granulometría	68,76	53,72	52,87