

Efecto de la aplicación combinada de microorganismos más fungicida como práctica de presiembra en maní

Submetido - 30 jul. 2020

Aprovado - 09 set. 2020

Publicado - 14 out. 2020



<http://dx.doi.org/10.17648/sas.v1i2.53>

Camila Illa

Doctora en Ciencias Agropecuarias, Ingeniera Agrónoma. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro de Transferencia Calidad Agroalimentaria, Córdoba. camilailla@agro.unc.edu.ar.

Matías Torassa

Ayudante Alumno de Biología Celular. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro de Transferencia Calidad Agroalimentaria, Córdoba. mtorassa7@gmail.com.

José Gamba

Especialista Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro de Transferencia Calidad Agroalimentaria, Córdoba. josegamba_70@hotmail.com.

Mauricio Sebastián y Pérez

Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro de Transferencia Calidad Agroalimentaria, Córdoba. mauriciosebastian@gmail.com.

María Alejandra Pérez

Doctora en Ciencias Universidad Federal de Pelotas Brasil. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro de Transferencia Calidad Agroalimentaria, Córdoba. maperez@agro.unc.edu.ar.

RESUMEN

El control de enfermedades transportadas por semillas de maní se lleva a cabo habitualmente mediante fungicidas químicos. Sin embargo, estos tratamientos resultan ineficientes y su uso indiscriminado representa un riesgo para la sustentabilidad del sistema de producción. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación combinada de microorganismos (*Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas putida*) más fungicida como práctica de presiembra en maní. Los ensayos de campo se realizaron en el Módulo Maní FCA UNC, de acuerdo al manejo normal del cultivo para la obtención de grano comercializable. Se sembraron los siguientes tratamientos: Testigo, Fungicida, *B. subtilis*, *T. harzianum*, *P. putida* y sus respectivas combinaciones con fungicida. Las variables evaluadas fueron: Emergencia de plantas en el campo a los 15 y 30 DDS (días desde la siembra), Crecimiento inicial, Rendimiento en vaina y grano y calidad granométrica. El diseño fue en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y los valores medios comparados por Test de Tukey ($p \leq 0,05$). De acuerdo a los resultados, la aplicación combinada de biológicos más fungicida aumentó la emergencia y el crecimiento de las plantas de maní a los 30 DDS. Al final del ciclo (165 DDS) se registró mayor productividad de granos y vainas, sin modificarse su calidad granométrica. El efecto aditivo de microorganismos más fungicida de alta compatibilidad entre ambos, permitió el control de patógenos y favoreció la formación de vainas y granos aumentando la productividad.

Palabras clave: Control biológico; Tratamientos combinados; Productividad; Calidad.

Effect of combined treatments of microorganisms more fungicide on seeds peanuts

ABSTRACT

*Control of diseases associated with peanut seeds is usually carried out by chemical fungicides. However, these treatments are inefficient and their indiscriminate use represents a risk for the sustainability of the production system. The objective of this work was to evaluate the effect of the combined application of microorganisms (*Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas putida*) plus fungicide as a pre-sowing practice in peanuts. The field trials were at the FCA UNC Peanut Module according to the normal management to obtain marketable grain. The following treatments were sown: Control, Fungicide, *B. subtilis*, *T. harzianum*, *P. putida* and their respective combinations with fungicide. The variables evaluated were: Emergence of plants in the field at 15 and 30 days from sowing, Initial growth, Yield in pod and grain and Grain Quality. The design was in complete random blocks, with four repetitions. The data were subjected to analysis of variance and the mean values compared by Tukey's test ($p \leq 0.05$). According to the results, the combined application of biologicals plus fungicide increased the emergence and growth of the plants at 30 days from sowing. At the end of the cycle (165 days), higher grain and pod yields were recorded, without modifying their grain quality. The additive effect of microorganisms plus fungicide due to its high compatibility allowed the control of pathogens and favored the formation of pods and grains, increasing yields.*

Keywords: Biological control; Combined treatments; Yield; Quality.

Efeito da aplicação combinada de microorganismos mais fungicida em sementes de amendoim

RESUMO

*O controle de doenças associadas às sementes de amendoim costuma ser feito com fungicidas químicos. No entanto, esses tratamentos são ineficientes e seu uso indiscriminado representa risco para a sustentabilidade do sistema de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação combinada de microrganismos (*Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas putida*) mais fungicida como prática de pré-semeadura em amendoim. Os testes de campo foram realizados no Módulo Maní FCA UNC, de acordo com o manejo normal da cultura para obtenção de grãos comercializáveis. Foram semeados os seguintes tratamentos: Controle, Fungicida, *B. subtilis*, *T. harzianum*, *P. putida* e suas respectivas combinações com fungicida. As variáveis avaliadas foram: Emergência de plantas no campo aos 15 e 30 DAP (dias após o plantio), Crescimento inicial, Rendimento em vagem e grão e Qualidade dos grãos. O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e os valores médios comparados pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). De acordo com os resultados, a aplicação combinada de biológicos mais fungicida aumentou a emergência e o crescimento das plantas aos 30 DAP. No final do ciclo (165 DAP), foram registrados maiores rendimentos de grãos e vagens, sem modificar a qualidade dos grãos. O efeito aditivo de microrganismos mais fungicida, devido à sua alta compatibilidade, permitiu o controle de patógenos e favoreceu a formação de vagens e grãos, aumentando o rendimento.*

Palavras-chave: Controle biológico; Tratamentos combinados; Produtividade; Qualidade.

Introducción

En el cultivo de maní, su modo de fructificación (geocarpos), determinadas prácticas de manejo y las condiciones ambientales imperantes, favorecen el desarrollo de hongos fitopatógenos (GARAY *et al.*, 2017). El daño causado por el complejo de hongos transportados por la semilla, conocido como damping-off de pre y post-emergencia, se traduce en importantes pérdidas de plántulas con severas pérdidas económicas (SOBOLEV *et al.*, 2019).

Si bien, la aplicación de fungicidas químicos es la principal herramienta para el control de este tipo de enfermedades, el uso indiscriminado de estos productos ha provocado dos grandes problemas: el incremento de residuos químicos potencialmente tóxicos al humano y la proliferación de organismos fitopatógenos resistentes (ANDRÉS *et al.*, 2016).

Entre las prácticas para lograr una buena implantación y mejorar el desempeño del cultivo de maní, se propone tratar a las semillas con microorganismos que de acuerdo a su comportamiento hayan presentado función bioestimuladora y protectora. El biocontrol es considerado una práctica importante en el manejo sustentable de los cultivos, con el objetivo de mejorar la productividad de granos y la resistencia de las plantas al ataque de fitopatógenos (BETTIOL, 2011).

Los biocontroladores son preparaciones de células vivas o latentes de microorganismos que asociados con las plantas cumplen funciones importantes para el crecimiento y la sanidad vegetal. Entre aquellos aplicados en cultivos extensivos se destacan: las *Pseudomonas* del grupo fluorescentes, *Bacillus* y *Trichoderma* (BERG, 2009; BETTIOL, 2011; SILVA RESENDE CAMPO *et al.*, 2008; EZZIYY ANI *et al.*, 2006). Ensayos realizados en maní con *Bacillus* y *Pseudomonas* mostraron efectos benéficos sobre el crecimiento del cultivo (TAURIAN *et al.*, 2010). Además, estudios aplicando *Bacillus* han informado mejoras en el establecimiento de las plántulas (ILLA, 2018) y el rendimiento (AHMAD *et al.*, 2019).

Si bien se ha documentado la acción benéfica de microorganismos en numerosos cultivos, resulta de interés establecer su efecto al aplicarlos de manera combinada con fungicidas como tratamiento de presembrado en maní.

El objetivo de este trabajo fue la evaluar el efecto de la aplicación combinada de microorganismos (*Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* y *Pseudomonas putida*) más fungicida como práctica de presembrado en maní.

Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo durante la campaña 2019/2020 en el Módulo Maní en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (31° 28 49,42" S y 64°00 36,04" O) bajo el Convenio de Vinculación con la empresa AGD. El cultivo antecesor en el lote de siembra fue maíz. Se utilizó semilla de maní cv. Granoleico provista por AGD, calibre 38-42, con 100 % de pureza y 86 % de poder germinativo, cosecha 2018.

Los tratamientos de presiembra aplicados fueron: Testigo absoluto; Fungicida (Fludioxonil 2,5 g y Metalaxil-M. 1,0 g.); *Bacillus subtilis* BST22 ($2,5 \times 10^{10}$ UFC/l); *Trichoderma harzianum* (1×10^8 conidios viables/ml); *Pseudomona putida* PSP01 (1×10^9 UFC/l); y los siguientes tratamientos combinados: *B. subtilis* + Fungicida; *T. harzianum* + Fungicida; *P. putida* + Fungicida. Los tratamientos a las semillas se aplicaron mediante mezcladora manual.

La siembra de cada tratamiento se realizó bajo el sistema de siembra directa el 14/11/2019, con sembradora de 6 surcos marca Fercam con distribuidor neumático, a una densidad de 15 semillas/m lineal y 5 cm de profundidad. Cada tratamiento se sembró en 4 surcos de 50 m de largo y 0,70 m de separación. Los muestreos se llevaron a cabo en los dos surcos centrales.

Las variables evaluadas fueron:

- Emergencia de plantas: en los dos surcos centrales de cada tratamiento se contaron todas aquellas plantas con al menos una hoja verdadera a los 15 y 30 DDS. Se evaluaron aleatoriamente 10 repeticiones de 1 m y el valor promedio se expresó en plantas emergidas por metro lineal (pl/m)

- Crecimiento inicial: en 10 repeticiones de 1 m sobre los surcos centrales de cada repetición, se determinó a los 15 y 30 DDS la longitud de las plantas desde el cuello hasta el ápice meristemático con regla graduada

metálica. Los valores de crecimiento aéreo se promediaron y se expresaron en centímetros por planta (cm/pl).

- Productividad: al final del ciclo (165 DDS) se realizó el arrancado de manera mecánica con máquina Geis-Cal, armando una andana con los dos surcos centrales en cada tratamiento. A los 7 días desde el arrancado se recolectaron en forma manual todas las vainas de 4 repeticiones de 1 m² tomadas al azar dentro de la andana. Las muestras se trasladaron al laboratorio y luego de eliminar restos de tierra, se secaron hasta alcanzar 9 % de humedad. Las vainas fueron pesadas, posteriormente se separaron mecánicamente los granos y también pesados. Los valores obtenidos fueron promediados y los resultados se expresaron en kilogramos de vaina y grano por hectárea (kg/ha).

- Calidad granométrica: a partir de los granos de cada repetición y tratamiento, se procedió a la separación de acuerdo a su tamaño mediante clasificadora mecánica modelo Vignatti 2001. Las fracciones obtenidas fueron: 38-42, 40-50, 50-60, 60-70, 80-100 y fondo de zaranda. Cada fracción fue pesada y los resultados se expresaron como porcentaje de la fracción Maní Confitería y Maní Industria al promediar los valores correspondientes a las categorías correspondientes.

El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones para cada tratamiento. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y los valores medios comparados por Test de Tukey ($p \leq 0,05$) con el paquete estadístico InfoStat FCA UNC (DI RIENZO *et al.*, 2018).

Resultados y discusión

De acuerdo a los resultados presentados en la **Tabla 1**, la emergencia de plantas a los 15 DDS fue mayor en el tratamiento fungicida (5,88 pl/m) respecto al testigo sin tratar (1,75 pl/m). Mientras que en los tratamientos de biológicos solos y combinados con fungicida, no presentaron diferencias significativas entre ellos ($p < 0,05$), a excepción de *Bacillus* que mostró menor valor de emergencia (0,75 pl/m) aún por debajo del testigo sin tratar (1,75 pl/m). A los 30 DDS (**tabla 1**) no se observaron diferencias entre

los biológicos más fungicida y el tratamiento fungicida solo; pero con mayor valor de emergencia respecto a los biológicos (*Bacillus*, *Trichoderma*, *Pseudomonas*) y el testigo sin tratar.

Si bien el crecimiento de las plantas de maní a los 15 DDS no mostró una tendencia clara, a los 30 DDS la aplicación combinada (biológicos + fungicida) aumentó la longitud aérea alcanzada respecto al resto de los tratamientos aplicados. Este comportamiento se vinculó al efecto promotor inducido por los microorganismos incorporados, de acuerdo a lo indicado por BERG (2009), TAURIAN *et al.* (2010) e ILLA *et al.* (2018).

Tabla 1. Emergencia en el campo y crecimiento de plantas de maní a los 15 y 30 DDS provenientes de semillas con diferentes pretratamientos.

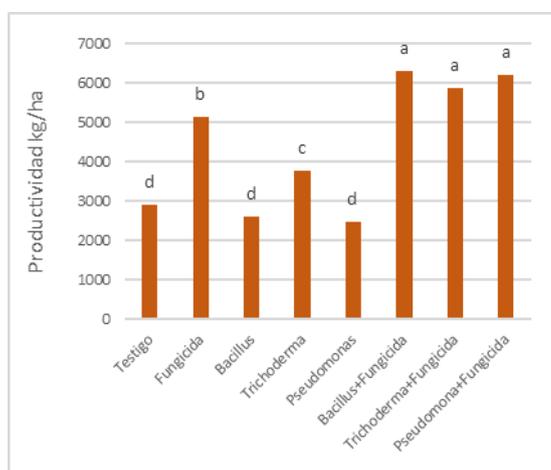
Tratamientos	Emergencia (pl/m)		Crecimiento inicial (cm/pl)	
	15 DDS	30 DDS	15 DDS	30 DDS
Testigo	1,75 b	3,63 b	1,38 a	4,25 b
Fungicida	5,88 a	8,88 a	1,63 a	4,63 b
<i>Bacillus</i>	0,75 c	2b	0,56 b	4 b
<i>Trichoderma</i>	4,25 ab	2,38 b	1,56 b	3,38 bc
<i>Pseudomonas</i>	1,75 ab	2 b	1,31 ab	2,63 c
<i>Bacillus</i> + Fungicida	5,63 a	11 a	1,75 a	5,63 a
<i>Trichoderma</i> + Fungicida	5 a	11 a	1,81 a	5,50 a
<i>Pseudomonas</i> + Fungicida	4,63 a	9,13 a	1,88 a	5 a

Letras iguales indican diferencias no significativas entre tratamiento Tukey ($p \leq 0,05$).

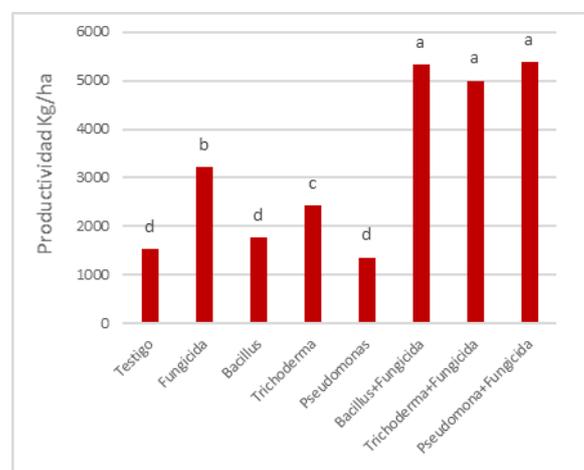
Al momento de cosecha (**Figura 1**), los valores de menor productividad se observaron en el tratamiento testigo (2903 kg/ha), *Bacillus* (2599 kg/ha) y *Pseudomonas* (2463 kg/ha) sin diferencias significativas entre ellos ($p < 0,05$). El tratamiento fungicida superó en productividad de vaina y granos, respecto a los tratamientos testigo y biológicos solos. Mientras que los mayores valores de productividad (vainas y grano) se lograron en los tratamientos combinados de biológicos más fungicida (valor promedio en vaina: 6155 kg/ha, en grano: 5237 kg/ha). Esta respuesta pone en evidencia la compatibilidad de los microorganismos ensayados con el terapéutico utilizado.

Si bien el incremento en la productividad de maní con la aplicación de *B. subtilis* ha sido informado por AHMAD *et al.* (2019), los resultados hallados en este trabajo aplicando ese microorganismo solo, no logró diferenciarse del testigo. Mientras que el efecto de la aplicación combinada de los biológicos con el fungicida permitió la expresión del efecto aditivo reflejado en el control de fitopatógenos y en la promoción del crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que favoreció el traslado de fotoasimilados a las estructuras reproductivas y por lo tanto incrementó la cantidad producida de vainas y granos.

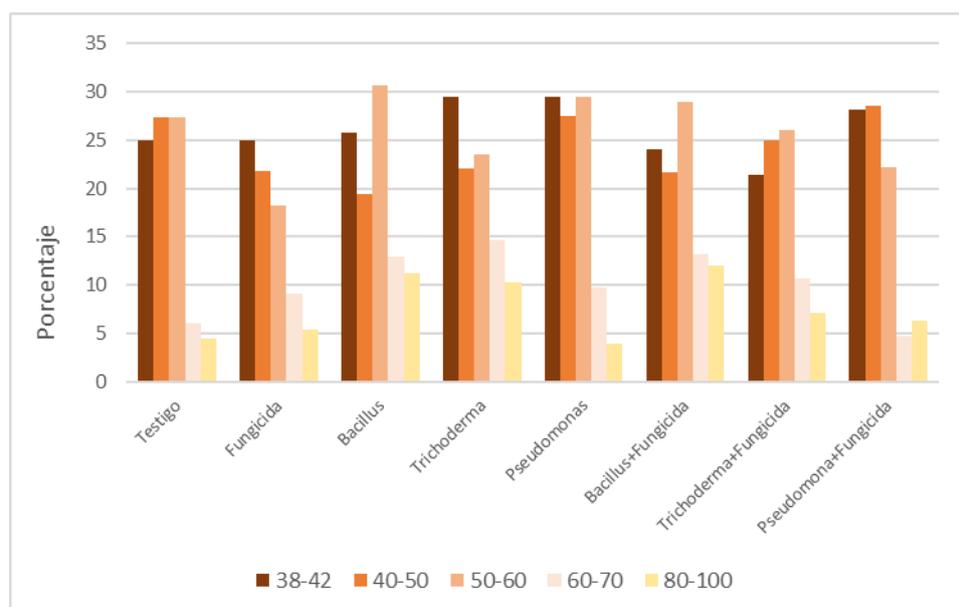
Productividad en vaina



Productividad en grano



Calidad granométrica



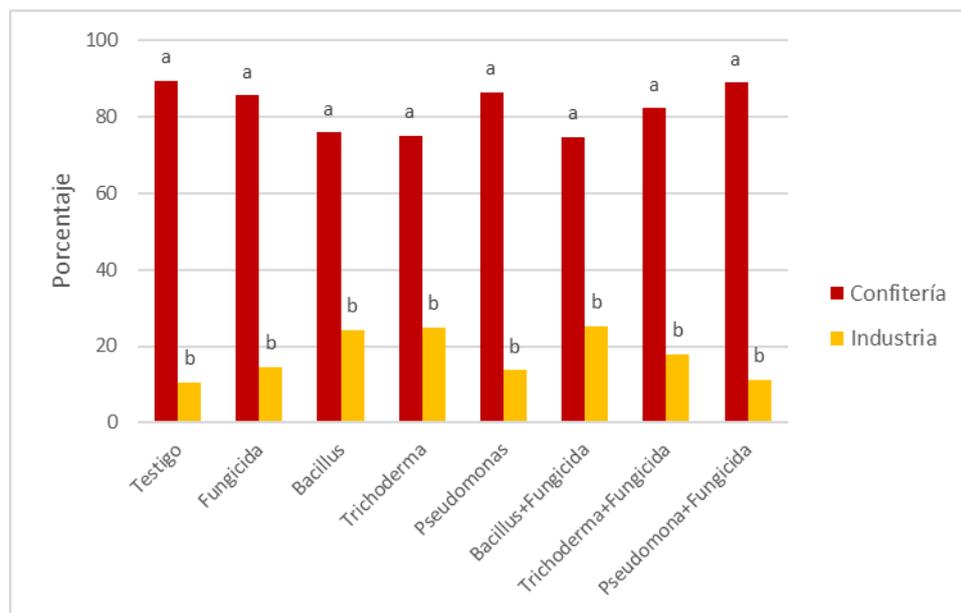


Figura 1. Productividad y calidad granométrica de maní proveniente de semillas con diferentes pretratamientos. Letras iguales indican diferencias no significativas entre tratamiento Tukey ($p \leq 0,05$).

En cuanto a la calidad de los granos obtenidos de acuerdo a su tamaño (**Figura 1**), la proporción de granos tamaño Maní confitería no mostró diferencias entre los tratamientos aplicados (solos o combinados). La respuesta observada en las condiciones evaluadas, se debió a que las plantas priorizaron la formación de frutos y granos antes de incrementar la acumulación de sustancias por grano. Este comportamiento fisiológico favoreció el aumento de la productividad en los tratamientos combinados de biológicos mas fungicida sin modificar el tamaño de grano alcanzado. Estas observaciones corresponden a una campaña de evaluación, por lo que resulta conveniente comparar los resultados en sucesivas campañas. Estudios complementarios se están llevando dentro de un programa de evaluaciones, donde a partir de las cepas de los biológicos mas eficientes y de alta compatibilidad con terápico químicos, se están desarrollando diferentes formulaciones que resistan las condiciones de siembra favoreciendo su persistencia sobre la semilla de maní.

Conclusiones

La aplicación combinada en semillas de maní de biológicos (*Bacillus*, *Trichoderma*, *Pseudomonas*) más fungicida, mejoró la emergencia y el crecimiento de plantas a los 30 DDS. Al final del ciclo (165 DDS) se registró mayor productividad en grano y vaina, sin modificarse la proporción de granos de mayor tamaño (26 % de maní confitería). El comportamiento observado del efecto aditivo microorganismos más fungicida con alta compatibilidad entre ambos, permitió el control de patógenos y la formación de vainas y granos incrementando la productividad.

Bibliografía

AHMAD, Abdel-Gayed; ATTIA, Abo-Zaid; MOHAMED, Matar; ELSAYED, Hafez. Fermentation, formulation and evaluation of PGPR *Bacillus subtilis* isolate as a bioagent for reducing occurrence of peanut soil-borne diseases. **Journal of Integrative Agriculture**, v.18, n. 9, p. 2080-2092, 2019. Revista Journal of Integrative Agriculture. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62578-5](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62578-5)

ANDRÉS, Javier *et al.* Biopesticides: An Eco-Friendly Approach for the Control of Soil borne Pathogens in Peanut. In: Singh D., Singh H., Prabha R. (eds) **Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity**. Springer, Nueva Delhi 2016. p. 161-179. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2647-5_9.

BERG, Gabriele. Plant–microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use^[SEP] of microorganisms in agricultura. **Appl Microbiol Biotechnol**, v 84, p. 11-18, 2009. Revista Appl Microbiol Biotechnol. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2092-7>

BETTIOL, Wagner. Desarrollo y uso de agentes microbianos para control biológico de enfermedades. XXV Reunión Latinoamericana de Rizobiología ALAR y I Congreso Nacional de Microorganismos Promotores del Crecimiento Vegetal. Piriápolis, Maldonado, Uruguay. Disponible en: <http://www.alaronline.org/>. 2011.

DI RIENZO, Julio; CASANOVES, Fernando, BALZARINI, Mónica; GONZALEZ, Laura; TABLADA, Margot; ROBLEDO, Carlos Walter. **InfoStat**. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. InfoStat. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar> 2018.

EZZIYYANI, Mohammed; SID AHMED, Ahemed; PEREZ SANCHEZ, Consuelo; REQUENA, María Emilia; CANDELA CASTILLO, María Emilia. Control biológico por microorganismos antagonistas. **Revista Horticultura**, n. 191, p. 8-15. 2006.

GARAY, Cipriano; CABALLERO MENDOZA, César; GONZÁLEZ, Jorge; OVIEDO, Victoria; TOEWS, Jenny; GONZALEZ BALBUENA, José; SHULTZ, Carlos. Evaluación agronómica de cinco variedades de maní de porte semi erecto en dos localidades del Chaco Central. **Investigación Agraria**, v. 19, n. 1, p. 9-15. 2017. Revista Investigación Agraria. Disponible en <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/378>

ILLA, Camila. Calidad fitosanitaria en semillas de maní (*Arachis hypogaea* L.) en respuesta a la aplicación en presiembra de tratamientos combinados de polímeros, fungicidas, inoculantes y bioestimuladores. Tesis doctoral. Escuela para Graduados. Universidad Nacional de Córdoba. 2018. Disponible en <http://hdl.handle.net/11086/11334>

SILVA RESENDE CAMPOS, Juliana; MAGELA DE SOUZA, Ricardo; ZACARONE, Ana Beatriz; CARREGAL PEREIRA DA SILVA, Luis Henrique;

DOS SANTOS CASTRO, Ana Maria. Bactérias endofíticas no controle e inibição in vitro de *Pseudomonas syringae* pv tomato, agente da pinta bacteriana do tomateiro. **Ciencia y Agrotecnología**, v. 32, n.4, p.1062-1072, 2008. Revista Ciencia y Agrotecnología. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000400005>.

SOBOLEV, Victor; WALK, Travis; ARIAS, Renee; MASSA, Alicia; LAMB, Marshall. Inhibition of aflatoxin formation in *Aspergillus* species by peanut (*Arachis hypogaea*) seed stilbenoids in the course of peanut-fungus interaction. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 67, p 6212-6221, 2019. Revista Journal of Agricultural and Food Chemistry. <https://doi.org/10.1021 / acs.jafc.9b01969>

TAURIAN, Tania; ANZUAY, María Soledad; ANGELINI, Jorge Guillermo; TONELLI, María Laura; LUDUEÑA, Liliana; PENA, Dayana; IBÁÑEZ, Fernando; FABRA, Adriana. Phosphate-solubilizing peanut associated bacteria: screening for plant growth-promoting activities. **Plant Soil**, n. 329, p. 421-431, 2010. Revista Plant Soil. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0168-x>