



Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Escuela para Graduados



**CALIDAD FISIOSANITARIA EN SEMILLAS DE MANÍ
(*ARACHIS HYPOGAEA* L.) EN RESPUESTA A LA
APLICACIÓN EN PRESIEMBRA DE TRATAMIENTOS
COMBINADOS DE POLÍMEROS, FUNGICIDAS,
INOCULANTES Y BIOESTIMULADORES**

Ing. Agr. Camila Illa

Tesis

**Para optar al Grado Académico de
Doctora en Ciencias Agropecuarias**

Córdoba, 2018

CALIDAD FISIOSANITARIA EN SEMILLAS DE MANÍ (*ARACHIS HYPOGAEA* L.) EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN EN PRESIEMBRA DE TRATAMIENTOS COMBINADOS DE POLÍMEROS, FUNGICIDAS, INOCULANTES Y BIOESTIMULADORES

Ing. Agr. Camila Illa

Comisión Asesora de Tesis

Directora: Dra. María Alejandra Pérez

Asesora: Dra. Elena M. Fernandez

Asesor: Dr. Equiv. Ing. Agr. MSc. Ricardo José Novo

Tribunal Examinador de Tesis

Dra. Elena M. Fernandez

Dr. Ricardo J. Haro

Dr. Diego Nicolás Chavarría

Presentación Formal Académica

16 de Noviembre de 2018

Escuela para Graduados

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Universidad Nacional de Córdoba



AGRADECIMIENTOS

A mi directora de tesis, Dra. María Alejandra Pérez por su guía, confianza y apoyo.

A los asesores Dra. Elena M. Fernandez y Dr. Equiv. Ing. Agr. MSc. Ricardo José Novo por sus apreciables aportes y sugerencias.

Agradezco a los Miembros del Tribunal por dedicar su valioso tiempo a la revisión de esta tesis, por la minuciosa lectura y el aporte constructivo para mejorar este trabajo.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias por permitirme ser parte de esta institución.

Y, por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido va para mi querida familia por el acompañamiento y apoyo brindado en todo momento. A mis papas, Mecha y Francisco, por su apoyo incondicional y por enseñarme a ser responsable y perseverante, ofreciéndome y buscando lo mejor para mi persona; a mis hermanos David y Diego; y a mis sobrinos Valentín, Delfina y Felicitas por darme siempre su amor, cariño y dulzura.

Gracias a Osvaldo, quien acompaña mis días, brindando su apoyo y aliento.

A todos los que contribuyeron para la realización de esta tesis.

A todos Muchas gracias!

RESUMEN

La producción de maní en Argentina se concentra en la provincia de Córdoba, donde se llevan a cabo actividades económicas de alto impacto social. Todas aquellas prácticas que aseguren el área implantada y alta rentabilidad adquieren importancia tecnológica, a fin de mantener el sistema productivo de manera sustentable desde el punto de vista económico y socioambiental. La calidad de la semilla de maní en la actualidad es baja y, si bien existen alternativas que aplicadas en presiembra mejoran su comportamiento, no habían sido estudiadas específicamente para maní. El objetivo de este trabajo fue evaluar la aplicación de productos sintéticos y biológicos de manera combinada en las etapas iniciales y primeros estadios vegetativos de las plantas, en ensayos de laboratorio y vivero. Los resultados indicaron que la aplicación combinada de fungicida más polímeros en semillas, disminuyen los efectos del daño mecánico y en condiciones óptimas y déficit hídrico, no impide la imbibición y aumentó la germinación. Por su parte, los tratamientos combinados de polímeros, fungicida e inoculante, favorecieron la germinación, el vigor y la sanidad de las plántulas. Mientras que en plantas de 60 DDS, se determinó mejor crecimiento, nodulación y actividad fotosintética. Es de destacar que, aún habiendo quedado evidenciada la alta compatibilidad y los beneficios de los productos incorporados, el nivel de respuesta detectado depende de la calidad inicial de las semillas de maní. Los resultados fisiosanitarios fueron superadores al incorporar *Bacillus subtilis* en la presiembra, lo que resulta un aporte tecnológico al sistema de producción. Los tratamientos evaluados mejoraron el desempeño de semillas de baja calidad, mientras que en semillas de alta calidad permitió expresar su máximo potencial. Este aspecto conduciría a la disminución de la densidad de siembra para alcanzar el stand de plantas adecuado, constituyéndose en una alternativa para mejorar la rentabilidad final. Las prácticas sugeridas resultaron beneficiosas y de alta aplicabilidad como parte de la logística de siembra en las empresas productoras de maní.

Palabras clave: tecnología de semilla, imbibición, nodulación, curasemillas, *Bacillus subtilis*.

ABSTRACT

Peanut production in Argentina is concentrated in the province of Córdoba, where economic activities of high social impact are carried out. All those practices that ensure the implanted area and high profitability, acquire technological importance, in order to maintain the productive system in a sustainable way from the economic and socio-environmental point of view. The quality of the peanut seed is currently low and although there are alternatives that applied in presowing improve their behavior, they had not been studied specifically for peanuts. The objective of this work was to evaluate the application of synthetic and biological products in a combined way in the initial stages and first studies of the plants, in laboratory and nursery trials. The results indicated that the combined application of fungicide plus polymers in seeds, decreases the effects of mechanical damage and in optimal conditions and water deficit, does not impede imbibition and increased germination. On the other hand, the combined treatments of polymers, fungicide and inoculant, favored germination, vigor and health of the seedlings. While in plants of 60 DDS, better growth, nodulation and photosynthetic activity was determined. It is noteworthy that, although the high compatibility and benefits of the incorporated products have been evidenced, the level of response detected depends on the initial quality of the peanut seeds. The fisiosanitary results were superior when incorporating *Bacillus subtilis* in the presowing, which results in a technological contribution to the production system. The treatments evaluated improved the performance of low quality seeds, while high quality seeds allowed to express their maximum potential. This aspect would lead to the decrease of planting density to reach the appropriate plant stand, constituting an alternative to improve the final profitability. The suggested practices were beneficial and highly applicable as part of the sowing logistics in the peanut producing companies.

Key words: seed technology, imbibition, nodulation, cure seeds, *Bacillus subtilis*.

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
TABLA DE CONTENIDOS	VI
Lista de Tablas	VIII
Lista de Figuras	IX
Lista de Abreviaturas	XI
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
Introducción	1
Hipótesis	7
Objetivo General	8
Objetivos específicos	8
Bibliografía citada	9
CAPÍTULO 2: EVALUACIÓN DEL DAÑO MECÁNICO Y LA TASA DE ABSORCIÓN DE AGUA EN SEMILLAS DE MANÍ CON DIFERENTES TRATAMIENTOS DE POLÍMEROS	13
Introducción	13
A) Evaluación de daño mecánico	17
Material y Métodos	17
Resultados y Discusión	19
Conclusiones	26
B) Evaluación de la absorción de agua en dos condiciones hídricas	27
Material y Métodos	27
Resultados y Discusión	30
Conclusiones	34
Bibliografía citada	35
CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISIOSANITARIA DE SEMILLAS Y PLANTAS DE MANÍ CON TRATAMIENTOS COMBINADOS DE POLÍMEROS, FUNGICIDA E INOCULANTE	39

Introducción	39
Material y Métodos	44
Resultados y Discusión	47
Conclusiones	57
Bibliografía citada	58
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISIOSANITARIA DE SEMILLAS Y PLANTAS DE MANÍ CON TRATAMIENTOS COMBINADOS DE PRESIEMBRA DE FUNGICIDA ASOCIADO AL BIOESTIMULANTE.	63
Introducción	63
Material y Métodos	67
Resultados y Discusión	70
Conclusiones	75
Bibliografía citada	76
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES GENERALES	80
Conclusiones generales	80

Lista de Tablas

Tabla 1.1: Producción de Maní en diferentes campañas en las provincias de Córdoba, La Pampa y San Luis.	3
Tabla 1.2: Producción de Maní en diferentes campañas en la provincia de Córdoba.	3
Tabla 2.1: Germinación y vigor en semillas de maní con y sin polímeros luego del daño mecánico, con diferentes grados de pérdida de tegumento.	23

Lista de Figuras

Figura 1.1: Destino de las exportaciones de maní a nivel mundial.	1
Figura 2.1: Semillas de maní cv. Granoleico sin polímero y con polímero como pretratamiento.	19
Figura 2.2: Semillas de maní con diferentes grados de pérdida de tegumento.	20
Figura 2.3: Porcentaje de diferentes categorías de acuerdo al grado de pérdida de tegumento en semillas de maní con distintos pretratamientos.	21
Figura 2.4: Poder germinativo de semillas de maní con diferentes pretratamientos y niveles de pérdida de tegumento como resultado del daño mecánico.	24
Figura 2.5: Porcentaje de semillas de maní de alto vigor con diferentes pretratamientos y niveles de pérdida de tegumento como resultado del daño mecánico.	25
Figura 2.6: Semillas de maní con diferentes tratamientos de presiembra.	28
Figura 2.7: Disposición de las semillas de maní con diferentes pretratamientos en sustrato papel embebido en agua a capacidad de campo (CC) y en polietilenglicol (PEG).	29
Figura 2.8: Cantidad de agua absorbida en semillas de maní con diferentes tratamientos de presiembra en condiciones de capacidad de campo (■) y déficit hídrico con PEG a -0,4 MPa (▲).	31
Figura 2.9: Semillas de maní con tratamientos combinados (fungicida + polímeros + colorante) a los cinco días desde la siembra, en condiciones de capacidad de campo (CC) y déficit hídrico con PEG a -0,4 MPa (PEG).	32
Figura 3.1: Poder Germinativo de dos lotes de semillas de maní con diferentes tratamientos de presiembra.	47
Figura 3.2: Porcentaje de plántulas anormales de dos lotes de semillas de maní con diferentes tratamientos de presiembra.	48
Figura 3.3: Sanidad de dos lotes de semillas de maní con diferentes tratamientos de presiembra.	49
Figura 3.4: Crecimiento de plántulas de maní provenientes de dos lotes de semillas con diferentes tratamientos de presiembra.	50

Figura 3.5: Crecimiento de plantas de maní a los 60 DDS, medido en términos de longitud, provenientes de dos lotes de semillas con diferentes tratamientos de presiembra.	52
Figura 3.6: Crecimiento de plantas de maní a los 60 DDS medido en términos de peso seco, provenientes de dos lotes de semillas con diferentes tratamientos de presiembra.	53
Figura 3.7: Número y peso seco de nódulos en plantas de maní a los 60 DDS, provenientes de dos lotes de semillas con diferentes tratamientos de presiembra.	55
Figura 3.8: Contenido de clorofila en folíolo de plantas de maní a los 60 DDS provenientes de dos lotes de semillas con diferentes tratamientos de presiembra.	56
Figura 4.1: Porcentaje de plántulas normales obtenidas en ensayos de germinación de semillas de maní con diferentes tratamientos de presiembra.	70
Figura 4.2: Incidencia fúngica (%) en semillas de maní con diferentes tratamientos de presiembra.	71
Figura 4.3: Crecimiento de plántulas de maní medido como peso aéreo (A) y radical (B), con diferentes tratamientos aplicados en semillas.	72
Figura 4.4: Crecimiento de plantas de maní 60 DDS medido como peso aéreo (A) y radical (B), con diferentes tratamientos a las semillas.	73
Figura 4.5: Contenido de clorofila en folíolo de plantas de maní a los 60 DDS, provenientes de semillas con diferentes tratamientos de presiembra.	74
Figura 5.1 Diagrama integrador de respuesta a los tratamientos combinados de presiembra aplicados en semillas de maní.	83

Lista de Abreviaturas

BPA: buenas prácticas agrícolas
BPM: buenas prácticas de manufactura
BRC: Norma Mundial para la Seguridad de los Alimentos
°C: grados centígrados
CC: capacidad de campo
cc: centímetro cúbico
cm: centímetro
cv: cultivar
DDS: Días después de la siembra
dm: daño mecánico
ETI: Iniciativa de Comercio Ético
GA: ácido giberélico
g: gramos
HACCP: Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos
ha: hectárea
hs: horas
IAA: indol-3-acético
INASE: Instituto Nacional de Semillas
ISTA: International Seed Testing Association
kg: kilogramos
mg: miligramo
ml: mililitro
MPa: megapascal
NUV: luz ultravioleta
PEG: polietilenglicol
PG: poder germinativo
PS: peso seco
øm: fuerzas mátricas

qq: quintal

Tn: toneladas

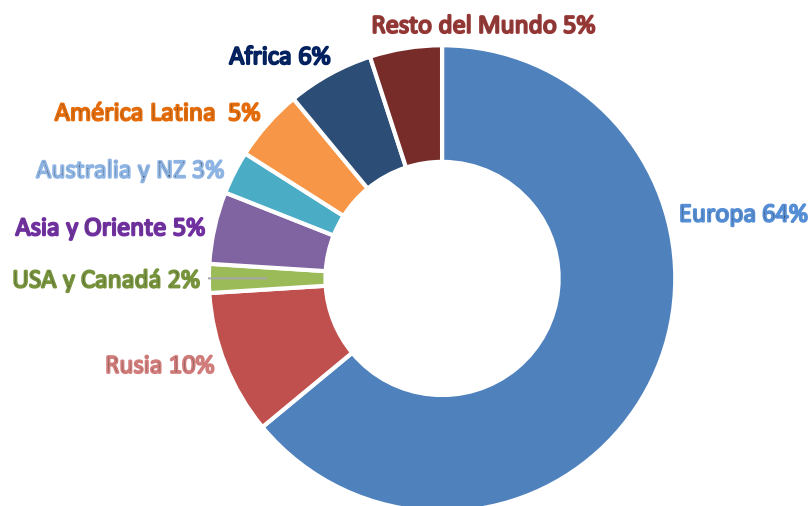
µg: microgramo

USA: Estados Unidos

USDA: United States Department of Agriculture (Dpto. de Agricultura de Estados Unidos)

INTRODUCCIÓN

Argentina es uno de los mayores productores y exportadores de maní junto con India, China, Nigeria y Estados Unidos. Mientras que la Unión Europea es uno de los principales consumidores de maní, con valores per cápita en promedio de 5 kg/año (USDA, 2015). Según la Cámara Argentina de Maní (2015) entre los principales destinos de la producción del maní argentino se encuentran la Unión Europea, USA, Rusia, China, India y Japón entre otros (Figura 1.1).



Fuente: Cámara Argentina de Maní, 2015

Figura 1.1: Destino de las exportaciones de maní argentino a nivel mundial.

Es de destacar que el volumen de las exportaciones argentinas, diez años atrás era cíclico y concentrado en algunos meses del año. Sin embargo, actualmente es menos estacional y repartido a lo largo del año gracias a la inversión en depósitos de frío y a la utilización de variedades con altos contenidos de ácido oleico, lo que le da al producto final mayor estabilidad (shelflife) (Cámara Argentina de Maní, 2015).

El maní de origen argentino es un producto reconocido por sus atributos de calidad en el mercado mundial. El sector manisero se ha especializado en la operatoria y legislación importadora de los países de destino, contando con un sistema de aseguramiento de calidad que ningún otro origen mundial puede ofrecer. Esencialmente brinda: a) garantías de haber sido cultivado bajo normas de aseguramiento de la calidad y la sustentabilidad social, ambiental y económica (BPA); b) procesado bajo normas de BPM, HACCP, BRC y ETI; c) libre de contaminantes químicos y biológicos; d) composición química y nutricional específica e inherente a su procedencia geográfica (Cámara Argentina de Maní, 2015).

Del total de maní producido en el país, aproximadamente un 15% se destina a la industria, 80% a la exportación, 2% para semillas y otros usos y un 3% para acumulación de stocks (Blengino, 2015). El Complejo Maní no exporta granos primarios ni commodities, sino manufacturas con alto agregado de valor. Los productos elaborados en base a maní, se encuentran protegidos por la denominación “Maní de Córdoba” a través de la Ley Provincial 10.094 sancionada en el año 2012. La denominación “Maní de Córdoba – Certificación de Origen” es un sello de calidad que garantiza calidad premium, según los más rigurosos estándares internacionales (Fiant *et al.*, 2013; Cámara Argentina de Maní, 2015).

En Argentina, el cultivo del maní se distribuye en las provincias de Córdoba, La Pampa, San Luis, Salta y Jujuy. Corresponde a la Provincia de Córdoba más del 90% de la producción total (Tabla 1.1 y 1.2). Del de la superficie sembrada en esta provincia, aproximadamente el 59% se encuentra distribuida entre los departamentos de Gral. Roca y Río Cuarto (Bolsa de Cereales de Córdoba, 2014). En estas localidades además se llevan a cabo otras tareas vinculadas al cultivo como la comercialización, selección e industrialización, determinando una fuerte influencia socioeconómica en la población.

Tabla 1.1: Producción de maní en diferentes campañas en las provincias de Córdoba, La Pampa y San Luis.

	2010/2011	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	% Variación interanual
Superficie sembrada (ha)	307.400	387.900	383.100	345.200	336.400	-2.5
Superficie cosechada (ha)	307.400	380.500	377.700	341.200	289.370	-15.2
Rendimiento en caja (qq/ha)	34	27	26	35	32	-8.3
Producción en caja (tn)	1.033.300	1.016.300	997.200	1.188.400	928.600	-21.9
Producción en grano (tn)	651.000	648.500	672.900	839.600	670.600	-20.1

Fuente: Bolsa de Cereales de Córdoba, 2016

Tabla 1.2: Producción de maní en diferentes campañas en la provincia de Córdoba.

Indicador	2012/2013	2014/2015	2015/2016	% Variación interanual
Superficie sembrada (ha)	351.800	322.700	313.500	-2,9
Superficie cosechada (ha)	344.500	318.800	270.250	-15,2
Rendimiento en caja (qq/ha)	27	35	32	-7,5
Producción en caja (tn)	937.800	1.102.200	859.200	-22,0
Producción en grano (tn)	602.300	778.700	618.000	-20,6

Fuente: Bolsa de Cereales de Córdoba, 2016

La actividad productiva resulta movilizadora de la economía, por su efecto multiplicador en las comunidades agrícolas y en función del agregado de valor posterior a la producción primaria (FADA, 2014). Así, la cadena del maní adquiere importancia en la generación de empleo, con efectos multiplicadores directos e indirectos sobre el resto de la economía, tanto provincial como nacional. A la mano de obra ocupada en el campo se le suma más de 12.000 empleos directos, en 40 comunidades del sur de Córdoba, lo que favorece el asentamiento y el desarrollo social (Cámara Argentina de Maní, 2015).

Es importante destacar que para el área de siembra declarada en la Provincia de Córdoba (350.000 ha aproximadamente) se requiere de 45.000 Tn de semillas. En base al volumen destinado para la siembra (2% del total producido), el cálculo arroja un volumen de 20.200 Tn; la evidente diferencia es lo que obliga al sector a destinar parte del grano para ser usado como semilla. No haber tratado este material según las normativas de producción de semillas es en parte lo que determina su baja calidad. Por lo tanto, es necesario incrementar la densidad de siembra, y aun así no se logra homogeneidad en el surco por fallas en la emergencia y tasas de crecimiento diferente de las plantas (Pedelini, 2011; Bongiovanni *et al.*, 2012). Al respecto, es importante tener en cuenta que la calidad fisiológica y física del lote de semillas utilizadas para la siembra tiene una marcada influencia sobre el comportamiento del cultivo durante las diferentes etapas fenológicas y, en definitiva, sobre el rendimiento y la calidad final del producto (Pérez e Illa, 2012; Illa *et al.*, 2014; Capiello *et al.*, 2016.)

La calidad fisiológica de las semillas puede ser cuantificada a través del poder germinativo y el vigor. Estas variables están determinadas por las condiciones ambientales durante el desarrollo de las semillas en la planta madre, tales como temperatura, disponibilidad de agua, salinidad del suelo, y por factores bióticos tales como enfermedades y ataque de insectos (Marcos, 2005). Los lotes destinados actualmente a la siembra en general, no alcanzan los valores de poder germinativo establecidos por la Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca en la Resolución N° 2270/93 para ser consideradas como semillas (PG: 80

%). Además, presentan un alto grado de infección fúngica, lo que representa un vehículo de enfermedades para otras áreas del cultivo (Cardoso *et al.*, 2004; Fernandez, 2006; Pérez *et al.*, 2007 a y b; Pérez *et al.*, 2008; Illa *et al.*, 2013). En este sentido, los fitopatógenos transportados por las semillas causan pérdidas considerables de rendimiento en maní (Pedelini, 2011). Entre las prácticas de presembrado, se destaca como imprescindible la aplicación de fungicidas para el control de hongos asociados a la semilla (Cavallo *et al.*, 2005; Pérez *et al.*, 2007 a).

Para lograr una producción sostenida en el tiempo y mantener la oferta del producto a los principales centros internacionales de compra, se hace necesario disponer de suficiente cantidad y calidad de semilla. Este insumo se produce en la región y depende en gran medida de las condiciones ambientales, por lo tanto, se requiere de aquellas prácticas que de manera sustentable favorezcan la producción de semillas de alta calidad.

De acuerdo a las investigaciones llevadas a cabo, la disminución de la calidad de las semillas puede deberse en parte a la pérdida de tegumento, el cual actúa como barrera física a la penetración de los hongos (Zambettakis, 1975; Fernandez *et al.*, 2000) y regula el intercambio de agua entre el ambiente y la semilla (Ketring *et al.*, 1976). Como alternativa tecnológica los estudios realizados por Nascimento (2000) e Illa *et al.* (2015) proponen la aplicación de polímeros que, distribuidos en delgada capa sobre la superficie, protegen a las semillas.

Por otra parte, entre las alternativas productivas utilizadas en maní, resulta interesante la incorporación de productos biológicos a la semilla. En estudios realizados con inoculantes se ha demostrado mejoras en la fijación biológica del nitrógeno y la eficiencia en el aprovechamiento de este nutriente (Giayetto *et al.*, 1999; Ferraris *et al.*, 2006). Así mismo, el agregado de *Bacillus subtilis* en semillas de otras especies ha dado resultados promisorios

tanto en el control de enfermedades como en la estimulación del crecimiento (Araujo, 2008; Tejera Hernández *et al.*, 2011).

HIPÓTESIS

La calidad de las semillas de maní y el posterior desempeño del cultivo, mejora con la aplicación en presembrado de polímeros, productos terapéuticos combinados con biológicos (inoculantes, bioestimuladores) a través de mecanismos de control de enfermedades fúngicas asociadas y la estimulación del crecimiento.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad fisiosanitaria en semillas de maní (*Arachis hypogaea* L.) en respuesta a la aplicación en presembrado de tratamientos combinados de polímeros, fungicidas, inoculantes y bioestimuladores.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo específico 1: Evaluar el efecto del daño mecánico y la tasa de absorción de agua de semillas de maní con diferentes tratamientos de presembrado con fungicidas y polímeros.

Objetivo específico 2: Evaluar la calidad fisiosanitaria de semillas y plantas de maní con tratamientos combinados de polímeros, fungicida e inoculante.

Objetivo específico 3: Evaluar la calidad fisiosanitaria de semillas y plantas de maní con tratamientos combinados de presembrado de fungicida asociado al bioestimulante.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Araujo F. 2008 Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. Revista Brasileira Ciência e Agrotecnologia. Lavras 32(2): 456-462.
- Blengino C. 2015. Maní: Informe Sectorial N° 2. Dirección de Agroalimentos de la Nación Área de estudios sectoriales. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/otros/mani/informes/2014_05May.pdf. Activo noviembre 2017.
- Bolsa de Cereales de Córdoba y Cámara de Cereales y Afines de Córdoba. 2014. Informe especial n° 69, Campaña 2013/2014: Producción final de maní. Córdoba, Argentina. 6 pp.
- Bolsa de Cereales de Córdoba y Cámara de Cereales y Afines de Córdoba. 2016. Informe especial n° 103, Tercera estimación de maní, campaña 2015/2016. Córdoba, Argentina. 4 pp Informe Especial N°103.
- Bongiovanni R., Troilo L. y Pedelini R. 2012. Buenas prácticas agrícolas para la producción de maní. Programa Nacional Cultivos Industriales. Ediciones INTA. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi, Manfredi, Córdoba, Argentina. 73 pp.
- Cámara Argentina del Maní. 2015. Cluster manisero argentino. Disponible en <http://www.camaradelmani.org.ar/espanol/>. Activo abril 2018.
- Capiello G.E., Fernandez E.M., Cerioni G.A., Morla F.D. y Giayetto O. 2016 Calidad fisiológica de la semilla de maní y rendimiento. XXXI Jornada Nacional de Maní, General Cabrera, Córdoba, Argentina. Disponible en <http://www.ciacabrera.com.ar>. Activo Julio 2017.
- Cardoso P.C., Baudet, L., Peske S.T. y Lucca Filho O.A. 2004. Armazenamento em sistema a frio de sementes de soja tratadas com fungicida. Revista Brasileira de Sementes 26(1): 15-23.
- Cavallo A.R., Novo R. y Pérez M.A. 2005. Eficiencia de fungicidas en el control de la flora fúngica transportada por semilla de maní (*Arachis hypogaea* L.) en la Argentina. Agriscientia XXII (1): 9-16.

- FADA. 2014. El empleo de las cadenas agroalimentarias. Disponible en: <http://fundacionfada.org/informes/el-empleo-en-las-cadenas-agroalimentarias/>. Activo Julio 2017.
- Fernandez E.M., Rosolem A. and Oliveira D.M.T. 2000. Peanut seed tegument affected by liming and drying method. *Seed Science and Technology* 27(1):185-192.
- Fernandez E.M. 2006. Calidad fisiológica de las semillas. En: El cultivo de maní en Córdoba. Fernández, E.M.; Giayetto, O. (Comp.). Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba. pp. 145-156.
- Ferraris G., Gonzalez Anta G. y Díaz Zorita M. 2006. Disponible en: www.acsoja.org.ar/mercosoja2006/contenidos/foros. Activo Julio 2017.
- Fiant S., Alonso C., Fontana T., Spinazzé C., Costero D., Augusto G., Pérez C., Bonvehi L., Fuentes L. y Meriggiola P. 2013. Caracterización de la producción de maní (*Arachis hypogaea*) campaña 2012/2013 Bolsa de Cereales de Córdoba. XXIIX Jornada Nacional de Maní, General Cabrera, Córdoba, Argentina. Disponible en <http://www.ciacabrera.com.ar/docs/JORNADA%2028/8-%20FIANT.pdf> Activo Marzo 2018.
- Giayetto O., Ceroni G.A., Castro S. y Fabra A. 1999. Nutrición nitrogenada de maní. Contribución de la fijación biológica. XIV Jornadas Nacional de Maní, General Cabrera, Córdoba, Argentina. pp 3-4.
- Illa C., Olivo A., Uliarte A., Kopp S. y Pérez M.A. 2015. Germinación de semillas de maní con polímeros: XXX Jornada Nacional de Maní, General Cabrera, Córdoba, Argentina. Disponible en <http://www.ciacabrera.com.ar/docs/JORNADA%2030/21-%20GERMINACI%C3%93N%20DE%20SEMILLAS%20DE%20MAN%C3%8D%20CON%20POL%C3%8DMEROS.pdf>. Activo Marzo 2018
- Illa C., Novo R., Kopp S., Olivo A., Montaña Gonzalez E. y Pérez M.A. 2014. Evaluación en laboratorio y campo de diferentes tratamientos profesionales aplicados en semillas de maní. XXIX. Jornada Nacional de Maní, General Cabrera, Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.ciacabrera.com.ar/docs/JORNADA%2029/23.pdf>. Activo Marzo 2018.
- Illa C., Cuggino S., Kopp S., Sebastián y Pérez M., Uliarte A. y Pérez M.A. 2013. Efecto de la aplicación combinada de *B. subtilis* más fungicidas sobre la calidad fisiosanitaria de

semillas de maní y el crecimiento posterior de las plantas. XXVIII Jornada Nacional de Maní, General Cabrera, Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.ciacabrera.com.ar/docs/JORNADA%2028/4-%20ILLA.pdf>. Activo Marzo 2018

Kétring D.L. 1976. Light effects on development of an indetermination plant. *Plant Physiology* 64: 665-667.

Marcos F.M. 2005. Fisiología de semillas de plantas cultivadas. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Quiroz – FEALQ. 495 pp.

Nascimento W.M. 2000. Hortaliças: Tratamentos de sementes. *Seed News* 4(2): 16-17.

Pedellini R. 2011. Maní. Guía práctica para su cultivo. INTA. EEA, Manfredi, Córdoba. 21 pp.

Pérez M.A e Illa C. 2012. Respuesta fitosanitaria de semillas de maní a la aplicación de tratamientos combinados de fungicida, inoculante y bioestimulante. *Análisis de Semillas* 4(24): 32-37.

Pérez M.A., Cavallo A.R. y De Souza Maia M. 2007 a. Nivel de infección fúngica natural en relación a la calidad de semillas de maní (*Arachis hypogaea* L.) *Revista Brasileira de Sementes* 29(2): 53-59.

Pérez M.A., Cavallo A., Pedellini R., Kopp S., Heredia M. y Quinteros P. 2007 b. Calidad de fitosanitaria de semillas de maní. Efecto de la distribución espacial de las plantas en el cultivo. XVII Jornada Nacional de Maní, General Cabrera, Córdoba, Argentina. pp 45-46.

Pérez M.A., Kopp S., Cavallo A.R., Pedellini R y Heredia M. 2008. Efecto de la aplicación combinada de fungicida más inoculante en semillas de maní de diferente calidad fitosanitaria. XVIII Jornada Nacional de Maní, General Cabrera, Córdoba, Argentina. pp 45-46.

Tejera-Hernández B., Rojas-Badía M.M. y Heydrich-Pérez M. 2011. Potencialidades del género *Bacillus* en la promoción del crecimiento vegetal y el control de hongos fitopatógenos. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*. 42:131-138. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1812/181222321004.pdf>. Activo Agosto 2017.

USDA 2015. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Nutrient data base for standard reference, release 24. Nutrient Data Laboratory home page. Disponible en: http://www.ars.usda.gov/main/site_main.htm?modecode=80-40-05-25. Activo Julio 2017.

Zambettakis C.H. 1975. Etude de la contamination de quelques variétés d'arachide par *Aspergillus flavus*. Oleagineux 30(4): 161-167.

EVALUACIÓN DEL DAÑO MECÁNICO Y LA TASA DE ABSORCIÓN DE AGUA EN SEMILLAS DE MANÍ CON DIFERENTES TRATAMIENTOS CON FUNGICIDAS Y POLÍMEROS

INTRODUCCIÓN

Entre los aspectos morfológicos de la semilla de maní se destaca la posición expuesta de la radícula en el embrión, así como la fragilidad del tegumento. Ambas características están relacionadas con el nivel de daño ocasionado a la semilla en las operaciones de manejo en la cosecha y poscosecha (Pedelini, 2011). En relación a ello, es común detectar numerosas anomalías en las plántulas o bien alto porcentaje de semillas muertas como consecuencia del daño mecánico al que son sometidas.

El tegumento actúa como barrera física a la penetración de los hongos (Zambettakis, 1975) y regula el intercambio de agua entre el ambiente y la semilla (Ketring *et al.*, 1976). Por ello, es importante que durante el desarrollo de los frutos y de las semillas no se produzcan estreses que afecten su estructura, como también es necesario evitar daños y exposiciones a ambientes inestables (alta humedad relativa, procesos alternativos de humedecimiento y secado), para mantener la integridad de la cubierta natural durante el manipuleo que se produce en la cosecha y poscosecha (Fernandez y Giayetto 2017).

Los tratamientos de presembrado en general favorecen el comportamiento de las semillas lo que resulta ventajoso desde el punto de vista de la implantación del cultivo, en estrecha vinculación con su calidad inicial. En relación a ello, una de las prácticas propuestas es la aplicación de polímeros que distribuidos en delgada capa sobre la superficie de las semillas actúan protegiéndolas (Nascimento, 2000; Illa *et al.*, 2015). Hasta el momento, no se ha estudiado el efecto de la aplicación de polímeros a las semillas de maní en relación a la probable disminución del daño mecánico y la pérdida del tegumento durante la siembra.

Según lo propuesto por Scott (1989), la metodología de aplicar recubrimientos constituye una de las técnicas de presembrado más promisorias ya que protege a las semillas de agentes exteriores, facilita la absorción de nutrientes y oxígeno, brinda protección fitosanitaria y permite la siembra de precisión en cultivos de siembra directa. Es importante además, tener presente que el tegumento en leguminosas es la barrera protectora natural, por lo tanto la pérdida del mismo, total o parcial, puede perjudicar la velocidad de absorción de agua ocasionando daños por imbibición. Ello ocasiona una disminución del porcentaje de germinación, mayor susceptibilidad al ataque de patógenos (Romano *et al.*, 2010) e inclusive un lento crecimiento de plantas (Matews *et al.*, 1980).

Los polímeros brindan una protección adicional a las semillas, actúan como barrera de ingreso de los patógenos, garantizan una mayor seguridad durante el manejo (Robani, 1994) y, combinados con el tratamiento fungicida, pueden aumentar la germinación de las semillas de tomate de bajo vigor, sin afectar la acción del fungicida sobre los hongos (Lima *et al.*, 2003). En relación con esto, Karam *et al.* (2007) informaron que el uso de polímeros no afectó la viabilidad, el vigor y la longevidad de las semillas de maíz. En este sentido, Lima *et al.*, (2006) reportó resultados similares en sus estudios llevados a cabo en algodón. Además, los

polímeros no interfieren con la acción de los fungicidas utilizados en tratamientos de presembrado en soja (Pereira *et al.*, 2007).

La aplicación de polímero con fungicida no afecta negativamente la viabilidad de las semillas y promueve el vigor de las semillas de soja con alta germinación (Benatto *et al.*, 2012). Incluso, varios estudios han reportado efectos satisfactorios del recubrimiento de semillas sobre la germinación, el crecimiento de las plántulas, el crecimiento de raíces y brotes, el área foliar, la biomasa seca y el aumento en el rendimiento (Zelonka *et al.*, 2005; Tavares *et al.*, 2012; Tavares *et al.*, 2013). Por lo tanto, la aplicación de tratamientos previos a la siembra es una práctica que se está llevando a cabo cada vez con más aceptación por parte del productor. Sin embargo, muchos técnicos han manifestado su inquietud por la demora en la emergencia de plantas de maní a partir de semillas con tratamientos profesionales. En ciertos casos, se sugiere que estos tratamientos podrían inducir a un estado de dormición más profundo con respecto al que normalmente presenta esta fabacea.

Es de destacar que para lograr un buen nivel de implantación en el campo se necesita que la tasa de emergencia se logre de manera homogénea en el tiempo. Para que el proceso de germinación se lleve a cabo se requiere de agua, temperatura, oxígeno y luz, siendo el más importante la disponibilidad de agua libre (Popinigis, 1977). Así, las semillas necesitan absorber un mínimo de humedad para que se desencadene la germinación; en el caso del maní, la semilla germina cuando alcanza entre el 50-55 % del contenido de humedad (Popinigis, 1977). El agua se absorbe según un patrón de imbibición trifásico en el cual la primera fase es determinante para que se desencadene el proceso de germinación (Bewley y Black, 2001). Es importante tener presente que esta fase inicial se desarrolla por acción de fuerzas mátricas (ϕm), independientemente de su estado de dormición (Bewley y Black, 2001). Resultan determinantes en esta etapa, la presencia de tegumento y su grado de permeabilidad, influenciado por las características químicas de ciertas sustancias con las que se recubren las semillas en los tratamientos de presembrado (Mendez Natera *et al.*, 2008).

El ingreso de agua en cantidad suficiente y a una tasa sostenida en el tiempo favorece el metabolismo de la semilla que conduce a la emergencia, teniéndose en cuenta además que la rápida absorción de agua puede ser perjudicial para los tejidos seminales ocasionando el crecimiento desuniforme de las plantas (Powell y Matthews, 1979; Matthews *et al.*, 1980). Por otra parte, la baja disponibilidad hídrica en el sustrato reduce el porcentaje de emergencia (Popinigis, 1977). En laboratorio, el déficit hídrico se puede simular con diferentes osmolitos, entre ellos manitol, sacarosa o polietilenglicol (PEG). El polietilenglicol (PEG) es químicamente inerte, no tóxico, no penetra la cubierta seminal y es osmóticamente estable (Parmar y Moore, 1966; Thill *et al.*, 1979).

En base a lo expuesto, es de interés analizar el resultado de los tratamientos profesionales aplicados a las semillas de maní, desde el punto de vista del efecto sobre el nivel de daño mecánico y la regulación del ingreso de agua como factor desencadenante del proceso de germinación y posterior establecimiento de las plantas.

El **objetivo** de este capítulo fue: Evaluar el efecto del daño mecánico y la tasa de absorción de agua de semillas de maní con diferentes tratamientos de presembrado con fungicidas y polímeros.

A) EVALUACIÓN DE DAÑO MECÁNICO

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo en semillas de maní cv. Granoleico campaña 2014/15, calibre 50/60 a los cinco meses desde cosecha, provenientes de General Cabrera, Provincia de Córdoba.

Para el pretratamiento de las semillas, el fungicida empleado fue la mezcla de metalaxyl 2% + ipconazole 2,5% 1,25 ml/kg de semilla y dos polímeros comerciales: Polímero 1 (Equate 8% dosis 5ml/kg de semilla) + Polímero 2 (FloRite 1127C dosis 2,57 ml/kg de semilla).

Los tratamientos evaluados fueron:

- semillas con fungicida sin tratamiento de daño mecánico (control)
- semillas con fungicida con tratamiento de daño mecánico
- semillas con fungicida más polímeros con tratamiento de daño mecánico

El daño mecánico (dm) se provocó de manera controlada pasando las semillas a través de un distribuidor mecánico Boerner, simulando la fuerza de impacto de un distribuidor de siembra tradicional. Las semillas fueron colectadas en bolsas de papel, constituyendo 5 repeticiones para cada tratamiento evaluado. Posteriormente, en el laboratorio se evaluó visualmente el grado de pérdida de tegumento y se agrupó de acuerdo a las siguientes categorías:

- ❖ 0%: sin pérdida de tegumento.
- ❖ <10%: pérdida de menos del 10% de tegumento.
- ❖ 25%: pérdida del 25% del tegumento.
- ❖ 50%: pérdida del 50% del tegumento.
- ❖ 75%: pérdida del 75% del tegumento.
- ❖ 100%: pérdida del 100% del tegumento (pérdida total de tegumento).
- ❖ semillas partidas.

Las fracciones con 0%, menos del 10% y hasta el 25% de pérdida de tegumento, fueron evaluadas en ensayos de germinación. En las fracciones con pérdida de 50% o más no se evaluó este atributo de calidad, ya que no germinan de acuerdo a lo propuesto por ISTA (2006). Se consideró los valores mínimos de germinación para semillas de primera multiplicación (80%) y los de segunda y tercera multiplicación (75 %) de acuerdo a lo propuesto por INASE (2015).

Para el ensayo de germinación, se dispusieron 4 repeticiones de 50 semillas entre papel en cámaras con condiciones controladas a 20-30 C° y 16 hs de luz. A los 7 días se evaluó el porcentaje de plántulas normales, anormales, semillas frescas y muertas (ISTA, 2006). Las plántulas normales fueron categorizadas en función de su crecimiento longitudinal en alto (mas de 5 cm), medio (3 a 5 cm) y bajo vigor (menos de 3 cm), expresándose los resultados en porcentaje.

Diseño experimental y análisis estadístico: los ensayos se condujeron según un diseño completamente aleatorizado. Se llevaron a cabo análisis de varianza y test de comparación de medias con Tukey ($p < 0,05$), Utilizando el programa estadístico InfoStat versión 2015 (Di Rienzo *et al.*, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 2.1 se presenta el aspecto de las semillas tratadas con y sin polímero. Se destaca el aspecto uniforme del tratamiento aplicado, lo que posibilitó el rodamiento de la semilla facilitando el tránsito en el sistema mecánico de distribuidor. El colorante empleado, permitió a simple vista la identificación de las categorías de pérdida de tegumento por daño mecánico, al contrastar el rojo intenso con el blanco crema del cotiledón de los granos de maní.



Figura 2.1: Semillas de maní cv. Granoleido sin polímero y con polímero como pretratamiento.

En la Figura 2.2 se muestran las semillas de maní con diferentes grados de pérdida de tegumento. A través de la cuantificación de estas categorías se pudo establecer el nivel de daño en la muestra representativa evaluada de cada tratamiento.



Figura 2.2 Semillas de maní con diferentes grados de pérdida de tegumento. A: presencia de tegumento completo; B y C: pérdida de menos del 10% de tegumento; D: pérdida del 25% del tegumento; E: pérdida del 50% del tegumento; F: pérdida del 75% del tegumento; G: pérdida del 100% del tegumento.

De acuerdo a los resultados presentados en la Figura 2.3, el tratamiento control (fungicida sin daño mecánico) presentó 83,4% de semillas con tegumento completo. Luego de provocar el daño mecánico dicho valor disminuye a la mitad; incrementándose además los porcentuales en las categorías de semillas con menos del 10% y 25% de tegumento.

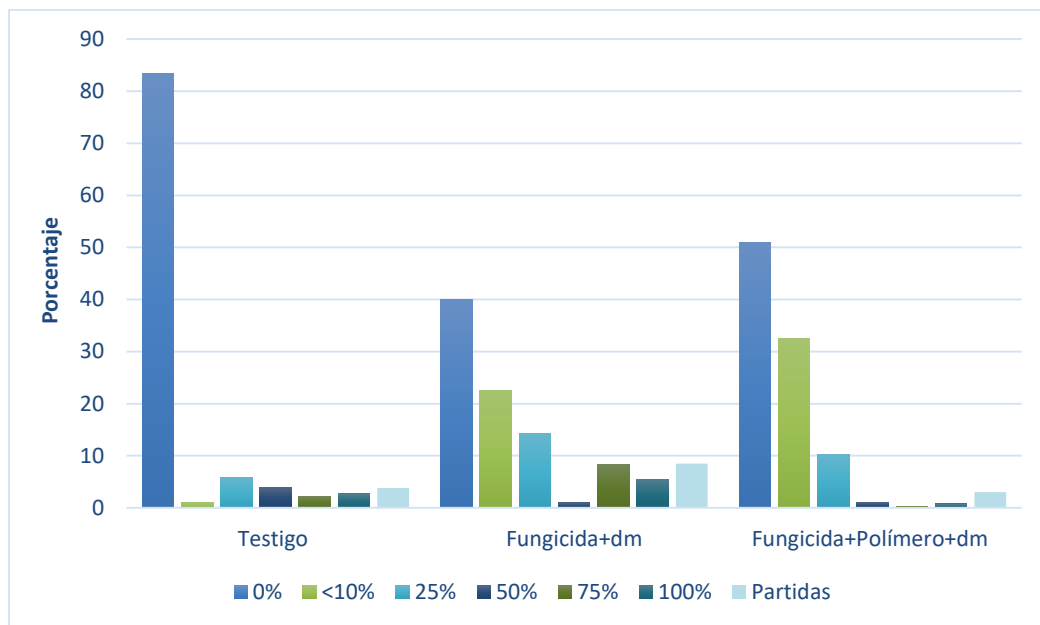


Figura 2.3: Porcentaje de diferentes categorías de acuerdo al grado de pérdida de tegumento en semillas de maní con distintos pretratamientos.

Luego del daño mecánico (Figura 2.3) las semillas con fungicida mostraron aumento en la pérdida de tegumento, incrementándose las categorías 75% de pérdida, sin tegumento y semillas partidas. De acuerdo a lo observado, la presencia de fungicida solo en las semillas de maní no redujo la pérdida de tegumento ante el efecto del paso por el distribuidor. Si bien las nuevas formulaciones facilitan la distribución homogénea del producto químico, no ejercen efecto protector ante posibles daños mecánicos. Este aspecto puede ser superado al aplicar de manera combinada los fungicidas con polímeros de acuerdo a lo propuesto por Benatto Junior *et al.* (2012).

Por otra parte, el daño mecánico ocasionado en semillas con fungicida y polímero provocó la pérdida de tegumento, pero siempre fue menor que en el tratamiento de semillas solo con fungicida. Lo observado refleja el efecto protector del polímero aplicado, de acuerdo

a lo propuesto en soja por Benatto *et al.* (2012). En particular para semillas de maní, Barbeito *et al.* (2014) y Montoya *et al.* (2015) quienes evaluaron polímeros naturales, han informado sobre el efecto protector por posibles rozamientos físicos que ocasionan deterioro de la cubierta de semillas de maní.

Si bien no se observaron diferencias entre los valores de pérdida de la mitad del tegumento (50%) en los tratamientos evaluados, la aplicación de polímeros con daño mecánico no mostró semillas con pérdidas del 75% de tegumento y fue despreciable el porcentaje de semillas sin tegumento (100% de pérdida).

Las semillas con fungicida exhibieron proporciones variables de pérdida de tegumento previamente al daño mecánico, provocada por las prácticas de manejo llevadas a cabo desde el descapotado hasta la clasificación y pretratamiento de los lotes. Además, los valores de pérdida de tegumento se incrementaron luego del daño mecánico, aumentando inclusive el porcentaje de semillas partidas. Sin embargo, las semillas tratadas de manera combinada con fungicidas y polímeros con daño mecánico, mostraron mayor retención del tegumento de acuerdo a los valores alcanzados en las fracciones relevantes (0%, <10% y 25%) mientras que en las restantes (50%, 75% y 100%) los valores fueron poco importantes. Del mismo modo, la aplicación de fungicida más polímeros con daño mecánico mantuvo el porcentaje de semillas partidas respecto al control.

Desde el punto de vista del manejo de los lotes de semillas, la conservación de la estructura morfológica contribuye a su posterior desempeño (Popinigis, 1977; Nascimento, 2000). De esta manera la aplicación de tratamientos sobre la semilla, que favorezcan a la retención del tegumento permitirán mejorar los diferentes procesos fisiológicos. En relación a ello, se presentan a continuación los resultados de germinación y vigor al aplicar diferentes tratamientos de presembrado (Tabla 2.1).

Tabla 2.1: Germinación y vigor en semillas de maní con y sin polímeros luego del daño mecánico, con diferentes grados de pérdida de tegumento.

Tratamiento de presembrado	Pérdida de tegumento (%)	Germinación (%)				Vigor (%)		
		Plántulas Normales	Plántulas Anormales	Semillas Frescas	Semillas Muertas	Alto	Medio	Bajo
Fungicida	0	70 a	13 b	4 c	13 ab	25 ab	30 a	15 c
Fung+Polímero		75 a	0 d	20 a	5 c	30 a	26 ab	19 bc
Fungicida	< 10	65 b	19 b	2 d	14 ab	16 c	19 c	30 a
Fung+Polímero		73 a	4 c	14 b	9 b	27 a	23 b	23 b
Fungicida	25	48 c	30 a	2 d	20 a	13 c	1 d	34 a
Fung+Polímero		67 b	9 b	5 c	19 a	30 a	28 a	9 d

Pérdida de tegumento: 0% presencia de todo el tegumento; <10% pérdida de menos del 10% del tegumento; 25%: pérdida del 25% del tegumento. Cada valor representa el promedio de 4 repeticiones. Letras diferentes indican diferencias significativas en la columna Tukey $p < 0,05$.

En general, se observó disminución del poder germinativo (Figura 2.4) a medida que se incrementó la pérdida de tegumento en semillas, de acuerdo con lo propuesto por Pedelini en maní (2011) y Romano *et al.* (2010) en poroto. Sin embargo, la aplicación combinada de fungicida más polímero, mantiene el poder germinativo por sobre el 65% aún con pérdidas de tegumento de hasta el 25%. El efecto positivo de la aplicación de tratamientos combinados ha sido reportado en soja por Pereira *et al.* (2007) y en algodón por Lima *et al.* (2006); quienes informaron que aún después del almacenamiento, las semillas germinaron con valores dentro de los estándares de comercialización. Del mismo modo, Tavares *et al.* (2013) en trigo y Zelonka *et al.* (2005) en avena, comunicaron que la germinación se mantiene en el tiempo al aplicar tratamientos con polímeros en presembrado.

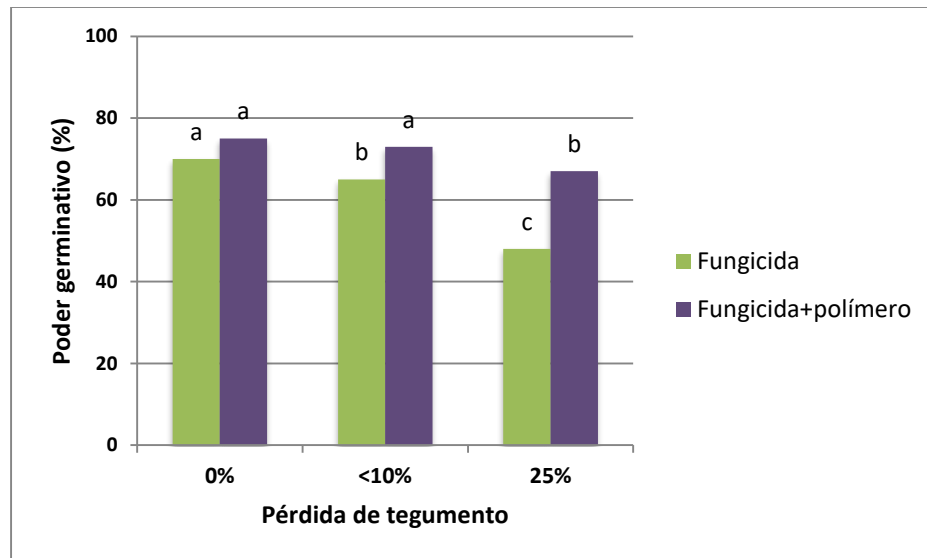


Figura 2.4: Poder germinativo de semillas de maní con diferentes pretratamientos y niveles de pérdida de tegumento como resultado del daño mecánico. Cada valor representa el promedio de 4 repeticiones. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey $p<0,05$).

En las fracciones con pérdidas de tegumento del 25% y menor al 10%, la aplicación de polímeros en las semillas produjo mayor cantidad de plántulas normales respecto a semillas con fungicida solo. Es de destacar que en semillas con escasa pérdida de tegumento (menos de 10%), la aplicación de polímeros disminuyó el porcentaje de semillas muertas; mientras que en aquellas con pérdidas de un cuarto del tegumento (25%) no se logró controlar el efecto del daño mecánico y contaminación fúngica, ya que los valores obtenidos de semillas muertas no evidenciaron diferencias significativas con y sin polímero (Tabla 2.1).

Respecto a las determinaciones de vigor, la aplicación combinada de fungicida más polímero aumentó el porcentaje de plántulas de alto vigor respecto a aquellas con fungicida

solo, en semillas que evidenciaban pérdida de tegumento en orden del 25% y menos del 10% (Figura 2.5).

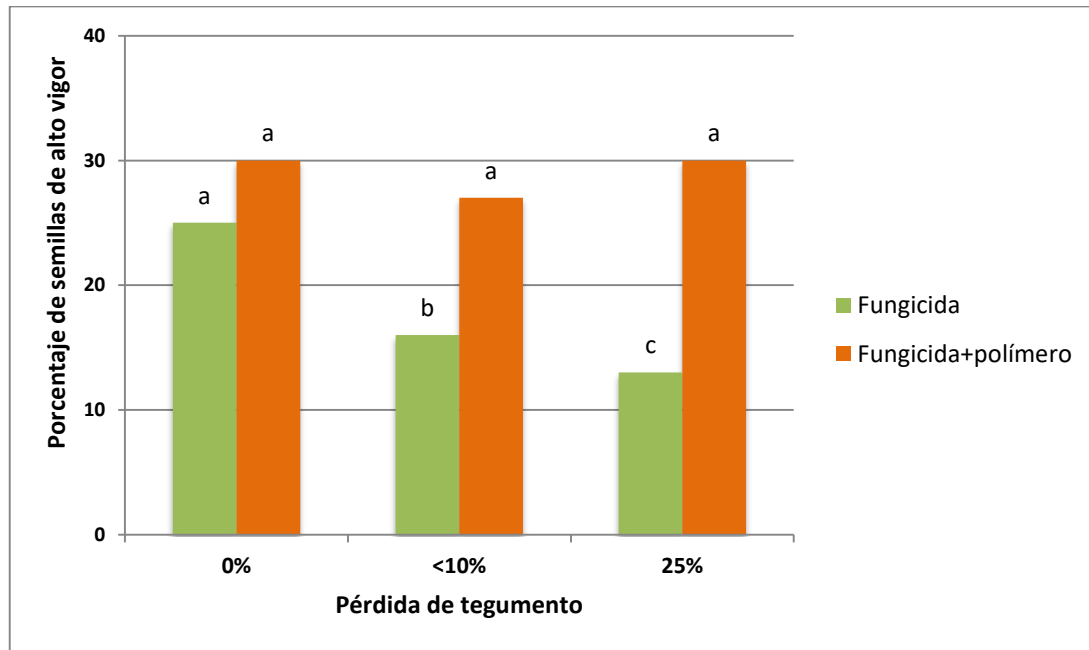


Figura 2.5: Porcentaje de semillas de maní de alto vigor con diferentes pretratamientos y niveles de pérdida de tegumento como resultado del daño mecánico. Cada valor representa el promedio de 4 repeticiones. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey $p < 0,05$).

Este comportamiento puede ser explicado por la acción protectora del polímero, que además de contribuir a mantener la estructura de la semilla mejora la acción del fungicida de acuerdo con lo propuesto por Benatto *et al.* (2012) y Pereira *et al.* (2007) en soja.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados presentados, se deduce que la aplicación combinada de fungicida más polímeros en semillas de maní, disminuye significativamente la pérdida de tegumento. Además, las semillas que conservan el tegumento y se presentan aparentemente sanas, germinan bajo condiciones de adecuada humedad y temperatura, produciendo plántulas de alto vigor. Mientras que la pérdida de la protección natural favorece la acción de patógenos y provocan la muerte de la semilla o plántula. Este comportamiento se revierte al aplicar el polímero en presembrado. Además, es de destacar que los polímeros aplicados protegen a las semillas sin afectar su normal desempeño fisiológico.

B) EVALUACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE AGUA EN DOS CONDICIONES HÍDRICAS

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo con semillas de maní cv. Granoleico, campaña 2014/15, calibre 50/60 a los cinco meses desde cosecha, provenientes de General Cabrera (Provincia de Córdoba).

Los tratamientos aplicados se visualizan en la Figura 2.6 y se implementaron según el siguiente detalle:

- Fungicida (tiabendazol+fludioxonil+metalaxil-m+azoxistrobina 2 cc/kg semilla + agua 7,6 cc/kg semilla)
- Fungicida (ídem anterior) + Polímero 1 (Equate 8 % dosis: 2,5 cc/kg semilla + agua 2,5 cc/kg semilla) + Polímero 2 (FloRite 1127C dosis: 2,6 cc/kg semilla) + Colorante (0,5 cc/kg semilla). Se mezclaron los dos polímeros comerciales con el fungicida y el colorante para ser dosificados en las semillas, de acuerdo a las prácticas normales recomendadas.

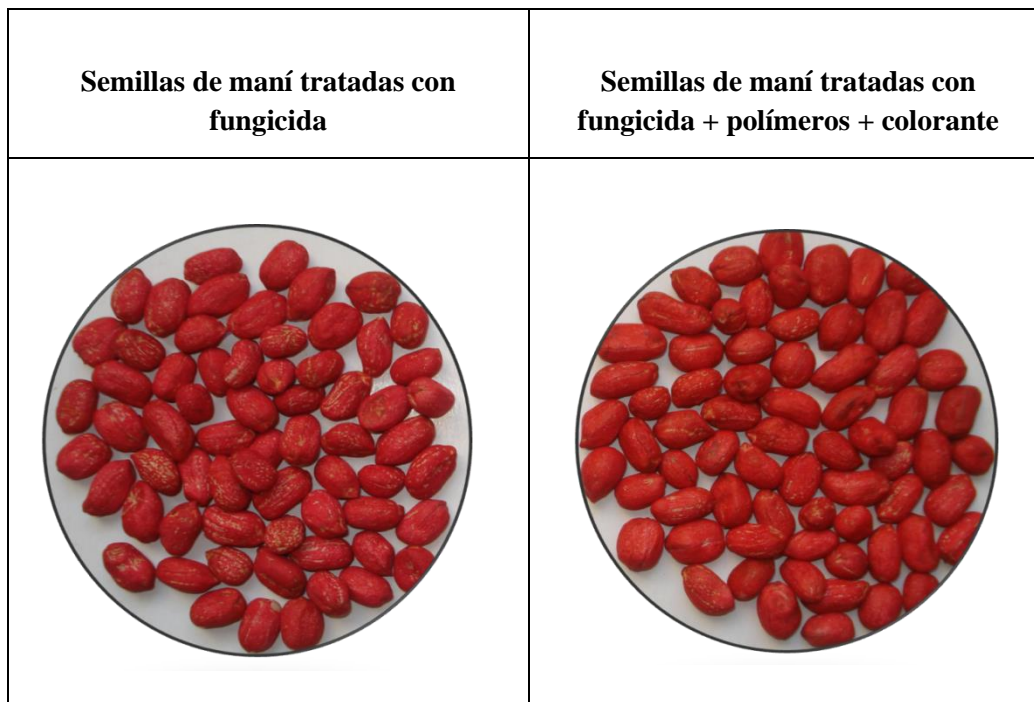


Figura 2.6: Semillas de maní con diferentes tratamientos de presembrado.

A las 96 horas de haber sido tratadas, las semillas fueron colocadas en diferentes condiciones hídricas, para evaluar su patrón de imbibición de acuerdo a lo propuesto por Michel (1983). Se colocaron tres repeticiones de 10 semillas de cada tratamiento entre papel embebido en agua destilada deionizada a capacidad de campo (CC) y en solución de polietilenglicol (PEG) a $-0,4$ MPa según la ecuación de cálculo de concentración sugerida por Michel (1983). Las bandejas con cada tratamiento (Figura 2.7) se colocaron a temperatura constante de 25°C y en oscuridad (Reino *et al.*, 2008 con modificaciones). Posteriormente y durante un período de 30 horas, se pesó cada dos horas para determinar la cantidad de agua absorbida por cada semilla en cada tratamiento. El cálculo se realizó en base a la diferencia de peso de las semillas después de la imbibición. Los resultados se expresaron en gramos de agua absorbida/semilla. La tasa de imbibición se representó gráficamente al relacionar los gramos de agua absorbida y el tiempo.

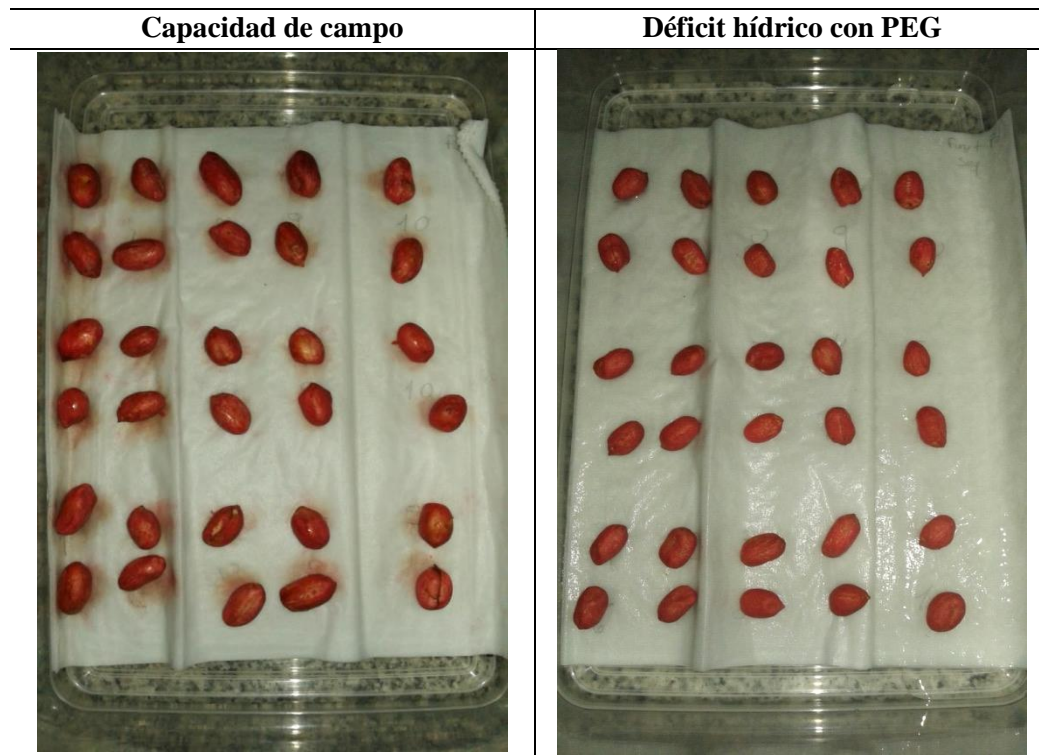


Figura 2.7: Disposición de las semillas de maní con diferentes pretratamientos en sustrato papel embebido en agua a capacidad de campo (CC) y en polietilenglicol (PEG). Nota: para la fotografía se retiraron los papeles superiores que cubrían las semillas.

Los ensayos se repitieron tres veces según un diseño completamente aleatorizado. Se realizó análisis de varianza y test de comparación de medias Tukey ($p < 0,05$), utilizando el programa estadístico InfoStat versión 2015 (Di Rienzo *et al.*, 2015)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados presentados en la Figura 2.8, evidencian que la cantidad de agua absorbida por las semillas de maní fue mayor cuando estuvieron tratadas con fungicida solo respecto al tratamiento combinado fungicida más polímeros, en ambas condiciones hídricas.

En condiciones de disponibilidad hídrica óptima (CC) se observaron diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de agua absorbida por las semillas así como en la tasa de imbibición a partir de las 6 hs de iniciado el proceso, entre los tratamientos evaluados. Este comportamiento se debió a la presencia de los polímeros que actuaron como barrera al ingreso de agua y retrasaron la fase inicial de imbibición. Es de destacar que al final del ensayo, no se detectaron diferencias entre los tratamientos dentro de cada condición hídrica evaluada.

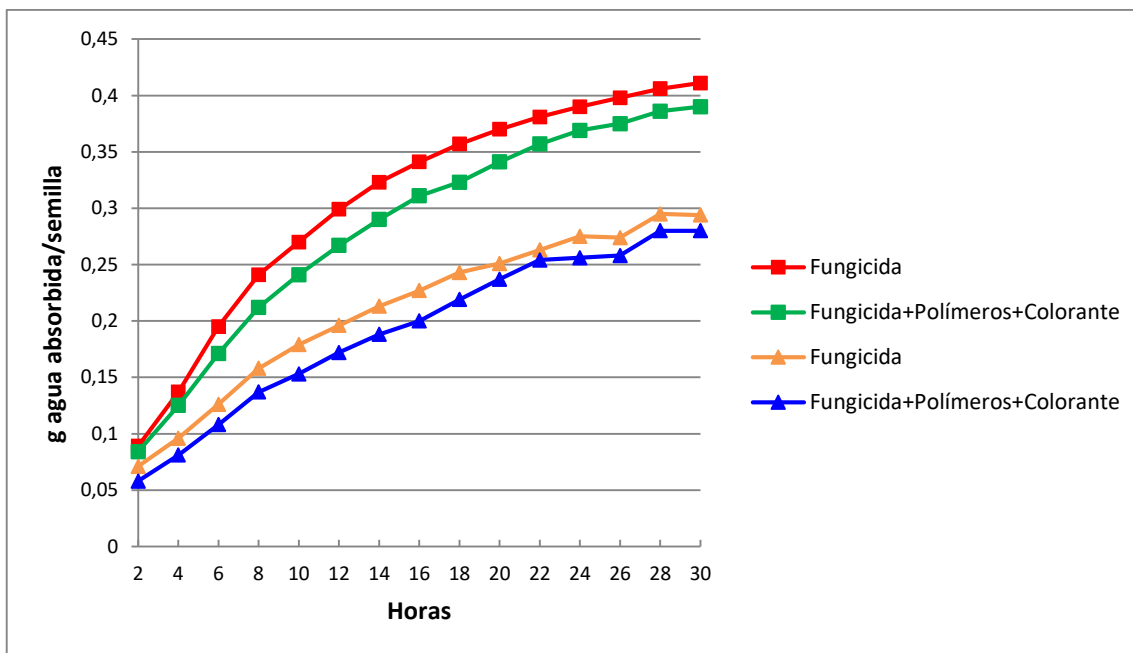


Figura 2.8: Cantidad de agua absorbida en semillas de maní con diferentes tratamientos de presembrado en condiciones de capacidad de campo (■) y déficit hídrico con PEG a $-0,4$ MPa (▲).

Cuando las semillas se colocaron en condiciones de déficit hídrico generado con PEG a $-0,4$ MPa (Figura 2.8), se observó que la cantidad de agua absorbida fue menor en aquellas semillas tratadas con fungicida, polímeros y colorante respecto a las que se trató sólo con fungicida. Las diferencias ($p < 0,05$) fueron detectadas a las 8 horas de iniciada la evaluación.

Al comparar la cantidad de agua absorbida por las semillas de maní en las dos condiciones hídricas evaluadas, se observó que ante la falta de agua en el sustrato, se produjo menor imbibición. Es de destacar que la diferencia entre los tratamientos se mantuvo, aún con menor disponibilidad hídrica en el sustrato y que los tratamientos combinados de presembrado si bien disminuyen el ingreso de agua, no impiden su absorción.

Durante el periodo evaluado en los tratamientos en CC hubo emergencia de radícula a los 7 días desde la siembra; lo que no se observó con PEG simulando déficit hídrico (Figura 2.9). Por lo tanto, si bien los pretratamientos combinados solo retrasan la fase de imbibición, deben ser aplicados a semillas de buena calidad, que mantengan su viabilidad y vigor, para poder activar los mecanismos necesarios y así ingresar la suficiente cantidad de agua para desencadenar el proceso de germinación.

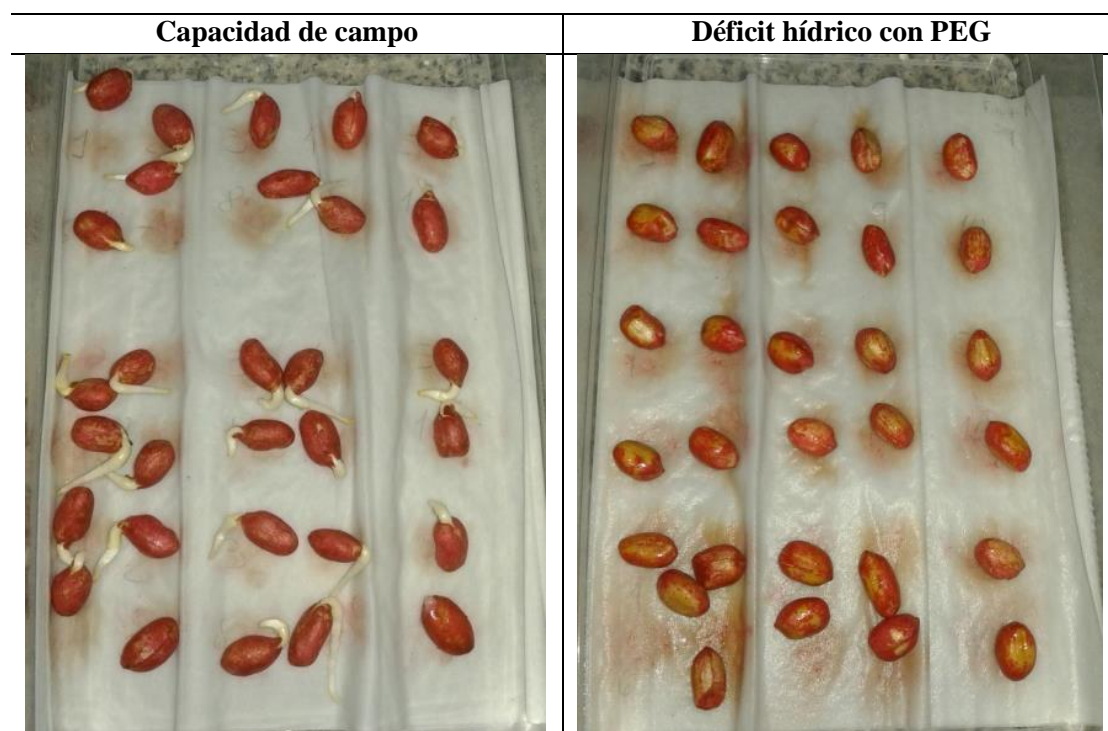


Figura 2.9: Semillas de maní con tratamientos combinados (fungicida + polímeros + colorante) a los siete días desde la siembra, en condiciones de capacidad de campo (CC) y déficit hídrico con PEG a -0,4 MPa (PEG).

El retraso en la tasa de imbibición por la presencia de polímeros, ha sido informada en semillas de *Brassica napus* (Willenborg *et al.*, 2003) y de *Cenchrus ciliaris* (García Covera, 2011). Es de destacar que de acuerdo a los resultados presentados por Willenborg *et al.* (2003), el menor ingreso de agua se produce en condiciones de baja temperatura. En este estudio llevado a cabo en semillas de maní, si bien la presencia de polímeros disminuye la tasa de imbibición, al prolongar el tiempo del ensayo en condiciones óptimas de temperatura, se desencadena normalmente la germinación.

CONCLUSIONES

En condiciones de alta disponibilidad hídrica (CC) y déficit hídrico la aplicación de tratamientos en semillas de maní con fungicida, polímeros y colorante, retrasa la fase de imbibición pero no impide el ingreso de agua. En relación a ello, la menor tasa de imbibición provoca que el tiempo para que emerja la radícula sea mayor.

El retraso detectado sugiere que los tratamientos profesionales deberían ser aplicados en semillas de buena calidad para que logren mantener su viabilidad y de esta manera asegurar su germinación.

El atraso en la absorción de agua de la semilla se verá reflejado en un retraso en la emergencia de las plántulas a campo debido a que los productos (polímeros y fungicida) agregados en las semillas, actúan de barrera física. Por lo tanto, se sugiere que los productores que siembran semillas con tratamientos profesionales con los polímeros evaluados, deben esperar a que las mismas puedan absorber el agua necesaria para desencadenar el proceso de germinación.

La aplicación de polímeros combinados con fungicida en semillas de maní, facilitan la distribución del principio químico, favorece su adherencia, evita la pérdida del tegumento, aspectos que contribuyen a la homogeneidad en la emergencia de plántulas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Barbeito C., Caneto N., Montoya P., Da Riva D., Alvarez V., Hayipanteli S., Rindertsma L. y Cosiansi J. 2014. Estudio de biopolímeros como recubrimiento protector en semillas de maní (*Arachis hypogaea*). XXIX Jornada Nacional de maní. General Cabrera, Córdoba, Argentina. Disponible en <http://www.ciacabrera.com.ar/docs/JORNADA%2029/8.pdf>. Activo Marzo 2018.
- Benatto Junior J.C., Barros A.C.S.A., Tavares L.C., Rufino C.A., Tunes L.V.M. and Meneghello G.E. 2012. Physiological quality of soybean seeds treated with fungicide and coating with polymers Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural de Pernambuco Pernambuco, Brasil 7(2): 269-273.
- Bewley J.D. and Black M. 2001. Physiology and Biochemistry of Seeds in relation to germination. Volume 1: Development, germination, and growth. Fourth edition. Berlin, Germany. Springer-Verlag. 386 pp.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M. y Robledo C.W. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Fernandez E.M. y Giayetto O. 2017. El cultivo de maní en Córdoba. Segunda edición. Universidad Nacional De Rio Cuarto, Córdoba, Argentina. Disponible en http://www.produccionvegetalunrc.org/docs/ECMC_2.pdf ISBN 978-987-42-3736. Activo Marzo 2018.
- García Corvera M.A. 2011. recubrimiento de semilla de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), utilizando un polímero en diferentes dosis con aglutinantes. Tesis Ingeniero en Agrobiología. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 43 pp.
- Illa C., Olivo A., Uliarte A., Kopp S. y Pérez M.A. 2015. Germinación de semillas de maní con polímeros: XXX Jornada Nacional de Maní. General Cabrera, Córdoba, Argentina. Disponible en <http://www.ciacabrera.com.ar/docs/JORNADA%2030/21-%20GERMINACI%C3%93N%20DE%20SEMILLAS%20DE%20MAN%C3%8D%20ON%20POL%C3%8DMEROS.pdf>. Activo Marzo 2018
- INASE. 2015. Resolución SAGyP N° 580/00. Tolerancias para la semilla de maní. Disponible en: www.inase.gov.ar/index.php?option=com_remository&Itemid=102&func=startdown&id=481. Activo Octubre 2016.
- ISTA, International Seed Testing Association, 2006. Rules for Seed Testing.

- Karam D., Magalhães P.C. y Padilha L. 2007. Efeito da adição de polímeros naviabilidade, no vigor e nalongevidade de sementes de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 6p. (Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica 94). Disponible en: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2007/circular/Circ_94.pdf Activo Julio 2016.
- Ketring D.L. 1979. Light effects on development of an indetermination plant. *Plant Physiology* 64: 665-667.
- Lima L.B., Trentini P., Machado J.C. y Oliveira J.A. 2003. Tratamento químico de sementes de soja visando ao controle de *Phomopsis sojae* associado à semente e *Rhizoctonia solani* no solo. *Informativo ABRATES* 13(3):250-255.
- Lima L.B., Da Silva P.A.; Guimarães R.M. y Oliveira J.A. 2006. Peliculização e tratamento químico de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). *Ciência e Agrotecnologia* 30(6): 1091-1098.
- Matthews S., Powell A.A. and Rogerson N.E.1980. Physiological aspects of the development and storage of pea seeds and their significance to seed production. In *Seed Production* (ed. P. D. Hebbleth waite). Butter worths, London, England. 513-525.
- Méndez Natera J.R., Merazo Pinto J.F. y Montaña Mata, N.J. 2008. Relación entre la tasa de imbibición y el porcentaje de germinación en semillas de maíz (*Zea mays* L.), caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) y quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) Mill.) *Revista UDO Agrícola* 8(1): 61-66.
- Michel B. 1983. Evaluation of the water potentials of solutions of polyethylene glycol 8000 both in the absence and presence of other solutes. *Plant Physiology* 72: 66-70.
- Montoya P., Cosiansi J. y Melciorre M. 2015. Tecnología innovadora para biofertilización en maní: uso de biopolímeros. XXX Jornada Nacional del Maní. General Cabrera, Córdoba, Argentina. Disponible en iacabrera.com.ar/docs/Jornada%2030/20-%20tecnologiainnovadoraparabiofertilizacionenmaníusodebiopolímeros.pdf. Activo Marzo 2018.
- Nascimento W.M. 2000. Hortaliças: Tratamentos de sementes. *Seed News*. 4(2): 16-17.
- Parmar M.T. and Moore R. 1966. Effect of simulated drought by polyethylene glycol solutions on corn (*Zea mays* L.) germination and seedling development. *Agronomy Journal* 58: 391-392.
- Pedelini R. 2011. Maní. Guía Práctica para su cultivo. INTA. E.E.A Manfredi, Córdoba.

- Pereira C.E., Oliveira J.A., Evangelista J.R.E., Botelho F.J.E., Oliveira G.E. and Trentini P. 2007. Performance of soybean seeds treated with fungicides, film coating during storage. *Ciência e Agrotecnologia*. 31(3):656-665. Disponible en <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n3/a09v31n3.pdf>>. Activo Mayo 2014.
- Popinigis F. 1977. *Fisiologia da Sementes*. Edicao Brasilia. 39-73.
- Powell A.A. and Matthews S. 1979. The influence of testa condition on the imbibition and vigour of pea seeds. *Journal of Experimental Botany* 30:193-197.
- Reino J., González Y. y Sánchez J.A. 2008. Temperatura óptima de germinación y patrones de imbibición de las semillas de *Albizia lebbbeck*, *Gliricidia sepium* y *Bauhinia purpurea*. *Pastos y Forrajes* 31(3): 209-216.
- Robani H. 1994. Film coating horticultural seed. *Hort Technology*. 4(2): 104-105. Disponible en <<http://horttech.ashspublications.org/content/4/2/104.2.full.pdf+html>>. Activo Junio 2013.
- Romano A., Teves I. y Cazón L. 2010. Incidencia del daño mecánico en semillas de poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre el desarrollo y el rendimiento de plantas normales y anormales. *IDESIA*. Chile. 28 (2): 67-74.
- Scott J.M. 1989. Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment. *Advances in Agronomy*, San Diego, USA. 42: 43-83.
- Tavares L.C., Rufino C.A., Dorr, C.S., Barros A.S.A. and Peske S.T. 2012. Performance of lowland rice seeds coated with dolomite limestone and aluminum silicate. *Revista Brasileira de Sementes* 34:202-211.
- Tavares L.C., Rufino C.A., Brunos A.P., Friedrich F.F., Barros A.C.S.A. and Villela F.A. 2013. Physiological performance of wheat seeds coated with micronutrients. *Journal of Seed Science* 35:28-34.
- Thill D.C., Schirman R.D. and Appleby P.P. 1979. Osmotic stability of mannitol and polyethyleneglyco 12000 solutions used as seed germination media. *Agronomy Journal* 71: 105-108.
- Willenborg C.J., Gulden R.H., Johnson E.N. and Shirtliffe S.J. 2004. Germination Characteristics of Polymer-Coated Canola (*Brassica napus* L.) Seeds Subjected to Moisture Stress at Different Temperatures. *Agronomy Journal* 96:786-791.

Zambettakis C.H. 1975. Etude de la contamination de quelques variétés d'arachide par *Aspergillus flavus*. Oleá- gineux 30(4): 161-167.

Zelonka L., Stramkale V. and Vikmane M. 2005. Effect and after-effect of barley seed coating with phosphorus on germination, photosynthetic pigments and grain yield. Acta Univ. Latviensis. 691:111-119.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISIOSANITARIA DE SEMILLAS Y PLANTAS DE MANÍ CON TRATAMIENTOS COMBINADOS DE POLÍMEROS, FUNGICIDA E INOCULANTE

INTRODUCCIÓN

Las incidencia de enfermedades en maní, ocasionan pérdidas de rendimiento considerables. Hongos, virus y patógenos bacterianos atacan el cultivo en diversas etapas de crecimiento y en algunos casos perjudican la calidad de las semillas (Jadon *et al.*, 2015). De acuerdo a lo propuesto por Marchetti *et al.* (2011) las condiciones ambientales sub-óptimas favorecen la carga fúngica en las semillas. Incluso durante el almacenamiento en condiciones ambientales no controladas, las semillas están expuestas al ataque de plagas y hongos, que contribuyen a la reducción de la calidad (Pereira *et al.*, 2005; Karam *et al.*, 2007).

Estudios previos han establecido que la presencia de especies fúngicas en semillas y en la rizósfera, reduce la germinación (Nakamura y Nishimura, 1974; Marchetti *et al.*, 2011), el vigor (Fernandez *et al.*, 1997; Marchetti *et al.*, 2011) y la emergencia a campo (Marchetti *et*

al., 2011), debido a que causan podredumbres y muerte de las plántulas (Bell, 1974; Marchetti *et al.*, 2011) y semillas (Marchetti *et al.*, 2011).

Debido a la importancia del factor sanitario en el momento de la implantación, resulta imprescindible la aplicación de fungicidas para el control de hongos asociados a la semilla entre las prácticas de presembrado en maní (Cavallo *et al.*, 2005; Pérez *et al.*, 2007). En este sentido los estudios realizados por Marani Barbosa *et al.* (2013) sostienen que los tratamientos con fungicidas permiten el control de hongos asociados a las semillas, la obtención de plántulas sanas, favorecen el vigor de las plantas y conduce hacia la obtención de mayor rendimiento.

La importancia del tratamiento con fungicida para reducir la incidencia de hongos y mantener el potencial fisiológico de las semillas de maní ha sido también descrita en otros estudios (Hashem *et al.*, 1997; Cavallo *et al.*, 2005; Pérez *et al.*, 2007; Jadon *et al.*, 2015), así como para otras especies como soja (Mertz *et al.*, 2009; Pereira *et al.*, 2009). En estos estudios se demuestra que el fungicida permitió un buen desarrollo de la semilla al controlar eficientemente los patógenos asociados. Es importante destacar también, que la siembra de semillas con un buen estado sanitario disminuye las posibilidades de introducción de patógenos en zonas libres de enfermedades (Cardoso *et al.*, 2004).

Sin bien, se desconoce el efecto de los tratamientos combinados de polímeros más fungicidas en maní, estudios previos realizados por Alves *et al.* (2003) en poroto y Lima *et al.* (2003; 2006) en algodón, demostraron que el recubrimiento con film, además de favorecer la adherencia de los tratamientos químicos aplicados a las semillas, no perjudican su calidad fisiológica. Asimismo, de acuerdo a lo propuesto por Bortolini y Pasqualli (2003) y Trentini *et al.* (2005) y la aplicación de fungicidas asociados a polímeros en semillas de soja no afectó la eficiencia del principio químico, ni la calidad fisiológica ni sanitaria de las semillas.

Investigaciones realizadas en soja demostraron que el uso de polímeros no afectó la eficiencia de control por parte del fungicida (Pereira *et al.*, 2007; Ludwig *et al.*, 2011) ni la viabilidad de la semilla (Benatto Junior *et al.*, 2012). Además, en evaluaciones realizadas por Sampaio & Sampaio (1998) y Silveira (1998) demostraron que el uso de fungicidas en asociación con polímeros utilizados en el recubrimiento de semillas de soja, mejora la retención de fungicida y reduce la toxicidad de estos productos en bacterias fijadoras de nitrógeno. Al respecto, Pereira *et al.* (2010) reportaron que el tratamiento de semillas de soja con fungicida asociado al polímero independientemente de la antelación al momento de siembra, no afectó el proceso de infección, el crecimiento de nódulos, ni la tasa de fijación de nitrógeno. Por otra parte, los polímeros aumentan la seguridad durante la manipulación de las semillas, ya que retiene el fungicida y previene el efecto tóxico que pueden tener los productos en los operarios (Robani, 1994).

Entre los posibles agregados a incorporar en las semillas, se ha considerado como importante la aplicación de inoculantes. Al respecto, el nitrógeno es considerado uno de los nutrientes esenciales para las plantas, ya que se utiliza en la síntesis de compuestos celulares, tales como la clorofila (Schlichting *et al.*, 2015) influyendo así en la fotosíntesis y la producción de fotoasimilados (Taiz y Zieger, 2004). Se debe tener en cuenta además, que el cultivo de maní es un fuerte demandante de nitrógeno edáfico y en el área de siembra este elemento se constituye en limitante de la producción (Giayetto *et al.*, 1999). De acuerdo a lo propuesto por Ferraris *et al.* (2006), la aplicación de inoculantes mejora la fijación biológica de nitrógeno en los cultivos y la eficiencia en el aprovechamiento de este nutriente. Además, la inoculación resulta más apropiada que la fertilización química para incrementar la sustentabilidad del sistema, debido a que disminuye los riesgos de contaminación ambiental. Según los estudios realizados por Díaz Zorita y Baliña (2004) el área típica manisera presenta poblaciones naturalizadas de rizobios. El aporte natural de nitrógeno por agentes biológicos, si bien es importante, está suministrado por una población de bacterias simbióticas inestable, por lo que se recomienda la inoculación como práctica recurrente (Ferraris *et al.*, 2006). Estas aplicaciones sucesivas no dañan al ambiente, ya que se evitan los procesos de lixiviación de

principios químicos nitrogenadas contaminantes de napas y ríos (Campo y Hungría, 2000; EMBRAPA, 2001).

La calidad del inoculante empleado tiene en cuenta la concentración de bacterias aportadas sobre la semilla, así como la ausencia de contaminantes (Hungría *et al.*, 2006; Hungría *et al.*, 2007). Por esta razón, es importante establecer la respuesta sobre la calidad fitosanitaria de semillas de maní tratadas de manera combinada con polímeros, terapicos de semillas e inoculantes. Además, aún cuando se disponga de inoculantes con bacterias suficientes y seleccionadas por su especificidad, infectividad y efectividad, las perturbaciones ambientales condicionan la actividad del rizobio influyendo sobre el sistema de fijación biológica del nitrógeno (Racca y Collino, 2005). También, la supervivencia de los rizobios en el inoculante está fuertemente vinculada con la competencia frente a otros microorganismos presentes (Benintende, 2010). De esta manera, los principales factores que interfieren en la fijación biológica de nitrógeno son: la cepa utilizada, la dosis de inoculantes, los fungicidas para tratar las semillas y las condiciones ambientales (Albino y Campo, 2001; Scholles y Vargas, 2004; Vieira Neto *et al.*, 2008).

Macroscópicamente, es posible identificar el estado del nódulo a través de la coloración, los blancos indican tejidos inactivos, los rojos homogéneos están activos, y los verdosos corresponden a estadios tardíos de nódulos senescentes (Tajima *et al.*, 2008). Evaluaciones realizadas han demostrado baja compatibilidad entre la aplicación de fungicidas a la semilla y la inoculación (Hashem *et al.*, 1997; Andrés *et al.*, 1998; Campo y Hungría, 2000; Ferraris *et al.*, 2006). Mientras que, los estudios realizados por Bueno *et al.* (2003) en soja *in vitro*, no evidenciaron reducción significativa de la nodulación al aplicar de manera combinada *Bradyrhizobium japonicum* más fungicida. Sin embargo, Montero *et al.* (2005) y Montero *et al.* (2003) han observado efecto beneficioso al emplear protectores bacterianos en combinación con fungicidas e insecticidas aplicados en semillas de soja.

En base a lo expuesto se planteó como **objetivo** de este capítulo evaluar la calidad fitosanitaria de semillas y plantas de maní con tratamientos combinados de polímeros, fungicida e inoculante.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material biológico: se evaluaron dos lotes de semillas de maní cv. Granoleico cosecha 2014, de diferente calidad en cuanto al poder germinativo, provenientes de General Cabrera, Provincia de Córdoba. A los cinco meses desde su recolección se aplicaron los siguientes tratamientos:

- Fungicida (Carboxim +Thiram WP 37,5 % + 37,5 % 200 g pc / 100 kg semillas).
- Fungicida (Carboxim +Thiram WP 37,5 % + 37,5 % 200 g pc / 100 kg semillas) + Polímero Polyace Basf (2,5 cc/kg semilla + agua 2,5 cc/kg semilla) + Florite 1127 Basf (2,6 cc/kg semilla) + Color Coat Red Basf (0,5 cc/kg semilla)
- Fungicida (Carboxim +Thiram WP 37,5 % + 37,5 % 200 g pc / 100 kg semillas) + Polímero Polyace Basf (2,5 cc/kg semilla + agua 2,5 cc/ kg semilla) + Florite 1127 Basf (2,6 cc/kg semilla) + Color Coat Red Basf (0,5 cc/Kg semilla) + Inoculante (*Bradyrhizobium japonicum* 300 cc/ 100 kg semillas)

Ensayos de laboratorio

-*Germinación:* ocho repeticiones de 50 semillas de cada tratamiento, se colocaron entre papel humedecido con agua destilada a 20-30 °C y 8 hs luz. A los siete días se evaluó el porcentaje de plántulas normales y anormales (ISTA, 2006).

-*Vigor por Crecimiento de plántulas:* a partir de las plántulas normales obtenidas en los ensayos de germinación, luego de 7 días de crecimiento se determinó el peso seco (PS) aéreo y radicular (80°C durante 48 hs). Los resultados se expresaron en mg de PS aéreo, PS radicular/plántula (ISTA, 1995).

-Sanidad de semillas: se llevó a cabo el método de "Blotter test modificado" (Mathur and Kongsdal, 2003). En cada lote se evaluó cada tratamiento en cuatro repeticiones de 50 semillas, que se colocaron en bandejas sobre papel de filtro humedecido con agua destilada. Se incubaron en cámara de cultivo a $21 \pm 2^\circ \text{C}$, con luz NUV en ciclos de 12 h de luz y oscuridad. Las evaluaciones se realizaron a los 7 días desde la siembra. Los hongos presentes se clasificaron a través de las técnicas comúnmente usadas en micología y con la ayuda de claves (Malone y Musket 1964; Barnet y Hunter, 1965; Booth 1971; Ellis, 1971; Mathur y Kongsdal, 2003;). La variable registrada fue el número total de semillas infectadas; los resultados se expresaron en porcentaje.

Ensayos en invernáculo

De cada tratamiento se sembraron 5 semillas en macetas de 2,5 kg de capacidad. El sustrato empleado fue una mezcla en proporción 1:3 de tierra de lote de producción y arena. Luego de la emergencia se procedió al raleo, dejando una planta/maceta. Se condujeron 5 repeticiones de cada tratamiento distribuidas en el invernáculo, según un diseño completamente aleatorizado. Todas las macetas se mantuvieron a capacidad de campo durante todo el ensayo.

Las variables evaluadas fueron:

-Crecimiento: a los 60 días desde la siembra (DDS) se descalzaron las plantas y la parte aérea y radical se colocaron por separado en bolsas de papel, se mantuvieron en estufa a 80°C durante 96 horas. Posteriormente se pesaron y los resultados se expresaron en mg de peso seco aéreo y radical por planta.

-*Número de nódulos por planta*: se llevó a cabo el recuento de nódulos activos en raíz principal por planta a los 60 días desde la siembra (DDS).

- *Peso seco de nódulos*: todos los nódulos de raíz principal en las plantas de maní a los 60 DDS, se secaron en estufa a 80 °C por 96 hs. Los resultados se expresaron en mg/nódulo.

-*Contenido de clorofila*: en plantas de 60 DDS se evaluaron 5 folíolos de cada repetición y tratamiento, a través de la técnica en hoja propuesta por Tetley y Thiman (1974). Los resultados se expresaron en μg clorofila a+b/cm².

Diseño experimental y análisis estadístico.

Los ensayos en laboratorio e invernáculo se condujeron según un diseño completamente aleatorizado. Se realizó análisis de varianza y comparación de medias con Tukey $p \leq 0,05$. Se utilizó el paquete estadístico InfoStat 2015 (Di Rienzo *et al.*, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde el punto de vista del poder germinativo (Figura 3.1) la calidad de los lotes de semillas evaluados, fue diferente y no superó el nivel de calidad requerido por INASE (2015). Sin embargo, la aplicación de fungicida y polímeros mejoró significativamente esos valores, y aún el lote de peor calidad alcanzó el mínimo exigido para ser utilizado como semilla. Si bien no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos combinados en cada lote evaluado, el grado de respuesta fue mayor en el lote de menor calidad inicial con incrementos del 50% de germinación respecto al tratamiento con fungicida solo. El comportamiento observado se debió a la disminución de plántulas anormales podridas (Figura 3.2) como resultado de infección primaria, lo que demostró la necesidad de aplicar fungicida como parte del pretratamiento de semillas (Cardoso *et al.*, 2004; Marani Barbosa *et al.*, 2013).

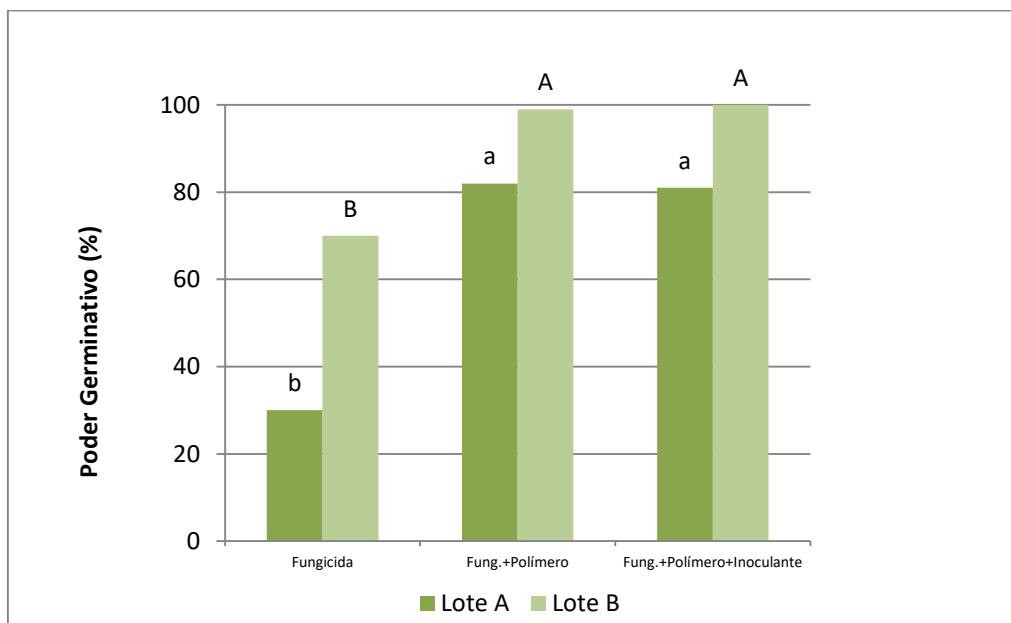


Figura 3.1: Poder Germinativo de dos lotes de semillas de maní con diferentes tratamientos de presembrado. Letras diferentes dentro de cada lote indican diferencias significativas entre

tratamientos Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas para comparar los tratamientos en el lote A y letras mayúsculas para comparar los tratamientos en el lote B.

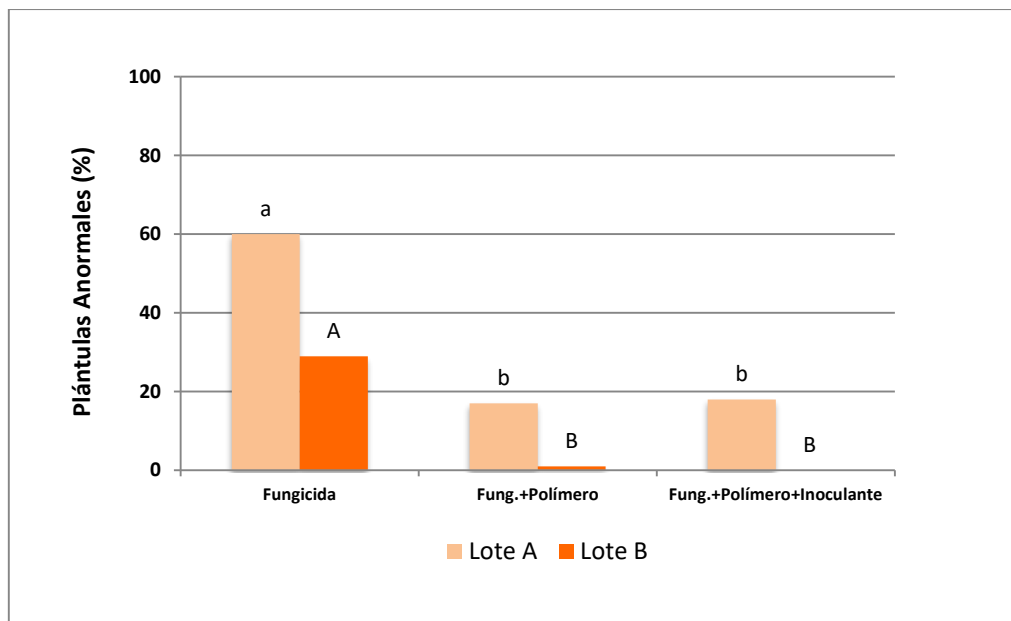


Figura 3.2: Porcentaje de plántulas anormales de dos lotes de semillas de maní con diferentes tratamientos de presembrado. Letras diferentes dentro de cada lote indican diferencias significativas entre tratamientos Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas para comparar los tratamientos en el lote A y letras mayúsculas para comparar los tratamientos en el lote B.

De acuerdo a los resultados de sanidad (Figura 3.3) el fungicida controló la presencia de hongos asociados a las semillas, evidenciándose control total en el lote de mejor calidad, sin diferencias significativas entre los tratamientos combinados. Resultados similares fueron encontrados en soja por Ludwig *et al.* (2011) y Benatto Junior *et al.* (2012), quienes observaron que la aplicación de polímeros junto al fungicida no afecta negativamente el control de hongos. Al respecto Robani (1994), informó que la aplicación combinada de polímero más fungicida brinda a las semillas una mayor protección.

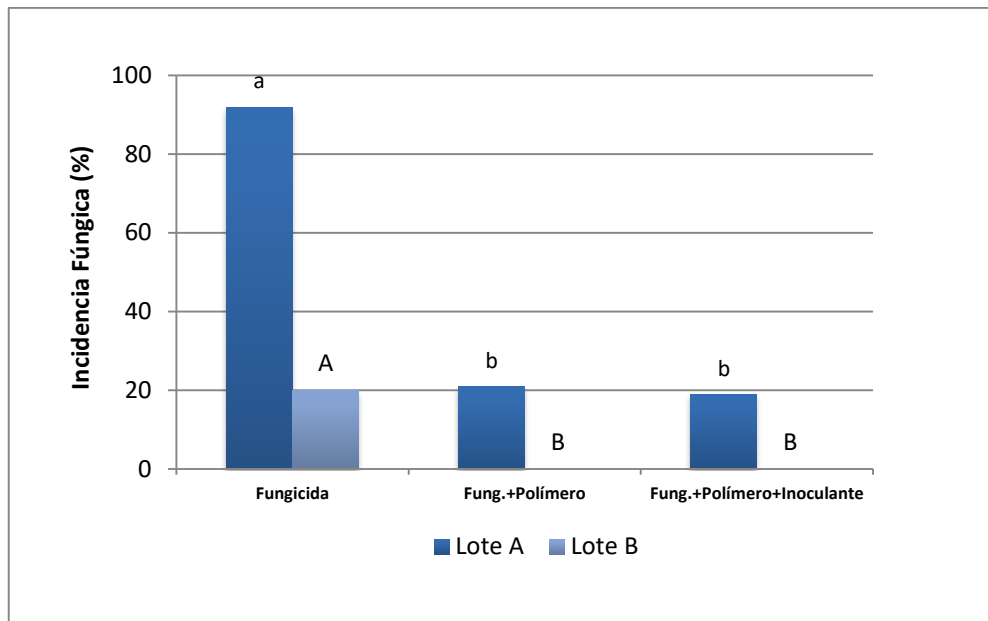


Figura 3.3: Sanidad de dos lotes de semillas de maní con diferentes tratamientos de presembrado. Letras diferentes dentro de cada lote indican diferencias significativas entre tratamientos Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas para comparar los tratamientos en el lote A y letras mayúsculas para comparar los tratamientos en el lote B.

El vigor medido como crecimiento de plántula aérea y radicular (Figura 3.4) aumentó significativamente en los tratamientos combinados respecto al tratamiento con fungicida en cada lote evaluado de acuerdo a lo propuesto por Marani Barbosa *et al.* (2013). El efecto del fungicida y la aplicación combinada con polímero permite retener el fungicida lo que favoreció el crecimiento de las plántulas, como lo demostraron Sampaio y Sampaio (1998) y Silveira (1998). Es de destacar que el nivel de respuesta fue mayor en el lote de mejor calidad inicial (Lote B), lo que demostró la importancia de destinar para la siembra semillas de buena calidad. La aplicación de inoculante no logró manifestar un aumento del crecimiento en el periodo de tiempo de duración del ensayo.

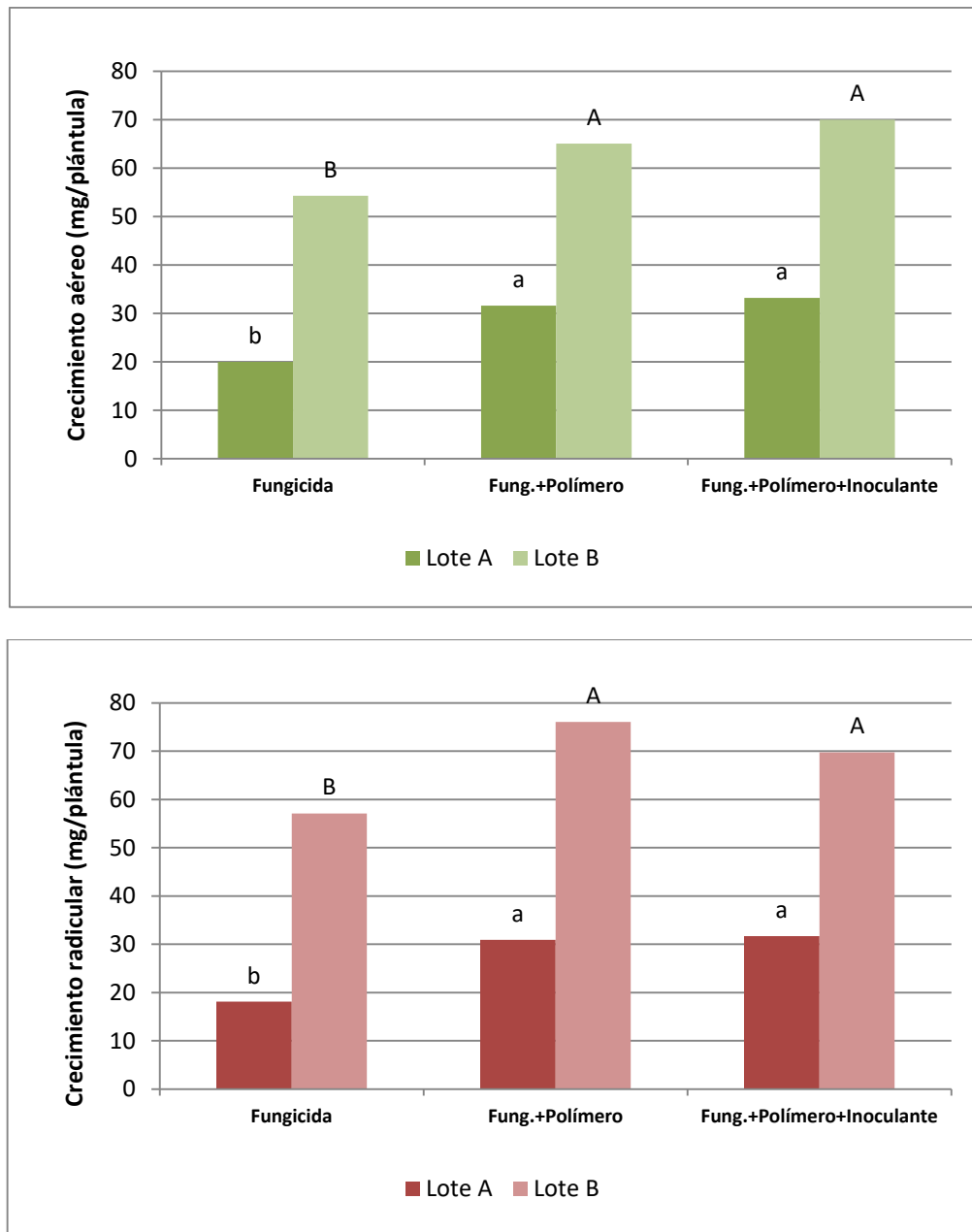


Figura 3.4: Crecimiento aéreo y radicular de plántulas de maní provenientes de dos lotes de semillas con diferentes tratamientos de presiembra. Letras diferentes dentro de cada lote indican diferencias significativas entre tratamientos Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas para comparar los tratamientos en el lote A y letras mayúsculas para comparar los tratamientos en el lote B.

A los 60 DDS, el crecimiento de plantas de maní medido en longitud (Figura 5.5) mostró diferencias significativas entre los tratamientos en cada lote evaluado en la parte aérea y radical. Los tratamientos combinados incrementaron el crecimiento en el lote de peor calidad; mientras en el lote de mejor calidad esas diferencias correspondieron al tratamiento que incluyó inoculante en su composición.

Los tratamientos combinados mostraron una mejor respuesta comparados al tratamiento simple y mayores valores se obtuvieron con la incorporación del inoculante; esto presumiblemente se debió al nitrógeno incorporado por los microorganismos, favoreciendo la mayor tasa fotosintética lo cual permite a su vez un mayor crecimiento de acuerdo con lo expuesto por Taiz y Zieger (2004).

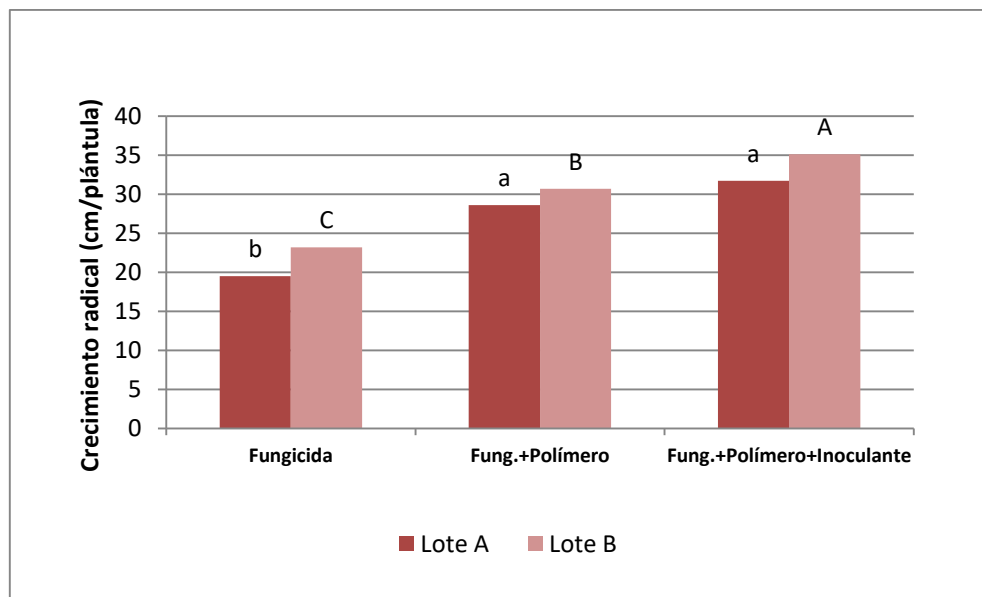
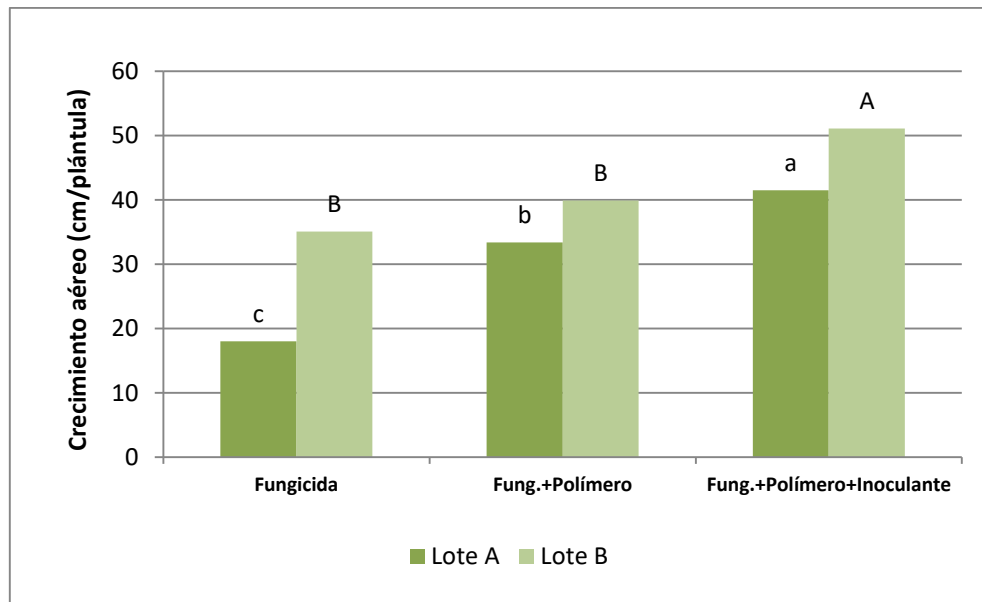


Figura 3.5: Crecimiento de plantas de maní a los 60 DDS, medido en términos de longitud, provenientes de dos lotes de semillas con diferentes tratamientos de presiembra. Letras diferentes dentro de cada lote indican diferencias significativas entre tratamientos Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas para comparar los tratamientos en el lote A y letras mayúsculas para comparar los tratamientos en el lote B.

Al evaluar el crecimiento de las plantas como acumulación de materia seca a los 60 DDS (Figura 3.6), las diferencias significativas se manifestaron en cada lote a nivel de raíz. Sin embargo en la porción aérea, el efecto de los tratamientos fue dependiente de la calidad inicial de las semillas, mostrando diferencias sólo en el lote de mejor calidad (Lote B).

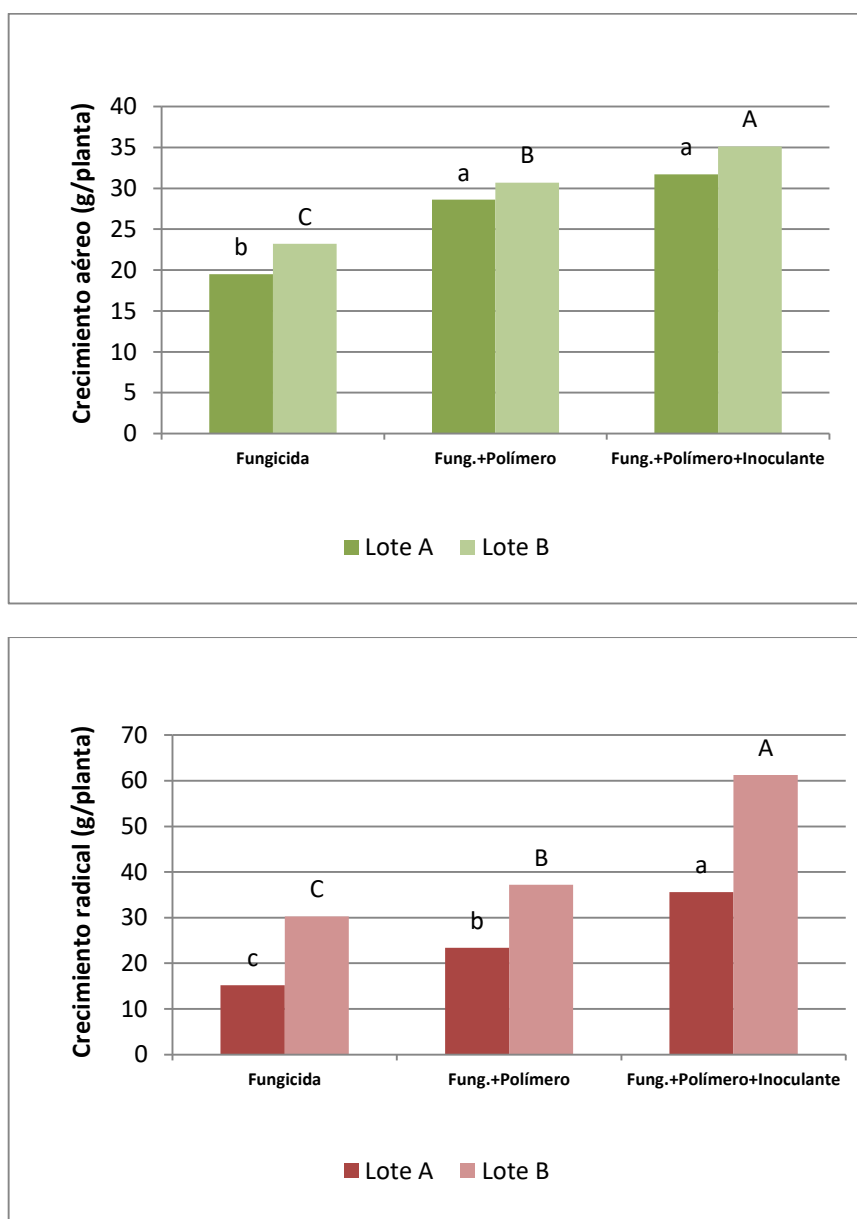


Figura 3.6: Crecimiento de plantas de maní a los 60 DDS medido en términos de peso seco, provenientes de dos lotes de semillas con diferentes tratamientos de presembrado. Letras

diferentes dentro de cada lote indican diferencias significativas entre tratamientos Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas para comparar los tratamientos en el lote A y letras mayúsculas para comparar los tratamientos en el lote B.

De acuerdo a los resultados presentados en la Figura 3.7, la presencia de nódulos en la raíz principal de plantas de 60 DDS sin la aplicación de inoculante, se debió probablemente a la flora microbiana nativa incorporada en el suelo del lote de producción; de acuerdo a lo propuesto por Díaz Zorita y Baliña (2004) y Ferraris *et al.* (2006), quienes demostraron la existencia de flora nativa en los suelos de producción.

Respecto al número de nódulos, no se observaron diferencias significativas entre tratamiento fungicida y el combinado fungicida más polímero cuando las plantas provenían del lote de semillas de mejor calidad (Lote B). Sin embargo, hubo diferencias significativas en las plantas provenientes de semillas de baja calidad, en las cuales con el tratamiento de fungicida se registró un valor significativamente inferior de nódulos. De lo expuesto se deduce la importancia del estado fisiológico de la planta hospedera a fin de favorecer el proceso de nodulación.

La incorporación de inoculante, aumentó significativamente el número de nódulos en raíz principal evidenciándose además la alta compatibilidad del fungicida y el polímero aplicado de manera combinada con las bacterias nodulantes. Así mismo, el tamaño de los nódulos medido como peso seco (Figura 3.7) fue mayor en el tratamiento combinado (Fungicida más Polímero más Inoculante) y dentro de los valores normales para lograr eficiencia en la conversión de nitrógeno. Estos resultados respaldan la necesidad de incorporar a suelos típicamente maniseros, bacterias nodulantes más eficientes que la naturalizadas, de acuerdo a lo propuesto por Ferraris *et al.* (2006). Los efectos de la aplicación combinada, coinciden con lo expuesto por Ludwing *et al.* (2011) y en contraposición a Hashem *et al.*

(1997), Andrés *et al.* (1998), Campo y Hungría (2000) y Ferraris *et al.* (2006); de lo que se deduce la importancia de evaluar los distintos componentes de las mezclas.

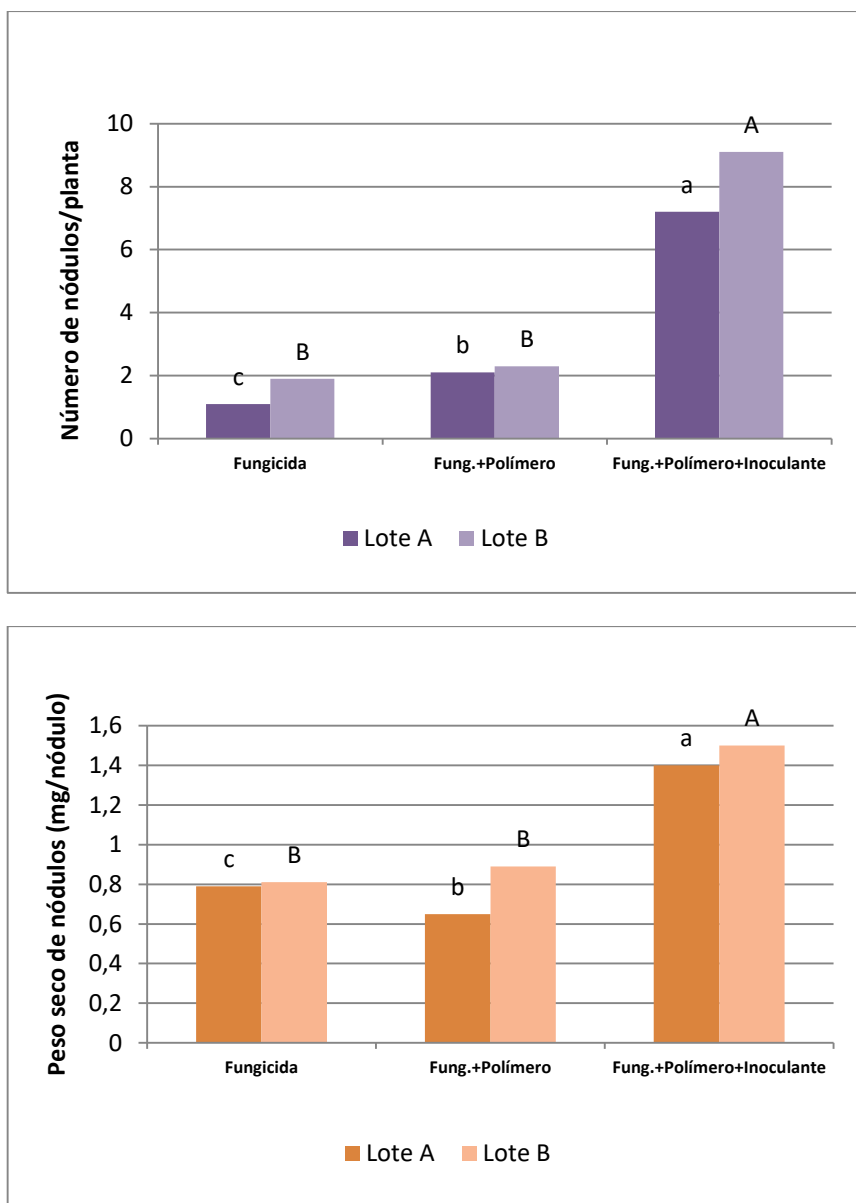


Figura 3.7: Número y peso seco de nódulos en plantas de maní a los 60 DDS, provenientes de dos lotes de semillas con diferentes tratamientos de presiembra. Letras diferentes dentro de cada lote indican diferencias significativas entre tratamientos Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas para comparar los tratamientos en el lote A y letras mayúsculas para comparar los tratamientos en el lote B.

El contenido de clorofila como indicador de la capacidad fotosintética (Figura 3.8) fue significativamente mayor en el tratamiento combinado (Fungicida más Polímero más Inoculante), respecto a los otros dos tratamientos, siempre con mayores valores para el lote de semilla de mejor calidad. Este comportamiento se debió a la incorporación de bacterias fijadoras de nitrógeno que permitió aumentar la cantidad de clorofila, tal como lo plantea Schlichting *et al.* (2015). A partir de estos resultados se deduce la importancia de la incorporación de bacterias nodulantes y el estado fisiológico de la planta para favorecer la disponibilidad de nitrógeno y mejorar la capacidad fotosintética.

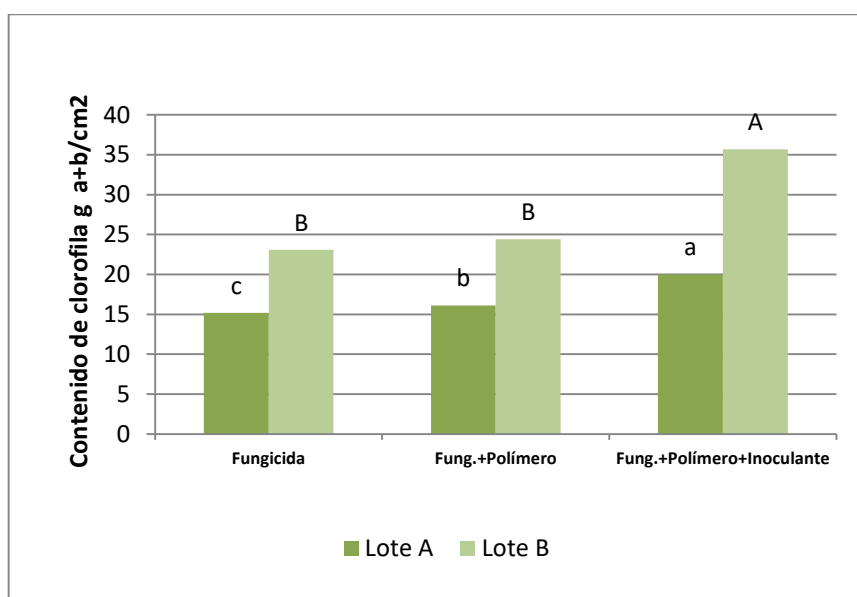


Figura 3. 8: Contenido de clorofila en folíolo de plantas de maní a los 60 DDS provenientes de dos lotes de semillas con diferentes tratamientos de presiembra. Letras diferentes dentro de cada lote indican diferencias significativas entre tratamientos Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas para comparar los tratamientos en el lote A y letras mayúsculas para comparar los tratamientos en el lote B.

CONCLUSIONES

La aplicación de los tratamientos combinados mejora el poder germinativo al disminuir la presencia de plántulas anormales ocasionadas por la flora fúngica asociada a las semillas. Sin embargo, la mejora en el estado sanitario no compensa totalmente la baja calidad de las semillas evaluadas.

El vigor de las plántulas, en estrecha relación al potencial de emergencia en el campo, mejora con la aplicación de los tratamientos combinados pero es dependiente de la calidad inicial del lote de semillas.

El crecimiento de las plantas a los 60 DDS en condiciones controladas, muestra incrementos con la aplicación de tratamientos combinados evidenciando equilibrio entre parte aérea y radical.

El número y tamaño de los nódulos aumenta con la aplicación de fungicida, polímero más inoculante mostrando mayor contenido de clorofila como indicador de mayor actividad fotosintética.

Es importante destacar que aún habiendo quedado demostrado la alta compatibilidad y los beneficios de los productos evaluados, el nivel de respuesta detectado depende de la calidad inicial de las semillas de maní.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Albino U.B. y Campo R.J. 2001. Efeito de fontes e doses de molibdênio na sobrevivência do *Bradyrhizobium* e na fixação biológica de nitrogênio em soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira 36(3): 527-534.
- Alves M.C.; Guimarães S., Clemente R.M., Gonçalves F.M.V.T., Pereira, S. y Oliveira S. 2003. Germinação e vigor de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) peliculizadas e tratadas com fungicida. In: XIII Congresso Brasileiro de Sementes. Informativo ABRATES, Gramado. 13(3). 219 pp.
- Andrés J.A., Correa N.S. and Rosas S.B. 1998. Survival and symbiotic properties of *Bradyrhizobium japonicum* in the presence of thiram: Isolation of fungicide resistant strains. Biol. Fertil. Soils 26:141-145.
- Barnett H.L. and Hunter B.B. 1965. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Burgess Publishing Company. 225 pp.
- Bell D.K. 1974. Effects of mechanical injury, fungi, and soil temperature of peanut seed decay in soil. Phytopathology 64: 241-243.
- Benatto Junior J.C., Barros A.C.S. A., Tavares L.C., Rufino C.A., Tunes L.V.M. and Meneghello G. E. 2012. Physiological quality of soybeans seeds treated with fungicide and coating with polymers. Revista Brasileira de Ciências Agrárias 7(2): 269-273.
- Benintende S. 2010. Calidad de inoculantes comerciales para el cultivo de soja en la Argentina: concentración de rizobios viables y presencia de contaminantes. Revista Argentina de Microbiología 42: 129-132.
- Booth C. 1971. The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute. England, 237 pp.
- Bortolini C.G. y Pasqualli R. M. 2003. Qualidade no tratamento de sementes de soja (*Glycine max*) em função da aplicação de adjuvante resina orgânica. In: XIII Congresso Brasileiro de Sementes. Informativo ABRATES, Gramado. 13(3). 215pp.
- Bueno C.J., Meyer M.C. y Souza N.I. 2003. Efeito de fungicida na sobrevivência de *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5019 e SEMIA 5079) e na nodulação de soja. Acta Science Agronomy 25: 231-235.

- Campo R.J. y Hungría M. 2000. Compatibilidade de uso de inoculantes e fungicidas no tratamento de sementes de soja. Londrina, EMBRAPA, Circular Técnica 26 Soja, 32 pp.
- Cardoso P. C., Baudet L., Peske S. T. y Lucca Filho O. A. 2004. Armazenamento em sistema a frio de sementes de soja tratadas com fungicida. Revista Brasileira de Sementes 26(1): 15-23.
- Cavallo A.R., Novo R. y Pérez M.A. 2005. Eficiencia de fungicidas en el control de la flora fúngica transportada por semilla de maní (*Arachis hypogaea* L.) en la Argentina. Agriscientia XXII (1): 9-16.
- Díaz Zorita M. y Baliña R. 2004. Respuesta de cultivos de maní a la inoculación con *Bradyrhizobium* sp. Ciencia del suelo 22(1): 7-10.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M. y Robledo C.W. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Ellis M. B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes Commonwealth Mycological Institute. England. 595 pp.
- EMBRAPA, Soja. 2001. Tecnología de produção de soja-região central do Brasil 2001/2002. Londrina: EMBRAPA soja. Documento 167 pp.
- Fernandez E.M., Rosolem C.A. y Nakagawa J. 1997. Produtividade e qualidade de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em funcao da calagem e do metodo de secagem. Revista Brasileira de Sementes 19(1): 34-40.
- Ferraris G., Gonzalez Anta G. y Díaz Zorita M. 2006. Disponible en: www.acsoja.org.ar/mercosoja2006/contenidos/foros Activo Junio 2015.
- Giaetto O., Ceroni G.A., Castro S. y Fabra A. 1999. Nutrición nitrogenada de maní. Contribución de la fijación biológica. XIV Jornadas Nacionales de Maní, General Cabrera, Córdoba, Argentina, 3-4.
- Hashem F.M., Saleh S.A., Van Berkum, P. and Voll, M. 1997. Survival of *Bradyrhizobium* sp. (*Arachis*) on fungicide treated peanut seed in relationship to plant growth and yield. World J. Microbiology Biotechnology 13:335-340.
- Hungría M., Campos R.J., Mendes I.C. and Gram P.H. 2006. Contribution of biological nitrogen fixation to the nitrogen nutrition of grain crops in the tropics: the success of soybean (*Glycine max* (L) Merr) in south america. En: Singh, R.P.; Shankar, N. y Jaiwal,

- P.K. (eds) Nitrogen nutrition in plant productivity Studium Press LLCC, Houston (Tx USA) 43-93.
- Hungria M., Campos, R.J. y Mendes I.C. 2007. A importância do processo de fixação biológica de nitrogênio para a cultura de soja: Componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina EMBRAPA, Documentos 283 Soja, 80 pp.
- INASE. 2015. Resolución SAGyP N° 580/00. Tolerancias para la semilla de maní. En: www.inase.gov.ar/index.php?option=com_remository&Itemid=102&func=startdown&id=481. Activo septiembre 2015.
- ISTA, International Seed Testing Association, 1995. Handbook of vigour test methods. 3rd. Vigour Test Committee.
- ISTA, International Seed Testing Association, 2006. Rules for Seed Testing.
- Jadon K.S., Thirumalaisamy P.P., Vinod Kumar, Koradia V.G. and Padavi R.D. 2015 Management of soil borne diseases of groundnut through seed dressing fungicides. Crop Protection 78:198-203.
- Karam D., Magalhães P.C. y Padilha L. 2007. Efeito da adição de polímeros na viabilidade, no vigor e na longevidade de sementes de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 5pp. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 94).
- Lima L.B., Silva P.A., Guimarães R.M., Oliveira J.A. 2003. Peliculização e tratamento de sementes de algodão. In: XIII Congresso Brasileiro de Sementes. Informativo ABRATES, Gramado. 13(3): 250 pp.
- Lima L.B., Silva, P.A. da y Guimarães R.M., Oliveira J.A. 2006. Peliculização e tratamento químico de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). Ciência e Agrotecnologia 30(6): 1091-1098.
- Ludwig M.P., Filho O.A.L., Baudet L., Costa Dutra L.M., Gonçalves Avelar S.A. y Lopes Crizel R. 2011. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. Revista Brasileira de Sementes 33(3): 395–406.
- Malone L.P. and Musket A.E. 1964. Seed Borne Fungi. Description of 77 Fungus species. Proc. Int. Seed Test. Assoc. 29: 176.

- Marani Barbosa R., Faria dos Santos J., Mendonça Lopes M., Cássia Panizzi R. and Daiton Vieira R. 2013. Chemical control of pathogens and the physiological performance of peanut seeds. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 11(2): 322-326.
- Marchetti C.S., Cerioni G.A., Kearney M.I.T., Giayetto O., Morla F.D. y Fernandez E.M. 2011. Calidad de semillas de diferentes granometrías y cultivares de maní según condiciones ambientales durante su desarrollo. XXVI Jornada Nacional del Maní. General Cabrera, Córdoba, Argentina.
- Mathur S.B. and Kongsdal O. 2003. Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi. 1 ed. Denmark, 425 pp.
- Mertz L.M., Henning F.A. and Zimmer P.D. 2009. Bioprotectores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. *Ciência Rural* 39(1):13-18.
- Montero F.A. y Sargadoy M.A. 2003. Supervivencia de *Bradyrhizobium japonicum* sobre semillas de soja tratada con fungicida, inoculante líquido y protector. IV Reunión Nacional Científico Técnica de Biología del suelo IV Encuentro Nacional de FBN. Santiago del Estero Argentina.
- Montero F.A. y Sargadoy M.A. 2005. Resultados del uso de un protector bacteriano sobre la nodulación de plantas de soja tratadas con inoculante líquido, insecticida, fungicida y micronutriente. V Reunión Nacional Científico Técnica de Biología del suelo V Encuentro Nacional de FBN. San Salvador de Jujuy, Argentina.
- Nakamura K. y Nishimura A.M. 1974. Fungos associados à má germinação de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L). *Revista Brasileira de Sementes* 2(2): 257 pp.
- Pereira C.E., Oliveira J.A. y Evangelista J.R.E. 2005. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. *Ciência e Agrotecnologia* 29(6): 1201-1208.
- Pereira C.E., Oliveira J.A., Evangelista J.R.E., Botelho F.J.E., Oliveira G.E. y Trentini P. 2007. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras 31(3): 656-665.
- Pereira C.E., Oliveira J.A., Oliveira G.E., Rosa M.C.M. y Costa Neto J. 2009. Tratamento fungicida via peliculização e inoculação de *Bradyrhizobium* em sementes de soja. *Revista Ciência Agronômica* 40(3): 433-440.
- Pereira C.E., Souza Moreira F.M., Oliveira J.A. and Caldeira C.M. 2010. Compatibility among fungicide treatments on soybean seeds through film coating and inoculation with *Bradyrhizobium* strain. *Maringá* 32(4): 585-589.

- Pérez M.A., Cavallo A.R. y De Souza Maia M. 2007. Nivel de infección fúngica natural en relación a la calidad de semillas de maní (*Arachis hypogaea* L.) Revista Brasileira de Sementes 29(2): 53-59.
- Racca R.W. y Collino D.J. 2005. Bases fisiológicas para el manejo de la fijación biológica del nitrógeno en soja. Actas del Congreso Mundo Soja, Buenos Aires, Argentina, 111-120.
- Robani H. 1994. Film coating horticultural seed. Hort Technology 4(2): 104-105.
- Sampaio N.V. y Sampaio T.G. 1998. Sementes: com as cores da eficiência. A granja do ano, 54(12): 16-18.
- Schlichting A.F., Bonfim-Silva M., Silva M de C., Pietro-Souza W., Da Silva T.J. A. y Farias L do N. 2015. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 19(12): 1148-1151.
- Scholles D. y Vargas L.K. 2004. Viabilidade da inoculação de soja com estirpes de *Bradyrhizobium* em solo inundado. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 28(6): 973-979.
- Silveira S. 1998. Recobertura como medida para proteção da semente. Seed News 5(4): 34-35.
- Taiz L. y Zeiger E. 2004. Fisiologia Vegetal. 3. ed. Tradução de E.R. Santarém. Porto Alegre: Artmed. 719 pp
- Tajima R., Abe J., Lee O.N., Morita S. and Lux A. 2008. Developmental changes in peanut root structure during root growth and root-structure modification by nodulation. Annals of botany 101(4): 491-499.
- Tetley R.M. and Thimann K.V. 1974. The metabolism of Oat leaves during senescence. I. Respiration, carbohydrate metabolism and the action of cytokinins. Plant Physiology 54: 294-303.
- Trentini P., Vieira M.G.G.C., Carvalho M.L.M., Oliveira J.A. y Machado J.C. 2005. Peliculização: desempenho de sementes de soja no estabelecimento da cultura em campo na região de Alto Garças, MT. Ciência e Agrotecnologia 29(1): 84-92.
- Vieira Neto S.A., Pires F.R., Menezes C.C.E., Menezes J.F.S., Silva A.G., Silva G.P. y Assis R.L. 2008. Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos sobre a nodulação da soja. Revista Brasileira de Ciência do Solo 32(2): 861-870.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISIOSANITARIA DE SEMILLAS Y PLANTAS DE MANÍ CON TRATAMIENTOS COMBINADOS DE PRESIEMBRA DE FUNGICIDA ASOCIADO AL BIOESTIMULANTE

INTRODUCCIÓN

Entre las prácticas de presembrado en semillas de maní a fin de lograr su mejor desempeño, además de los tratamientos con fungicidas considerados como imprescindibles, se propone el agregado de bacterias con función bioestimuladora y protectora.

El uso de microorganismos como biocontroladores representa importantes ventajas en el manejo de los cultivos, ya que aumenta la productividad reduciendo el impacto ambiental negativo asociado al empleo de sustancias químicas (Huang y Ericson, 2007). Además, hay un marcado interés en el uso de microorganismos benéficos para promover el crecimiento de las plantas, reducir la aplicación de agroquímicos y de esta manera contribuir a las prácticas agrícolas sostenibles (Vassilev *et al.*, 2001; Cappellari *et al.*, 2013).

Estudios previos han demostrado que determinados microorganismos de la rizósfera son efectivos agentes de biocontrol. En relación a ello, *Bacillus* ha sido ampliamente estudiado debido a su abundancia y diversidad en los agrosistemas, siendo significativamente mayor su población en comparación a otros géneros microbianos. Además, se destaca por su capacidad para producir antibióticos, así como otros metabolitos antimicrobianos y antifúngicos (Tejera-Hernández *et al.*, 2011).

Bacillus subtilis se considera en la actualidad como bioestimulante y bioprotector. Presenta características sobresalientes ya que forma esporas en condiciones de estrés, crece en un intervalo amplio de temperaturas (desde 15°C hasta 55 ° C), presenta motilidad, aerotaxis, alta velocidad de crecimiento y produce una amplia variedad de antibióticos, así como enzimas hidrolíticas extracelulares (Espinosa Montero, 2005). Además, es habitante edáfico natural y produce fitohormonas benéficas para las plantas con actividad promotora del crecimiento (Araujo, 2008; Bashan *et al.*, 2013). Si bien no se ha establecido la respuesta de la aplicación de *B. subtilis* en maní, trabajos realizados en semillas de maíz, algodón y soja inoculadas con células de *B. subtilis*, mostraron aumento en la emergencia de plantas de algodón y soja e incremento significativo de la producción de materia seca en los brotes de maíz (Araujo 2008). Al respecto, Calvo y Zúñiga (2010), a partir de estudios llevados a cabo en papa, sostienen que en la relación no patogénica microorganismo-planta en la rizósfera, los microorganismos como *Bacillus* ejercen una acción específica mediante la producción de metabolitos secundarios, la resistencia a estrés biótico y abióticos y facilitando la absorción de nutrientes del suelo; mecanismos que podrían favorecer el desarrollo del cultivo.

Las especies del género *Bacillus* pueden de manera directa o indirecta promover el crecimiento vegetal. De acuerdo a lo propuesto por Tejera Hernández *et al.* (2011), el efecto directo está relacionado con la capacidad de fijar biológicamente el nitrógeno, solubilizar minerales como el fósforo y producir hormonas de crecimiento. Mientras que el efecto indirecto está relacionado con la promoción del crecimiento vegetal, que se lleva a cabo a

través de su acción como antagonistas de patógenos o inductor de resistencia en las plantas ante la infección.

Los mecanismos por los que *Bacillus spp.* mejora el crecimiento de las plantas son diversos: secuestran o movilizan metales pesados en suelos contaminados o serpentinos (Rajkumar *et al.*, 2008); ejercen el control de patógenos a través de la resistencia sistémica inducida (Choudhary y Johri, 2009); sintetizan antibióticos o compuestos volátiles (Gutiérrez-Luna *et al.*, 2010); producen hormonas vegetales como el ácido indol-3-acético (IAA), la citoquinina y el ácido giberélico (GA) o mediante la reducción de la concentración de etileno a través de la actividad de la enzima 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico desaminasa (Rashid *et al.*, 2012), o actúan en sinergia con los microorganismos simbióticos fijadores de nitrógeno o transformadores de fósforo (Vivas *et al.*, 2003; Guiñazú *et al.*, 2010). Además, *Bacillus* activa mecanismos de protección en plantas, los cuales incluyen cambios estructurales en la pared celular por acumulación de lignina (Singh *et al.*, 2016) o la producción de metabolitos secundarios como flavonoides, fitoalexinas, auxinas o glucosinolatos en general (Pretali *et al.*, 2016).

En los ensayos realizados por Shifa *et al.* (2016), cuando se aplicó *B. subtilis* a las semillas de maní y al suelo, se redujo significativamente la población de *Aspergillus flavus* en el suelo, la infección por *A. flavus* y el contenido de aflatoxina en granos, lo que pone en evidencia el potencial efecto como agente de control biológico de la contaminación por aflatoxinas en maní.

Estudios previos demostraron que las leguminosas coinoculadas con rizobios y diversas especies de *Bacillus*, incluyendo *B. subtilis*, experimentaron cambios morfológicos y/o fisiológicos que favorecieron el crecimiento de las plantas y una mejor nodulación para poroto (Srinivasan *et al.*, 1997), maní (Turner y Backman, 1991) y soja (Bai *et al.*, 2003). Si

bien se ha documentado la acción benéfica de bioestimulantes, resulta de interés establecer su efecto en maní, aplicado en presiembra y en mezcla con fungicida en condiciones locales de producción.

El **objetivo** de este capítulo fue: Evaluar la calidad fisiosanitaria de semillas y plantas de maní con tratamientos combinados de presiembra de fungicida asociado al bioestimulante.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material biológico:

Las evaluaciones se llevaron a cabo con semillas de maní cv. Granoleico cosecha 2014, provenientes de General Cabrera, Provincia de Córdoba. A los cinco meses desde su recolección se aplicaron los siguientes tratamientos:

- Testigo sin tratar.
- Fungicida (Carboxim +Thiram WP 37,5 % + 37,5 % 200 g pc / 100 kg semillas).
- Biocontrolador *Bacillus subtilis* (soporte líquido 4 ml/100 kg semilla).
- Fungicida más Biocontrolador.

Determinaciones en laboratorio

-*Germinación*: cuatro repeticiones de 50 semillas de cada tratamiento, se colocaron entre papel humedecido con agua destilada a 20-30 °C y 8 hs luz. A los siete días se evaluó el porcentaje de plántulas normales (ISTA, 2006).

-*Vigor por Crecimiento de plántulas*: a partir de las plántulas normales obtenidas en los ensayos de germinación, luego de 7 días de crecimiento se determinó el peso seco aéreo y radicular (80 °C durante 48 hs). Los resultados se expresan en mg de PS aéreo, PS radicular/plántula y PS total (ISTA, 1995).

-Sanidad de semillas: se llevó a cabo el método de "Blotter test modificado" (Mathur and Kongsdal, 2003). Se evaluó cada tratamiento en cuatro repeticiones de 50 semillas, que se colocaron en bandejas sobre papel de filtro humedecido con agua destilada. Se incubaron en cámara de cultivo a $21 \pm 2^\circ \text{C}$, con luz NUV en ciclos de 12 hs de luz y 12 hs de oscuridad. Las evaluaciones se realizaron a los 7 días desde la siembra. Los hongos presentes se clasificaron a través de las técnicas de microscopía comúnmente usadas en micología y con la ayuda de claves (Malone y Musket 1964; Barnet y Hunter, 1965; Ellis, 1971; Booth 1971; Mathur y Kongsdal, 2003). La variable registrada fue número total de semillas infectadas y los resultados se expresaron en porcentaje.

Determinaciones en invernáculo

De cada tratamiento se sembraron 3 semillas en macetas de 2,5 kg de capacidad. El sustrato empleado fue una mezcla en proporción 1:3 de tierra de lote de producción y arena. Luego de la emergencia se procedió al raleo, dejando una planta/maceta. Se condujeron 5 repeticiones de cada tratamiento distribuidas en el invernáculo, según un diseño completamente aleatorizado.

Las variables medidas fueron:

-Crecimiento: a los 60 días desde la siembra (DDS) se descalzaron las plantas y la parte aérea y radical se colocaron por separado en bolsas de papel, se mantuvieron en estufa a 80°C durante 96 horas. Posteriormente se pesaron y los resultados se expresaron en mg de peso seco aéreo y radical.

-*Contenido de clorofila*: en plantas de 60 DDS se evaluaron 5 folíolos de cada repetición y tratamiento, a través de la técnica en hoja propuesta por Tetley y Thiman (1974). Los resultados se expresaron en μg clorofila a+b/cm².

Diseño experimental y análisis estadístico.

Los ensayos en laboratorio e invernáculo se condujeron según un diseño completamente aleatorizado. Se realizó análisis de varianza y comparación de medias con Tukey $p \leq 0,05$. Se utilizó el paquete estadístico InfoStat 2015 (Di Rienzo *et al.*, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la Figura 4.1, muestran que los tratamientos de presembrado aplicados fueron diferentes significativamente respecto al testigo sin tratar. Si bien la aplicación de los productos solos no difirieron del tratamiento combinado, la utilización del fungicida más *B. subtilis* fue el de mejor desempeño, ya que aumentó 14% el poder germinativo respecto al testigo (Figura 4.1). En base al poder germinativo, se observó que la aplicación del tratamiento fungicida combinado con el biológico no afectó su viabilidad y posiblemente amplió el espectro de control de patógenos, de acuerdo a lo propuesto por Estevez de Jensen *et al.* (2002) en poroto.

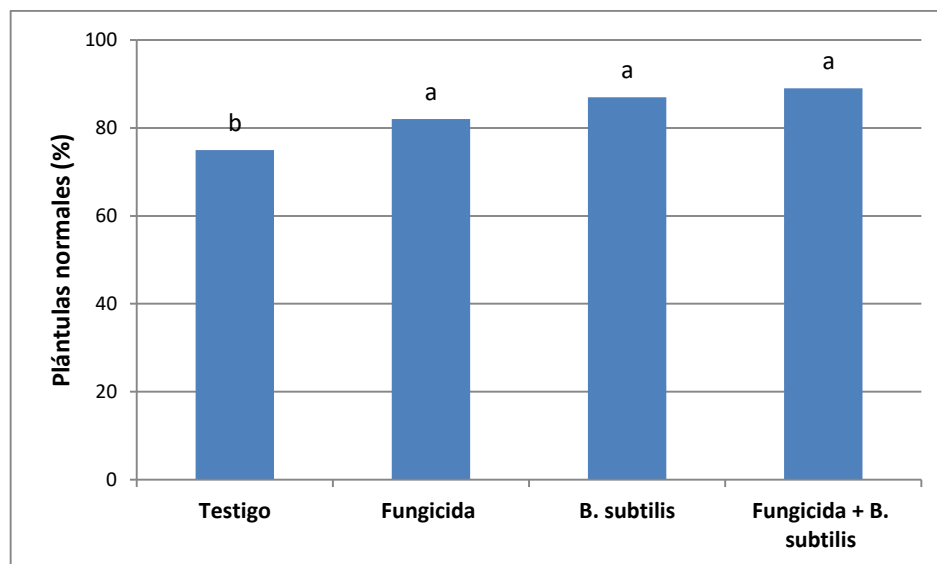


Figura 4.1: Porcentaje de plántulas normales obtenidas en ensayos de germinación de semillas de maní con diferentes tratamientos de presembrado. Letras iguales indican diferencias no significativas entre tratamientos Tukey ($p \leq 0,05\%$).

Desde el punto de vista sanitario (Figura 4.2) los tratamientos individuales (fungicida o biocontrolador solo) redujeron significativamente el porcentaje de semillas enfermas respecto al testigo. Es de destacar que la aplicación combinada de fungicida más biocontrolador disminuyó significativamente la incidencia fúngica a valores de 0%, de acuerdo a lo propuesto por Tejera Hernández (2011) y Shifa *et al.* (2016), quienes describen a *B. subtilis* como antagonistas de patógenos. Diversos hongos patógenos son normalmente transportados por las semillas de fabáceas, éstos generalmente no pueden ser controlados en su totalidad por un fungicida debido a su especificidad de acción o bien por el hecho de que al ser aplicado en semilla se dificulta su traslado a la zona infectada (Estevez de Jensen *et al.*, 2002). En relación a ello, poder aumentar el espectro de control con un microorganismo de elevada compatibilidad con el fungicida, resulta altamente beneficioso. Es de destacar que el amplio espectro de control de *B. subtilis*, ha sido reportado por Swain y Ray (2006) en sus estudios realizados en semillas de garbanzo con 196 cepas de este microorganismo.

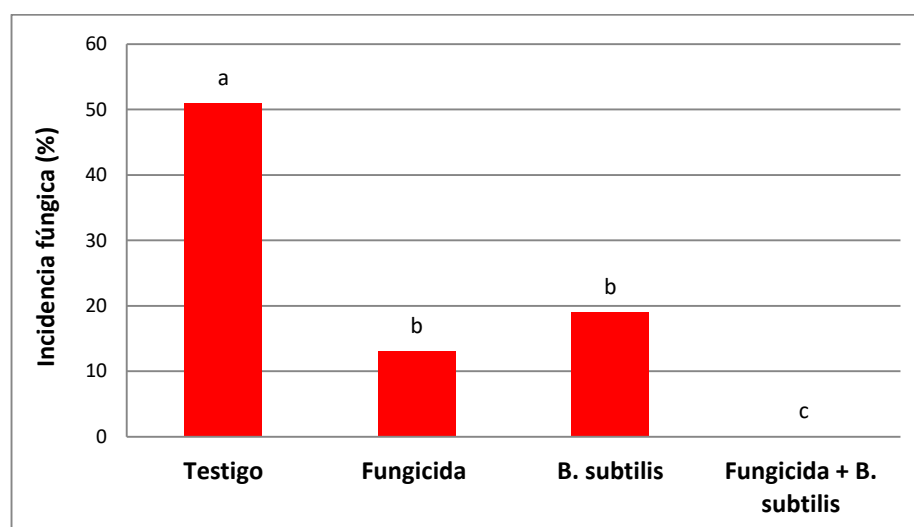


Figura 4.2: Incidencia fúngica (%) en semillas de maní con diferentes tratamientos de presembrado. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos Tukey ($p \leq 0,05\%$).

En cuanto al vigor de las plántulas medido como acumulación de materia seca (Figura 4.3), el tratamiento combinado (Fungicida más *B. subtilis*), fue más efectivo que *Bacillus* solo, mejoró el crecimiento aéreo y radicular, atributo fisiológico que favorece la emergencia y el establecimiento de las plántulas. El efecto de la aplicación combinada de los productos podría deberse a que el fungicida potencia el efecto del *Bacillus* ya que disminuye la competencia entre microorganismos, favoreciendo la expresión promotora del crecimiento. Además, y de acuerdo a lo propuesto por Tejera Hernández (2011) y Araujo (2008) *B. subtilis* sintetiza fitohormonas que estimulan el crecimiento de las plantas. Resultados similares fueron registrados por Turner y Backman (1991) en maní, Srinivasan *et al.* (1997) en poroto y Bai *et al.* (2003) en soja.

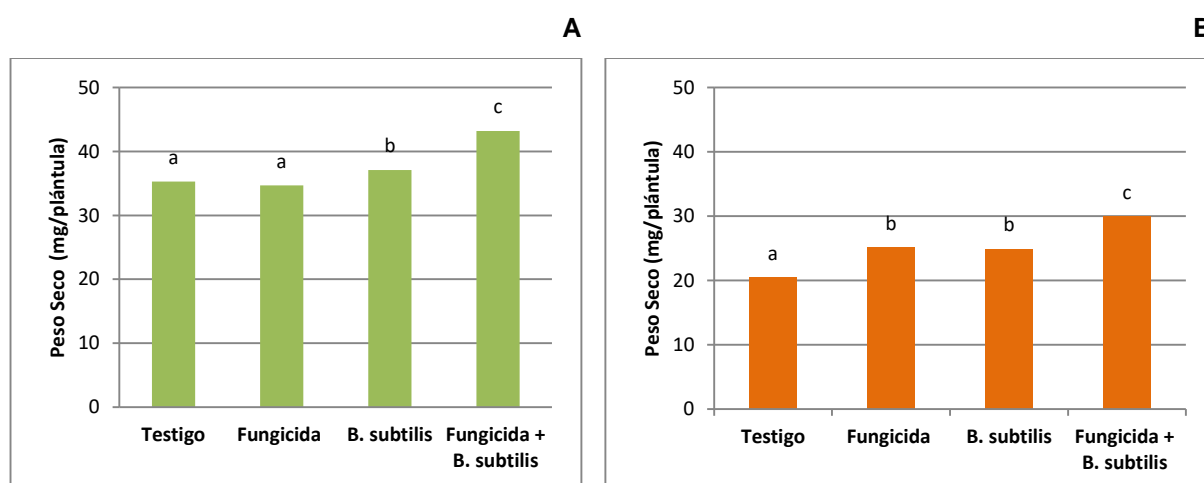


Figura 4. 3: Crecimiento de plántulas de maní medido como peso aéreo (A) y radical (B), con diferentes tratamientos aplicados en semillas. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos Tukey ($p \leq 0,05\%$).

A los 60 DDS, el crecimiento de plantas de maní (peso seco aéreo y radical) se incrementó significativamente con la aplicación en semillas de tratamientos combinados de fungicida más *B. subtilis* (Figura 4.4).

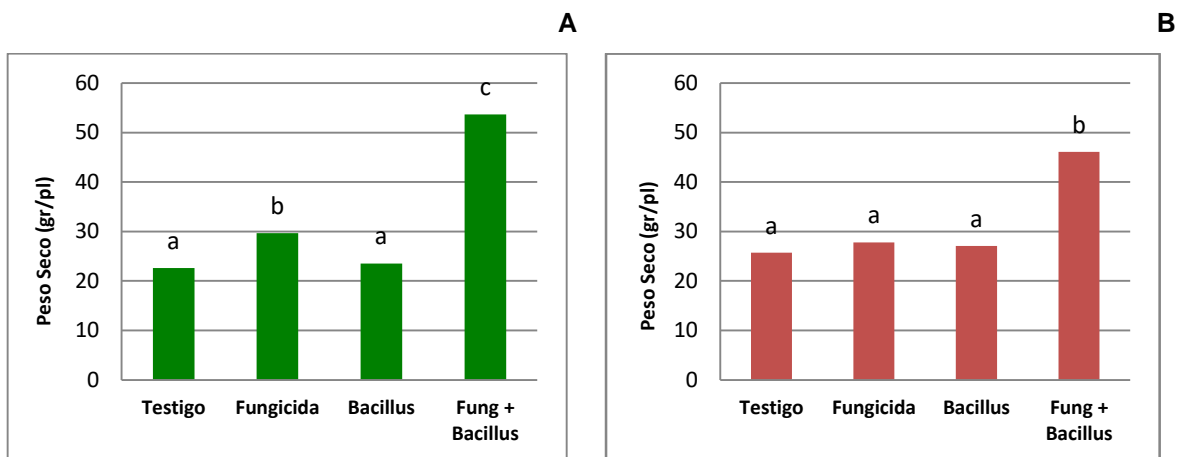


Figura 4. 4: Crecimiento de plantas de maní 60 DDS medido como peso aéreo (A) y radical (B), con diferentes tratamientos aplicados a semillas. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos Tukey ($p \leq 0,05\%$).

El contenido de clorofila a los 60 DDS (Figura 4.5), aumentó significativamente en plantas provenientes de semillas con fungicida más *B. subtilis*, respecto a todos los otros tratamientos evaluados. Fue éste el parámetro indicador de la nutrición de las plantas y determinante de la actividad fotosintética (Tejera Hernández *et al.*, 2011).

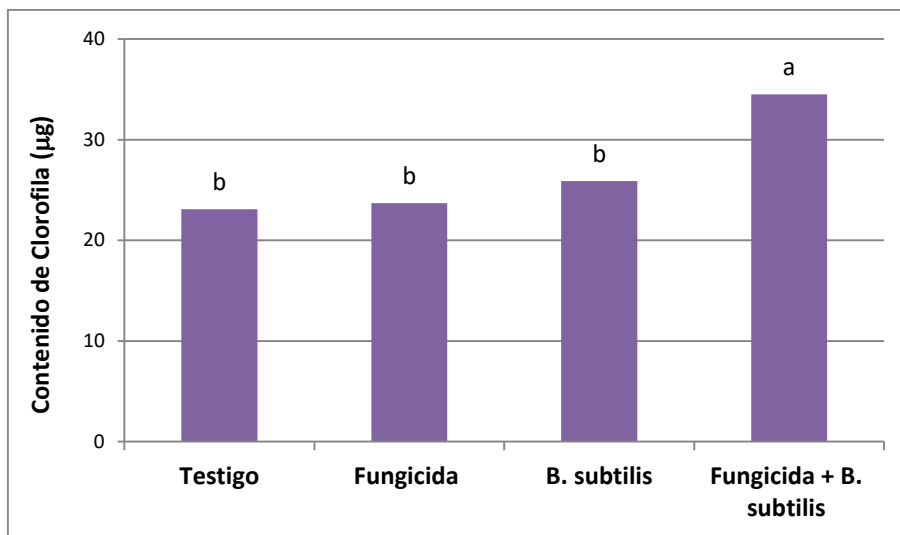


Figura 4.5: Contenido de clorofila en folíolo de plantas de maní a los 60 DDS, provenientes de semillas con diferentes tratamientos de presembrado. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos Tukey ($p \leq 0,05\%$).

El incremento en la concentración clorofila y por ende de la actividad fotosintética, por acción de *B. subtilis* ha sido demostrada por Zhang *et al.* (2008), quienes trabajaron en *Arabidopsis* mutantes. Estos autores demostraron el efecto de la modulación de la señalización endógena de azúcar/ABA por acción de *B. subtilis*, lo que mejora el aprovechamiento de la energía en el proceso fotosintético.

CONCLUSIONES

La aplicación en semillas de maní de tratamientos que incorporen fungicida más *B. subtilis*, mejora su calidad fitosanitaria, ya que amplía el control de enfermedades fúngicas y favorece el crecimiento posterior.

Los efectos beneficiosos por la acción de *B. subtilis* se manifiestan en plántula y en los primeros estadios de crecimiento vegetativo, lo que favorece la implantación así como el crecimiento de las plantas hacia la formación de los órganos reproductivos.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Araujo F. 2008 Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. Revista Brasileira Ciência e Agrotecnología. Lavras 32(2): 456-462.
- Bai Y.M., Zhou X.M. and Smith D.L. 2003. Enhanced soybean plant growth resulting from coinoculation of *Bacillus* strains with *Bradyrhizobium japonicum*. Crop Science 43:1774-1781.
- Barnett H.L. and Hunter B.B. 1965. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Burgess Publishing Company. 225pp.
- Bashan Y., De-Bashan L.E., Prabhu S.R. and Hernandez J.P. 2013. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998–2013). Plant Soil 378:1–33
- Booth C. 1971. The Genus Fusarium. Commonwealth Mycological Institute. England. 237 pp.
- Calvo P y Zúniga D. 2010. Caracterización fisiológica de cepas de *Bacillus* spp. aisladas de la rizósfera de papa (*Solanum tuberosum*). Ecología aplicada. Perú 9(1): 31-39.
- Cappellari L., Santoro V., Nievas F., Giordano W. and Banchio E. 2013. Increase of Secondary metabolite content in marigold by inoculation with plant growth-promoting Rhizobacteria. Appl. Soil Ecology 70: 16-22.
- Choudhary D.K. and Johri B.N. 2009. Interactions of *Bacillus* spp. and plants with special reference to induced systemic resistance (ISR). Microbiology Research 164: 493-513.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M. y Robledo C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Ellis M. B., 1971. Dematiaceous Hyphomycetes Commonwealth Mycological Institute. England. 595 pp.

- Espinosa de los Monteros Fernández J.J. 2005. Caracterización del proceso de crecimiento de *Bacillus subtilis* bajo condiciones anaeróbicas. Tesis para obtener el título de Doctor en Biotecnología. Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, México. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/192450847/Joel-Espinosa-tesis-bacillus-subtilis>. Activo Marzo 2018.
- Estevez de Jensen C., Percich J.A., and Graham P.H. 2002. Integrated management strategies of bean root rot with *Bacillus subtilis* and *Rhizobium* in Minnesota. *Field Crops Research*.74:107-115
- Guiñazú L.B., Andrés J.A., Del Papa M.F., Pistorio M. and Rosas S.B. 2010. Response of alfalfa (*Medicago sativa* L.) to single and mixed inoculation with phosphate-solubilizing bacteria and *Sinorhizobium meliloti*. *Biology Fertility Soils* 46: 185-190.
- Gutiérrez-Luna F.M., López-Bucio J., Altamirano-Hernández J., Valencia-Cantero E., De la Cruz H.R. and Macías-Rodríguez L. 2010. Plant growth-promoting rhizobacteria modulate root system architecture in *Arabidopsis thaliana* through volatile organic compound emission *Symbiosis* 51: 75-83.
- Huang H.C. and Ericson R.S. 2007. Effect of seed treatment with *Rhizobium leguminosarum* on *Pythium* Damping-off seedling height, root nodulation, root biomass and seed yield of pea and lentil. *Journal Phytopathology* 155: 31-37.
- ISTA, International Seed Testing Association, 1995. Handbook of vigour test methods. 3rd. Vigour Test Committee.
- ISTA, International Seed Testing Association, 2006. Rules for Seed Testing.
- Malone L.P. and Musket A.E. 1964. Seed Borne Fungi. Description of 77 Fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29: 176.
- Mathur S.B. and Kongsdal O. 2003. Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi. 1 ed. Denmark. 425pp.
- Pretali L., Bernardo L., Butterfield T.S., Trevisan M and Lucini L. 2016. Botanical and biological pesticides elicit a similar Induced Systemic Response in tomato (*Solanumly copersicum*) secondary metabolism. *Phytochemistry*, 130: 56-63. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.phytochem>. Activo Agosto 2017.

- Rajkumar M., Ma Y. and Freitas H. 2008. Characterization of metal-resistant plant-growth promoting *Bacillus weihenstephanensis* isolated from serpentine soil in Portugal Journal Basic Microbiology 48: 500-508.
- Rashid S., Charles T.C. and Glick B.R. 2012. Isolation and characterization of new plant growth-promoting bacterial endophytes. Applied Soil Ecology 61: 217-224.
- Shifa H., Shazia Tasneem, Gopalakrishnan C. and Velazhahan R. 2016. Biological control of pre-harvest aflatoxin contamination in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) with *Bacillus subtilis* G1. Archives of Phytopathology and Plant Protection. 49: 137-148. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03235408>. Activo Septiembre 2017.
- Singh U.B., Malvivya D., Wasiullah Singh S., Imran M., Pathak N., Alam M., Rai J.P., Singh RK., Sarma Bk., Sharma P.K and Sharma A.K. 2016. Compatible salt-tolerant rhizosphere microbe-mediated induction of phenylpropanoid cascade and induced systemic responses against *Bipolaris oryzae* (Sacc.) Shoemaker causing spot blotch disease in wheat (*Triticum aestivum* L.). Applied Soil Ecology: 108: 300-306. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil>. Activo Septiembre 2017.
- Srinivasan M., Holl F. and Petersen D. 1997. Nodulation of *Phaseolus vulgaris* by *Rhizobium etlii* enhanced by the presence of *Bacillus*. Canadian Journal Microbiology 43:1-8.
- Swain M.R., and Ray R.C. 2006. Biocontrol and other beneficial activities of *Bacillus subtilis* isolated from cowdung microflora. Microbiological Research 164: 121-130.
- Tejera-Hernández B., Rojas-Badía M M. y Heydrich-Pérez M. 2011. Potencialidades del género *Bacillus* en la promoción del crecimiento vegetal y el control de hongos fitopatógenos. Revista CENIC Ciencias Biológicas. 42:131-138. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1812/181222321004.pdf> Activo Septiembre 2016.
- Tetley R.M. and Thimann K.V. 1974. The metabolism of Oat leaves during senescence. I. Respiration, carbohydrate metabolism and the action of cytokinins. Plant Physiology 54: 294-303.
- Turner, J. and Backman, P. 1991. Factors relating to peanut yield increases after seed treatment with *Bacillus subtilis*. Plant Disease 75: 347-353.

- Vassilev N., Vassileva M., Azcon, R., and Medina A. 2001. Application of free and calcium alginate-entrapped *Glomus deserticola* and *Yarrowia lipolytica* in a soil-plant system. *Journal Biotechnology* 91: 237-242.
- Vivas A., Marulanda A., Ruiz-Lozano J.M., Barea J.M. and Azcón R. 2003. Influence of a *Bacillus* sp. on physiological activities of two arbuscular mycorrhizal fungi and on plant responses to PEG-induced drought stress. *Mycorrhiza* 13: 249-256.
- Zhang H., Xie X., Kim M.S., Korniyeyev D.A., Holaday S. and Pare P.W. 2008. Soil bacteria augment *Arabidopsis* photosynthesis by decreasing glucose sensing and abscisic acid levels in planta. *The Plant Journal* 56: 264–273.

CONCLUSIONES GENERALES

El maní (*Arachis hypogaea* L.) es uno de los principales cultivos oleaginosos del mundo, por ser un alimento de elevado aporte proteico en la dieta. En Argentina su consumo per cápita es muy reducido, sin embargo la importancia regional del cultivo de maní posee efectos multiplicadores directos e indirectos sobre el resto de la economía, tanto provincial como nacional. Para poder incrementar su rentabilidad se requiere desarrollar estrategias de manejo que permitan combinarlas en el contexto de situación medioambiental y económica, permitiendo la toma de decisiones oportunas. Por esta razón, todas aquellas prácticas que aseguren el área implantada adquieren relevancia tecnológica, a fin de mantener el sistema productivo de manera sustentable desde el punto de vista económico, ambiental y social.

A fin de poder abastecer de la cantidad necesaria de semillas para el área manisera, además de lo producido por algunas entidades privadas, el INTA e instituciones inscriptas como semilleros, se suma el maní proveniente de las empresas de la industria de selección instaladas en la zona, que destinan para la siembra los granos que han pasado por los distintos canales del proceso. Inclusive, algunos productores conservan parte de su propia semilla para la siembra de la campaña siguiente.

En la actualidad, el insumo semillas no alcanza la calidad requerida para asegurar tanto el stand de plantas en la siembra como el posterior desempeño del cultivo. En este trabajo se

analizaron desde el punto de vista fisiosanitario, las alternativas de tratamientos de presiembra para poder elevar el desempeño de las semillas de maní en laboratorio e invernáculo.

De acuerdo a los resultados presentados en el Capítulo 2, se deduce que la aplicación combinada de fungicida más polímeros en semillas de maní, disminuye significativamente la pérdida de tegumento. Esto conduce a que se desencadene el proceso de germinación y establecimiento de plántulas, disminuyendo la liberación de exudados y favoreciendo la protección natural de la acción de fitopatógenos. En las condiciones evaluadas de alta disponibilidad hídrica y déficit hídrico, demostraron que la aplicación de tratamientos combinados (polímeros, fungicidas más colorantes) en semillas de maní, retrasa la fase de imbibición pero no impide el ingreso de agua. Es de destacar que la menor disponibilidad hídrica en el sustrato disminuye tanto la cantidad de agua absorbida como la tasa de imbibición; lo que determina que la radícula emerja con más de siete días después de la siembra. El retraso detectado sugiere que los tratamientos profesionales deberían ser aplicados en semillas de buena calidad (al menos 80 % de PG) a aceptable (60 a 70 % de PG), para que logren mantener su viabilidad y de esta manera asegurar su germinación.

Las evaluaciones de laboratorio e invernáculo llevadas a cabo en el Capítulo 3, incorporan de manera combinada polímeros, fungicida e inoculante en la presiembra, induciendo mayores valores de germinación, vigor y mejor sanidad. Mientras que los mencionados tratamientos determinaron mejor crecimiento, nodulación y actividad fotosintética en plantas de 60 DDS. Es de destacar que, si bien fue evidente la alta compatibilidad y los beneficios de los productos incorporados, el nivel de respuesta detectado depende de la calidad inicial de las semillas de maní.

La inclusión de *Bacillus subtilis* en los tratamientos de semillas de maní, se abordó en el Capítulo 4 de este trabajo de tesis. Los resultados mostraron una mejora en el poder

germinativo, vigor y disminución del nivel de infección. Además, en plantas de maní en los primeros estadios vegetativos (60 DDS) se determinó aumento en el crecimiento, en la capacidad fotosintética y mejor sanidad. De acuerdo a estos resultados, la aplicación del producto biológico, de alta compatibilidad con el fungicida, mejora no sólo el establecimiento de las plántulas sino que además favorece el crecimiento de las plantas.

Los resultados de este trabajo se presentan de manera integrada en la Figura 5.1. Las evaluaciones realizadas en la etapa inicial y hasta los 60 DDS, permiten inferir la importancia y aporte a la mejora de la calidad de las semillas de maní. Esto conduce a favorecer el establecimiento de las plantas como uno de los factores determinantes del rendimiento en maní. Los tratamientos evaluados mejoran el desempeño de semillas de baja calidad, mientras que en semillas de alta calidad pueden expresar su máximo potencial. Este aspecto conduciría a la disminución de la densidad de siembra para alcanzar el stand de plantas adecuado, constituyéndose en una alternativa para mejorar la rentabilidad final.

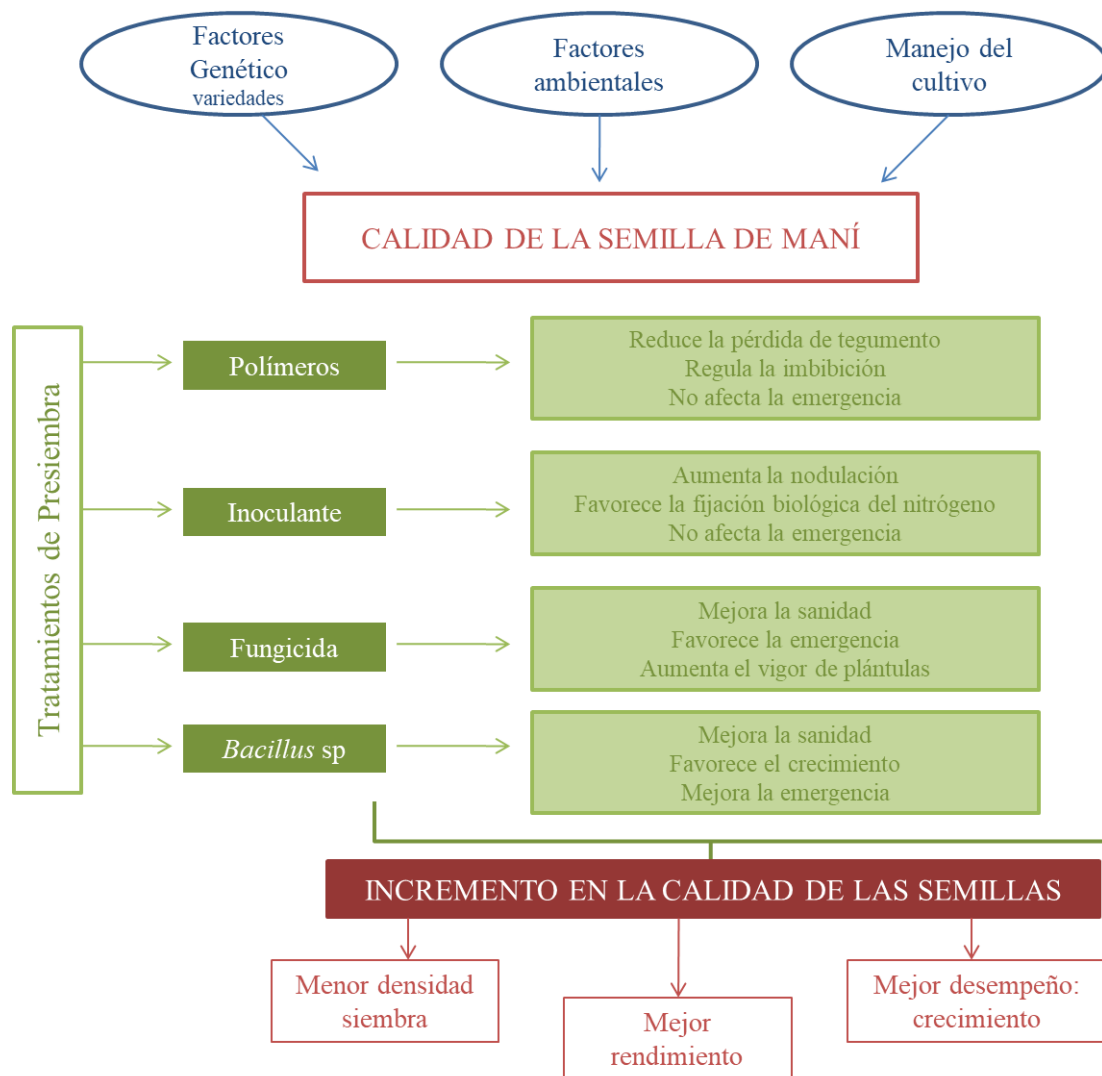


Figura 5.1 Diagrama integrador de respuesta a los tratamientos combinados de presiembra aplicados en semillas de maní.