

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

Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero  
Agrónomo

**Modalidad:** Trabajo final

**“Efectos de la fertilización con calcio, boro y nitrógeno en el  
cultivo de maní (*Arachis hypogaea L.*)”**

**Nombre:** Falco, Federico

**DNI:** 36.985.697

**Director:** Ing. Agr. Msc. Guillermo A. Cerioni

**Co-Director:** Ing. Agr. Federico D. Morla

Río Cuarto - Córdoba

Octubre 2018

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

Título del Trabajo Final: **Efectos de la fertilización con calcio, boro y nitrógeno en el cultivo de maní** (*Arachis hypogaea L.*)

Autor: Falco, Federico

DNI: 36.985.697

Director: Ing. Agr. Guillermo A. Cerioni

Co-Director: Ing. Agr. Federico D. Morla

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

Ing. Agr. Dr. Elena Fernández \_\_\_\_\_

Ing. Agr. Laura Tamiozzo \_\_\_\_\_

Ing. Agr. Msc. Cerioni Guillermo \_\_\_\_\_

Fecha de Presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

---

Secretario Académico

## ÍNDICE

RESUMEN .....	I
SUMMARY .....	II
INTRODUCCIÓN .....	1
HIPÓTESIS.....	11
OBJETIVO GENERAL.....	11
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	11
MATERIALES Y MÉTODOS .....	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	15
CONCLUSIONES .....	23
BIBLIOGRAFÍA CITADA .....	24

**“Efectos de la fertilización con calcio, boro y nitrógeno en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.)”**

**RESUMEN**

El calcio (Ca) es un nutriente importante en el maní debido al desarrollo subterráneo de sus frutos y granos. La baja movilidad de este nutriente por floema, hacen que deba ser absorbido por difusión directamente desde el suelo y a través del fruto. Así, los requerimientos de Ca en la zona de fructificación son considerablemente superiores a los requeridos para el crecimiento vegetativo. Si bien no se había encontrado respuestas a la fertilización con Ca en el pasado, la agricultura intensiva ha disminuido su disponibilidad, principalmente en suelos con baja capacidad de reposición de este nutriente a la solución. Fuentes convencionales de Ca se caracterizan por una baja solubilidad y alta dependencia del agua para estar disponible en la solución del suelo. Como alternativa está el nitrato de calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)^{-2}$ ) que presenta una gran disponibilidad por su alto grado de solubilidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto y la performance de fertilizante YaraLiva™Nitrabor™ (Nitrato de calcio + boro) sobre el rendimiento y calidad de maní en diferentes suelos de la región manisera de Córdoba. El trabajo se realizó durante el ciclo 2015/2016 en 17 lotes comerciales ubicados en diferentes puntos de la región, donde se establecieron 2 tratamientos: (i) testigo sin fertilizar y (ii) dosis única de  $130 \text{ kg ha}^{-1}$  de fertilizante Nitrabor™ aplicado (voleado) a comienzo del clavado e inicio de formación de frutos. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con nueve repeticiones por tratamiento (divididas en tres repeticiones dentro del lote). A cosecha (R8) se recolectaron 3 muestras de  $1 \text{ m}^{-2}$  por tratamiento y repetición, sobre ellos se midió: peso de hojas y tallos, número de frutos maduros, peso de frutos maduros, de semillas y pericarpio, peso específico (1 fruto), índice de cosecha y rendimiento ( $\text{kg/ha}$ ). En 15 de los 17 sitios evaluados, el tratamiento Fertilizado con Nitrabor®, presentó los mayores valores de rendimiento de frutos, debido al aumento del número de frutos. Se observó una tendencia a incrementar la respuesta a la fertilización con Ca a medida que el ambiente es más productivo. El agregado de Ca no modificó el peso individual de frutos y granos, como así tampoco hubo diferencias en el rendimiento confitería y granometría. Se registró un aumento en la relación grano/caja. Como conclusión se observa que existe una tendencia de mayor respuesta a la aplicación de Nitrabor® a medida que el sitio es más productivo, esto puede estar indicando que ante un mayor requerimiento de nutrientes, el suelo no sería capaz de proveerlo en tiempo y forma.

**Palabras clave:** Maní, Calcio, Nitrógeno, Boro, Fertilización.

**“Effects of calcium, boron and nitrogen fertilization on peanut (*Arachis hypogaea* L.)”**

**SUMMARY**

Calcium (Ca) is one of the main nutrients in peanuts due to the underground development of its fruits and grains. The low mobility of this nutrient by phloem causes it to be absorbed by diffusion directly from the soil and through the fruit. Thus, the requirements of Ca in the area of fructification are considerably higher than those required for vegetative growth. Although no response to Ca fertilization has been found in the past, intensive agriculture has decreased its availability mainly in soils with low Ca replenishment capacity to the solution. Ca conventional sources are characterized by a low solubility and high dependence on water so as to be available in the soil solution. As an alternative, there is calcium nitrate (Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) which is highly available because of its high solubility. The aim of this study was to evaluate the effect and performance of YaraLiva™ Nitrabor™ (Calcium nitrate + boron) fertilizer on peanut yield and quality in the different soils of the peanut region of Córdoba. The study was carried out during the 2015/2016 cycle in 17 commercial batches located in different parts of the region, where two treatments were established: (i) unfertilized control and (ii) a single dose of 130 kg ha<sup>-1</sup> of Nitrabor™ fertilizer applied (volleying) at the beginning of the nailing and fruit formation. A completely randomized design with nine replicates per treatment was used – the replicates being divided into three replicates within the batch. At (R8) harvest in the three environment areas 3 samples of 1 m<sup>2</sup> were collected for treatment and setting. On them, we measured: leaf and stems weight, number of ripe fruits, ripe fruits, seeds and pericarp weight, specific weight (1 fruit), harvest index and yield (kg/ha). For 15 of the 17 evaluated sites, the fertility treatment with Nitrabor® presented the highest values of fruit yield due to an increase in the number of fruits. A tendency to increase the response to fertilization with Ca was observed as the environment becomes more productive. The addition of Ca did not modify the individual weight of fruits and grains, neither did it exhibit differences in the confectionery and granometry yield. There was an increase in the grain / box relation. In conclusion, it is observed that there is a tendency of greater response to the application of Nitrabor® as the site becomes more productive; this may be indicating that, given a higher requirement of nutrients, the soil would not be able to provide nutrients in time and form.

**Key words:** Peanut, Calcium, Nitrogen, Boron, Fertilization.

## INTRODUCCIÓN

El maní cultivado se cree originario del territorio correspondiente en la actualidad a Bolivia, o del NO de Argentina donde crece espontáneamente *Arachis monticola*, especie silvestre anual con la cual se han obtenido hibridaciones fértiles (Giayetto, 2017).

En Argentina se siembran anualmente entre 300 y 350 mil hectáreas con maní, de las cuales más del 90% son sembradas en la provincia de Córdoba. El rendimiento promedio oscila entre 3,3 a 3,5 toneladas de maní en vainas por hectárea representando aproximadamente 1 millón de toneladas anuales. Argentina es el mayor exportador mundial de maní de alta calidad o maní confitería, a pesar que su producción representa menos del 2% de la producción mundial (Pedelini, 2012).

El área manisera tradicional se ubica mayoritariamente en la región central de la provincia de Córdoba, extendiéndose en el último lustro hacia el sur y el sudoeste, donde se cultivan sobre suelos arenosos, con baja capacidad de retención de humedad y moderada provisión de nutrientes, en particular nitrógeno (Baliña y Diaz Zorita, 2006).

El maní (*Arachis hypogaea* L.) pertenece a la familia Leguminosas, subfamilia Papilionoideas. Siendo una de las especies vegetales reconocida por su contenido de aceite (50%) y su contenido proteico (30%). Morfológicamente el maní es una hierba anual, estival, postrada (maníes virginia) o erecta (maníes valencia y español). Presenta hojas tetrafoliadas; foliolos elípticos-ovales de hasta 6cm de longitud y flores de color amarillo-doradas. El ovario de las flores presenta un meristema intercalar en la base, el cual luego de la fecundación se desarrolla y origina un eje post floral (clavo), que lleva en el ápice el ovario con los óvulos fecundados al suelo, donde se desarrolla produciendo una legumbre unilocular que encierra de 2 a 5 semillas. El fruto es una legumbre denominada geocarpo. Las semillas poseen tegumento rojizo, violáceo-oscuro o blanco. Los productos a partir de la semilla de maní son: maní confitería, aceite, grana, manteca y pellets (Bianco *et al.*, 2006).

En el cultivo de maní como en cualquier otro cultivo, la rentabilidad del mismo depende del rendimiento y de la calidad del producto cosechado. Uno de los factores del manejo del cultivo es la fertilidad. Al respecto las raíces de la planta de este cultivo pueden penetrar hasta dos metros de profundidad, por lo que son muy efectivas en aprovechar los nutrientes del suelo (Bonadeo *et al.*, 2003). El maní responde mejor a la fertilidad residual que a la aplicación directa de fertilizantes. Por esto es recomendable fertilizar adecuadamente el cultivo anterior, especialmente si es un cultivo de maíz o sorgo, los cuales

incrementarán su producción y la fertilidad residual será aprovechada por el maní (Pedelini, 2012).

## **REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES**

Recientemente, en la región manisera de Córdoba, se ha observado una pérdida de bases de intercambio y acidificación de los suelos generada por la agricultura intensiva que produce cambios en las propiedades fisicoquímicas pudiendo originar una disminución de su productividad (Pezzini et al., 2010).

El maní, generalmente, no responde a la aplicación directa de fertilizantes excepto en suelos extremadamente pobres en nutrientes. En un experimento realizado sobre suelo arenoso, no se observó limitaciones nutricionales, por lo que hubo respuestas a la adición de nutrientes. El efecto neutro del aporte de nitrógeno en R3 resultó de la ausencia de limitación nitrogenada en el suelo o del aporte realizado por la fijación biológica (FBN), como fue observado en estudios anteriores. A pesar de no manifestarse diferencias estadísticamente significativas en las variables analizadas, se expresaron leves tendencias favorables sobre los tratamientos Ca y N+P en el rendimiento y sus componentes numéricos, coincidiendo con evidencias anteriores obtenidas en la región sur de Córdoba (Haro et al., 2010).

### *NITRÓGENO*

El cultivo de maní se caracteriza por extraer una elevada cantidad de nitrógeno del suelo. Esta leguminosa, tiene la capacidad de asociarse simbióticamente con bacterias del género *Bradyrhizobium* y llevar a cabo la FBN, mecanismo que aporta una importante proporción de este nutriente al cultivo (Monteleone *et al.*, 2015).

Son numerosos los factores del cultivo y del suelo que condicionan la disponibilidad de nitrógeno, como el cultivar, la presencia de inóculo, el tipo de suelo (Gascho y Davis, 1995), tipo y oportunidad de labranzas, cantidad y naturaleza de los residuos. Los mismos autores dicen que son necesarios 190 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno para producir 3000 kg ha<sup>-1</sup> de frutos de maní.

Este nutriente tiene una baja tasa de absorción en la etapa vegetativa (Halevy y Hartzook, 1988).

Cholaky *et al.* (1986) registraron, en maní tipo Valencia cultivado en el área manisera de Córdoba, una absorción de 1,62 kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, acumulando en esa etapa sólo el 10% del total que incorpora el cultivo en su ciclo, valor que los autores consideran bajo con relación a otros obtenidos en lugares diferentes y que atribuyen a características del cultivar evaluado o a efectos ambientales. Estos mismos autores señalan que la mayor tasa de acumulación

ocurre en formación y llenado de granos, con un promedio de  $9,72 \text{ kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$  y un valor acumulado de 49,03% del nitrógeno total. En la etapa reproductiva, el nitrógeno, es continuamente movilizado desde las hojas hacia los frutos en crecimiento (Cholaky *et al.*, 1986; Kvien *et al.*, 1986).

### AGREGADO DE NITRÓGENO

El agregado de nitrógeno al suelo es una práctica frecuente en países productores de maní como China, India y Senegal, con dosis que no superan los  $30 \text{ kg N ha}^{-1}$  (Gascho y Davis, 1995), y está restringida a muy pocos ambientes en Estados Unidos. En ese país, los esfuerzos se han dirigido hacia el mejoramiento genético del proceso de fijación simbiótica como fuente de nitrógeno para el maní, pero con resultados contradictorios (Gascho y Davis, 1995).

Bonadeo *et al.* (1998), en un estudio realizado en cuatro sitios representativos del sur del área manisera de Córdoba (dos suelos Haplustoles énticos, un Haplustol típico y un tercero no clasificado de textura franca, ubicado este último, en un área fronteriza donde el cultivo se ha introducido recientemente), modificaron el nivel de nitrógeno del suelo mediante el agregado de urea. Esta práctica no tuvo efecto sobre el rendimiento en ninguno de los sitios. El contenido de nitrógeno de nitratos a la siembra difirió entre los sitios, variando entre  $21,8$  y  $40,5 \text{ mg kg}^{-1}$  en el horizonte Ap, y reduciéndose aproximadamente en tres órdenes de magnitud en el horizonte Bw en todos los suelos. A pesar de estas diferencias, en las etapas de floración y llenado de grano, los contenidos de nitrógeno de nitratos fueron similares en los cuatro sitios, por lo que se deduce la existencia de un abastecimiento diferencial, según los lugares, entre siembra y floración.

Los contenidos similares de nitratos en la etapa reproductiva -etapa de máximos requerimientos (Cholaky *et al.*, 1986) y los rendimientos significativamente diferentes entre lugares, permiten inferir -si se acepta que la principal fuente de nitrógeno del suelo son los nitratos-, que existió una fuente alternativa de nitrógeno (fijación simbiótica) que difirió según los lugares y tuvo un papel clave en el abastecimiento.

Este aspecto es corroborado por Giayetto *et al.* (1998) quienes afirman que en la mayoría de los sistemas agrícolas de la región -cuya fertilidad está seriamente disminuida- y de no existir otros factores limitantes, la FBN contribuye significativamente al logro de rendimientos difíciles de obtener, si la principal fuente del nutriente fuese sólo el nitrógeno disponible en el suelo. Sus resultados les permiten concluir que la importancia relativa de la simbiosis aumenta cuando la condición de fertilidad nitrogenada del suelo es baja, situación

muy frecuente en la región manisera de Córdoba, y que concuerda con lo planteado por Bonadeo *et al.* (1998).

En cuanto a la interacción entre abastecimiento hídrico y nitrógeno, posiblemente el déficit hídrico temprano, si bien no tiene un impacto importante sobre el rendimiento, comprometa la instalación del sistema nodular al afectarse el desarrollo de raíces (Bonadeo, 1997).

### *CALCIO*

El calcio proviene mayoritariamente de la meteorización de minerales que componen la fase sólida de los suelos y que aportan este nutriente al complejo de intercambio o a la solución; pero también en muchos suelos con escasa cantidad de minerales ricos en calcio, la práctica de fertilización o el agregado de enmiendas cálcicas determina que el equilibrio se desplace en sentido inverso y entonces se incrementa el contenido de calcio intercambiable y de la solución, a partir de fuentes externas al suelo (Bonadeo *et al.*, 2017).

El calcio intercambiable es utilizado frecuentemente para evaluar la disponibilidad de este nutriente (Adams y Hartzog, 1980; Blamey y Chapman, 1982; Cholaky *et al.*, 1986), aunque también ocasionalmente a través de la fracción soluble (Velázquez y Ramírez, 1985).

El contenido de calcio intercambiable de los suelos del área manisera del sur de Córdoba es, en general, elevado asociado a su génesis y a los minerales predominantes (INTA, 1991). Los suelos representativos son Haplustoles énticos y típicos de textura franco arenosa a arenosa franca. En estos suelos, Bonadeo *et al.* (1998) y Fernandez *et al.* (1998), mencionan valores de calcio intercambiable que oscilan entre 1680 y 1040 ppm (8,4 y 5,29 cmol kg<sup>-1</sup>) en el primer horizonte, extraídos con acetato de amonio pH 7.

En los suelos de la región manisera de Córdoba, el contenido de calcio intercambiable del primer horizonte -expresado en porcentaje- supera, frecuentemente, el 60-65% valor considerado adecuado para un complejo de cambio equilibrado (Gaucher, 1984) aunque en suelos que tienen una larga historia de maní pueden encontrarse deficiencias en el primer horizonte dado los elevados requerimientos de este cultivo. Además, poseen capacidades de intercambio catiónico que superan los 10meq/100 gr de suelos (INTA, 1991) lo que garantiza, no solo la disponibilidad sino también la capacidad del suelo de “retener” este catión evitando así su lixiviado. También, debe considerarse como otra fuente el calcio del carbonato de calcio, cuya profundidad oscila entre los 60-90 cm, nutriente que sería aprovechable por las raíces del maní, ya que mediciones realizadas por Bonadeo *et al.* (1997) demuestran que las mismas superan los 2 m de profundidad.

Un aspecto distintivo de la nutrición de este cultivo y notoriamente importante en el caso del calcio, es el mecanismo de absorción a través del fruto mediante un proceso difusivo que ha sido objeto de numerosas investigaciones y ha servido de guía para la aplicación de nutrientes al suelo (Gascho y Davis, 1994; Williams y Boote, 1995). El Ca también es absorbido por raíces a través de un proceso de flujo en masa y una vez ingresado se transporta mayoritariamente a través del apoplasto, proceso que depende de la corriente transpiratoria (Gascho y Davis, 1994).

La capacidad de absorción de los frutos es función de su tamaño, que determina la relación volumen-superficie (Williams y Boote, 1995), de la distribución en el suelo y de la resistencia que ofrece la cáscara y el suelo a la difusión del nutriente (Gascho y Davis, 1995). También, puede existir influencia genética en la habilidad de absorber Ca en la zona de desarrollo de los frutos, especialmente en condiciones de deficiencia de este nutriente (Zharare *et al.*, 2009).

Este nutriente, requerido en elevadas cantidades por el maní, es determinante de un adecuado llenado de granos y de una alta calidad de semilla (Gascho y Davis, 1995). El Ca se encuentra formando parte de las paredes celulares de estructuras rígidas, como oxalato de Ca y otros ácidos orgánicos en el apoplasto o las vacuolas y dentro de sus principales funciones puede citarse el mantenimiento de la integridad de las membranas, de la estabilidad de las paredes celulares, la mejora de la fotosíntesis en condiciones de baja temperatura (Liu *et al.*, 2013), la regulación del geotropismo de raíces y tallos y de varias enzimas, entre ellas la  $\alpha$ -amilasa (White y Broadley, 2003).

Si bien, las consecuencias de la deficiencia de calcio ocurren principalmente en los estadios reproductivos del cultivo, algunos indicadores de insuficiencia para producir semillas de calidad se evidencian en la etapa vegetativa del ciclo. Los síntomas incluyen: abundancia de hojas verdes en etapas avanzadas, mayor número de flores infértiles, marcas localizadas en el envés de las hojas completamente desarrolladas que evolucionan a manchas cloróticas marrones -las cuales pueden tener halos perimetrales que se unen causando senescencia de hojas-, necrosis de ápices radicales y brotes terminales (Gascho y Davis, 1995).

En estados reproductivos, condiciones deficientes de Ca en las plantas producen frutos con crecimiento reducido, que se tornan amarillos o con manchas marrones acuosas que terminan en necrosis del tejido del fruto (Zharare *et al.*, 2009a; Zharare *et al.*, 2009b), y ausencia o pobre desarrollo de la plúmula en las semillas (Murata *et al.*, 2009).

Baja disponibilidad en el suelo durante el crecimiento y desarrollo de la planta produce semillas con menor contenido de Ca, menor porcentaje de germinación, vigor y emergencia (Spinola y Cicero, 2002).

La deficiencia de Ca en el suelo aumenta la susceptibilidad a enfermedades como *Pythium*, *Sclerotium rolfsii* (Walker *et al.*, 1979) por lo que el incremento de la disponibilidad que aumenta el Ca en los tejidos, disminuye el crecimiento de patógenos como *Aspergillus* spp reduciendo la contaminación con aflatoxina (Fernandez *et al.*, 1997).

Bonessi *et al.* (2011), en ensayos realizados para determinar el efecto de fertilizantes sobre la intensidad del carbón del maní, obtuvieron resultados que muestran que la aplicación de yeso puede aportar una disminución parcial de la intensidad de carbón del maní, aunque el manejo de esta enfermedad necesitará de una estrategia que integre a un conjunto de conocimientos y de tecnologías.

#### *AGREGADO DE CA AL SUELO*

La función primordial del calcio es la de dar firmeza y estabilidad a la pared celular a través de los pectatos de calcio, con lo que se incluye básicamente en la tolerancia o susceptibilidad de los tejidos (Acosta *et al.*, 2007). El calcio es continuamente perdido por lavado y uso excesivo de fertilizantes que acidifican el suelo, principalmente las sales de amonio. Es por ello que resulta importante la adición de elementos minerales que suministren calcio al suelo (Acosta *et al.*, 2007).

En general, en suelos deficientes en calcio, se obtienen grandes incrementos en los rendimientos cuando se hacen aplicaciones de materiales calizos. Esto demuestra la gran importancia que tiene el calcio aprovechable sobre la producción y calidad del maní. Otros resultados, mostraron que en suelos con bajos niveles de calcio aprovechable, no tiene efecto sobre la producción de hojas y el número de flores en maní, pero si tiene su efecto significativo sobre la cantidad y calidad de frutos producidos (Fernández, 1979).

Se ha demostrado la capacidad de las enmiendas con calcio de mejorar las condiciones físico-químicas de los suelos como el pH, donde hay una respuesta lineal de la cal agregada sobre el pH en un rango de 2 puntos de pH y se obtuvo una relación que permite estimar la dosis de carbonato de calcio (CO<sub>3</sub>Ca) o calcita, necesaria para incrementar el pH a valores cercanos a la neutralidad, o bien llevar el porcentaje de calcio intercambiable a valores normales en el complejo de intercambio, en cada uno de los suelos estudiados, representativos de suelos maniseros del Sur de Córdoba (Pezzini *et al.*, 2010).

Otras experiencias realizadas en la zona sur de Córdoba, con maní tipo virginia *runner*, han mostrado que el agregado de calcio mediante aplicaciones foliares produce una disminución de la germinación por incremento de semillas duras, atribuida al aumento de calcio transportado desde la parte aérea (Fernández y Tomaselli, 2006) o al absorbido desde el suelo (Fernandez *et al.*, 2001).

Vissio (2008) evaluó el efecto de la aplicación de sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ) en distintos niveles en el suelo sobre el comportamiento de genotipos de maní tipo virginia *runner* y encontró diferencias entre cultivares en la acumulación de materia seca de los folíolos, peso de semillas, porcentaje de granos confitería, peso de granos y cajas, que no se tradujeron en un mayor rendimiento.

Lisa (2010) estudió el efecto de diferentes dosis de Ca (entre 23 y 96 kg ha<sup>-1</sup>) aplicadas en la zona de fructificación del maní usando como fuente el  $\text{CaSO}_4$  pelletizado en un Haplustol éntico y en un Ustorthent típico. Encontró que sólo en este último suelo hubo un efecto positivo, aunque no significativo, sobre el rendimiento de cajas y semillas, y registró un aumento del rendimiento confitería debido al incremento de granos de mayor tamaño (retenidos en la zarandas de tajo  $\geq 8$  mm).

Morla *et al.* (2016) realizaron un estudio con agregado de nitrato de calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) en 16 lotes comerciales ubicados en diferentes sitios de la región manisera de Córdoba. Registraron un mayor rendimiento, en el 69% de los sitios (11/16 sitios), debido al aumento del número de frutos. Además hubo tendencia a incrementar la respuesta a la fertilización con Ca a medida que el ambiente era más productivo. El agregado de Ca no modificó el peso individual de frutos y granos, como así tampoco diferencias en el rendimiento confitería y granometría. Se registró un aumento en la relación grano/caja. Bajo las condiciones ambientales del ciclo agrícola, de abundantes precipitaciones que favorecen la absorción de Ca por parte de los frutos en formación, no se observaron diferencias entre las modalidades de aplicación, en dosis única (130 Kg ha<sup>-1</sup>) o dividida (65+65 Kg ha<sup>-1</sup>).

Por su parte, Casini *et al.* (1997) en una experiencia con y sin riego a la que se le incorporaron diferentes dosis de Ca (1, 2 y 3 Tn ha<sup>-1</sup> de yeso), no observaron diferencias significativas en el rendimiento, aunque registraron una tendencia de interacción positiva entre el agua disponible durante la formación de frutos y la dosis de Ca que favoreció la absorción del nutriente por los frutos.

Un factor que explicaría la baja respuesta del maní al agregado de calcio, sería las diferencias entre los tipos botánicos. Experiencias realizadas con maní tipo Virginia *runner* - de mayor proporción de siembra en el área objeto de estudio- demostraron que por su

distribución de frutos en el suelo y su tamaño, determinan el menor requerimiento de calcio que los tipo Virginia *bunch*. Estos últimos requieren mayor concentración en la solución ya que los frutos se distribuyen en un volumen menor. Entonces los genotipos de hábito rastrero son más eficientes en la exploración y captura de Ca en suelos con baja disponibilidad de este nutriente (Hartmond *et al.*, 1994).

Otro factor sería el tipo de fuente de calcio, donde las más utilizadas son yeso (sulfato de calcio;  $\text{SO}_4\text{Ca}^-$ ), hidróxido de calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), caliza ( $\text{CaCO}_3$ ) y dolomita ( $\text{CaCO}_3.\text{MgCO}_3$ ) (Vasquez y Pagani, 2015). Como principal desventaja, de estos fertilizantes se nombra la cantidad que se requiere aplicar ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) (Casini *et al.*, 1997; Fernandez *et al.*, 1998; Pezzini *et al.*, 2010) que dificulta la logística y tareas de aplicación. Además, la alta cantidad de agua necesaria para su disolución y pasar a formar parte de la solución del suelo, solubilidad que depende de las características químicas del material (e.g. solubilidad: dolomita  $1 \text{ g l}^{-1}$ ; yeso  $2,1 \text{ g l}^{-1}$ ) y del tamaño de las partículas (granulometría) del producto que se aplica al suelo (Vasquez y Pagani, 2015). Estas características determinan, en varias ocasiones, que el Ca no esté disponible en el momento crítico de clavado y posterior desarrollo del fruto (Gascho y Davis, 1994). Una alternativa al uso de estos fertilizantes cálcicos es el nitrato de calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) que presenta una alta disponibilidad de Ca por su alto grado de solubilidad ( $129 \text{ g l}^{-1}$ ) suministrando Ca soluble y asimilable de manera inmediata.

### ***BORO***

El boro (B) es considerado un micronutriente, ya que el cultivo lo requiere en bajas cantidades, y es esencial para el crecimiento y reproducción vegetal. Cumple funciones en procesos celulares (Torri *et al.*, 2015) siendo los más importantes la división y alargamiento celular, transporte de azúcares, síntesis de ácidos nucleicos y metabolismo de fitohormonas, y estabilidad de la membrana y pared celular (Mengel y Kirkby, 2000).

El B está asociado a todos los procesos de crecimiento de brotes, yemas, frutos y meristemas (Dell y Huang, 1997). En el maní cumple un rol crítico en prevenir el aborto floral y favorecer el cuajado de frutos y formación de semillas. La demanda de este micronutriente en la formación del tubo polínico, genera una alta probabilidad de deficiencia transitoria del mismo durante ese estadio y por esta razón, es importante mantener una oferta constante del elemento para mejorar la formación de frutos (Gascho y Davis, 1995).

El B no se encuentra uniformemente distribuido en la corteza terrestre, por lo tanto sus concentraciones en los suelos varían según las distintas zonas (Torri *et al.*, 2015). A su vez es altamente soluble y fácilmente lixiviado, principalmente en suelos franco arenosos y

arenosos. Estos suelos de textura ligera y suelos calcáreos de pH alto son más propensos a ser deficientes en boro (Dell y Huang, 1997; Yamada, 2000), como así también suelos arenosos con baja materia orgánica o con intensa agricultura (Machado Montovani *et al.*, 2013). Se ha informado como valor crítico en el suelo 0,4 ppm (Singh *et al.*, 2009). Así, la deficiencia de boro puede tener efectos graves en los rendimientos y la calidad del maní. A pesar de no presentar síntomas de deficiencia a nivel foliar, los frutos en desarrollo pueden ser deficientes (Gascho y Davis, 1995). Esto se debe a que el B es inmóvil en el floema, y los frutos en formación, que no transpiran, no tienen acceso a este nutriente (Konsaeng *et al.*, 2010).

Por esta razón, el B debe estar presente en el suelo para facilitar el crecimiento de los frutos y ser, como el calcio, tomado directamente desde el suelo por la vaina en desarrollo vía difusión. Se ha observado que tanto las aplicaciones foliares como en el suelo permiten la translocación del B hacia los tejidos nuevos de los órganos en crecimiento como por ejemplo los frutos y semillas (Konsaeng *et al.*, 2010). Resultados de experiencias en el cultivo de maní demuestran que la aplicación foliar tienen efectos positivos en el rendimiento (Machado Montovani *et al.*, 2013) y con diferencias entre genotipos (Nawaz *et al.*, 2014; Rafique *et al.*, 2014). La aplicación foliar puede ser difundida, posiblemente por la necesidad de aplicar pequeñas dosis de este producto, por lo que la aplicación aérea permite realizarla en forma uniforme y, además, se obtienen respuestas relativamente rápidas (Machado Montovani *et al.*, 2013).

En los resultados de un experimento se determinó que la aplicación foliar de Boro incrementó el rendimiento de frutos de maní; respuesta que aumentó al mejorar la productividad de los ambientes, y el uso de inductores de enraizamiento en semillas mejoró el enraizamiento de las plántulas. A cosecha, este efecto se tradujo en un aumento del rendimiento de frutos y semillas y la combinación de ambos tratamientos (inductores de enraizamiento y Boro foliar) produjo un efecto sinérgico, con las mayores respuestas en rendimiento de frutos, semillas y calidad comercial (Cerioni *et al.*, 2012).

El síntoma característico de deficiencia de B en el fruto se denomina “corazón hueco” y el embrión de la semilla se oscurece (Gascho y Davis, 1995). Estos efectos pueden reducir el peso del grano y la germinación (Keerati-Kasikorn *et al.*, 1991). Las deficiencias también causan deformidad y agrietamiento de la caja. Los síntomas foliares de la deficiencia de boro incluyen achaparramiento, ramas en rosetas (similares a los síntomas de la deficiencia de calcio), agrietamiento de ramas, decoloración de las zonas nodales y hojas con un aspecto de mosaico de color amarillo-verde (Gascho y Davis, 1995).

Las deficiencias de B pueden ser prevenidas o corregidas tanto por aplicaciones del nutriente al suelo como foliares. Se ha comprobado que al suministrar boro de alta disponibilidad, se produce una rápida respuesta del rendimiento y la calidad (Keerati-Kasikorn *et al.*, 1991). A nivel local, Fernandez y Tomaselli (2006) en aplicación foliar de calcio con diferentes dosis de B, no observaron efecto sobre el rendimiento de granos y cajas y reducción de la germinación, posiblemente por el efecto del calcio como fue observado en otras situaciones.

Al igual que sucede con otros micronutrientes, el exceso de B puede causar fitotoxicidad (Torri *et al.*, 2015), afectando marcadamente el rendimiento del cultivo. Los síntomas en el maní son color amarillento en los márgenes y entre las nervaduras, que van cambiando a un color dorado de los márgenes con el tiempo (Gascho y Davis, 1995). Este aspecto es muy importante al momento de tomar la decisión de la dosis a aplicar, porque el rango entre exceso y deficiencia es muy estrecho interviniendo en la eficacia de la aplicación (Rafique *et al.*, 2014).

Los suelos agrícolas de la región centro-sur de la provincia de Córdoba contaban en sus orígenes con una adecuada fertilidad física y una balanceada fertilidad química, situación que con el pasar de los años se ha ido degradando a causa de factores poco conservacionistas como los sistemas de labranzas, las metodologías de manejo y las secuencias de cultivos utilizadas (Boretto *et al.*, 2011). Por tales motivos, es importante adoptar prácticas de manejo como la siembra directa, la labranza reducida y la nutrición mineral que permitan lograr sostenibilidad en el potencial productivo de los suelos y mantener e incluso superar los volúmenes actuales de producción de maní. Factores como los antes mencionados, fueron disminuyendo sin lugar a dudas y de manera gradual la productividad de los suelos de la región, situación que se acentúa cada vez más por la insuficiente fertilización acorde a los niveles de producción actual y por la escasa incorporación Inter-anual de gramíneas en la secuencia de rotación, resultando en sistema de producción con bajos aportes de materia orgánica, altas tasas de extracción con balances nutricionales negativos y un importante deterioro físico casi irreversible del suelo (Boretto *et al.*, 2011).

Por lo mencionado anteriormente este trabajo se centra en el efecto que pueda generar el uso de un fertilizante comercial a base de Calcio, Nitrógeno y Boro en el cultivo de maní.

## **HIPÓTESIS**

El uso de fertilizante comercial a base de Calcio, Nitrógeno y Boro aumenta el rendimiento y calidad comercial del cultivo de maní en condiciones de producción en Córdoba.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar los efectos que generara la utilización de un fertilizante comercial a base de nitrógeno, calcio y boro sobre el rendimiento y calidad comercial del cultivo de maní.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Determinar los efectos del agregado de fertilizante a base de Nitrógeno, Boro y Calcio sobre las siguientes variables:

- Peso de hojas y tallos (biomasa vegetativa)
- Número de frutos maduros
- Peso de frutos maduros, de granos y pericarpio.
- Peso individual (1 fruto).
- Índice de cosecha y rendimiento de frutos y granos ( $\text{Kgha}^{-1}$ ).
- Porcentaje de maní apto para selección tipo confitería.
- Relación grano/caja.
- Granometría.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un experimento con el cultivo de maní en la campaña agrícola 2015-2016 en la Zona manisera de Córdoba, en sitios ubicados en los departamentos Rio Cuarto y Juárez Celman.

En el cuadro 1 se indica la denominación y ubicación de los lotes

La fecha de siembra de los lotes fue entre la segunda década de octubre y la segunda década de noviembre (fechas de siembra consideradas normales para la región) los productores realizaron las labores propias en los cultivos, tendientes a disminuir el efecto adverso de malezas, plagas y enfermedades.

El tratamiento fue la aplicación de fertilizante con dos niveles 1: testigo sin fertilización y 2: tratamiento con fertilización. Se utilizó el producto comercial YaraLiva NITRABOR® (15-0-0 + 26% CaO + 0.3% B) en dosis de 130 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante, aplicado al voleo en R2-R3 (clavado e inicio de formación de frutos).

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA).

**Cuadro 1.** Denominación de lotes y ubicación (Localidad)

<b>Numeración</b>	<b>Denominación</b>	<b>Localidad</b>
<b>1</b>	<b>Campo E</b>	Bulnes
<b>2</b>	<b>Latini</b>	Bulnes
<b>3</b>	<b>Solini</b>	Bulnes
<b>4</b>	<b>Compagnuci</b>	Bulnes
<b>5</b>	<b>Compagnuci</b>	Bulnes
<b>6</b>	<b>Divino Niño</b>	Reducción
<b>7</b>	<b>Barberis Lote 1</b>	Los Molles
<b>8</b>	<b>Barberis Lote 9</b>	Los Molles
<b>9</b>	<b>Barberis Lote 3</b>	Los Molles
<b>10</b>	<b>Barberis Lote 4</b>	Los Molles
<b>11</b>	<b>Montenegro</b>	Río Cuarto
<b>12</b>	<b>Igualdad</b>	Alejandro
<b>13</b>	<b>Filipone lote 1</b>	Los Molles
<b>14</b>	<b>Filipone lote 2</b>	Los Molles
<b>15</b>	<b>Filipone lote 3</b>	Los Molles
<b>16</b>	<b>Lote 13</b>	Santa Eufemia
<b>17</b>	<b>Santa Susana</b>	Reducción

## OBSERVACIONES Y DETERMINACIONES

**Componentes del rendimiento:** A cosecha (R8) se recolectaron 3 muestras de 1 m<sup>2</sup> (1,43 m lineal de surco) por tratamiento y repetición, en ellos se determinó: peso de hojas y tallos (biomasa vegetativa), número de frutos maduros, peso de frutos maduros, de granos y pericarpio, peso individual de 1 fruto, índice de cosecha y rendimiento de frutos y granos (Kg ha<sup>-1</sup>).

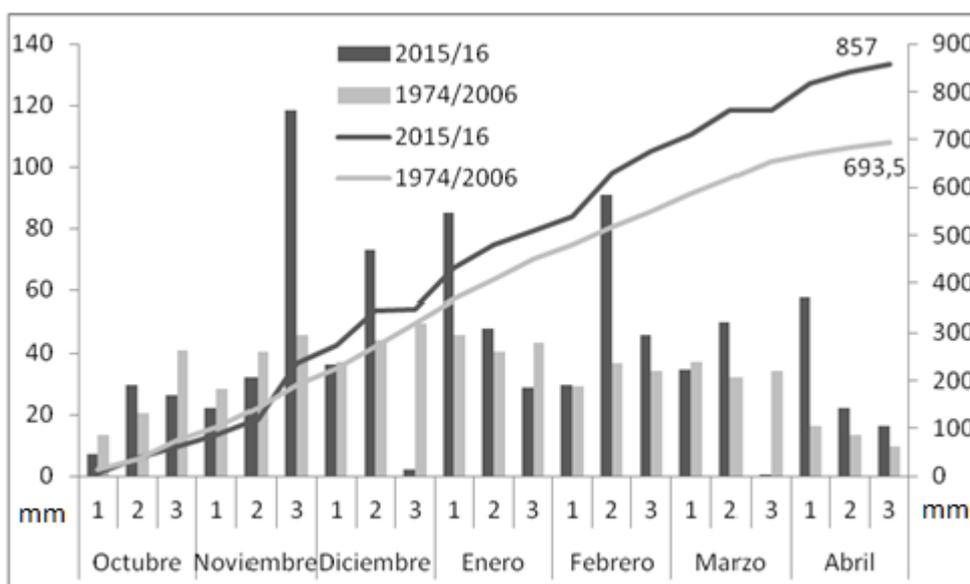
**Calidad comercial:** Porcentaje de maní apto para selección tipo confitería, relación grano/caja y granometría: se procesaron muestras de 500 grs. de frutos de cada tratamiento empleando la metodología utilizada en las plantas industrializadoras de maní confitería instaladas en la región productora de Córdoba. Se usaron zarandas de tajo de 10,0, 9,0, 8,0, 7,5, 7,0, 6,5, 6,0 mm. de ancho, de las que se obtuvieron las siguientes categorías de tamaños, expresadas en base al número de granos por onza (28,35 gramos): < 38, 38-42, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-100 y > 100, respectivamente.

**Análisis estadísticos:** Los resultados obtenidos fueron procesados mediante A.N.A.V.A. y separación de medias según el test de mínimas diferencias significativas (LSD) de Fisher al 5% de probabilidad. Se utilizó el programa estadístico INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2014).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización Agrometeorológica:

Las condiciones ambientales en las que se realizó el presente trabajo, se caracterizaron por abundantes precipitaciones (Año Niño), que resultaron un 24% superiores a la media regional, durante todo el ciclo del cultivo del maní (857 mm -2015/16- vs 693 mm -1974/2006- de octubre a abril). Además el otoño marcadamente húmedo. Tomando las precipitaciones de febrero a abril, estas fueron un 43% superior a las normales (347 vs 243 mm). Estas condiciones trajeron complejidades al momento de la cosecha del cultivo a escala del productor<sup>1</sup>.

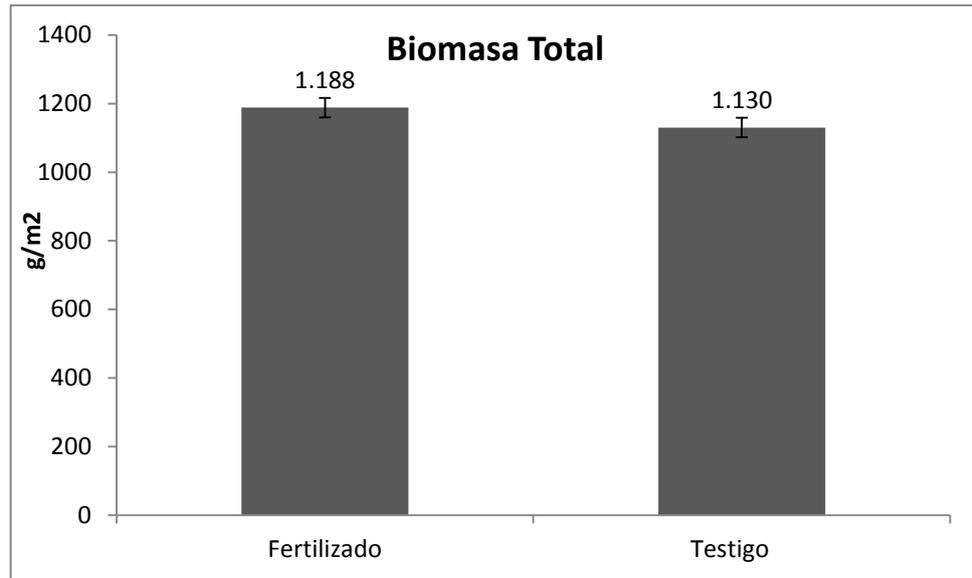


**Figura 1.** Caracterización de las precipitaciones en el departamento de Río Cuarto durante el ciclo del cultivo de maní comparando la campaña 15/16 vs el promedio de la serie 1974-2006.

La biomasa total (hojas + tallos + frutos  $\text{gm}^{-2}$ ) a cosecha no se modificó ( $p=0,1443$ ) con la aplicación de Nitrabor®. Observándose valores similares en los tratamientos evaluados (Figura 2).

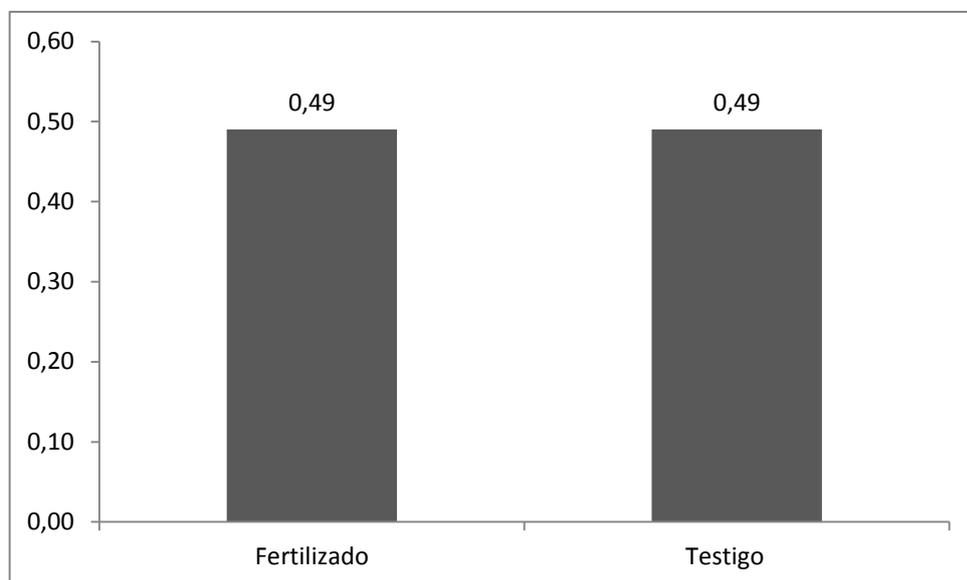
Los valores observados coinciden con otras experiencias locales (Visio, 2008; Lisa, 2010).

<sup>1</sup>“Alrededor de unas 80 mil toneladas de maní se vieron afectadas por daños. Está repartido proporcionalmente entre el moho interno o externo y el daño por granos helados. Esto se debe a la permanencia de las cajas en el lote, sin poder ser trilladas a causa de la excesiva humedad que condicionó el ingreso de las cosechadoras” Fuente: Bolsa de Cereales de Córdoba.



**Figura 2.** Biomasa total ( $\text{g m}^{-2}$ ) producida a cosecha según tratamientos evaluados.

El índice de cosecha (Figura 3) no tuvo diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $p=0,9136$ ). Debido a que no hubo diferencias entre la partición a biomasa vegetativa y reproductiva. Esos resultados difieren con respecto a los encontrados por Morla *et al.* (2016) donde se observó un mayor IC en el tratamiento fertilizado.



**Figura 3.** Índice de cosecha según tratamientos evaluados.

En 15 de los 17 sitios evaluados, la fertilización con Nitrabor®, los valores de rendimiento de frutos fueron mayores. Pero el rendimiento en frutos del cultivo respondió significativamente (detectado por el test de mínima diferencia significativa ( $P<0,10$ ) a la aplicación de Nitrabor® en 6 de los 17 sitios evaluados en este trabajo.

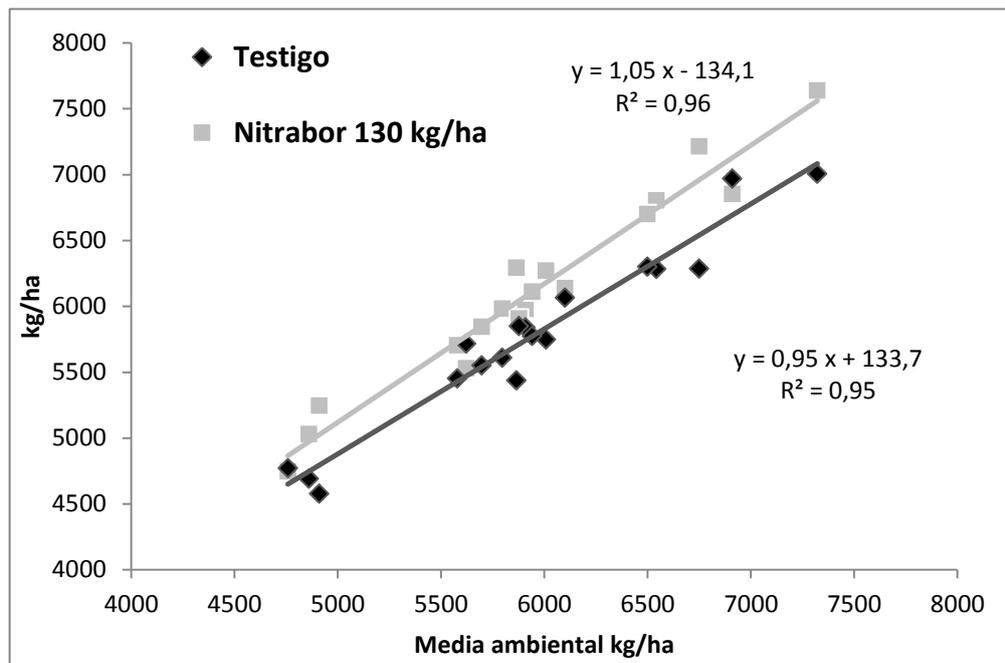
Estas respuestas en el rendimiento de frutos a la aplicación de Nitrabor® se pueden observar al graficar los mismos en función a la media ambiental (promedio de todos los rendimientos obtenidos en un mismo sitios) (Figura 4). En todos los niveles de productividad ambiental (indicados por la media ambiental) el tratamiento fertilizado presentó mayor tendencia a mayores valores de rendimiento del cultivo.

La pendiente de la línea de tendencia mayor a 1 con la aplicación de fertilizante (1,05 con Nitrabor® 130 kg/ha) y menor a 1 en el tratamiento testigo (0,95) indica que existe una tendencia a mejorar la respuesta a la aplicación de Nitrabor® cuando la calidad del ambiente es mayor.

Estos resultados son similares a los encontrados por Morla *et al.* (2016) quienes obtuvieron pendientes de 1,03 y 0,93 para el tratamiento fertilizado y testigo, respectivamente. Y coincide con lo indicado por Gascho y Davis. (1995) quienes

manifestaron que el calcio es requerido en elevadas cantidades por el maní y es determinante de un adecuado llenado de granos y de una alta calidad de semilla.

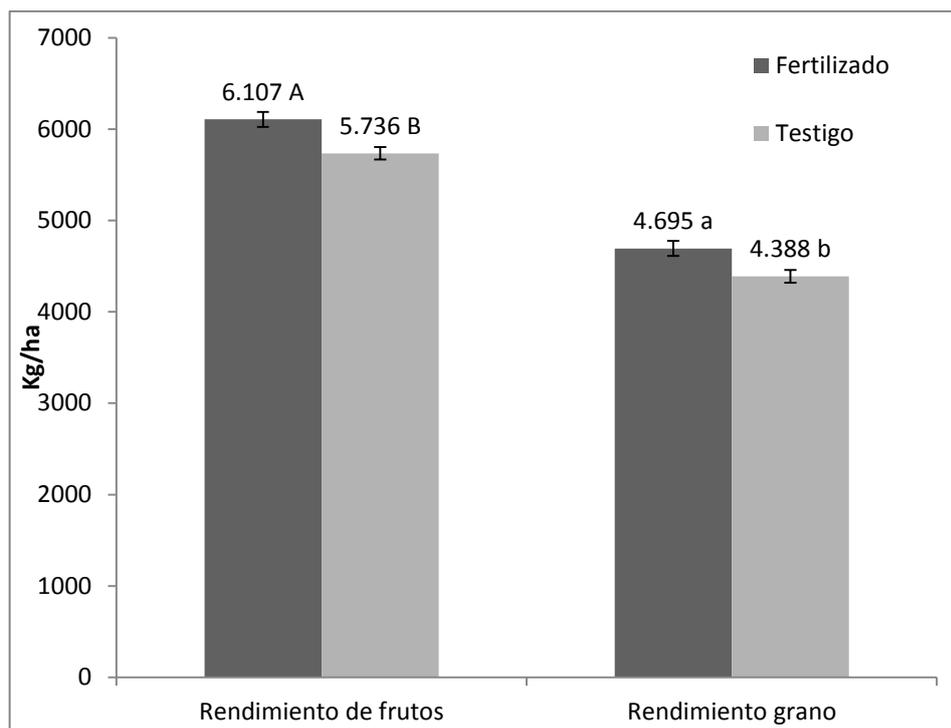
A su vez Cerioni *et al.* (2012) en los resultados de un experimento determinó que la aplicación foliar de Boro incrementó un 14% el rendimiento de frutos a favor del tratamiento; respuesta que aumentó al mejorar la productividad de los ambientes.



**Figura 4.** Rendimiento de frutos (kg/ha) en función de la media ambiental (kg/ha) de los diferentes sitios evaluados.

En el análisis promedio de los rendimientos, se observa una respuesta altamente significativa en el rendimiento de frutos ( $p < 0,0016$ ) y granos ( $p < 0,0019$ ) a la aplicación de Nitrabor® (Figura 5). La aplicación de Nitrabor® en ( $130 \text{ kg ha}^{-1}$ ) aumentó el rendimiento de fruto y grano en  $371$  y  $307 \text{ kg ha}^{-1}$  lo que equivale a un aumento de  $6,5$  y  $7 \%$ , respectivamente.

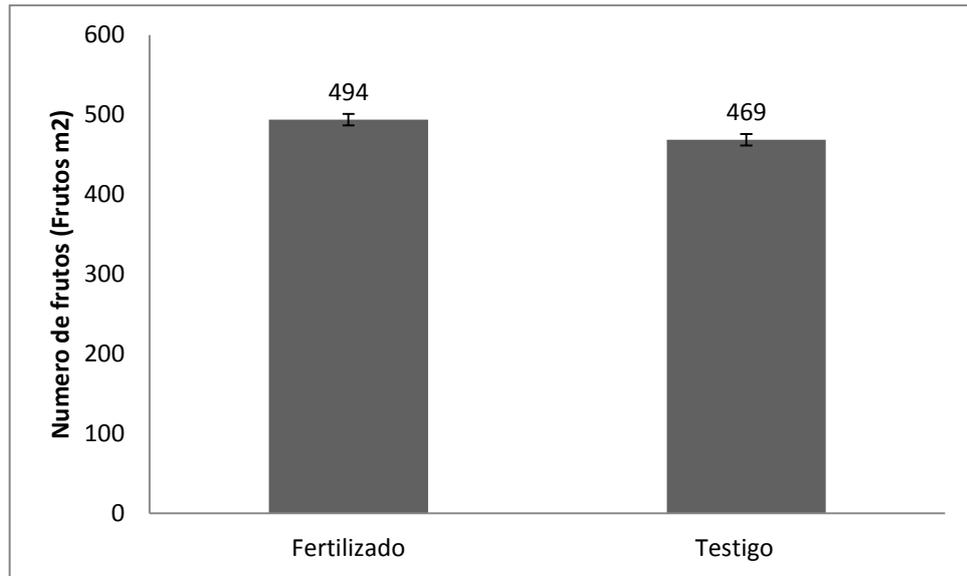
Estos resultados difieren de los encontrados por Visio (2008) y Lisa (2010), posiblemente por el tipo de fuente utilizado (sulfato de calcio;  $\text{SO}_4\text{Ca}$ ). En este sentido, Casini *et al.* (1997); Fernandez *et al.* (1998); Pezzini *et al.* (2010) señalan las desventajas de estas fuentes de Ca, al igual que Vasquez y Pagani (2015) y Gascho y Davis (1994) que concluyen que el mismo no esté disponible en tiempo y forma. A diferencia de estos fertilizantes, el nitrato de calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) presenta una alta disponibilidad de Ca por su alto grado de solubilidad ( $129 \text{ g l}^{-1}$ ) suministrando Ca soluble y asimilable de manera inmediata (Morla *et al.*, 2016).



**Figura 5.** Rendimiento de frutos y granos kg/ha a cosecha según tratamientos evaluados. Para cada variable medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ). Las barras verticales representan el error experimental.

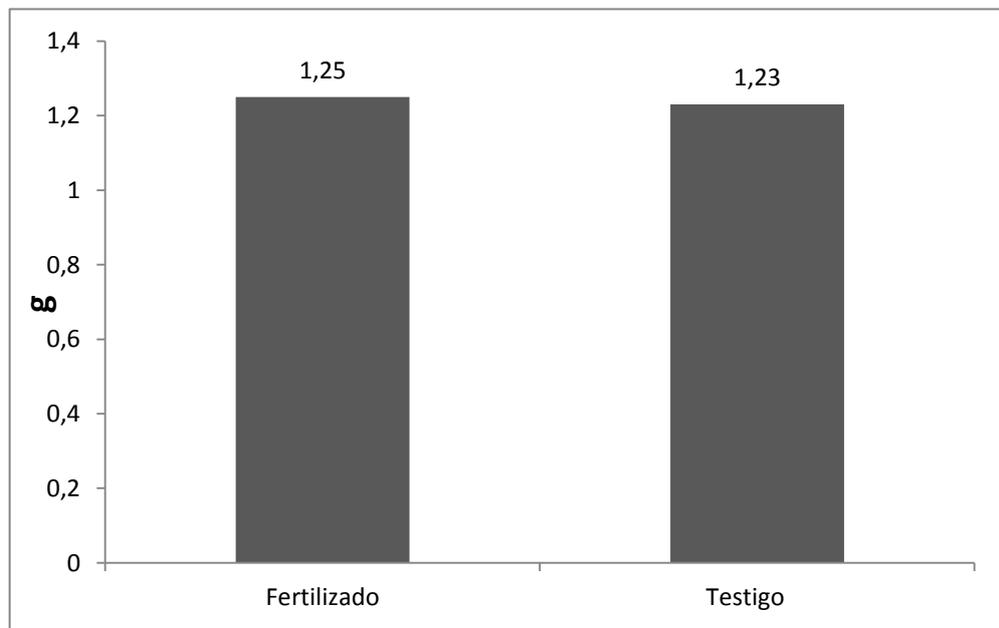
La respuesta del rendimiento a la fertilización con Nitrabor® se relaciona por el aumento significativo ( $p=0,0137$ ) en el número de frutos por unidad de superficie (Figura 6). Donde los tratamientos fertilizados produjeron un 5 % más de frutos cosechables que el tratamiento testigo (494 vs 469 frutos por  $m^{-2}$ ).

Estos resultados coinciden con los reportados por Morla *et al.* (2016) quienes explican que el aumento en el número de frutos a cosecha con la fertilización cálcica está documentado en la bibliografía. Smith (1950) y Kvien *et al.* (1988) señalaron que para el inicio de formación del fruto, cuando el clavo ya ingresó al suelo, su crecimiento y desarrollo están altamente condicionados por el contenido de Ca en la solución acuosa del suelo, entre otras condiciones necesarias.



**Figura 6.** Número de frutos cosechados por unidad de superficie según tratamientos evaluados. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ). Las barras verticales representan el error experimental.

Por su parte, no se observó un efecto significativo en el otro componente directo del rendimiento, el peso individual de los frutos ( $p=0,2842$ ), los cuales no presentaron diferencias entre los tratamientos evaluados, estos resultados coinciden con los encontrados por Morla *et al.* (2016) (Figura 7).

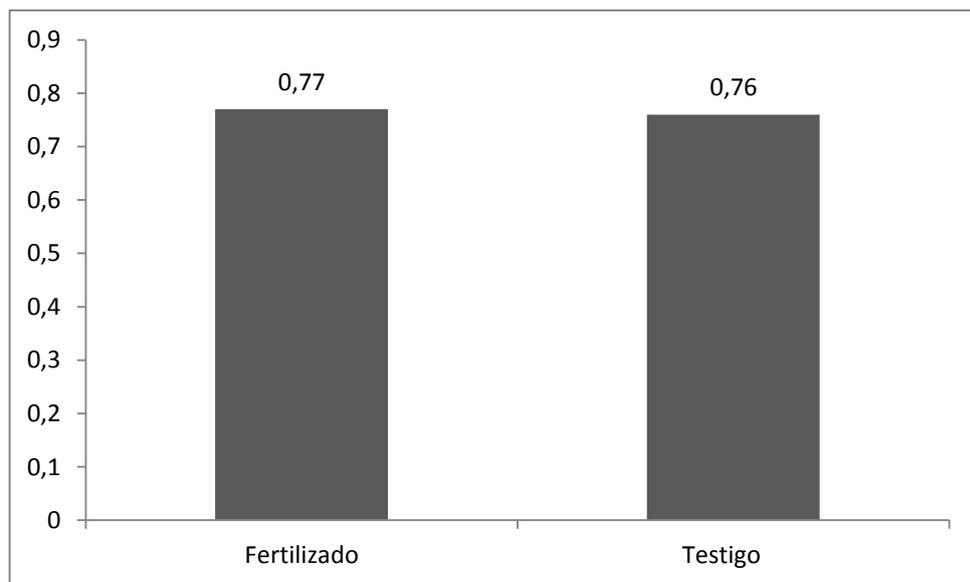


**Figura 7.** Peso individual de un fruto (g) a cosecha según tratamientos evaluados.

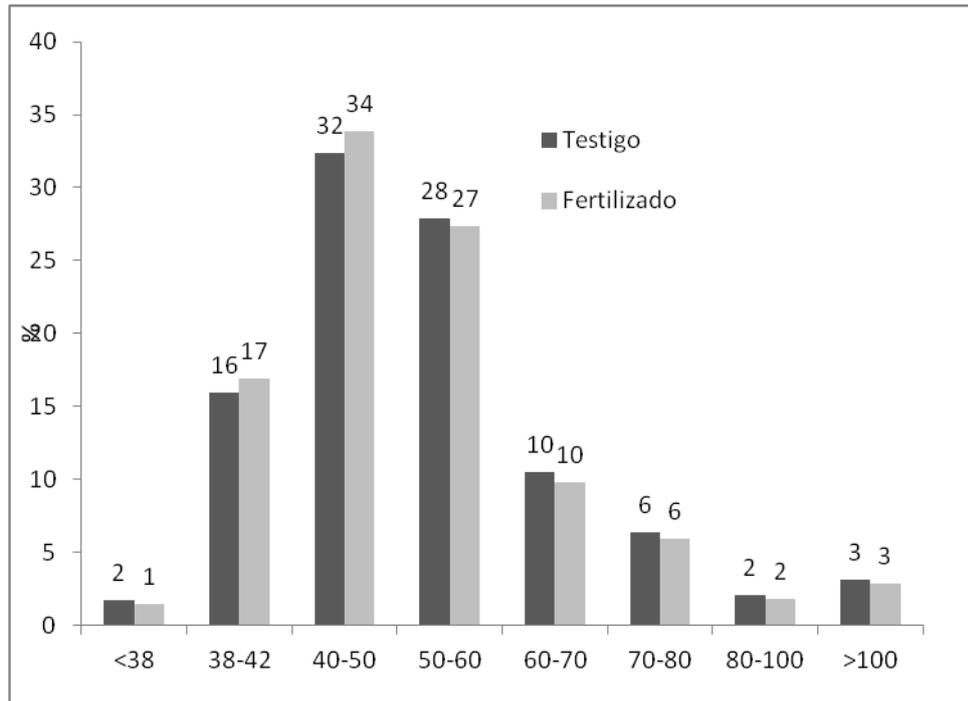
La calidad comercial del producto no se modificó con la aplicación del fertilizante. La relación grano/caja no tuvo diferencias estadísticas ( $p=0,3115$ ) entre los tratamientos evaluados (Figura 8) como así tampoco en los tamaños granometricos (Figura 9) y en el porcentaje de maní confitería ( $p=0,1723$ ) (Figura 10). Es de destacar que los tamaños 38-42 y 40-50 granos/onza (de importante valor económico) tuvieron incrementos no significativos.

Estos valores son similares a los encontrados por Lisa (2010), en uno de los sitios evaluados se lo atribuye a las buenas condiciones hídricas que le permitió al cultivo crecer sin deficiencias hídricas, situación similar a la campaña en estudio (Figura 1).

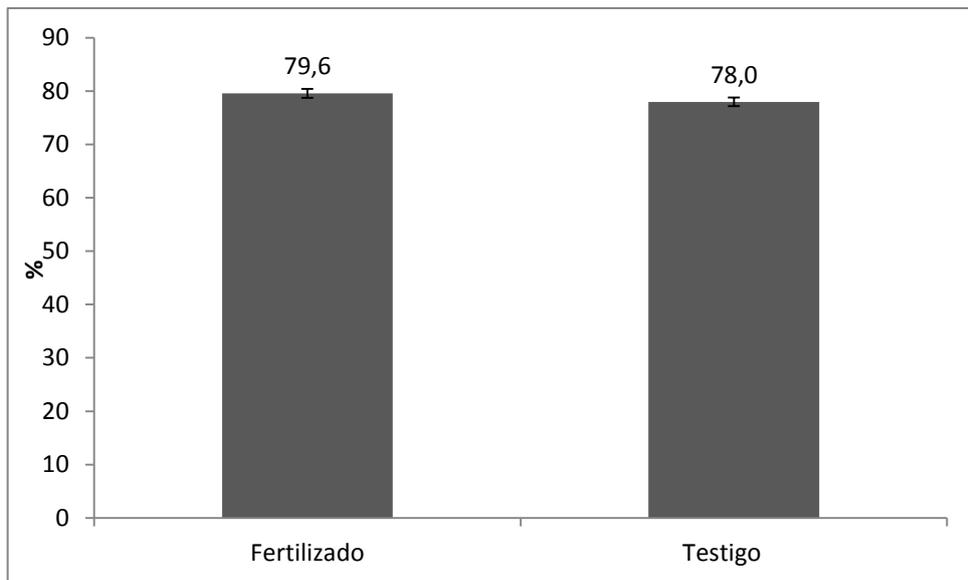
Si bien es de esperar una mejora en la relación grano/caja con la fertilización ya que el Ca mejora el llenado del fruto, no se observaron cambios en el peso individual del fruto y de los granos, en el rendimiento de confitería, ni en las categorías granométricas mayores, situación similar fue encontrada por Morla *et al.* (2016).



**Figura 8.** Relación Grano/Caja según tratamientos evaluados.



**Figura 9.** Categorías granométricas según tratamientos evaluados.



**Figura 10.** Rendimiento de maní confitería (% sobre zaranda de tajo de 7,5 mm) según tratamientos evaluados.

## CONCLUSIONES

La biomasa total a cosecha no se diferenció estadísticamente entre los tratamientos evaluados al igual que en el índice de cosecha (IC).

Existe una tendencia de mayor respuesta al rendimiento de frutos y granos con la aplicación de Nitrabor® a medida que el sitio es más productivo, esto puede estar indicando que ante un mayor requerimiento de nutrientes, el suelo no sería capaz de proveerlo en tiempo y forma.

Se acepta la hipótesis planteada inicialmente así los rendimientos de fruto y grano para el tratamiento fertilizado fueron de 6107 y 4695 kg ha<sup>-1</sup> lo que equivale a un aumento de 6,5 y 7 %, respectivamente en comparación con el testigo los cuales fueron 5736 y 4388kg ha<sup>-1</sup> la respuesta del rendimiento a la fertilización con Nitrabor® se relaciona por el aumento significativo ( $p=0,0137$ ) en el número de frutos por unidad de superficie.

No se modificó el peso individual de los frutos y granos cosechados. En este sentido, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la relación grano/caja, el rendimiento confitería y sus categorías granométricas. Estas variables de calidad comercial están altamente relacionadas con el peso individual del fruto. Aunque hubo una tendencia de aumento en estos componentes del rendimiento y calidad con el agregado de fertilizante.

Los resultados obtenidos se dieron bajo las condiciones ambientales caracterizada por abundantes precipitaciones, que resultaron un 24% superiores a la media regional, durante todo el ciclo del cultivo (855 mm -2015/16- vs 693 mm -1974/2006- de octubre a abril). Se obtuvieron resultados favorables a la aplicación de Nitrabor® y se validó el beneficio de la técnica de aplicación al cultivo de maní.

La práctica de fertilización generó respuestas en el rendimiento del cultivo, posiblemente por la degradación de los sistemas agrícolas actuales debido a la baja rotación con gramíneas y la práctica de monocultivos

Sería conveniente repetir la experiencia bajo condiciones ambientales (principalmente hidrológicas) diferentes para continuar con el desarrollo de este producto.

## BIBLIOGRAFIA

ACOSTA-DURAN, C.M. OCAMPO, D.B. CEDILLO-PORTUGAL, E. y NAVAGOMEZ, L.M. 2007. Efecto del sulfato de calcio y biosolidos en el rendimiento del cultivo de cacahuete. INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. 2007. VOLUMEN 4. P. 31-38.

ADAMS, F. Y D.I. HARTZOG. 1980. The nature of yield of Florunner peanuts to lime Peanut Sci. 7:120-123.

BALIÑA R.M. y DIAZ-ZORITA, M. 2006. Aportes de la inoculación en cultivos de maní: resumen de 5 años de evaluaciones. Investigación y desarrollo, NITRAGIN ARGENTINA S.A. Facultad de Agronomía, UBA. p:1.

BIANCO. C. A; KRAUS.T. A. y NUÑEZ.C. O. 2006. Botanica Agricola 2ºed Cordoba: UNRC. 498p.

BLAMEY, F.P.C. Y J. CHAPMAN. 1982. Soil amelioration effects on peanut growth, yield and quality. Plant and Soil. 65: 319-334.

BONADEO, E., A. CANTERO Y M. BONGIOVANNI. 2003. Relación entre la resistencia a la penetración, la densidad aparente y el contenido hídrico de un Haplustol típico. Rev. UNRC. 23(1-2): 13-23.

BONADEO, E.; I. MORENO y F.D.MORLA. 2017. Capítulo 6. Requerimientos Nutricionales. En: El Cultivo De Maní En Córdoba. Segunda Edición. Universidad Nacional de Río Cuarto, (Argentina). 118-119p.

BONADEO, E.; I. MORENO Y R. PEDELINI. 1998. Estudio preliminar sobre los niveles de nitrógeno, fósforo, calcio y boro en suelo y su relación con el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.). III Reunión Nacional de Oleaginosos.

BONADEO, E.; I. MORENO; M. BONGIOVANNI; R. MARZARI; M.J. GANUM GORRIZ Y I. BERNARDO. 2015. Sistema Suelo-Planta. Material para Alumnos. FAV – UNRC.

BONADEO, E.; I. MORENO; R. PEDELINI E I. BERNARDO. 1997. Algunos aspectos nutricionales del cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.). 12º Jornada Nacional del Maní. Gral. Cabrera – Cba. p: 29-31.

BONESSI, F. RAGO, A. MARINELLI, A. MARCH, G. CAZÒN, L. GARCIA, J. TARDITI, L. D'ERAMO, L. FERRARI, S. y C. ODDINO. 2011. Efecto de la fertilización

sobre la intensidad del carbón del maní. 26° Jornada Nacional de Maní. General Cabrera, Córdoba (AR): INTA - CIA. p. 63-64.

BORETTO. D. y PEDELINI. R. 2011. Respuesta del cultivo de maní a la fertilización con dosis crecientes de N, sin deficiencias de P, Ca y S. Trabajo presentado a la 26° Jornada Nacional de Maní. 15 de septiembre de 2011. General Cabrera, Córdoba (AR): INTA - CIA. p. 68-69.

CASINI C., P. SALAS, M. SAGADÍN & N. R. GROSSO. 1997. Estudio del efecto del riego y la fertilización con calcio sobre la calidad del maní tipo "Runner". 12 Jornada Nacional del Maní. General Cabrera, Córdoba. p. 40-41.

CERIONI. G; KEARNEY .M .I .T; MORLA. F. D.; BARBERO. V.; PICCO. M. y O. GIAYETTO. 2012. Fertilización Foliar Con Boro En Maní e Interacción Con Inductor De Enraizamiento Aplicado a la Semilla. 28 Jornada Nacional del Maní. General Cabrera, Córdoba.

CHOLAKY, L., A. CANTERO GUTIÉRREZ, I. MORENO Y E. BONADEO. 1986. Acumulación de materia seca y distribución de N, P, K, Ca, Mg, Na y C en maní (*Arachis hypogaea* L.). Rev. UNRC. 4(1): 13-40.

DELL, B., AND L. HUANG. 1997. Physiological response of plants to low boron. *Plant and Soil*, 193(1-2), 103-120. Diagnostic criteria. *J. Plant Nutrit.* 37: 172-183.

DI RIENZO, J.A.; F. CASANOVES; M.G. BALZARINI; L. GONZALEZ; M. TABLADA y C.W. ROBLEDO. 2014. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL [www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar).

FERNANDEZ E. M. y O. GIAYETTO. 2006. El Cultivo De Maní En Córdoba. Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Agronomía y Veterinaria. 290p.

FERNANDEZ, E.M. Y L.F. TOMASELLI. 2006. Calidad fisiológica de semillas de maní (*Arachis hypogaea* L.) influenciada por la aplicación foliar de calcio y boro. V° Encuentro Internacional de especialistas en *Arachis*. Río Cuarto, 04 al 07/04/06 s/p.

FERNANDEZ, E.M.; E. BONADEO, I. MORENO; E. HAMPP Y R. MARZARI.1998. Niveles de Ca y K de un Haplustol típico relacionados a la producción de maní. 13° Jornada Nacional del Maní. Gral. Cabrera - Cba. p: 18-19.

FERNANDEZ, E.M.; G. CERIONI; O. GIAYETTO; C. SILVA; E. BONADEO E I. MORENO. 2001. Calcium and drought stress on seed quality: germination and fatty acid. New Millennium International Groundnut Workshop. Qingdao, China. p:101.

FERNANDEZ, E.M.; ROSOLEM, C.A.; MARINGONI, A.C.; OLIVEIRA, D.M.T. 1997. Fungus incidence on peanut grains as affected by drying method and Ca nutrition. Field Crop Research. 52: 9-15.

FERNANDEZ, L.R. 1979. Fertilización del maní bajo condiciones de secano, en suelos de la planicie aluvial del río Motatán. Revista de la Facultad de Agronomía, Volumen 5, Número 1.

GASCHO, G.J. Y J.G. DAVIS. 1994. Mineral Nutrition. En: Smartt, J. (Ed.). The Groundnut Crop. Chapman & Hall. London, UK. Cap. 7 p: 214-245.

GASCHO, G.J. Y J.G. DAVIS. 1995. Soil Fertility and Plant Nutrition. En: Patee, H.E. y H.T. Stalker (Ed.). Advances in Peanut Science. APRES, Inc. USA. Cap. 11. p: 383-418.

GAUCHER, E.A. (1984). El suelo y sus características agronómicas. Barcelona : Omega, 1971.

GIAYETTO, O. 2017. Capítulo 1. Origen, historia y clasificación. En: El Cultivo De Maní En Córdoba Segunda Edición. Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Agronomía y Veterinaria. Las Higueras, Córdoba (Argentina). 468p.

GIAYETTO, O., CERIONI, G. A., Y ASNAL, W. E. 1998. Effect of sowing spacing on vegetative growth, dry matter production, and peanut pod yield. Peanut Science, 25(2), 86-87.

HALEVY, J. Y A. HARTZOOK. 1988. Dry matter accumulation and nutrient uptake of high yielding peanut (*Arachis hypogaea* L.) grown in a sandy soil. Peanut Sci. 15:5-8.

HARO. R. J.; MURGIO. M.; GASTALDI. L. 2010. Efecto de la Fertilización (N-P-Ca) Sobre El Rendimiento En El Cultivo De Maní. Trabajo presentado a la 25° Jornada Nacional de Maní. 16 de septiembre de 2010. General Cabrera, Córdoba (AR): CIA - INTA. p. 53-54.

HARTMOND, U; J.H. WILLIAMS Y F. LENZ. 1994. The influence of plant growth habit on calcium nutrition of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) pods. Plant and Soil, 160: 113-118.

INTA. 1991. Carta de Suelos de la República Argentina Hoja General Cabrera. Plan Mapa de Suelos. Ed. Fundación Banco Provincia de Córdoba, Córdoba.

KEERATI-KASIKORN, P., BELL, R.W., AND J.F. LONERAGAN. 1991. Response of two peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars to boron and calcium. *Plant and Soil*, 138(1), 61-66.

KONSAENG, S., DELL, B., AND B. RERKASEM. 2010. Boron mobility in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Plant and soil*, 330 (1-2), 281-289.

KVIEN, C.S.; R.W. WEAVER Y J.E. PALLAS. 1986. Mobilization of nitrogen-15 from vegetative to reproductive tissue of peanut. *Agron. J.* 78: 954-958.

LISA, F. 2010 Rendimiento y calidad comercial de maní en función del agregado de Calcio al suelo. Trabajo final de Grado. Ingeniería Agronómica. FAV – UNRC.

LIU, YI-FEI; HAN XIAO-RI; ZHAN XIU-MEI; YANG JIN-FENG; WANG YU-ZHI; SONG QIAO-BO Y CHEN XIN. 2013. Regulation of calcium on peanut photosynthesis under low night temperature stress. *Journal of Integrative Agriculture*. 12(12): 2172-2178.

MACHADO MANTOVANI, J.P.; J.C. CALONEGO Y J.S. SIMONETTI FOLONI. 2013. Adubação foliar de boro em diferentes estádios fenológicos da cultura do amendoim. *Rev. Ceres*. 60 (2): 270-278.

MENGEL, K. Y E.A. KIRKBY. 2000. Boro. En: Principios de nutrición vegetal. Instituto Internacional del Potasio Traducción R.J. Melgar. 4ta Edición – 1ra Edición en español. 6: 493-504.

MONTELEONE, M.E.; TROPEANO, G.; RUÍZ, D.; NITRASOIL ARGENTINA S.A. 2015. Optimización de la inoculación en el cultivo de maní -revisión de la tecnología luego de 10 campañas de evaluación a campo. 29º Jornada Nacional de Maní. General Cabrera, Córdoba (AR): INTA - CIA.

MORLA, F.D.; ACHAVAL, J.; CERIONI, G.A.; KEARNY, M.; GIAYETTO, O Y FERNANDEZ, E.M. 2016 Fertilización cálcica con nitrato de calcio y rendimiento de maní en la región manisera de Córdoba. XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rio Cuarto. Córdoba.

MURATA, M.R.; G.E. ZHARARE Y P.S. HAMMES. 2009. Interactions of pod-zone pH and Ca concentrations on reproductive growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). The

Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI. UC Davis. En: [escholarship.org/uc/item/665345ts](http://escholarship.org/uc/item/665345ts). Consultado: 01/10/15.

NAWAZ, N.; M.S. NAWAZ; M.A. KHAN; M.M. YASIN; D. BAIG; N.M. CHEEMA; M. AMJAD Y M.A. SHER. 2014. Effect of boron on peanut genotypes under rainfed conditions. *Pakistan J. Agric. Res.* 27(2): 110-117.

PEDELINI, R. 2012. Maní Guía práctica para su cultivo. Boletín de divulgación técnica 2. 2 da ed. Ed. INTA General Cabrera, Cba, Arg. 21p.

PEZZINI, M. CISNEROS, J.M. MORENO, I.S. 2010. Encalado en suelos del área manisera: efectos sobre el pH y la saturación con calcio. Trabajo presentado a la 25° Jornada Nacional de Maní. General Cabrera, Córdoba (AR): CIA - INTA. p. 69-70.

RAFIQUE, E.; M. MAHMOOD-UL-HASSAN; M. YOUSRA; I. ALI Y F. HUSSAIN. 2014. Boron nutrition of peanut grown in boron-deficient Calcareous soils: Genotypic variation and proposed diagnostic criteria. *Journal of Plant Nutrition*, 37:2, 172-183.

SINGH, A.M.; R.S. JAT Y J.B. MISRA. 2009. Boron fertilization is a must to enhance peanut production in India. XVI International Nutrition Colloquium. En: [www.escholarship.org/help\\_copyright.html#reuse](http://www.escholarship.org/help_copyright.html#reuse). Consultado: 25/09/15.

SPINOLA, M.C.M. Y S.M. CICERO. 2002. Qualidade física e fisiológica de sementes de amendoim submetidas a doses de gesso agrícola combinadas a épocas e modos de aplicação: II. Área sem calagem. *Revista Brasileira de Sementes*, 24(1): 229-236.

TORRI S.I., URRICARIET S. Y R.S. LAVADO. 2015. Micronutrientes y elementos traça. Cap. 12. En: *Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos*. Eds. Echevarria H.E. y F.O. García. Ediciones INTA. p. 357-378.

VASQUEZ M.E. & A. PAGANI. 2015. Calcio y Magnesio. Manejo de Fertilización y Enmiendas. Cap. 11. En: *Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos*. Eds. Echevarria H.E. y F.O. García. Ediciones INTA. p. 317-356.

VELÁSQUEZ, M.J.R. Y R. RAMÍREZ. 1985. Effect of Ca localization in the soil on development and formation of groundnut fruit (*Arachis hypogaea* L.). *Agronomía Tropical*. 35 (4-6): 29-39.

VISSIO, E. 2008. Rendimiento y calidad comercial de genotipos de maní en respuesta a la aplicación de calcio al suelo. Trabajo Final de grado de Ingeniería Agronómica. FAV – UNRC.

WALKER, M.E.; R.A. FLOWERS, R.J. HENNING; T.C. KEISLING Y B.G. MILLINIX. 1979. Response of early bunch peanuts to calcium and potassium fertilization. *Peanut Science*, 6: 119-123.

WHITE, P.J. Y M.R. BROADLEY. 2003. Calcium in plants. *Annals of Botany*, 92: 487-511.

WILLIAMS, J.H. Y K.J. BOOTE. 1995. Physiology and Modelling -Predicting the - Unpredictable legume-. En: Patte, H.E. y T.H. Stalker (Ed.). *Advances in Peanut Science*. APRES. Stillwater, EE.UU. Cap. 9 p: 301-353.

YAMADA, T. 2000. Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas? *POTAFOS: Informacoes Agronómicas* 90: 1-5.

ZHARARE, G.E.; C.J. ASHER Y P.F.C. BLAMEY. 2009a. Some observations on reproductive growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in simplified nutrient solutions. *The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI*. UC Davis. En: [escholarship.org/uc/ipnc\\_xvi](http://escholarship.org/uc/ipnc_xvi). Consultado: 01/10/15.

ZHARARE, G.E.; C.J. ASHER Y P.F.C. BLAMEY. 2009b. Calcium nutrition of peanut grown in solution culture. II. Pod-zone and tissue calcium requirements for fruiting of a Virginia and a Spanish peanut. *Journal of Plant Nutrition*, 32: 1843–1860.