



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Trabajo final presentado para optar al
Grado de Ingeniero Agrónomo

Modalidad: Proyecto

BIOESTIMULANTES EN MANI (*Arachis hypogaea* L.)

Alumno: Gustavo Ezequiel Bisotto
DNI: 32278310

Director: Prof. Guillermo A. Cerioni
Co-Director: Prof. Elena M. Fernandez

Río Cuarto, Córdoba
Diciembre 2016

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

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: Bioestimulantes en maní (*Arachis hypogaea L.*)

Autor: GUSTAVO EZEQUIEL BISOTTO

DNI: 32.278.310

Director: Prof. Guillermo A. Cerioni

Co-Director: Prof. Elena M. Fernandez

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

Ing Agr. Dr Gabriel Pablo ESPÓSITO

Ing. Agr. Diego RAMOS

Ing. Agr. MSc Guillermo Ángel CERIONI

Fecha de presentación: ____/____/____

Secretario Académico

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer profundamente a mi familia, padres, hermano, novia y amigos de toda la vida quienes fueron el eje fundamental durante el desarrollo de toda mi carrera.

A los compañeros, amigos que me mando la vida en toda esta larga etapa de la carrera, que estuvieron siempre presentes que junto con lo aprendido son lo más valioso que me llevo en todos estos años.

A los Ing Agr. Elena Fernandez y Guillermo Cerioni por su inmensa voluntad, acompañamiento e incondicional voluntad en la realización de este trabajo.

Al equipo de trabajo en laboratorio, sala de estufa y a campo por su apoyo y por la amistad encontrada a partir de la realización del presente estudio.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto, a través de ser una institución pública y gratuita brinda la posibilidad de formar profesionales día a día.

A los Ing Agro. Gabriel Espósito y Diego Ramos por su labor en la corrección del trabajo final de grado.

INDICE GENERAL

	Pági
Certificado de aprobación.....	I
Agradecimientos.....	II
Índice general.....	III
Índice de figuras.....	V
Índice de cuadros.....	VI
Índice de imágenes.....	VII
Índice de anexos.....	VIII
Resumen.....	IX
Summary.....	X
Introducción	1
Antecedentes.....	6
Hipótesis	7
Objetivos	7
Objetivos específicos	7
Materiales y métodos	8
Descripción del ensayo experimental.....	8
Metodología.....	8
a. Bioestimulantes (marcas comerciales).....	8
b. Tratamientos y dosis de aplicación.....	8
c. Descripción de los bioestimulantes.....	8
d. Testigo.....	8
A. Ensayo a Campo	9
1. Localización	9
a. Ubicación geográfica.....	9
2. Siembra	9
3. Diseño experimental	9
B. Evaluaciones	9
1. Evaluaciones en el establecimiento del cultivo	9
Emergencia y establecimiento.....	9
Evaluación de plántulas.....	9
Seguimiento del cultivo.....	9
2. Evaluaciones a cosecha	9
Componentes del rendimientos.....	9

Calidad comercial.....	10
C. Ensayo en laboratorio.....	10
1. Evaluación de la calidad fisiológica de la semilla según tratamiento.....	10
2. Evaluación de la calidad fisiológica de la semilla obtenida a cosecha (efecto de la planta madre).....	10
Análisis estadísticos.....	10
Resultados y discusión.....	11
I- Efecto de los bioestimulantes en el cultivo.....	11
A. Evaluación en el establecimiento de cultivo.....	11
1- Evaluación de emergencia por m ²	11
2- Evaluación de plántulas.....	12
a. Longitud de la raíz principal.....	12
b. Número de raíces secundarias.....	14
c. Número de hojas desplegadas.....	17
Conclusiones evaluación de establecimiento.....	18
B. Evaluación a cosecha.....	19
1- Biomasa vegetativa, reproductiva y total a cosecha.....	19
2- Rendimiento y sus componentes.....	20
a. Número de plantas a cosecha.....	20
b. Números de frutos.....	21
c. Peso de frutos.....	22
d. Peso de 100 semillas por granometría.....	23
e. Rendimiento de frutos y granos.....	23
3- Calidad física.....	25
a. Granometria y rendimiento confitería.....	25
b. Relación grano caja.....	26
Conclusión evaluación a cosecha.....	27
II- Efecto de los bioestimulantes sobre la Calidad Fisiológica.....	28
a. Evaluación de los bioestimulantes previo a la siembra.....	28
b. Efecto de la planta madre.....	31
Conclusión calidad fisiológica de la semilla.....	34
Conclusión general.....	35
Bibliografía Citada.....	36

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Número de plantas emergidas en 1m ² a los 20 DDS con tratamiento de bioestimulantes a la semilla a la siembra.....	11
Figura 2: Número de plantas emergidas en 1m ² a los 40 DDS con tratamiento de bioestimulantes a la semilla a la siembra.....	12
Figura 3: Longitud de la raíz principal (cm) a los 20 DDS con tratamientos de bioestimulantes a la semilla a la siembra.....	13
Figura 4: Longitud de la raíz principal a los 40 DDS con tratamientos de bioestimulantes a la semilla a la siembra.....	13
Figura 5: Números de raíces secundarias a los 20 DDS con tratamientos de bioestimulantes a la semilla a la siembra.....	15
Figura 6: Números de raíces secundarias a los 40 DDS con tratamientos de bioestimulantes a la semilla a la siembra.....	15
Figura 7: Número de hojas desplegadas a los 20 DDS con la utilización de bioestimulantes a la semilla a la siembra.....	17
Figura 8: Número de hojas desplegadas a los 40 DDS con utilización de bioestimulantes a la semilla a la siembra.....	18
Figura 9: Biomasa vegetativa (hojas + tallo + ramas), reproductiva (frutos) y total (vegetativo + reproductivo) a cosecha según tratamientos con bioestimulantes aplicados a la semilla a la siembra.....	19
Figura 10: Número de plantas a cosecha según bioestimulantes aplicados a las semillas.....	20
Figura 11: Número de frutos por superficie y por planta para los distintos tratamientos en función del testigo.....	21
Figura 12: Peso individual de fruto según diferentes tratamientos aplicados a la semilla a la siembra.....	22
Figura 13: Peso de 100 semillas por granometría.....	23
Figura 14: Rendimiento de frutos y semillas (kg/ha) según tratamientos de bioestimulantes aplicados en la semilla a la siembra.....	24
Figura 15: Rendimiento de maní confitería y categorías granométricas según tratamientos de bioestimulantes aplicados a la semilla a la siembra.....	26
Figura 16: Relación grano/caja según tratamientos de bioestimulantes aplicados a la semilla a la siembra.....	26
Figura 17: Test de Conductividad eléctrica realizado a semillas de maní posterior a cosecha tratadas con diferentes bioestimulantes.....	33
Figura 18: Test de Conductividad eléctrica realizado a semillas de maní posterior a cosecha tratadas con diferentes bioestimulantes y para cuatro tamaños granométricos.....	33

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1: Tratamientos y dosis de aplicación de bioestimulantes aplicados a la semilla.....	8
Cuadro 2: Número de frutos obtenidos por metro cuadrado y diferencia encontrada entre el testigo y el tratamiento con bioestimulantes aplicado a la semilla a la siembra.....	22
Cuadro 3: Diferencia de rendimiento entre los tratamientos aplicados a la semilla con respecto al testigo expresados en porcentajes (%)......	25
Cuadro 4: Resultados del test de germinación de semillas de maní tratadas con bioestimulantes.....	28
Cuadro 5: Resultados de un test de vigor, Envejecimiento acelerado, en semillas tratadas con bioestimulantes.....	29
Cuadro 6: Resultados de un test de vigor, Test de Frío, en semillas tratadas con bioestimulantes.....	30
Cuadro 7: Resultados del test de Germinación posterior a la cosecha de semillas de maní tratadas con diferentes bioestimulantes realizado en laboratorio de semillas.....	31
Cuadro 8: Resultados del test de Frío posterior a la cosecha de semillas de maní tratadas con diferentes bioestimulantes realizado en laboratorio de semillas.....	32

ÍNDICE DE IMAGENES

	Página
Fotografía 1: Comparación entre dos muestras de plántulas a los 20 DDS, (A) Testigo y (B) con bioestimulante (Stimulate).....	14
Fotografía 2: imágenes de los diferentes tratamientos realizados con la utilización de bioestimulantes aplicados a la semilla a la siembra.....	16

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo I	40
Anexo II	41
Anexo III	42

Bioestimulantes en maní (*Arachis hypogaea* L.)

RESUMEN

La siembra del cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) en la Región central Argentina, en general se lleva a cabo con semilla de baja calidad fisiológica, por lo que se recomienda sembrar entre 20 y 25 % más de semillas respecto a número de plantas a lograr, utilizándose en algunas situaciones hasta un 50 % más de la cantidad recomendada. El establecimiento del cultivo puede ser afectado por diferentes factores, entre ellos calidad fisiológica. Considerando las causas de la baja germinación y dada la importancia regional de este cultivo, el objetivo del presente trabajo fue considerar prácticas de manejo como es la aplicación de hormonas o nutrientes que pueden favorecer la germinación, emergencia y establecimiento del cultivo. El estudio se realizó durante el ciclo agrícola 2014/15 en la zona rural de Holmberg, Departamento Río Cuarto, Provincia de Córdoba, Argentina. Se utilizó un cultivar Granoleico, aplicándose bioestimulantes a las semillas como tratamiento con cinco niveles. A campo, se evaluó a los 20 y 40 días posteriores a la siembra la emergencia, longitud de la raíz principal, número de raíces secundarias y de hojas desplegadas de las plantas; a cosecha el rendimiento, sus componentes principales y la calidad comercial. En laboratorio, se evaluó el comportamiento de los bioestimulantes aplicados en las semillas y a cosecha el efecto de la planta madre a través del poder germinativo y el vigor mediante el test de envejecimiento acelerado, test de frío y conductividad eléctrica. En general los bioestimulantes mejoraron la emergencia, crecimiento y desarrollo de raíces. A cosecha no se observaron diferencias en el número de plantas, registrándose aumento de rendimiento de frutos y granos con la aplicación de Seed Power y Stimulate. Estas tendencias también se observaron en los componentes del rendimiento como el número de frutos por unidad de superficie y el peso individual de los mismos, aunque en estas variables no se logró detectar diferencias significativas. La calidad fisiológica de la semilla no mejoró con la aplicación de bioestimulantes, en cambio, pudo ser modificada durante el crecimiento de la planta madre no influyendo el tamaño de las semillas.

Palabras claves: *Arachis hypogaea*, bioestimulantes, emergencia, rendimiento, calidad fisiológica

Bio stimulants on peanut (*Arachis hypogaea* L.)

SUMMARY

Peanut sowing (*Arachis hypogaea* L.) in the Argentinian central region uses regularly physiological low quality seeds. That is why it is advisable to sow an extra 20 or 25 % amount of seeds above the number of plants foreseen to be obtained and sometimes even a 50 % over the recommended quantity is recommended.

The settlement of the crop can be affected by various factors including its physiological quality. Considering the causes that affect a low germination and given the regional importance of this crop, the goal for this study was to evaluate the different practices managing this crop such as hormonal or nutrient application that can favor its germination, emergency and settlement.

The study was carried out during the period of 2014/15 in the Holmberg rural region, Río Cuarto Department, Cordoba Province, Argentina. It was used a Grain oleic crop by applying a five level bio stimulants treatment to the seeds.

At a field level an evaluation was performed after 20 and 40 days after the sow to test the emergency, length of the main root and number of secondary roots and leaves separated from the plants. At a crop level, the results, main component and commercial quality was tested. At the lab it was assessed the behavior shown by those bio stimulants applied to the seed and towards the crop the effect of the source plant through the germinative power it holds the tests for accelerated aging, cold and electric conductivity.

As a general rule, bio stimulants improve the emergency, growth and development of the root. At a crop level there are no differences observed in the number of plants when registering the increase of performance on fruits and grain once Seedpower and Stimulate have been applied. These tendencies can also be observed in the performance of components such as number of fruits per unit of surface and the weight of each one though within these variables it was not possible to detect any significant differences.

The physiological quality of the seed did not improve when applying bio stimulants but this can be modified during the growth of the source plant regardless the sized of the seeds.

Key words: *Arachis hypogaea*, biostimulants, emergency, increase of, physiological quality.

INTRODUCCIÓN

El Cultivo de maní en Córdoba

El Sector Agroindustrial Manisero está radicado principalmente en la Provincia de Córdoba y constituye una economía regional emblemática para la Provincia, dedicada casi exclusivamente a la exportación, ya que exporta el 95% de su producción. Una treintena de localidades del interior de la Provincia de Córdoba sostienen sus economías gracias a la agroindustria manisera como única fuente significativa de empleo, entre las que se encuentran Río Tercero, Hernando, General Deheza, General Cabrera, Charras, Las Perdices, Ticino, Pasco, La Laguna, Santa Eufemia, La Carlota, Alejandro Roca, Dalmacio Vélez, Carnerillo, Las Junturas, y otras 15 localidades. Cabe también mencionar el papel casi vital que cada empresa tiene en la vida de su comunidad ayudando a sostener el funcionamiento de escuelas, policía, bomberos, hospitales y consorcios camineros lo que permite una alta retención de los jóvenes en la zona de origen con un óptimo nivel de escolarización (CAM, 2014).

En el año 2013, el Cluster Manisero involucra cerca de 12.000 puestos de trabajo, directos e indirectos, en estas localidades. Hay cientos de puestos de trabajo dependientes de sectores vinculados casi exclusivamente con la producción manisera en los sectores de producción y comercialización de fitosanitarios, fabricación de equipos y maquinaria agrícola e industrial específica, laboratorios de control de calidad y certificación de cargas, empresas de servicios de aseguramiento y certificación de la calidad de los productos y procesos, compañías de transporte marítimo y multimodal de cargas, asesores de ingeniería y tecnología agroindustrial para maní, equipos y profesionales de la investigación científica y tecnológica, empresas de construcción, y diversos servicios de comunicaciones e informática que brindan su apoyo al Sector Agroindustrial Manisero (CAM, 2014).

Dada la importancia regional de este cultivo y a la necesidad de continuar estudiando los diferentes aspectos que hacen a la mejora del sistema productivo, se desarrollará el presente Trabajo Final de Grado visando estudiar un aspecto del manejo del cultivo que es su establecimiento.

Establecimiento del cultivo

El establecimiento del cultivo puede ser afectado por diferentes factores. Entre ellos, se puede mencionar el tipo de suelo, la temperatura y humedad de la cama de siembra, las características genéticas y calidad física de las semillas, su calidad fisiológica (viabilidad, vigor, tamaño, sanidad y velocidad de emergencia) y por aspectos agronómicos o de manejo que afectan la emergencia (sistema de labranza, preparación de la cama de siembra, profundidad y sistema de siembra y tratamiento de la semilla) (Fernandez, 2006). Particularmente en el sistema

de producción de maní en Argentina, el manipuleo durante la cosecha y procesamiento en el descascarado y acondicionamiento provocan daños mecánicos en los granos de maní que afectan negativamente las estructuras de semilla y consecuentemente su comportamiento, principalmente cuando son expuestas a bajas temperaturas resultando en una menor emergencia de plántulas (Cavigliasso, 2012).

En general, la semilla utilizada en la región central de Argentina es de muy baja calidad fisiológica. Por lo que se recomienda sembrar entre 20 a 25% más de semillas respecto al número de plantas a lograr (Pedellini, 1998), en algunas situaciones se siembran hasta un 50% más de la cantidad recomendada (Cerioni *et al.*, 2011).

Germinación

El proceso de germinación involucra diferentes eventos que contribuyen al reinicio del crecimiento de la plántula, es decir el desarrollo radicular y los órganos aéreos (Marcos F°, 2015), cuyas características determinarán los resultados del test de germinación y vigor y el éxito del establecimiento del cultivo.

Entre otros factores, las hormonas tienen un rol muy importante en el desencadenamiento de los eventos durante el proceso de germinación, tales como movilización de reservas, elongación de la raíz (Marcos F°, 2015).

El eje embrionario interviene en los mecanismos que controlan la movilización de reservas durante el desarrollo de la plántula como es la producción de hormonas. Su crecimiento requiere de enzimas asociadas a la movilización de reservas, tal es el caso de los lípidos en maní (Davies y Slack, 1981).

Las hormonas controlan la movilización de reservas y no tiene un comportamiento universal. Las citocininas incrementan la degradación de las proteínas en algunas especies. El ácido giberélico (GA₃) y el ácido indolacético (IAA) estimulan la síntesis de proteasas, mientras que el ácido abscísico la inhibe y la movilización de lípidos en algunas especies (Davies y Slack, 1981). Las giberelinas también actúan durante la digestión, estimulando la síntesis y la actividad de las enzimas. El etileno actúa en la liberación y el movimiento de enzimas (Marcos F°, 2015).

Las enzimas asociadas con la movilización de carbohidratos de reserva pueden ser afectadas por la aplicación de hormonas. En algunas especies se ha observado que la aplicación de citocininas y GA₃ mejoran la actividad de la α -amilasa, y pueden reemplazar la influencia del eje embrionario en la producción de mannanasa en lechuga. En maní el ABA promueve la movilización de almidón y producción de α -amilasa (Marcos F°, 2015).

Las hormonas actúan sobre las estructuras o compuestos de las semillas o factores del ambiente de germinación. Las auxinas favorecen la permeabilidad de las membranas y el

crecimiento de la raíz primaria y el hipocótilo. Las giberelinas contribuyen a la superación de exigencias de luz y/o baja temperaturas, favorecen la expansión celular y el crecimiento de la plántula y la ampliación de la faja de temperatura óptima para la germinación. Las citocininas atenúan los efectos de las sustancias inhibitoras de la germinación como el ABA y la cumarina y estimulan la división celular y el alargamiento celular, presentando efecto sinérgico con la luz. El etileno en la promoción de la permeabilidad de la “cobertura” a los gases y atenúa la exigencia de la temperatura específica para la germinación, actuando en la superación de la dormancia en la semilla de varias especies (Marcos F°, 2015).

La emergencia de la radícula es el resultado del balance entre la turgencia de la radícula y la resistencia mecánica del endosperma (en el caso del tomate). El alto potencial agua que incrementa la turgencia permite la producción o activación del GA sobre la hidrólisis de las paredes celulares y consecuentemente disminuye la resistencia del endosperma emergiendo la radícula (Bewley y Black, 1994).

Otro factor que define el crecimiento de los cultivos es la nutrición mineral. Específicamente sobre la germinación existe poca información pero el efecto de los nutrientes sobre este proceso se puede inferir a través de su acción. El nitrógeno (N) tiene múltiples funciones en el crecimiento de las plantas pues favorece el crecimiento radicular y actúa sobre las hormonas e interactúa con otros nutrientes como el potasio (K). Este último tiene acción sobre fitohormonas como el AIA, citocinina y GA₂ -con el que tiene efecto sinérgico- y también actúa sobre la síntesis de proteínas, en la extensión celular (Marschner, 1997). El Cobalto (Co) es considerado como “elemento benéfico (Broadley *et al.*, 2012). Interviene en el metabolismo de los carbohidratos y proteínas por su participación en diversos sistemas enzimáticos (Malavolta *et al.*, 1997), tales como deshidratasas, mutasas, fosforilasas y transferasas, tiene función de regulación hormonal (ABA y etileno), favorece el desarrollo radicular (Ortega y Malavolta, 2012) y la fijación biológica de nitrógeno (Broadley *et al.*, 2012).

Las semillas que conforman un lote de maní pueden tener diferentes comportamientos lo que se traduce en un determinado porcentaje de germinación. Esas diferencias se pueden deber a la dormancia o al deterioro.

En maní la dormancia es el resultado de un balance hormonal entre el ácido absísico – que actúa como inhibidor de la germinación- y el etileno –que la promueve- producido por el embrión a través de la acción de las citocininas durante la imbibición (Ketring y Morgan, 1971; 1972). La dormancia en los tipos Virginia es regulada por los cotiledones, el eje embrionario (ambos son tejido del cigoto) y el tegumento (Bandyopadhyay *et al.*, 1999). En el Test de germinación se pueden registrar semillas durmientes que se diferencian en semillas duras y frescas (ISTA, 2015). La presencia de semillas frescas en condiciones sub-óptimas de temperatura durante el proceso de germinación indica que en condiciones adecuadas el proceso continuará y desarrollarán una plántula (Fernandez *et al.*, 2015b).

El deterioro es inevitable, las semillas como todos los organismos vivos envejecen y consecuentemente mueren. Después de la maduración el potencial fisiológico de las semillas puede permanecer relativamente inalterado durante cierto tiempo o disminuir rápidamente, con una velocidad e intensidad determinada por las condiciones ambientales y las prácticas de manejo. Además, el deterioro es continuo e irreversible, por lo que no es posible recuperar la calidad individual de la semilla perdida durante y después de la cosecha (Delouche, 1963). El mantenimiento de la viabilidad y vigor depende de la integridad de las macromoléculas y de la compartimentalización celular, pero la degradación de la estructura y funciones vitales de la semilla es inevitable, aún cuando la actividad de los mecanismos de “reparación” puedan retardar la caída del desempeño del lote (Marcos F°, 2015).

Los lotes de semillas de maní en la región productora de Córdoba son de baja calidad fisiológica (Cerolini *et al.*, 2015; Fernandez *et al.*, 2015a), causados por las condiciones ambientales durante el crecimiento de la planta madre (Arnosio *et al.*, 2013; Marchetti *et al.*, 2011), momento de arrancado (Fernandez *et al.*, 2015a) y/o acondicionamiento poscosecha (Cerolini *et al.*, 2015): los bajos porcentajes de germinación se deben a la presencia de plántulas anormales y de semillas muertas.

Tamaño de las semillas

En el cultivo de maní se ha observado que el tamaño de las semillas utilizado influencia la emergencia y el crecimiento-desarrollo del cultivo originado a partir de las mismas (Fernandez, 2004 a y b). Para la siembra de maní se pueden utilizar algunos de los diferentes tamaños de semillas, éstos son influenciados por el genotipo (Fernandez *et al.*, 2012) y por las condiciones ambientales durante el desarrollo de las mismas, tales como estrés hídrico (Cerioni, 2003; Fernandez *et al.*, 1998; Giambastiani, 1998), de temperatura (Cerioni, 2003), entre otros.

Los resultados obtenidos hasta la fecha no son contundentes con respecto al efecto del tamaño sobre la germinación y/o emergencia. Fernandez *et al.* (1998) en un estudio realizado en la zona de General Cabrera (Córdoba) con el cultivar Florman INTA, observaron que las semillas pequeñas (retenidas en zaranda de tajo de 6,5 mm) y las de mayor tamaño (retenidas en zaranda de tajo de 9 mm) tenían menor germinación, debido principalmente a la mayor proporción de semillas duras. Por su parte, Marchetti *et al.* (2011), trabajando con varios cultivares (Utre-UNRC, Uchaima-UNRC, Tegua y Granoleico) que crecieron en Río Cuarto y Del Campillo – Córdoba, no observaron diferencias en el PG de semillas de diferentes tamaños pero sí en el vigor, detectando que las semillas de mayor tamaño eran más vigorosas que las más pequeñas. Por su parte, Arnosio *et al.* (2013) y Fernandez *et al.* (2015a) constataron mayor PG y vigor en las semillas más grandes (retenidas en las zaranda de 9 y 8, principalmente),

aunque fue observado que el efecto del tamaño sobre el vigor es más evidente en los genotipos de ciclo más largo (Fernandez *et al.*, 2013)

Práctica de Manejo: Aplicación de Bioestimulantes

Considerando las causas de la baja germinación (plántulas anormales, semillas muertas o durmientes) es posible considerar que prácticas de manejo pueden intervenir positivamente sobre la germinación y emergencia, como es la aplicación de hormonas o nutrientes. Localmente se han realizado ensayos con resultados positivos con diferentes productos como los bioestimulantes.

Los bioestimulantes son compuestos naturales o sintéticos complejos nutritivos que contienen micronutrientes, aminoácidos, extractos vegetales y hormonas de crecimiento que pueden ser aplicados a las plantas (hojas, frutos, semillas). Tienen la función de provocar alteraciones en los procesos fisiológicos y estructurales, mejoran la calidad fisiológica de las semillas, el establecimiento del cultivo e incrementan el rendimiento. Además, favorecen un equilibrio hormonal en los vegetales y producen una relación adecuada del sistema radicular aumentando el número y profundidad de raíces, con beneficios en la absorción de agua y nutriente. Estos productos forman parte de la tecnología de la agricultura sostenible, su aplicación incrementa significativamente la productividad y calidad de los cultivos, protege el ambiente y la salud, y minimizan los costos de producción (Cerioni *et al.*, 2011).

Los bioestimulantes son tema de actualidad y novedad dentro del marco legislativo en todos los países. Los bioestimulantes agrícolas se encuentran entre los productos más antiguos que se vienen utilizando en la agricultura. Siempre ha existido la necesidad de estimular el crecimiento de las plantas para aumentar los rendimientos y, tanto más, cuando el agricultor ve que su cosecha puede verse mermada, sobre todo, después de haber pasado por una inclemencia meteorológica (Almeida Silva *et al.*, 2008).

Sin embargo, el uso del término "bioestimulante" es más reciente. A partir de la mitad de la década de los noventa comienzan a aparecer artículos y publicaciones mencionando el término "bioestimulante" y, hasta hoy, el incremento de uso de este término ha crecido de manera exponencial. Los bioestimulantes se utilizan cada vez más en la producción agrícola en todo el mundo y pueden contribuir eficazmente a superar el reto que plantea el incremento de la demanda de alimentos por parte de la creciente población mundial. Si bien, inicialmente, los bioestimulantes se utilizaban principalmente en la agricultura ecológica y en los cultivos de frutas y hortalizas de mayor valor añadido, hoy en día también juegan un papel cada vez más importante en la agricultura tradicional, como complemento de fertilizantes y productos fitosanitarios, y en las prácticas agronómicas en general (Valagro, 2016).

Antecedentes

En ensayos realizados localmente con la utilización de bioestimulante que conformados por hormonas (ácido indolbutírico (AIB) - auxina + ácido giberelico + citocinina = Stimulate) aumentó el porcentaje de germinación y el vigor de las plántulas medido con la energía germinativa (Cerioni *et al.*, 2011), la longitud de la raíz y el número de raíces secundarias y de hojas (Kearney *et al.*, 2011). Este conjunto de hormonas aplicadas a las semilla incrementa el rendimiento (Kearney *et al.*, 2011; Morla *et al.*, 2013; Cerioni *et al.*, 2014).

La aplicación de otro bioestimulante constituido por nutrientes (N + K = Bio Forge) aumentó el número de raíces secundarias, la longitud del tallo y el número de hojas a los 20 días después de la siembra (DDS) y a cosecha registraron mayor número de plantas, mayor peso seco aéreo y mayor número de frutos (Cerioni *et al.*, 2014).

En soja se ha observado que la aplicación de 1 g Co ha⁻¹ aumentó la germinación y la emergencia a campo (Guerra *et al.*, 2006). No existe información sobre el efecto de la aplicación de cobalto en la semilla de maní. La información disponible sobre la aplicación de micronutrientes, específicamente Co, en semillas de maní a la siembra es escasa localmente por lo que se ha considerado pertinente realizar un estudio para obtener información local sobre el tema.

HIPÓTESIS

El uso de bioestimulantes de síntesis en el cultivo de maní favorece la germinación de las semillas logrando un mejor establecimiento de las plantas, a través de un mayor crecimiento radical y foliar en menor tiempo, influenciando positivamente el rendimiento y la calidad física y fisiológica del producto cosechado.

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar bioestimulantes de síntesis aplicados al inicio de un cultivo de maní sobre la germinación de las semillas y emergencia de plantas y su efecto sobre el rendimiento y la calidad física y fisiológica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar el establecimiento del cultivo.
- Evaluar el rendimiento y la calidad física (granometría) y fisiológica del maní.
- Evaluar el efecto bioestimulantes sobre la germinación y el vigor de las semillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO EXPERIMENTAL

METODOLOGÍA

El ensayo se realizó en dos etapas, una de ellas en el campo y otra en el Laboratorio de Semillas del Departamento de Producción Vegetal.

a. Bioestimulantes (marcas comerciales)

aa. Seed Power™

ab. Stimulate™

ac. Bioforge™

b. Tratamientos y dosis de aplicación

Los tratamientos fueron bioestimulantes aplicados a la semilla (previamente tratada con Fludioxinil – Metalaxil M (Apron maxx)), al momento de la siembra, que se detallan en el Cuadro 1 según nombre comercial.

Cuadro 1: Tratamientos y dosis de aplicación de bioestimulantes aplicados a la semilla.

GRUPO	TRATAMIENTO	DESCRIPCION	DOSIS ml/100 kg
T0	Tratamiento 0	Testigo sin tratar	
T1	Tratamiento 1	Seed Power™	20
T2	Tratamiento 2	Seed Power™	40
T3	Tratamiento 3	Seed Power™	60
T4	Tratamiento 4	Stimulate™	300
T5	Tratamiento 5	Bioforge™	250

c. Descripción de los bioestimulantes

- **Seed Power™**: Cobalto quelado al 1.5 %.

- **Stimulate™**: 0,005% ácido indolbutírico (auxina); 0,005% ácido giberelico y 0,009% cinetina (citocinina).

- **Bioforge™**: 2,0% nitrógeno (N) principalmente como N, N'- diformyl urea, 3,0% potasio (K₂O).

d. Testigo

Se estableció un testigo absoluto, que corresponde a la forma en que se realiza la siembra sin la utilización alguna de productos como bioestimulantes.

A. Ensayo a campo

1- Localización

El presente ensayo a campo se realizó en la zona rural de Holmberg, Departamento Río Cuarto, Provincia de Córdoba, Argentina. El campo en cuestión se encuentra ubicado a 4.2 km al Norte de Holmberg y a 8 km al Sur-oeste de Río Cuarto (Anexo I), Latitud: 33°10'12.83''S, Longitud: 64°26'16.74''O.

2- Siembra

La siembra se realizó el día 07 de Noviembre de 2014, con una sembradora de grano grueso de 16 surcos a 0,70 m entre hileras y 18 semillas por metro de surco, con un cultivar Granoleico.

3- Diseño experimental

El diseño que se utilizó para la siguiente investigación fue el de bloques completos al azar. Las parcelas fueron de 20 surcos por 30 m de largo, con 3 repeticiones por tratamiento (Anexo II).

B. Evaluaciones

1. Evaluaciones en el establecimiento de cultivo

Emergencia y establecimiento: Se realizó a los 20 y 40 días después de la siembra. Sobre cada bloque se evaluaron las plantas emergidas en una superficie de 1 m² (1,43 m lineales de surco), con tres repeticiones. A partir de estos datos se obtuvo el número de plantas por metro cuadrado.

Evaluación de plántulas: En cada fecha de evaluación de emergencia se recolectaron 3 muestras de planta en 1 m² (1,43 m lineal de surco) por tratamiento y repetición. En cada planta se midió la longitud de la raíz principal, el número de raíces secundarias y el número de hojas desplegadas.

Seguimiento del cultivo: Los controles sanitarios de malezas, plagas y enfermedades se realizaron de acuerdo al manejo normal del lote comercial.

2. Evaluaciones a cosecha

Componentes del rendimiento: A cosecha (R8) se recolectaron 3 muestras de 1 m² (1.43 m lineal de surco) por tratamiento y repetición. Se registró el número de plantas, peso de hojas y tallos, peso y número de frutos maduros, peso de semillas y pericarpio. A partir de esos datos se calculó el peso de frutos y semillas por plantas, índice de cosecha y la relación grano/caja y rendimiento (kg ha⁻¹).

Calidad comercial: Porcentaje de maní apto para selección tipo confitería, relación grano/caja y granometría. Se procesaron muestras de 500 gramos 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; 9; 8; 7,5; 7; 6,5; 6 mm de ancho, de las que se obtuvieron las siguientes categorías de tamaños, expresadas en base al número de semillas por onza (28,35 g): < 38, 38-42, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-100 y > 100, respectivamente. En cada categoría granométrica se determinó el peso de 100 semillas.

C. Ensayo en Laboratorio

En el laboratorio de semilla de la FAV – UNRC se realizaron las siguientes actividades:

1. Evaluación de la calidad fisiológica de semillas según tratamiento

Al inicio del ciclo se evaluó la calidad fisiológica según tratamientos citados en el Cuadro 1.

La calidad de las semillas se evaluó a partir del poder germinativo -en sustrato papel- (ISTA, 2015) y el vigor por medio del test de frío, envejecimiento acelerado (Hampton y Te Krony, 1995) y evaluación de plántulas (Nakagawa, 1999; ISTA, 2010). Se utilizaron 25 semillas con 8 repeticiones por tratamiento.

2. Evaluación de calidad fisiológica de las semillas obtenidas a cosecha (Efecto de la Planta Madre)

En laboratorio se evaluó la calidad (25 x 8) a partir del poder germinativo (ISTA, 2015) y el vigor por medio del test de frío, envejecimiento acelerado, conductividad eléctrica (Hampton y Te Krony, 1995) y evaluación de plántulas (Nakagawa, 1999; ISTA, 2010), en las semillas retenidas en las zarandas de 8, 7,5, 7 y 6,5 mm de ancho.

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. Efecto de los Bioestimulantes en el Cultivo

A. Evaluaciones en el establecimiento de cultivo

1- Evaluación de emergencia

En la figura 1 se muestra el número de plantas por superficie (m^{-2}) a los 20 DDS. Esta variable fue modificada por la aplicación de bioestimulantes en la primera evaluación realizada. Todos los tratamientos tuvieron un efecto respecto al testigo, así en promedio hubo 4 plantas más por superficie (33 %). Se observaron diferencias estadísticas significativas en T1, T2, T3 y T5 respecto de T0. Por su parte T4 (15,8 plantas), aunque fue mayor que T0 (12,4 plantas) no difirió estadísticamente de este último ni de los demás tratamientos con bioestimulantes.

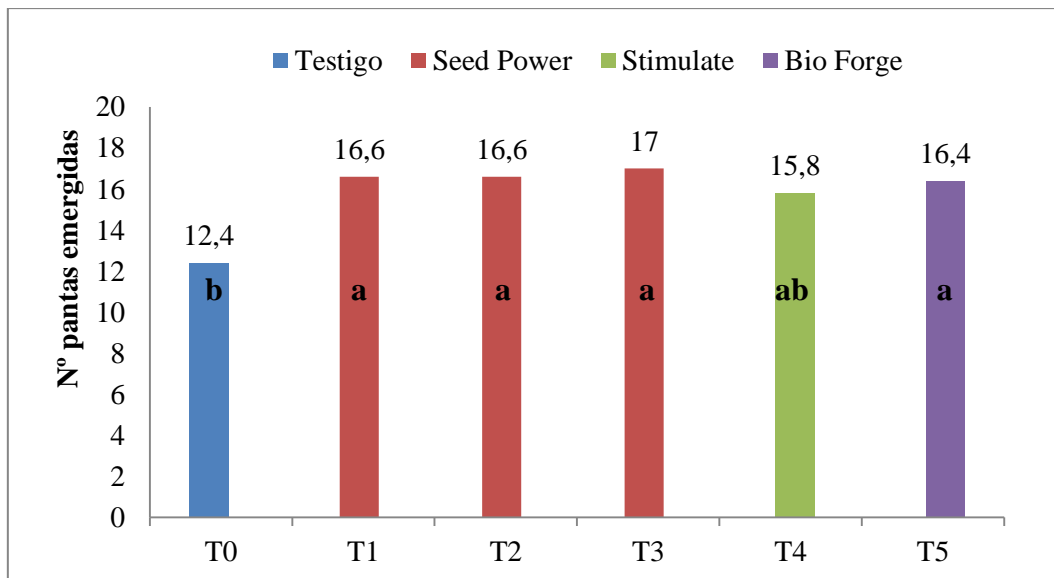


Figura 1: Número de plantas emergidas en 1m^{-2} a los 20 DDS según tratamiento de bioestimulantes a la semilla a la siembra. Letras distintas en cada tratamiento indican diferencias significativas (Test Duncan, $p < 0.05$).

La densidad de plantas a los 40 DDS (Fig. 2) tuvo la misma tendencia indicada en la primera evaluación. Hubo diferencias estadísticas significativas entre el testigo y las parcelas donde las semillas fueron tratadas con bioestimulantes. Todos los tratamientos superaron al testigo, así en promedio hubo 5 plantas más por superficie (37 %).

Estos resultados validan la aplicación de los bioestimulantes en la semilla como práctica en la zona manisera de Córdoba donde se combinan condiciones ambientales desfavorables a la siembra (temperaturas subóptimas) y regular calidad de semilla (Cerioni *et al.*, 2011). Con esta práctica de manejo se puede reducir la cantidad de semillas a sembrar recomendada por

Pedellini (1998) 20 a 25 % y Cerioni *et al.* (2011) hasta un 50 % más respecto al número de plantas a lograr.

Resultados son similares a los de este estudio fueron observados por Kearney *et al.* (2011) con aplicaciones en maní a la siembra 300 cc de Stimulate /100 kg de semilla, en ensayos realizados en Holmberg y La Carolina. Por otra parte, Stoller (2013) en un ensayo realizado en maíz también observó un aumento en el porcentaje de germinación y mejora en el desarrollo inicial de las plantas.

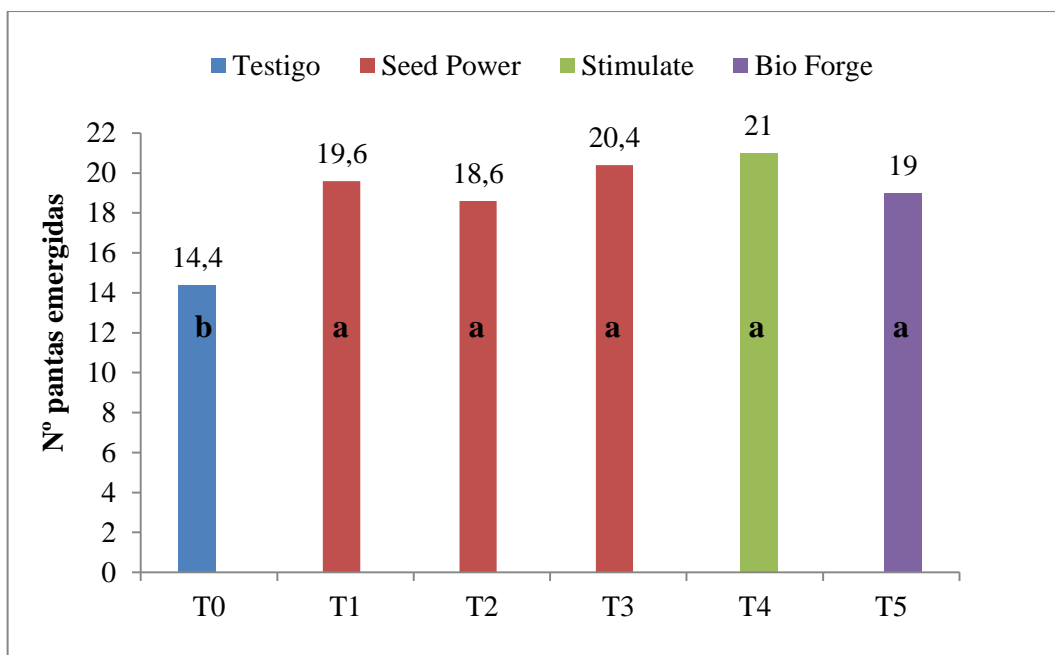


Figura 2: Número de plantas emergidas en 1m² a los 40 DDS con tratamiento de bioestimulantes a la semilla a la siembra. Letras distintas en cada tratamiento indican diferencias significativas (Test Duncan, $p < 0.05$).

2- Evaluación de plántulas

a. Longitud de raíz principal

Las figuras 3 y 4 se encuentran los resultados de la evaluación de la longitud (cm) de la raíz principal a los 20 y 40 DDS respectivamente (Anexo III cuadro 1).

A los 20 DDS, los datos muestran que la longitud de raíz principal fue superior (diferencia estadísticas significativas $p=0.026$) con la aplicación de bioestimulantes (Stimulate, SeedPower, BioForge) respecto al testigo (T0). El tratamiento T4 (Stimulate) (6.71 cm) fue mayor en un 25 % respecto al control (T0), encontrándose en los demás tratamientos (SeedPower) (T1, T2, T3) (BioForge) (T5) diferencias de entre 19,6 a 13 % mayor al testigo, lo que mostró un efecto positivo al agregado de bioestimulantes aplicado a la semilla sobre el crecimiento de la raíz. No se observaron diferencias entre los diferentes bioestimulantes.

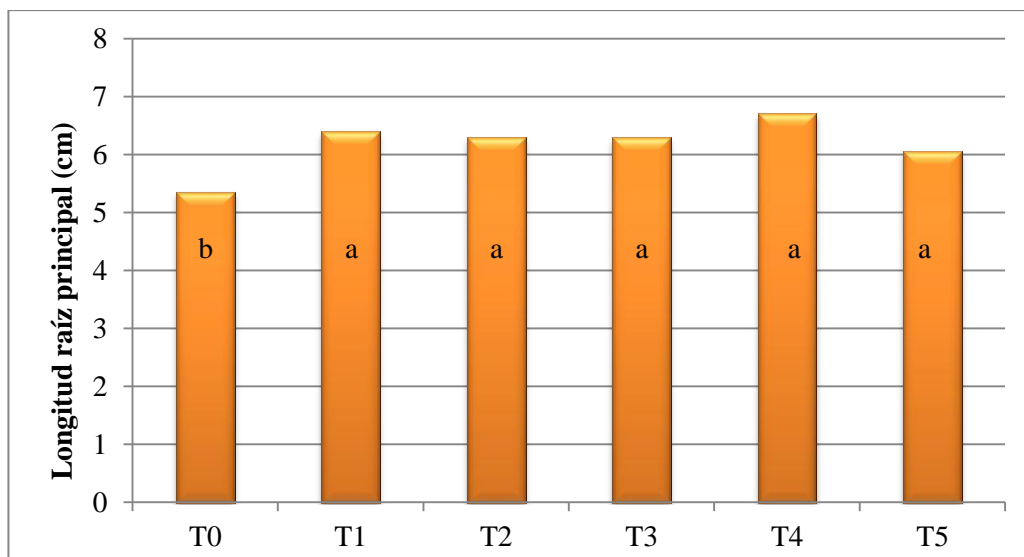


Figura 3: Longitud de la raíz principal (cm) a los 20 DDS con tratamientos de bioestimulantes a la semilla a la siembra. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas (Test DGC, $p < 0.05$).

El muestreo realizado a los 40 DDS (Fig.4) muestra una tendencia similar a la observada a los 20 DDS (Fig. 3), aunque a los 40 DDS se observan variaciones en el comportamiento de los productos comerciales ($p < 0.001$). La longitud de la raíz principal a los 40 DDS fue superior significativamente con la aplicación de bioestimulantes en general. Sin embargo, la dosis media de Seed Power (40 ml/100 kg) no mostró diferencia respecto al testigo. El tratamiento con Bioforge (250 ml/100 kg) fue superior a los demás productos, siendo las distintas dosis aplicadas de Seed Power (20 y 60 ml/100 kg) y Stimulate (300 ml/100 kg) similares entre sí, aunque en estos tratamientos la longitud de raíz fue menor que con la aplicación de Bioforge.

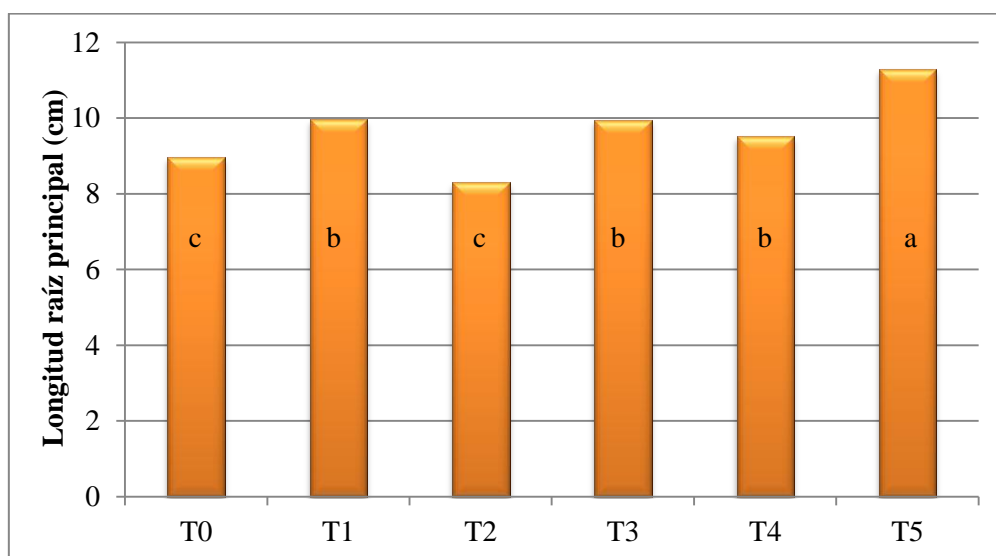


Figura 4: Longitud de la raíz principal a los 40 DDS con tratamientos de bioestimulantes a la semilla a la siembra. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas (Test DGC, $p < 0.05$).

Los resultados de este trabajo muestran similitud con otros estudios realizados en la zona manisera de Córdoba (Cerioni *et al.*, 2013) quienes obtuvieron diferencias de 1,8 cm a los 20 DDS y 0,5 cm a los 36 DDS en la longitud de la raíz principal con la utilización de bioestimulantes. Por su parte, Kearney *et al.* (2011) encontraron aumentos significativos en la longitud de la raíz principal a la aplicación de Stimulate en la semilla en diferentes sitios, obteniendo diferencias mayores al 5 %. Stoller (2013) en trabajos realizados en maíz también muestran un aumento en la longitud de la raíz principal con la aplicación de Stimulate obteniendo diferencias del 33 % con el testigo.

En la fotografía 1 se presentan las plántulas a los 20 DDS: en la misma se observa que el sistema radical del testigo fue menor en comparación con T4. En anexo III fotografía 1 se muestran los demás tratamientos.



A)



B)

Fotografía 1: Plántulas del Testigo (A) y con bioestimulante (Stimulate) (B) a los 20 DDS.

b. Número de raíces secundarias

En la evaluación a campo se pudo analizar como afectó la aplicación de bioestimulantes el número de raíces secundarias por planta en dos momentos 20 (Fig. 5) y 40 DDS (Fig. 6). En el anexo III cuadro 1 se muestran los valores.

El número de raíces secundarias a los 20 DDS mostró diferencias significativas en favor de la aplicación de Stimulate (T4) y Seed Power (T1). Sin embargo se observa que no hubo un aumento del número de raíces secundarias en los tratamientos de Seed Power (T2, T3) y Bioforge (T5), no existiendo diferencias estadísticas significativas entre estos y el testigo (T0).

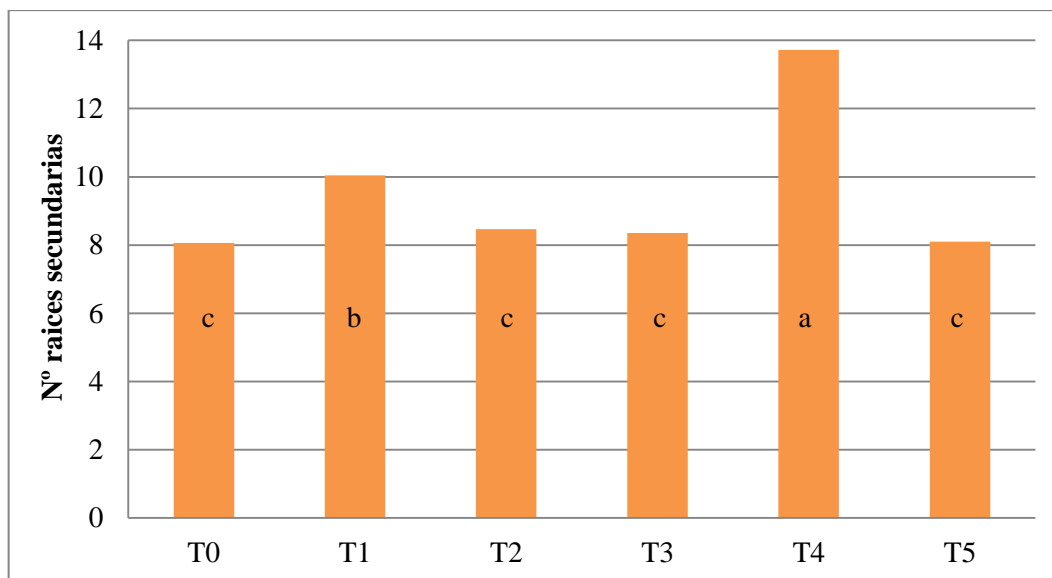


Figura 5: Números de raíces secundarias a los 20 DDS con tratamientos de bioestimulantes a la semilla a la siembra. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas (Test DGC, $p < 0.05$).

La diferencia en el número de raíces secundarias evaluadas a los 20 DDS muestra una mayor variabilidad respecto a lo que sucedió a los 40 DDS, así mismo, se puede afirmar que el mayor número de raíces secundarias es debido a la aplicación de Stimulate tanto a los 20 como a los 40 DDS. Esto se debe a los contenidos de diferentes hormonas como auxinas, giberelinas y citocininas que actúan sobre las estructuras o compuestos de las semillas o factores del ambiente de germinación (Marcos F°, 2015).

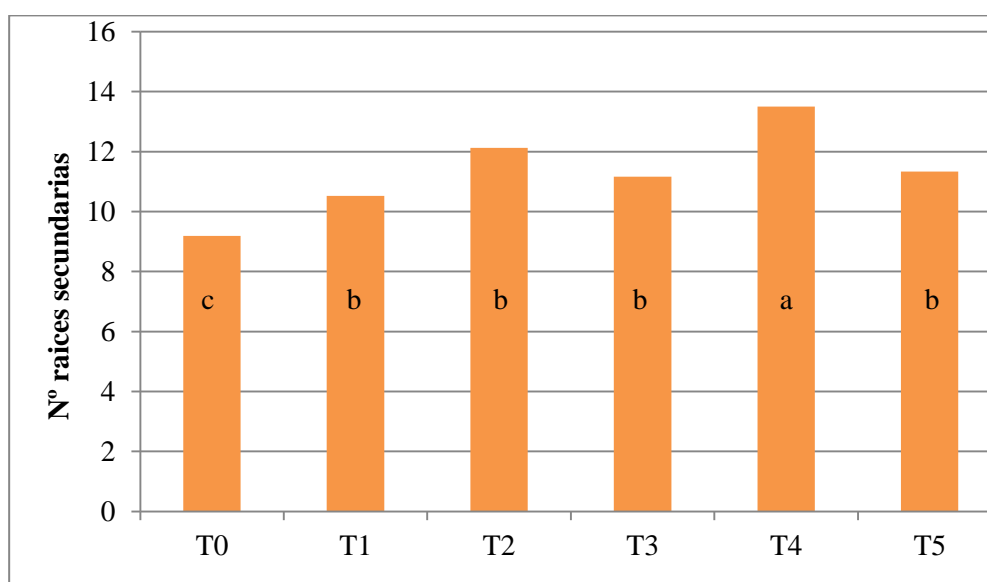


Figura 6: Números de raíces secundarias a los 40 DDS con tratamientos de bioestimulantes a la semilla a la siembra. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas (Test DGC, $P < 0.05$).

El número de raíces secundarias no mostró diferencias significativas a los 20 DDS (figura 5) con el uso de SeedPower (40 y 60 ml/100 kg de semillas) (T2 y T3) y Bioforge (T5) respecto al testigo (T0); probablemente porque estos productos no tienen en su formulación auxinas y citocininas (promueven la división celular y diferenciación de raíces y tallos) como es el caso de Stimulate.

Estos resultados que se obtuvieron a favor de la utilización de Stimulate aplicado a la semilla muestran similitud con lo encontrado por otros autores (Cerioni *et al.*, 2011; Kearney *et al.*, 2011; Morla *et al.*, 2013), quienes obtuvieron aumentos significativos en el número de raíces secundarias con la utilización de Stimulate en la semilla.

En la fotografía 2 se observan plantas con su desarrollo radical y aéreo A 40 DDS, según los tratamientos realizados con bioestimulantes a la semilla a la siembra.



A) Testigo



B) Tratamiento Bioforge



C) Tratamiento Seed Power



D) Tratamiento Stimulate

Fotografía 2: Imágenes de los tratamientos realizados con bioestimulantes aplicados a la semilla a la siembra.

En otros cultivos también se observaron efectos positivos de bioestimulantes (Stimulate): En un estudio en soja en Río Cuarto Cerioni *et al.* (2013) registraron respuestas similares en el número de raíces secundarias a los de esta experiencia. Por su parte, Stoller (2013) reportaron aumentos en el número y longitud de raíces secundarias en maíz, obteniendo una diferencia del 30 % en la cantidad y 20 % en la longitud de las mismas con respecto al testigo. Por el contrario, Fresoli *et al.* (2016) en un trabajo realizado en soja no encontraron diferencias estadísticamente significativas en el número de raíces secundarias.

c. Número de hojas desplegadas

En la figura 7 y 8 se el número de hojas desplegadas en dos momentos del ciclo del cultivo, a los 20 y 40 DDS respectivamente. En el anexo III cuadro 1 se muestran los valores.

El número de hojas desplegadas a los 20 DDS (Fig. 7) aumentó con diferencias estadísticas significativas con respecto al testigo ($p=0,0008$), aunque el tratamiento (T3) no mostró diferencia con este. Considerando que la semilla de maní tiene preformada hasta 8 hojas, se puede decir que este efecto en el número de hojas desplegadas puede estar asociado al comportamiento de los bioestimulantes sobre el crecimiento radicular (Fig. 4), favoreciendo la absorción de agua que luego se traduce en la aparición de hojas.

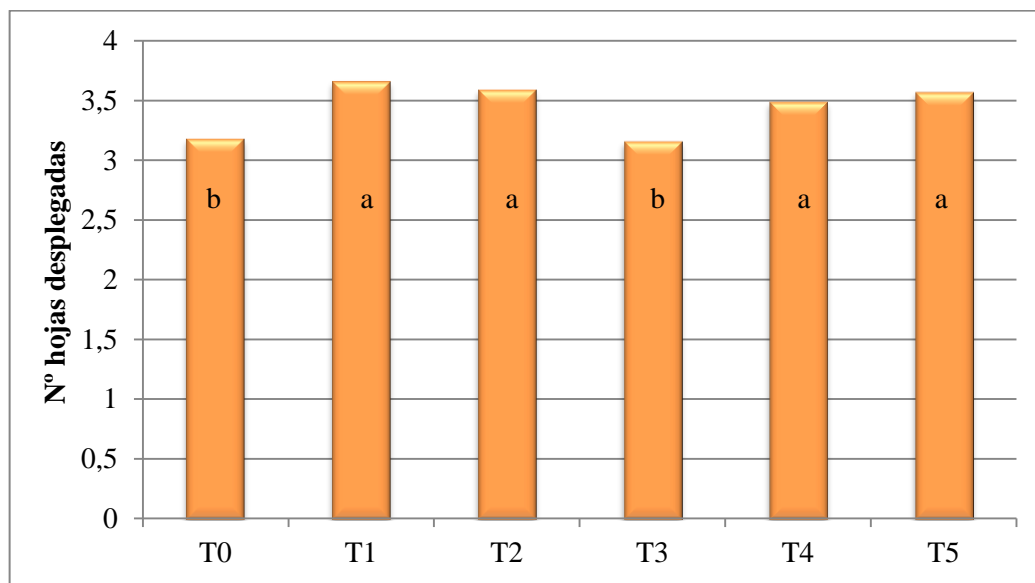


Figura 7: Número de hojas desplegadas a los 20 DDS con la utilización de bioestimulantes a la semilla a la siembra. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas (Test DGC, $p < 0.05$).

El número de hojas desplegadas a los 40 DDS (Fig. 8) no fue modificado estadísticamente con los tratamientos aplicados.

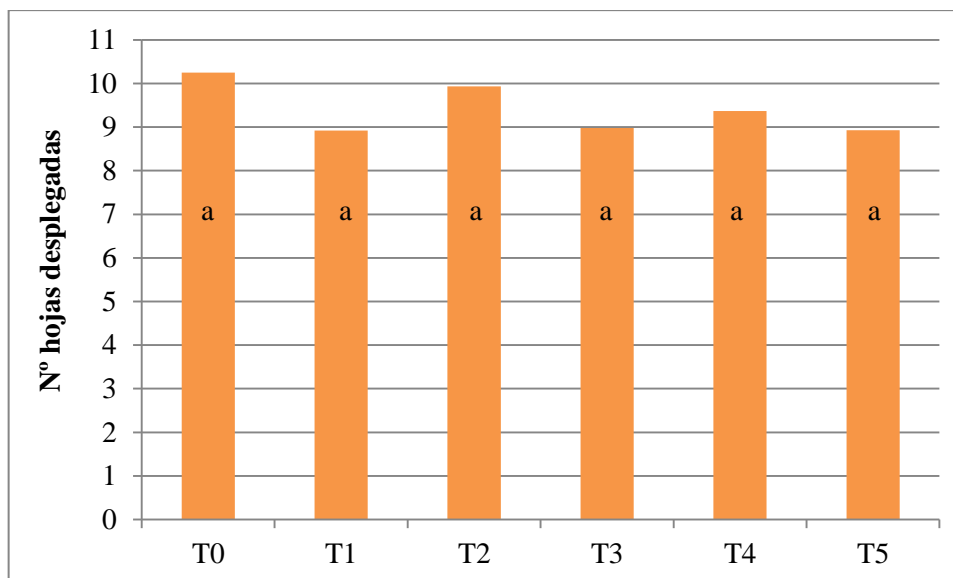


Figura 8: Número de hojas desplegadas a los 40 DDS con utilización de bioestimulantes a la semilla a la siembra. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas (Test DGC, $p < 0.05$).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo concuerdan con los reportados por otros autores (Cerioni *et al.*, 2011; Kearney *et al.*, 2011; Morla *et al.*, 2013), quienes no observaron variaciones en el número de hojas con la aplicación de Stimulate.

Conclusiones Evaluación de Establecimiento

- La emergencia del cultivo, medida a los 20 y 40 DDS, mejoró, en general, con el tratamiento de bioestimulantes a la semilla, siendo estadísticamente superiores al testigo, aunque la aplicación de Stimulate (T4) a los 20 DDS no difirió estadísticamente del tratamiento testigo.
- La aplicación de bioestimulantes a la semilla tuvo un efecto positivo en el crecimiento y desarrollo de raíces.
- La longitud de la raíz principal aumentó con la aplicación de los bioestimulantes en general con diferencias significativas respecto al testigo a los 20 DDS, sin mostrar diferencia entre los bioestimulantes entre sí. A los 40 DDS también se obtuvieron diferencias significativas, existiendo diferencia entre los distintos bioestimulantes, siendo Bioforge (T5) el que mostró mayor longitud de raíz.
- El número de raíces secundarias a los 20 y 40 DDS fue mayor con Stimulate (T4) que los demás tratamientos. Por otra parte a los 40 DDS hubo diferencias entre los distintos

bioestimulantes aplicados, aunque Stimulate (T4) se mostró igual que a los 20 DDS siendo superior a los demás.

- Si bien hubo diferencias significativas en el número de hojas desplegadas a los 20 DDS, esta no se mantuvo a los 40 DDS. Por su parte a los 20 DDS la aplicación de Seed Power (60 ml/100 kg) no mostro diferencia con el testigo.

B. Evaluaciones a cosecha

1. Biomasa vegetativa, reproductiva y total a cosecha

La figura 9 se presenta la biomasa (peso de la materia seca) de hojas, tallos y ramas (biomasa vegetativa) y los frutos (biomasa reproductiva) y biomasa total por superficie (g m^{-2}) evaluada a cosecha en función de los tratamientos. En el anexo III cuadro 2 se muestran los valores.

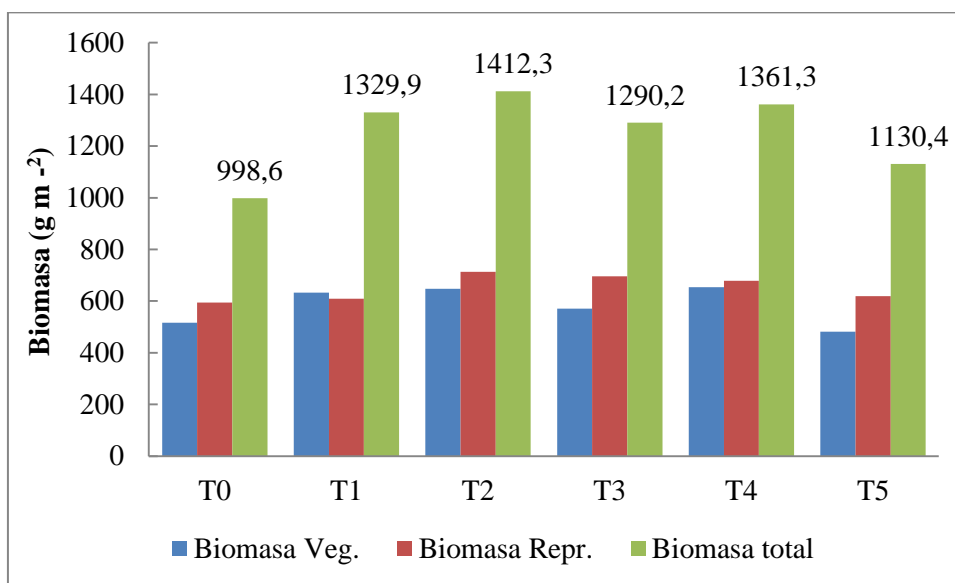


Figura 9. Biomasa vegetativa (hojas + tallo + ramas), reproductiva (frutos) y total (vegetativo + reproductivo) a cosecha según tratamientos con bioestimulantes aplicados a la semilla a la siembra. (Test LSD Fisher, $p > 0,05$).

La biomasa vegetativa no presentó diferencias significativas ($p= 0,4526$). La biomasa total (vegetativa + reproductiva) tuvo una tendencia a incrementar con la aplicación de bioestimulantes (T1 a T5) en comparación con el testigo (T0), observando una diferencia de 41% en (T2) y 36% en (T4) mayor que el testigo ($998,6 \text{ g m}^{-2}$), así mismo, esta tendencia no es significativamente diferente ($p=0,3996$). Por otra parte, analizando la biomasa reproductiva si se obtuvieron diferencias significativas ($p= 0,0093$) entre los distintos bioestimulantes y el testigo. Siendo los tratamientos Seed Power (T2 y T3) y Stimulate (T4) los que presentaron mayor peso

en la biomasa reproductiva. Para el caso de Seed Power (T1) y Bioforge (T5) no mostraron diferencias con el testigo.

Los resultados obtenidos difieren con los reportados por Cerioni *et al.* (2011) en el que si obtuvieron diferencias a favor de Stimulate y de Bioforge en el peso seco de la biomasa total. Por su parte, Morla *et al.* (2013) también constataron diferencias en la biomasa total en gr/m^2 a favor de la utilización de Stimulate.

2. Rendimiento y sus componentes

a. Número de plantas a cosecha

La figura 10 expresa el número de plantas a cosecha por metro cuadrado (1,43 m de surco). Se observó una tendencia a incrementar esta variable con la aplicación de Seed Power (60 y 40 ml/100 kg) (T3 y T2) y Stimulate (300 ml/100 kg) (T4) ($p=0,1324$). A partir de estos resultados, se puede inferir que no hay un efecto positivo con la aplicación de bioestimulantes en el número de plantas a cosecha.

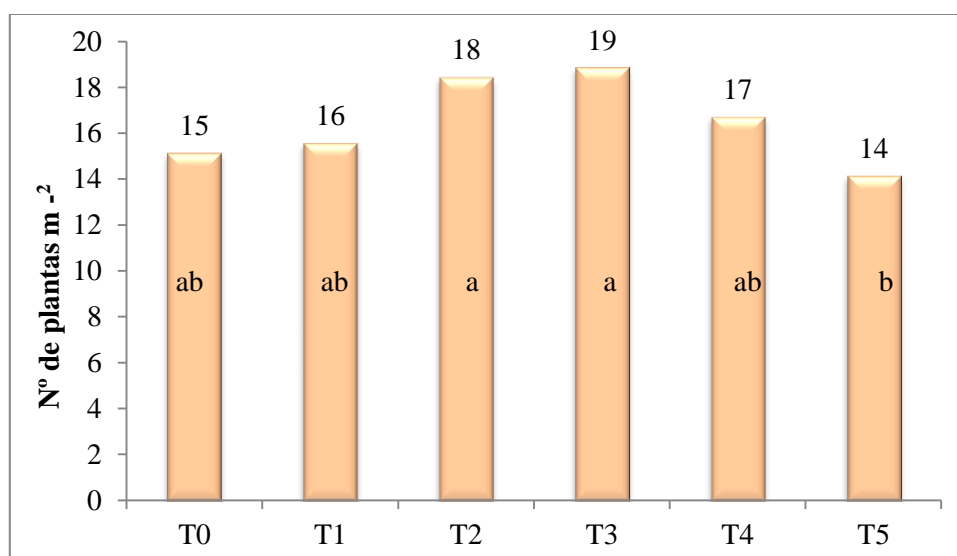


Figura 10 Número de plantas a cosecha según bioestimulantes aplicados a las semillas. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas (Test LSD Fisher, $p < 0.05$).

Los resultados de esta investigación son semejantes a otras; Kearney *et al.* (2011) y Morla *et al.* (2013) quienes no registraron diferencias en el número de plantas m^2 con la aplicación de Stimulate. En cambio, no coinciden con los registrados por Cerioni *et al.* (2011) que obtuvieron una diferencia positiva de 6 plantas m^2 con la aplicación Stimulte respecto al testigo y un incremento de 3,6 plantas m^2 con la utilización de Bioforge.

A partir del número de plantas obtenidas a cosecha se puede decir que en algunos tratamientos la cantidad de plantas se modificó desde la emergencia hacia el final del ciclo del cultivo, es así que para el testigo (T0) y los tratamientos con Seed Power (T2, T3) el número de plantas se mantuvo desde el muestreo realizado a las 40 DDS, no así para los tratamientos Seed Power (T1), Stimulate (T4) y Bioforge (T5) en los que el número de plantas se vio disminuido en valores de 6 a 4 plantas m⁻². A pesar de que en estos tratamientos se registró mayor longitud de raíz (Bioforge -T5-) o mayor crecimiento de raíces secundarias (Stimulate -T4-) a los 40 DDS, y desconociendo el momento del ciclo que ocurrió dicha reducción, sería necesario realizar un análisis más preciso de las causas de la disminución de plantas.

b. Número de frutos

La figura 11 muestra el número de frutos por metro cuadrado y el número de frutos por planta obtenidos a cosecha.

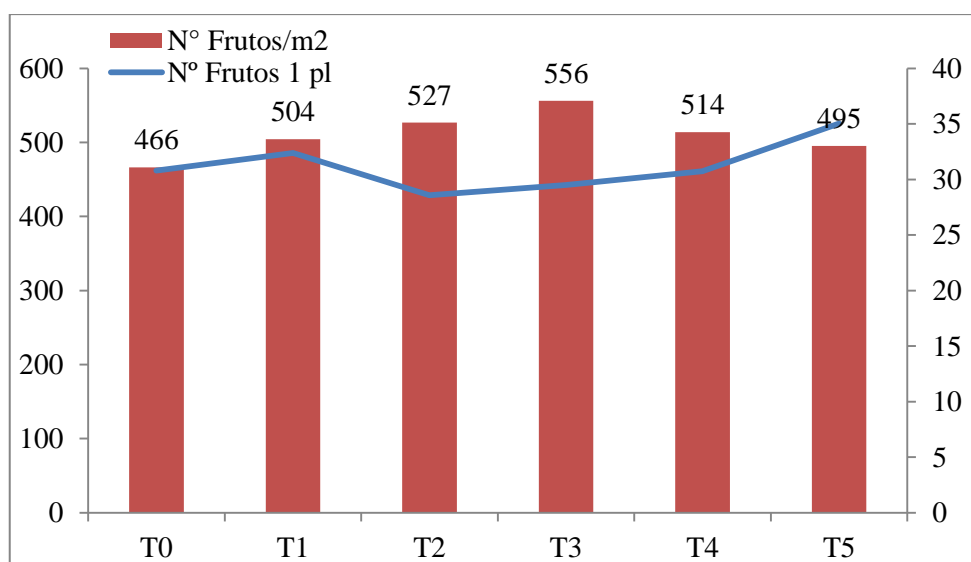


Figura 11. Número de frutos por superficie y por planta para los distintos tratamientos en función de los tratamientos.

La aplicación de Seed Power presentó una tendencia a incrementar el número de frutos por superficie, inclusive tuvo una relación positiva con el aumento de dosis (T1: 20 ml, T2: 40 ml y T3: 60 ml/100 kg). También, los tratamientos T4 (Stimulte) y T5 (Bio Forge) presentaron una mayor cantidad de frutos por superficie que el testigo (T0). Sin embargo, las diferencias observadas no fueron estadísticamente significativas ($p=0,3011$).

Por otra parte, no se observó relación entre el número de frutos por superficie y el número de frutos por planta. Pudiendo deberse este efecto a la variabilidad en el número de plantas con frutos por superficie

Cuadro 2: Número de frutos obtenidos por metro cuadrado y diferencia encontrada entre el testigo y el tratamiento con bioestimulantes aplicado a la semilla a la siembra.

Tratamientos	Nº frutos m ⁻²	Diferencia obtenida en Nº frutos m ⁻² entre testigo y bioestimulantes
Testigo (T0)	466	466
Seed Power® (T1) 20 ml/100 kg semilla	504	+ 38
Seed Power® (T2) 40 ml/100 kg semilla	527	+ 61
Seed Power® (T3) 60 ml/100 kg semilla	556	+ 90
Stimulate® (T4) 300 ml/100 kg semilla	514	+ 48
Bioforge® (T5) 250 ml/100 semilla	495	+ 29

Los resultados presentados en el cuadro 2 con los diferentes productos aplicados a la semilla muestran un efecto positivo al número de frutos por metro cuadrado. Estos valores muestran similitud a los datos obtenidos por Cerioni *et al.* (2011); Kearney *et al.* (2011) y Morla *et al.* (2013), quienes encontraron diferencias significativas en con el testigo.

c. Peso de fruto

El peso de un fruto (Fig. 12) no presentó diferencias significativas ($p=0,7229$) con la aplicación de los distintos productos derivados de hormonas de crecimiento y/o nutrientes. Estos resultados permiten inferir que estos productos que actúan sobre el crecimiento de diferentes órganos de las plantas al inicio de la estación de crecimiento (figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9) no se traducen en una modificación de un componente del rendimiento.

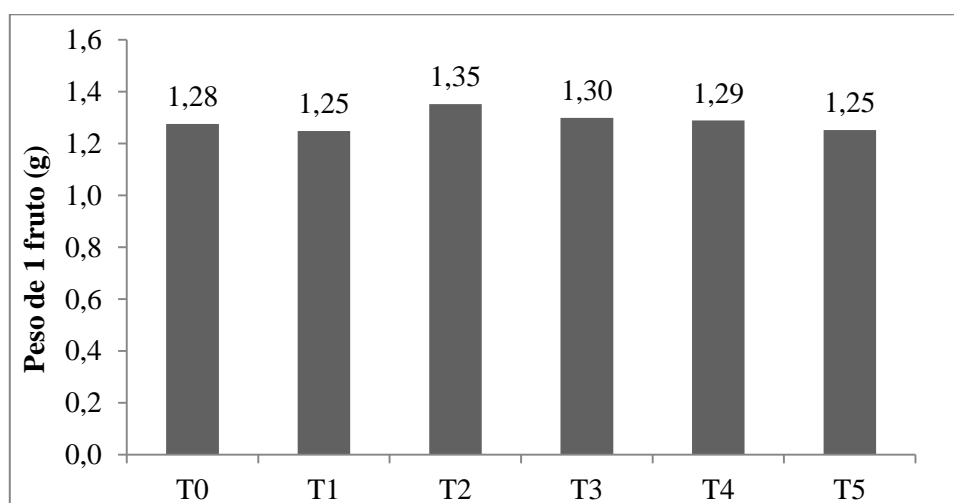


Figura 12. Peso individual de fruto (gr) según diferentes tratamientos aplicados a la semilla a la siembra (Test LSD Fisher, $p > 0,05$).

La poca variación en el peso por fruto se asemeja a lo reportado por Cerioni *et al.* (2011) y Kearney *et al.* (2011), quienes en sus investigaciones realizadas en distintos sitios y con la utilización de Stimulate y Bioforge no obtuvieron diferencias estadísticas significativas en esta variable.

d. Peso de 100 semillas por granometría

La figura 13 expresa el peso de 100 semillas por granometrías y tratamientos utilizados. En anexo III cuadro 3 se muestran los valores.

El peso de 100 semillas por granometría presentó diferencias en la granometría 38-42 siendo mayor T1 y T2 que T0, en cambio en 60 – 70 T0 superó significativamente a T2, T3, T4 y T5.

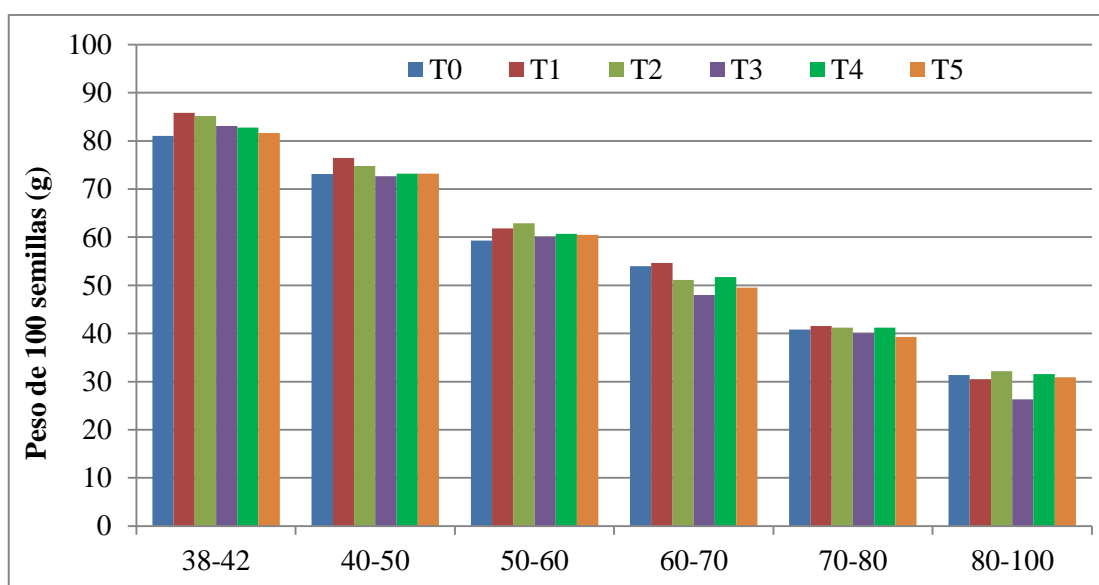


Figura 13: Peso de 100 semillas por granometría, según tratamiento con bioestimulantes a la siembra.

e. Rendimiento de frutos y granos

La figura 14 expresan los rendimientos de frutos y de granos recolectados a cosecha y posterior descascarado para obtener las semillas.

La aplicación de bioestimulantes, aumentó el rendimiento de frutos ($p=0,0093$) y de grano por hectárea ($p=0,0039$) con el agregado de bioestimulantes aplicados a la semilla.

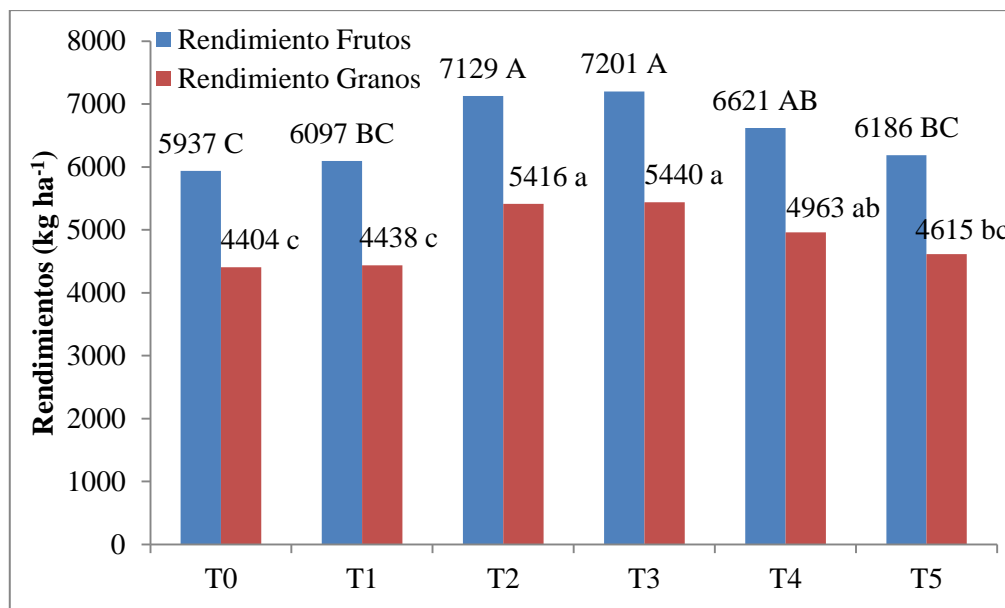


Figura 14. Rendimientos de frutos y semillas (kg/ha) según tratamientos de bioestimulantes aplicados en la semilla a la siembra. Variable con letras distintas indican diferencias significativas con el Test LSD Fisher ($p < 0.05$).

La aplicación de Seed Power con una dosis intermedia (T2: 40 ml/100kg) y alta (T3: 60 ml/100kg) produjo mayor rendimiento de frutos y granos, siguiéndole el tratamiento de Stimulate (T4: 300 ml/100 kg), con diferencias estadísticas con el testigo (T0). Estos productos y dosis también tuvieron una influencia positiva en el establecimiento del cultivo (Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9), aunque otros productos también favorecieron las variables analizadas y no se tradujeron en incrementos del rendimiento, aunque se diferenciaron en la longitud de la raíz principal a los 40 DDS.

Los valores en el rendimiento de frutos y granos observados se pueden inferir considerando los componentes del rendimiento (figuras 10, 11, 12, 13, 15, 16) evaluados, estos no presentaron diferencias estadísticas significativas, sin embargo, se puede observar una tendencia positiva de los mismos al uso de bioestimulantes aplicados a la semillas, traduciéndose estas tendencias en el aumento de rendimiento de frutos ($p=0,0093$) y granos ($p=0,0039$) por hectárea con diferencias estadísticas.

La utilización de bioestimulantes aplicados a la semilla a la siembra aumentó el rendimiento entre un 20 % y 4 % comparativamente con el testigo, según tratamiento (Cuadro 3). Estos resultados coincidirían con Reddy y Raj (1975) citados por Broadley *et al.* (2012), quienes encontraron aumento del rendimiento con la aplicación de Co en la semilla y atribuyeron este efecto a la mayor acumulación de nitrógeno y de nódulos por planta, debido al efecto de este nutriente sobre la fijación biológica. En cuanto a la diferencia en los resultados entre el T1 con respecto a T2 y T3 se deba a que la dosis de T1 (20 ml) es insuficiente para el cultivo de maní.

Estos resultados muestran similitud a los presentados por Stoller (2016) en sus informes de ensayos realizados con maní en diferentes localidades y campañas agrícolas utilizando Stimulate (300 ml/100 kg a la semilla), que obtuvieron diferencias de rendimientos entre el 7 y 14 % superiores al testigo. En estudios locales Morla *et al.* (2013) y Cerioni *et al.* (2011) encontraron aumentos de rendimientos con la utilización de bioestimulantes aplicados a la semilla de maní; siendo para el caso de Morla *et al.* (2013) diferencia de 10 % mayor a lo obtenido por el testigo con la aplicación de Stimulate y para (Cerioni 2011) diferencias de 33 % en la utilización de Stimulate y 26 % con la utilización de Bioforge respecto al testigo.

Cuadro 3: Diferencia de rendimiento entre los tratamientos aplicados a la semilla con respecto al testigo expresados en porcentajes (%).

Tratamiento	Diferencia de rendimiento respecto al testigo (%)
Seed Power® (T1) 20 ml/100 kg	+ 2,5 %
Seed Power® (T2) 40 ml/100 kg	+ 20 %
Seed Power® (T3) 60 ml/100 kg	+ 21 %
Stimulate® (T4) 300 ml/100 kg	+ 11,5 %
Bioforge® (T5) 250 ml/100 kg	+ 4 %

3. Calidad Física

a. Granometría y rendimiento confitería

La figura 15 expresa el rendimiento en maní confitería y granometrías obtenidas a cosecha. En anexo III cuadro 4 se muestran los valores.

El porcentaje de maní confitería no presentó diferencias significativas ($p=0,4499$) con la aplicación de algunos productos aplicados a la semillas, con valores dentro de un intervalo de 65,43% a 72,10 %. Sin embargo, Seed Power, en sus diferentes dosis presentaron una tendencia a incrementar el porcentaje comparativamente con el testigo (T1: 4%; T2: 10%; T3: 5%). Las categorías granométricas no fueron significativamente diferentes entre los tratamientos con bioestimulantes y el testigo. El lote de semillas tuvo mayor proporción de los calibres 40/50 y 50/60.

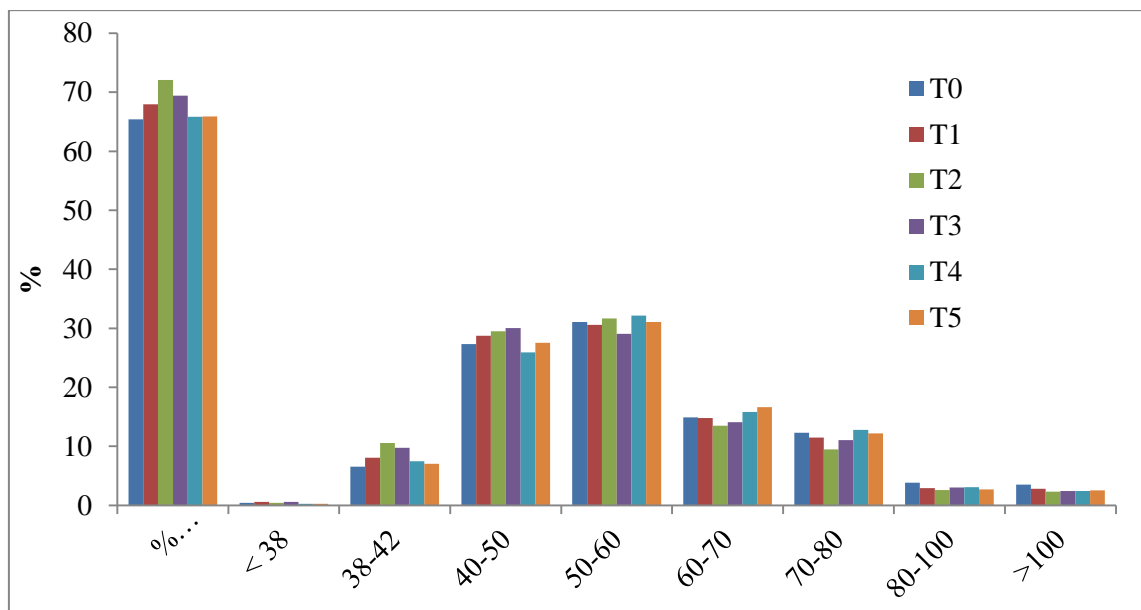


Figura 15. Rendimiento de maní confitería y categorías granométricas según tratamientos de bioestimulantes aplicados a la semilla a la siembra.

Los resultados obtenidos son diferentes a los obtenidos por Cerioni *et al.* (2011) que, en su trabajo realizado en la zona rural de Sol de Mayo, obtuvo diferencias significativas en el porcentaje de maní tipo confitería usando bioestimulantes (Stimulate® 0,3 l; Bio Forge® 0,2 l) aplicados a las semillas, no así con las categorías granométricas. Por otro lado son similares a los trabajos realizados por Morla *et al.* (2013) y Kearney *et al.* (2011), quienes no encontraron diferencias estadísticas significativas.

b. Relación grano / caja

La relación grano/caja (Fig. 16) no fue modificada por la aplicación de bioestimulantes a la semilla ($p=0,8683$).

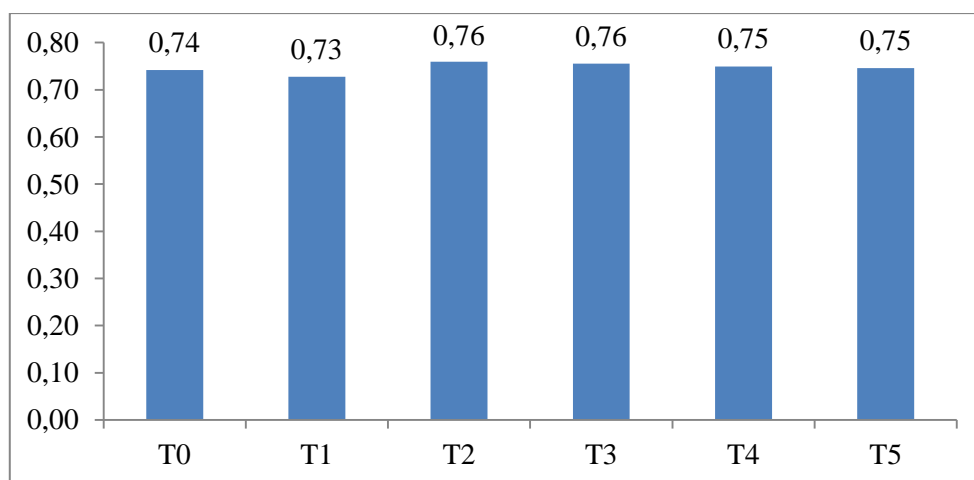


Figura 16. Relación grano/caja según tratamientos de bioestimulantes aplicados a la semilla a la siembra. (Test LSD Fisher $p > 0,05$)

Resultados de esta experiencia son similares a los obtenidos por Kearney *et al.* (2011) con la aplicación de Stimulate (300 cc/100 kg de semilla), en un ensayo realizado en distintas localidades de la provincia de Córdoba.

Conclusiones Evaluación a Cosecha

El número de plantas a cosecha se encontró entre 14 a 19 pl m⁻², y no presentó diferencias estadísticas significativas con la aplicación de bioestimulante. Los tratamientos que presentaron el mayor número de plantas a cosecha fueron los tratados con Seed Power en las mayores dosis (T2 y T3) y Stimulate (T4) aunque sin diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados.

No hubo diferencia en la biomasa vegetativa, reproductiva ni en la total a cosecha, por efecto de los bioestimulantes.

Se observó un aumento en el rendimiento de frutos y granos con el tratamiento de semillas con Seed Power en dosis de 40 (T2) y 60 (T3) ml/100 kg de semilla; donde el rendimiento de frutos fue un 21% (T3) y 20% (T2) superior en estos tratamientos que en el testigo (T0).

El tratamiento con Stimulate tuvo un rendimiento de frutos superior (11,5%) al testigo.

Estas tendencias también se observaron en los componentes del rendimiento, número de frutos por unidad de superficie y el peso individual de los mismos, aunque en estas variables no se logró detectar diferencias estadísticamente significativas.

La relación grano/ caja no se modificó con los tratamientos evaluados.

II. Efecto de los Bioestimulantes sobre la Calidad Fisiológica

a. Evaluación de los bioestimulantes previo a la siembra

La calidad fisiológica del lote de semillas utilizado para la siembra fue evaluada con bioestimulantes, según los tratamientos aplicados a campo, utilizando el test de germinación. No se observaron diferencias entre tratamientos en los parámetros evaluados (Cuadro 4). Como se puede observar los valores del porcentaje de germinación son muy bajos (34,5 a 42,5 %) y no alcanzan los establecidos por las normas para la comercialización de semillas fiscalizada (75 %) (INASE, 2016).

Cuadro 4: Resultados del test de germinación de semillas de maní tratadas con bioestimulantes a la siembra.

Trata-mientos	PG (%)	Pl.vig (%)	Pl.anor. (%)	S.muertas (%)	S.duras (%)	S.frescas (%)	S.durm (%)
Testigo (T0)	42,5 a	19,0 a	27,0 a	16,0 a	8,5 a	6,0 a	14,5 a
Seed Power (T1)	37,0 a	17,0 a	25,5 a	27,5 a	2,5 a	7,5 a	10,0 a
Seed Power (T2)	34,5 a	15,5 a	26,5 a	25,5 a	7,5 a	5,5 a	13,0 a
Seed Power (T3)	36,5 a	13,5 a	24,0 a	30,0 a	2,0 a	7,5 a	9,5 a
Stimulate (T4)	38,5 a	19,0 a	25,5 a	26,0 a	4,0 a	6,0 a	10,0 a
Bioforge (T5)	40,5 a	24,0 a	26,5 a	16,0 a	2,0 a	7,5 a	9,5 a
p-valor	0,7413	0,3544	0,9891	0,1736	0,1658	0,9517	0,6707

PG: Poder Germinativo, **Pl.vig:** Plántulas vigorosas, **Pl.anor:** Plántulas anormales, **S.muertas:** Semillas muertas, **S.frescas:** Semillas frescas, **S.duras:** Semillas duras, **S.durm:** Semillas durmientes.

Variables con una letra en común no son significativamente diferentes según Test DGC ($p > 0,05$).

La reducción del porcentaje de germinación se debió en primer lugar a la alta proporción de plántulas anormales, en segundo lugar a la muerte de las semillas y por último a las semillas durmientes. La presencia de plántulas anormales y semillas muertas en los lotes de semillas de maní en la región productora de Córdoba es una característica frecuente y causa de la reducción del PG (Cerolini *et al.*, 2015; Fernandez *et al.*, 2015a). Por otra parte, presencia de semillas durmientes y dentro de ellas la alta proporción de semillas frescas, indica que desarrollarán una plántula si continúan en condiciones adecuadas para que finalice el proceso (Fernandez *et al.*, 2015b), lo que no se puede predecir si será una plántula normal o anormal (ISTA, 2010).

El vigor, evaluado con el test de envejecimiento acelerado (EA) y test de frío (TF), tampoco fue modificado por la aplicación de bioestimulantes (Cuadro 5 y 6, respectivamente), aunque tuvieron un comportamiento diferente; el EA no tuvo plántulas normales en cambio en el TF los valores estuvieron entre 15 y 26%. El EA redujo la proporción de plántulas anormales con la aplicación de Seed Power en la dosis más baja (T1) y la intermedia (T2). En cambio con

el TF todos los tratamientos con bioestimulantes produjeron menor porcentaje de plántulas anormales y mayor cantidad de plantas normales que el EA. Con respecto a las demás variables analizadas se puede observar el mayor porcentaje de semillas que no germinaron como son las semillas durmientes, frescas y duras para el EA y TF, aunque, en este último hubo un aumento en la cantidad de semillas muertas que no se observó en el EA.

Los resultados de vigor muestra diferencia de los realizados por Kearney *et al.* (2011) y Morla *et al.* (2013) debido a que en sus trabajos de investigación utilizando bioestimulantes en semilla de maní el vigor obtuvieron diferencias significativas.

Cuadro 5: Resultados de un test de vigor, Envejecimiento acelerado, en semillas de maní tratadas con bioestimulantes a la siembra.

Tratamientos	Planor (%)	S.muertas (%)	S.duras (%)	S.Frescas (%)	S.durm (%)
Testigo (T0)	21,67 a	7,5 a	45,8 a	25,0 a	70,9 a
Seed Power (T1)	17,31 a	5,4 a	43,7 a	33,7 a	77,3 ab
Seed Power (T2)	4,17 a	0,0 a	52,1 a	43,8 a	95,8 ab
Seed Power (T3)	22,79 a	0,0 a	24,1 a	53,1 a	77,2 ab
Stimulate (T4)	42,74 b	0,0 a	17,1 a	40,2 a	57,3 ab
Bioforge (T5)	20,15 a	0,0 a	38,0 a	41,9 a	79,9 b
p-valor	0,0278	0,5486	0,2072	0,6025	0,0968

Planor: Plántulas anormales, **S.muertas:** Semillas muertas, **S.frescas:** Semillas frescas, **S.duras:** Semillas duras, **S.durm:** Semillas durmientes. Variables con una letra en común no son significativamente diferente según Test DGC ($p > 0,05$).

El lote sometido al EA tuvo un retraso en el proceso de germinación que se puede interpretar por la presencia de semillas frescas, aunque también tuvo una alta proporción de semillas duras. Ambos test de resistencia presentaron diferencias significativas en el porcentaje de plántulas anormales; con el EA se registraron diferencias entre los productos en cambio con el TF hubo un aumento de éstas plántulas con la aplicación de bioestimulantes.

Es para destacar que la presencia de hormonas (Ketring y Morgan, 1971, 1972; Marcos F°, 2005) y nutrientes (Malavolta *et al.*, 1997; Marschner, 1997) que intervienen en el proceso de germinación aplicadas con los bioestimulantes no tuvieron un efecto estimulador del proceso de germinación, tanto en condiciones estándar (Cuadro 4) como en los test de estrés (Cuadros 5 y 6).

Comparando los resultados obtenidos a campo con los que se obtuvieron en laboratorio, se puede decir que en los muestreos realizados a campo en dos tiempos diferentes (20 y 40 DDS) hubo diferencias significativas en la germinación de semillas a favor de la utilización de

todos los bioestimulantes. Estas diferencias no se observaron a nivel de laboratorio en el PG y tampoco en los test de vigor. La ocurrencia de este efecto se puede deber a la menor duración del test en el laboratorio -que es de 10 días- respecto al muestreo de campo -40 días-; en laboratorio se observó un alto porcentaje de semillas durmientes (frescas y duras), es decir las semillas no produjeron plántulas normales en los 10 días que está establecido para la conducción del test, en cambio en el campo se dispone de más tiempo para desarrollar una plántula y emerger.

Cuadro 6: Resultados de un test de vigor, Test de Frío, en semillas de maní tratadas con bioestimulantes a la siembra.

Tratamientos	PG (%)	Pl.anor (%)	S.muertas (%)	S.duras (%)	S.frescas (%)	S.durm (%)
Testigo (T0)	25,0 a	18,5 a	22,0 a	11,0 a	23,5 a	34,5 a
Seed Power (T1)	24,0 a	27,0 b	25,0 a	10,0 a	14,0 a	24,0 a
Seed Power (T2)	26,0 a	24,0 b	23,0 a	13,5 a	13,5 a	27,0 a
Seed Power (T3)	22,0 a	28,5 b	22,0 a	12,0 a	15,5 a	27,5 a
Stimulate (T4)	23,0 a	34,0 b	18,0 a	9,0 a	16,0 a	25,0 a
Bioforge (T5)	15,5 a	33,0 b	23,5 a	9,5 a	18,5 a	28,0 a
p-valor	0,2374	0,0202	0,7609	0,9405	0,4060	0,5850

Pl.anor: Plántulas anormales, **S.muertas:** Semillas muertas, **S.frescas:** Semillas frescas, **S.duras:** Semillas duras, **S.durm:** Semillas durmientes. Variables con una letra en común no son significativamente diferente según Test DGC ($p > 0,05$).

Otra de las causas por la que el PG en laboratorio fue inferior al encontrado a campo se puede deber a que las semillas previamente se encontraban acondicionadas con polímeros. Tomando las condiciones de campo en la que existen condiciones cambiantes de temperatura, humedad y la presencia de microorganismos, estos polímeros pueden solubilizarse y no afectar a la germinación, caso que no ocurre en laboratorio donde las condiciones son constantes y estandarizadas.

b. Efecto de la planta madre

Las figuras 16, 17 y los cuadros 7 y 8 muestran los resultados obtenidos luego de la cosecha y posterior separado de las semillas por tamaño granométrico, a las cuales se les realizó diferentes test de germinación, de vigor (envejecimiento acelerado, test de frío y conductividad eléctrica) y emergencia a campo para determinar la calidad fisiológica del lote de semillas.

Cuadro 7: Resultados del test de Germinación posterior a la cosecha de semillas de maní tratadas con bioestimulantes a la siembra.

Tratamientos	PG (%)	EG (%)	Pl. Vig (%)	Pl. débiles (%)	Planor muertas (%)	Pl. anor. (%)	S.muertas (%)	S.frescas (%)	S.duras (%)	S.durm (%)
T0	60,5 b	18,3 a	45,8b	7,7b	23,4 a	31,1a	3,4a	4,8c	0,1a	4,9 c
T1	64,7 b	21,9 a	54,1a	6,3b	23,4a	29,8a	2,5a	2,8c	0,2a	3,0c
T2	61,3 b	6,6 b	44,3b	15,8a	8,7 b	24,5a	1,8a	12,4a	0,0a	12,4a
T3	64 b	8,5 b	43,3b	14,5a	15,3a	29,7a	2,9a	3,4c	0,0a	3,4c
T4	74,9 a	26,5 a	57,9a	10,5b	9,1b	19,7a	2,1a	3,4c	0,0a	3,4c
T5	62,7 b	4,8 b	47,5b	9,1b	18,8a	27,9a	2,3a	6,8b	0,2a	7,1b
p-valor	0,083	<0,0001	0,0225	<0,0001	0,0092	0,235	0,3839	<0,0001	0,6661	<0,0001
Grano-metrias										
6,5	65,7a	25,7a	54,3a	12,1a	18,6a	30,8a	4,8a	5,9a	0,2a	6,1a
7	65,4a	16,3b	50,8a	11,2a	17,1a	27,7a	2,1b	5,9a	0,2a	6,1a
7,5	64,2a	10,2c	45,7a	9,8a	16,4a	26,6a	2,0b	5,8a	0,1a	5,9a
8	63,5a	5,5c	44,5a	9,4a	13,6a	23,4a	1,1b	4,6a	0,0a	4,6a
p-valor	0,9497	<0,0001	0,0678	0,339	0,692	0,3856	<0,0001	0,4419	0,7479	0,3446

PG: Poder Germinativo, **EG:** Energía germinativa, **Pl.Vig:** Plántulas vigorosas, **Pl. débiles:** Plántulas débiles, **Pl.anor.muertas:** Plántulas anormales muertas, **Pl.anor:** Plántulas anormales, **S.muertas:** Semillas muertas, **S.frescas:** Semillas frescas, **S.duras:** Semillas duras, **S.durm:** Semillas durmientes. Variables con una letra en común no son significativamente diferente con Test DGC ($p > 0,05$).

El PG mostró diferencia significativa en favor del tratamiento con Stimulte (T4), el resto de los bioestimulantes también obtuvieron un alto PG aunque sin diferencias estadísticas con el control (T0) (Cuadro 7).

Los valores de germinación obtenidos son similares o levemente inferiores a los obtenidos en el ensayo a campo y muy superiores a los que se obtuvieron en los analizados previamente a la siembra con la semilla proveniente de la planta industrial.

En cuanto a los parámetros de vigor dentro del test de germinación, la energía germinativa no fue mejorada con la aplicación de bioestimulantes, por el contrario algunos la redujeron comparativamente con el testigo, en cambio las plantas vigorosas fueron incrementadas con el producto hormonal (Stimulate) y cobalto quelado (Seed Power en baja dosis), posiblemente al efecto estimulador de las hormonas (Ketring y Morgan, 1971, 1972; Marcos F°, 2015) y al efecto del cobalto sobre estas (Marschner, 1997). El incremento del PG

con bioestimulante fue debido a la suma de factores porque no hay una respuesta significativa. También, se observa que el producto con nitrógeno y potasio retrasó el proceso de germinación observado a través del mayor porcentaje de semillas frescas, aunque se ha observado en otras situaciones un efecto sinérgico de estos nutrientes sobre la germinación (Malavolta *et al.*, 1997)

Por otro lado, el test de germinación realizado con las cuatro granometrías no mostró diferencias estadísticas tanto en el porcentaje de germinación como en las demás variables analizadas, coincidiendo con los resultados de Marchetti *et al.* (2011).

El vigor evaluado con el test de resistencia al estrés (test de frío) aumentó significativamente la germinación de las semillas provenientes de plantas madres que crecieron con bioestimulantes (T2; T3; T4; T5) comparativamente con el testigo, pero no hubo efecto de la granometría. Estos resultados del tamaño de las semillas no coinciden con lo observado por otros autores con genotipos del tipo Virginia runner (Marchetti *et al.*, 2011; Arnosio *et al.*, 2013; Fernandez *et al.*, 2013, 2015a).

Cuadro 8: Resultados del Test de Frío posterior a la cosecha de semillas de maní tratadas con bioestimulantes a la siembra.

Tratamientos	PG (%)	Pl. Vig (%)	Pl.anor muertas (%)	Pl.Anor c.defect (%)	Pl. Anor. (%)	S. muertas (%)	S. duras (%)	S. frescas (%)	S. durm (%)
T0	66,65 b	25,04 c	7,5 a	13,9 a	21,4 a	2,49 a	1,75 a	7,72 a	9,47 a
T1	64,85 b	40,79 b	6,39 a	16,12 a	22,5 a	2,51 a	1,02 b	9,12 a	10,14 a
T2	70,56 a	49,46 a	1,63 b	17,92 a	19,55 a	2,00 a	0,62 b	7,27 a	7,9 a
T3	74,04 a	42,32 b	1 b	14,79 a	15,79 b	2,13 a	0,77 b	7,28 a	8,04 a
T4	71,43a	38,84 b	1,25 b	16,8 a	18,05 a	2,88 a	0,5 b	7,15 a	7,65 a
T5	71,14 a	37,22 b	2,04 b	12,35 a	14,39 b	3,36 a	0,5 b	10,61 a	11,11 a
p-valor	0,0278	<0,0001	0,0003	0,0781	0,0074	0,5114	0,1407	0,0726	0,1505
Grano- metrias									
6,5	69,57 a	36,74 a	4,08 a	13,09 b	17,17 b	3,91 a	1,75 a	7,59 b	9,35 a
7	70,52 a	39,06 a	2,09 a	14,66 b	16,75 b	3,16 a	0,83 b	8,74 b	9,57 a
7,5	70,46 a	38,1 a	2,33 a	14,61 b	16,94 b	1,58 b	0,68 b	10,34 a	11,01 a
8	68,56 a	41,95 a	4,69 a	18,89 a	23,59 a	1,59 b	0,17 b	6,1 b	6,27 b
p-valor	0,8343	0,3228	0,221	0,0043	0,0014	0,0002	0,0028	0,0021	0,0025

PG: Poder Germinativo, **Pl.vig:** Plántulas vigorosas, **Pl.anor.muertas:** Plántulas anormales muertas, **Pl.Anor.c.defect:** Plántulas anormales con defectos **Pl.anor:** Plántulas anormales, **S.muertas:** Semillas muertas, **S.frescas:** Semillas frescas, **S.duras:** Semillas duras, **S.durm:** Semillas durmientes. Variables con una letra en común no son significativamente diferente según Test DGC ($p > 0,05$).

El vigor también fue evaluado con la Conductividad eléctrica, que analiza las alteraciones bioquímicas asociadas al vigor de las semillas. Se puede ver que no hubo

diferencias significativas ($p < 0,0579$) entre los bioestimulantes utilizados y el testigo (Figura 17) siendo los valores obtenidos de 8,08 a 10,92 $\mu\text{S. cm}^{-1} \text{gr}^{-1}$.

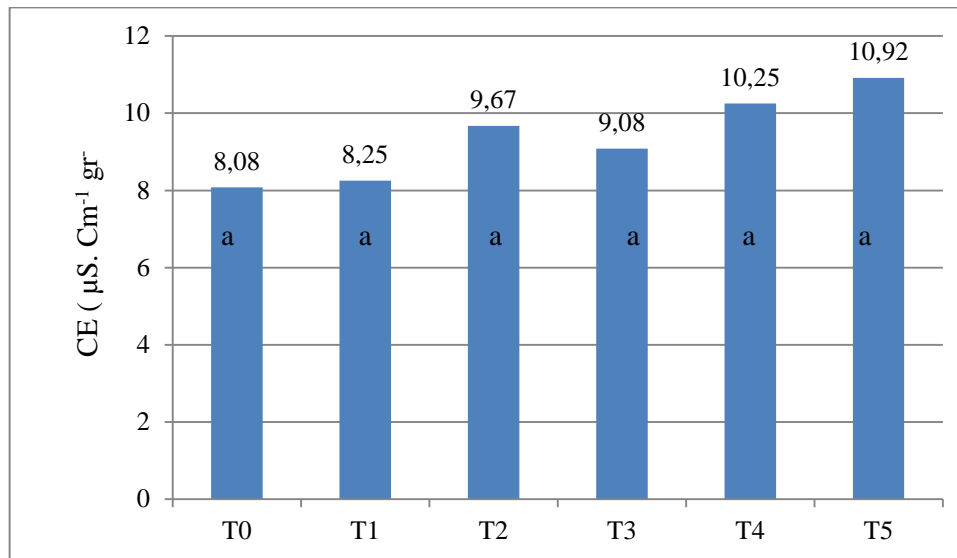


Figura 17: Test de Conductividad eléctrica realizado a semillas de maní provenientes de cultivo tratadas con bioestimulantes a la siembra (Análisis ANAVA, Test DGC, $p = 0,0579$).

El análisis de la conductividad eléctrica según tamaños granométricos (Fig. 18) mostró diferencias significativas ($p < 0,0001$) a favor de las semillas de mayor tamaño (7,5 y 8), coincidiendo con Arnosio *et al.* (2013). Esto puede atribuirse a el momento de arrancado debido a que las semillas más pequeñas muestran menor calidad por estar en estados de mayor inmadurez.

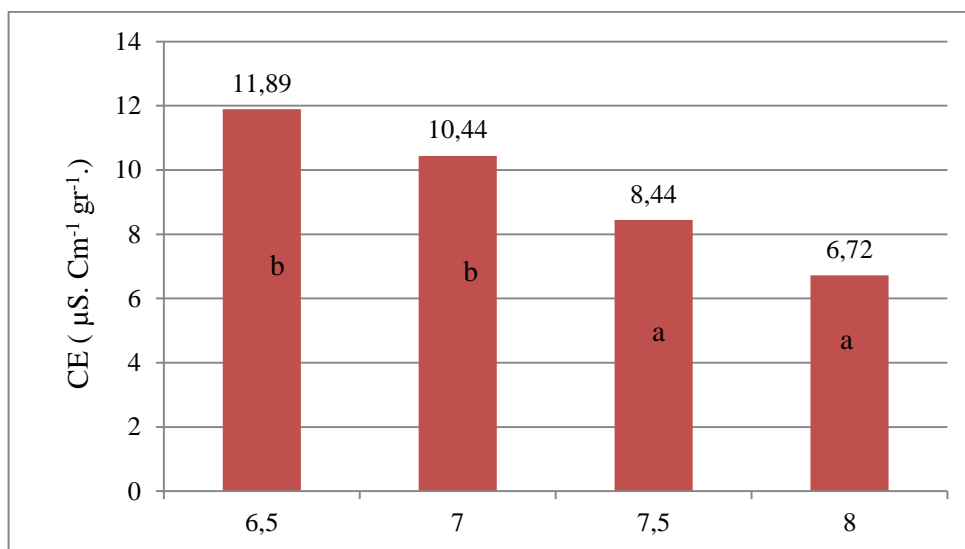


Figura 18: Test de vigor (Conductividad eléctrica) realizado a semillas según granometría (tamaños) (Análisis ANAVA, Test DGC, $p < 0,0001$).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los muestreos a campo se puede hacer una comparación con los resultados de la calidad fisiológica del laboratorio. Se observa que la germinación a campo muestra diferencias significativas a favor de la utilización de bioestimulantes aplicados a la semilla desde los 20 DDS, haciendo aún más notoria la diferencia a los 40 DDS, en cambio, en laboratorio si bien existes diferencias de PG en el tratamiento de Stimulate, los demás bioestimulantes no muestran diferencias significativas con el control. Esto se puede deber a la duración de los análisis de laboratorio y las condiciones constantes del mismo.

En cuanto al vigor, la energía germinativa no mejoró con la aplicación de bioestimulantes a nivel de laboratorio, siendo esto, una diferencia a lo que se observó en el campo a partir de los 20 DDS en el que los tratamientos produjeron una emergencia más uniforme traduciéndose en el comportamiento de los mismos en la producción de raíces secundarias.

Conclusión calidad fisiológica de la semilla

La calidad fisiológica de la semilla en la evaluación de los bioestimulantes no mostró una mejora en el porcentaje de germinación en ningunos de los casos.

Los test de resistencias (envejecimiento acelerado y test de frío) realizados no mostraron valores a favor de la aplicación bioestimulantes en la germinación cuando se expuso a las semillas en condiciones desfavorables de ambiente.

Estos bajos valores de PG obtenidos en laboratorios con las semillas provenientes de la planta industrial pueden deberse a que las mismas estaban acondicionadas con polímeros, siendo estos los que pudieron afectar la posterior germinación de las semillas, debido a que en la emergencia a campo los valores de emergencia fueron distintos y superiores.

En general, los bioestimulantes mejoran el porcentaje de germinación y el vigor medido como energía germinativa, plántulas vigorosas y test de frío. La reducción del porcentaje de germinación en el testigo se debió al incremento de plántulas muertas.

La calidad fisiológica pude ser modificada durante el crecimiento de la planta madre.

El tamaño de las semillas no modificó el PG pero si influyo en el vigor, evaluado con la CE; siendo mayor en las semillas de tamaño 7,5 y 8.

CONCLUSION GENERAL

Las semillas tratadas con bioestimulantes mejoraron la emergencia, el crecimiento y desarrollo de raíces, aumentando la longitud de la raíz principal. El número de hojas desplegadas no mostró una tendencia clara con la aplicación de bioestimulantes.

La aplicación de bioestimulantes también tuvo un efecto positivo en el número de raíces secundarias observándose una mayor diferencia con la aplicación de Stimulate®.

El número de plantas a cosecha aumentó con la aplicación de algunos bioestimulantes, como así también el rendimiento de frutos y granos. Esta misma tendencia se observó en uno de los componentes del rendimiento (número de frutos por unidad de superficie) no así en el peso individual de los mismos. También aumentó, con algunos bioestimulantes, la proporción de granos de tamaño 38-42 granos/onza.

El porcentaje de maní tipo confitería no aumentó con la aplicación de bioestimulantes, como así tampoco la relación grano/caja, la biomasa vegetativa (hojas + tallo) y total en las que no se mostró una diferencia significativa que marque una tendencia en la aplicación de los tratamientos.

La calidad fisiológica de la semilla proveniente de la planta industrial no presentó valores aceptables de germinación, esto se puede deber al tratamiento con polímeros con que se encontraban tratadas la semilla.

Hubo efecto de la plantas madres provenientes de semillas tratadas con bioestimulantes que aumentaron el porcentaje de germinación y el vigor.

El tamaño de las semillas no influyó en el porcentaje de germinación pero si tuvo efecto en el vigor medido a través de Conductividad eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ALMEIDA SILVA, T.T. DE; É. VILELA DE REZENDE VON PINHO; D.L. CARDOSO; C. ALVES FERREIRA; P. DE OLIVEIRA ALVIM y A.A. FERNADES DA COSTA. 2008. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, 32(3): 840-846.
- ARNOSIO, N.M., F.D. MORLA, O. GIAYETTO, G.A. CERIONI, M.I.T. KEARNEY y E.M. FERNANDEZ. 2013. Efecto del ambiente sobre la calidad de semillas de cultivares de maní. *XXVIII Jornada Nacional del Maní*. General Cabrera, Córdoba (AR). 19/09/13. p: 12-13.
- BANDYOPADHYAY, A.; P.C. NAUTIYAL; T. RADHAKRISHNAN y H.K. GOR. 1999. Role of testa, cotyledons and embryonic axis in seed dormancy of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *J. Agron. Crop Sci.* 182(1): 37-41.
- BEWLEY, J.D. y M. BLACK. 1994. *Seeds: Physiology of development and germination*. Ed. Plenum Press. Nueva York, EE.UU. 2^{da} ed. 560 p.
- BROADLEY, M.; P. BROWN; I. CAKMAK; J.F. MA; Z. RENGEL y F. ZHAO. 2012. Beneficial elements. En: MARSCHNER, O. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Elsevier Ltd. Oxford, UK. Third Edition. Cap. 8. p: 249–269.
- CAVIGALIASO, M. 2012. Interacción entre la temperatura del suelo y la emergencia en el cultivo de Maní. TFG, FAV - UNRC
- CAM. 2014. Cluster manisero argentino. En: www.camaradelmani.com.ar/espanol/outlook. Consultado: 27/10/14.
- CERIONI, G.A. 2003. *Déficit hídrico en la etapa reproductiva del maní (Arachis hypogaea L.), su influencia sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad*. Tesis MSc. FAV-UNRC. Río Cuarto – Cba. 95 p.
- CERIONI G.A; R. STEFANI; F.MORLA; O. GIAYETTO; M. KEARNEY y J. DELLA MEA. 2011. Bioestimulante aplicado a la semilla de maní (*Arachis hypogaea* L.) sobre la emergencia y el rendimiento. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 23 Sup. p: 164.
- CERIONI, G.A.; F.D. MORLA; M.I.T. KEARNEY; F. MATTANA; S. BASSINO; A. PIRONELLO; O. GIAYETTO; E.M. FERNANDEZ; D. RIGHI y R. STEFANI .2014. Efecto de bioestimulantes e inoculante sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo de maní. *XXIX Jornada Nacional de maní*, 18/09/2014.
- CERIONI, G.A.; M.I.T. KEARNEY; F.D. MORLA; O. GIAYETTO; E. ROMERO; R. STEFANI; E.M. FERNANDEZ y V. BARBERO. 2013. Bioestimulantes en cultivos. I Soja. *VI Jornada Científico-Técnicas Facultad de Agronomía y Veterinaria*. UNRC. Río Cuarto.14/11/13.p. 129.
- CEROLINI, F.; E.M. FERNANDEZ; D. PAHUD; O. GIAYETTO; G.A. CERIONI; F.D. MORLA y M.B. ROSSO. 2015. El proceso de selección y clasificación del maní y la calidad

- fisiológica de semillas. *XXX Jornada Nacional de Maní*. General Cabrera – Cba. 17/09/15.p: 48 y 49.
- DAVIES, H.V. y P.T. SLACK. 1981. The control of food mobilization in seed of dicotyledonous plants. *New Phytol.*, 88: 41-51.
- DELOUCHE, J.C. 1963. Seed deterioration. *Seed World*, 92(4): 14-15.
- 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.
- FERNANDEZ, E.M. 2004 a. Condición hídrica de la planta madre y tamaño de la semilla: Emergencia de plántulas. *XIX Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 23/09/04. p: 44-45.
- FERNANDEZ, E.M. 2004 b. Condición hídrica de la planta madre y tamaño de la semilla: Rendimiento y granometría. *XIX Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 23/09/04. p: 47-48.
- FERNANDEZ, E.M. 2006. Calidad fisiológica de las semillas. En: FERNANDEZ, E.M. y O. GIAYETTO. (Compiladores). *El cultivo de maní en Córdoba*. Universidad Nacional de Río Cuarto. Cap. 8. p: 145-156.
- FERNANDEZ, E.M.; L. AGUIRRE; M.C. LEDESMA; N. ARNOSIO; G.A. CERIONI; F.D. MORLA; O. GIAYETTO y M.B. ROSSO. 2015b. Germinación de semillas de genotipos de maní (*Arachis hypogaea*) a baja temperatura. *XIX Congresso Brasileiro de Sementes*. Foz de Iguaçu PR – Brasil. 14 – 17/09/15.
- FERNANDEZ, E.M.; N. ARNOSIO; F.D. MORLA; O. GIAYETTO y G. CERIONI. 2013. Environmental conditions of the mother plant and the peanut seeds quality. *Biocell*. 37(3): A 123.
- 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^a. Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 21/09/98. p: 18-19.
- FERNANDEZ, E.M.; I. GHIO; F.H. LÜHNING; S. MORICHETTI; O. GIAYETTO; G.A. CERIONI; F.D. MORLA y M.B. ROSSO. 2015a. Calidad fisiológica de maní según el momento de arrancado y tamaño de la semilla. *XXX Jornada Nacional de Maní*. General Cabrera – Cba. 17/09/15. p: 50 y 51.
- FERNANDEZ, E.; O. GIAYETTO; G. CERIONI; S. GASTALDI; A. BESSONE; V. GIRARDI; F. MORLA; M. KEARNEY y M. ROSSO. 2012. Granometría de maní en diferentes genotipos y ambientes. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales (INTA)*. 1(3): 271-280. *VI Jornada Científico – Técnicas Facultad de Agronomía y Veterinaria*. Río Cuarto 14/11/13. p. 140.

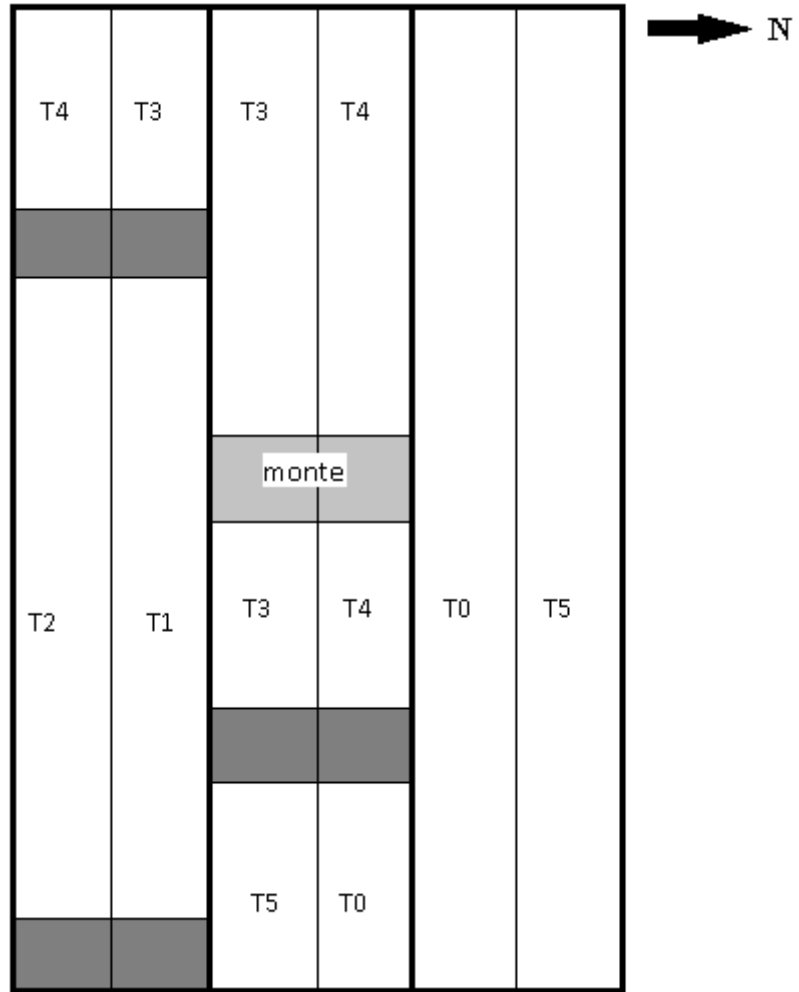
- FRESOLI, D. M.; P.N. BERET; S.J. GUAITA y P.H. ROJAS. 2016. Evaluación de un bioestimulante en soja con distintos hábitos de crecimiento. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Entre Ríos. En: www.acsoja.org.ar/images/cms/contenidos/594_b.pdf. Consultado: 02/09/16.
- GIAMBASTIANI, G. 1998. *Calidad fisiológica de las semillas de maní obtenidas con diferente disponibilidad hídrica en el cultivo madre*. Tesis MSc. FCA – UNC. Córdoba.
- GUERRA, C.A.; M. ESTEVÃO MARCHETTI; A. DIAS ROBAINA; L.C. FERREIRA DE SOUZA; M.C. GONÇALVES y J.O. NOVELINO. 2006. Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação com fósforo, molibdênio e cobalto. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 28(1): 1- 7.
- HAMPTON, J.G. y J. TE KRONY. 1995. *Seed vigor testing*. ISTA. 97p.
- INASE. 2016. Resolución SAGYP 2270/1993. Tolerancias para semillas de clases fiscalizada e identificada. En: www.inase.gov.ar/index.php?option=com_remository&Itemid=102 &func=select&id=11&orderby=2&page=5. Consultado: 15/09/16.
- ISTA. 2015. *International Rules for Seed Testing*. ISTA. s/p.
- ISTA. 2010. *ISTA Handbook on Seedling Evaluation*. Third edition with amendments 2009.
- KEARNEY M.I.T. , G.A. CERIONI; R. STEFANI; F.D. MORLA; O. GIAYETTO; M.B. ROSSO y J. DELLA MEA. 2011. Bioestimulante aplicado a la semilla de maní sobre la emergencia, el rendimiento y la calidad. *XXVI Jornada Nacional de maní*, 15/09/11, Gral. Cabrera, Córdoba. p: 90-92.
- KETRING, D.L. y P.W. MORGAN. 1971. Physiology of oilseed. II. Dormancy release in Virginia-type peanut seeds by plant growth regulators. *Plant Physiol.*, 47: 488-492.
- KETRING, D.L. y P.W. MORGAN. 1972. Physiology of oilseed. IV. Role of endogenous ethylene and inhibitory regulators during natural and induced after-ripening of dormant Virginia-type peanut seeds. *Plant Physiol.*, 50: 382-387.
- MALAVOLTA, E.; G.C. VITTI, y S.A. DE OLIVEIRA. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Ed. POTAFOS, 2^{da} ed. Piracicaba, Brasil. 319 p.
- MARCOS Fº, J. 2015. *Fisiologia das sementes das plantas cultivadas*. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. Londrina - PR, Brasil. 659 p.
- MARCHETTI, C.S.; G.A. CERIONI; M.I.T. KEARNEY; O. GIAYETTO; F.D. MORLA y E.M. FERNANDEZ. 2011. Calidad de semillas de diferentes granometrías y cultivares de maní según condiciones ambientales durante su desarrollo. *XXVI Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera-Cba. 15/09/11. p: 82-83. *VI Jornada Científico – Técnicas Facultad de Agronomía y Veterinaria*. Río Cuarto 14/11/13. p. 153.
- MARSCHNER, H. 1997. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press. Second Edition. 889 p.

- MORLA, F.D.; M.I.T. KEARNEY; G.A. CERIONI; O. GIAYETTO; E. ROMERO; R. STEFANI y E.M. FERNANDEZ. 2013. Bioestimulantes en cultivos. II Maní. *XIX Jornadas científicas -SBC-* La Falda, Córdoba, 8-10 agosto 2013.
- NAKAGAWA, J. 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. En: KRZYZANOWSKI, F.C.; R.D. VIEIRA y J.B. FRANCANO. *Vigor de sementes: Conceitos e testes*. ABRATES. Cap. 2. p: 2.1-2.24.
- ORTEGA, A.E. y E. MALAVOLTA. 2012. Los más recientes micronutrientes vegetales. *Información Agronómica Hispanoamericana*, IAH 7- Septiembre. p: 16 – 25.
- PEDELLINI, R. 1998. Densidad de siembra de maní tipo runner. En: Pedellini, R. y C. Cassini. *Manual de Maní*. 3º edición. INTA EEA Manfredi. p: 12-13.
- STOLLER, J.H. 2013. Stimulate en Maíz. En: www.stoller.com.gt/wp-content/uploads/2013/06/Stimulate-en-Maiz.pdf. Consultado: 27/10/14.
- STOLLER, J. H. 2016. Descarga de Informes: maní. En: www.stoller.com.ar/stimulate/index.html. Consultado: 01/09/16.
- VALAGRO 2006. Un proceso de investigación y desarrollo. En: www.valagro.com/es/corporate/investigacion-y-desarrollo. Consultado: 27/10/14.

ANEXO I



ANEXO II
DISEÑO DE MUESTREO



ANEXO III

Cuadro 1. Características de las plantas a los 20 DDS y 40 DDS provenientes de semillas de maní tratadas con bioestimulantes a la siembra.

Tratamientos	Longitud de la raíz principal (cm)		Números raíces secundarias		Número de hojas desplegadas	
	20 DDS	40 DDS	20 DDS	40 DDS	20 DDS	40 DDS
T0	5,35 b	8,96 c	8,06 c	9,19 c	3,18 b	10,25 a
T1	6,40 a	9,97 b	10,04 b	10,52 b	3,66 a	8,92 a
T2	6,29 a	8,30 c	8,47 c	12,12 b	3,59 a	9,93 a
T3	6,29 a	9,95 b	8,35 c	11,16 b	3,16 b	8,98 a
T4	6,71 a	9,52 b	13,72 a	13,50 a	3,49 a	9,37 a
T5	6,05 a	11,29 a	8,10 c	11,33 b	3,57 a	8,93 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes con el Test DGC ($p > 0.05$).

Cuadro 2. Biomasa vegetativa (hojas + tallo + ramas), reproductiva (frutos) provenientes de semillas de maní tratadas con bioestimulantes a la siembra.

Tratamientos	Biomasa vegetativa	Biomasa reproductiva
T0	516,71 a	593,75 b
T1	632,93 a	609,71 b
T2	647,99 a	712,91 a
T3	570,15 a	696,44 a
T4	653,56 a	678,91 a
T5	481,26 a	618,59 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes con el LSD Fisher ($p > 0.05$).

Cuadro 3. Peso de 100 semillas por granometría según tratamiento a la semilla con bioestimulante a la siembra.

Tratamientos	38-42	40-50	50-60	60-70	70-80	80-100
	Gramos (gr)					
T0	81,03 b	73,15 c	59,31 d	54 e	40,81 g	31,36 h
T1	85,83 a	76,43 c	61,84 d	54,64 e	41,52 g	30,48 h
T2	85,15 a	74,78 c	62,9 d	51,12 f	41,24 g	32,14 h
T3	83,11 b	72,63 c	60,04 d	47,99 f	40,04 g	26,32 i
T4	82,75 b	73,21 c	60,7 d	51,69 f	41,24 g	31,58 h
T5	81,63 b	73,21 c	60,48 d	49,5 f	39,26 g	30,91 h

Medias con una letra común no son significativamente diferentes con el Test Duncan ($p > 0.05$).

Cuadro 4. Rendimiento de maní confitería y categorías granométricas según tratamientos de bioestimulantes aplicados a la semilla a la siembra

Tratamientos	Confitería	< 38	38-42	40-50	50-60	60-70	70-80	80-100	> 100
		(%)							
T0	65,43 a	0,44 a	6,58 bc	27,33a	31,08a	4,93ab	12,30a	3,81a	3,53a
T1	67,97 a	0,60 a	8,05abc	28,73a	30,58a	4,81ab	11,50a	2,91ab	2,81a
T2	72,10 a	0,41 a	10,54a	29,47a	31,67a	3,52b	9,48a	2,59b	2,31a
T3	68,51 a	0,51 a	9,34 ab	28,80a	29,86a	4,22ab	11,73a	3,10ab	2,45a
T4	66,47 a	0,32 a	7,68 bc	26,86a	31,62a	5,96ab	12,22a	2,99ab	2,36a
T5	65,90 a	0,25 a	7,04 bc	27,54a	31,08a	6,62a	12,22a	2,70ab	2,56a

Variables con la misma letra no se diferencian estadísticamente con el Test LSD Fisher ($p > 0,05$).



Fotografía 1. Comparación de plántulas mostrando el sistema radical (A) Bioforge, (B) Seed Power 20 ml/100 kg, (C) Seed Power 40 ml/100 kg, (D) Seed Power 60 ml/100 kg.