

**Efecto del pre-inoculado e inoculado tradicional
en maní sobre nodulación en raíces, estado
nutricional de las plantas, rendimiento y calidad
de granos y remanentes de nitrógeno en el suelo
como nitratos.**

Rodrigo F. Irazoqui

Tutor: Ing. Agr. (M. Sc.) Ricardo Pedelini

AREA DE CONSOLIDACION

SISTEMAS AGRICOLAS DE PRODUCCION EXTENSIVOS

AÑO 2015

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

Palabras claves: maní, *Arachis hypogaea*, coating, polímeros, pre-inoculación, inoculación, nodulación, *Bradyrhizobium spp.*; nitrógeno.

1. RESUMEN

La tecnología de recubrimiento de semillas de maní con polímeros y otros aditivos en plantas de tratamiento profesional permitió incorporar una nueva técnica de aplicación de inoculante de alta concentración denominada pre-inoculado.

El siguiente trabajo se realiza con el objetivo de evaluar el desempeño del método de pre-inoculado desde su aplicación hasta sus efectos en el cultivo en condiciones de campo (zona sur de Córdoba) y comparar con el método tradicional de chorreado en el surco de siembra y con un testigo sin inocular.

Las variables medidas fueron: Supervivencia de bacterias sobre el encapsulado de las semillas pre-inoculadas, nodulación, estado nutricional de las plantas, rendimiento y calidad de granos. Se finalizó el trabajo con un análisis económico entre los tratamientos, en base a costos del producto, rendimiento y calidad granométrica.

Los resultados sugieren compatibilidad de *Bradyrhizobium spp.* con los fungicidas (Thiram + Carboxin), los polímeros y colorantes utilizados. El uso del pre-inoculado y del inoculado tradicional aumentó significativamente el número de nódulos. También mejoró el estado nutricional (Índice verde) con respecto al testigo, que se expresó en un incremento del rendimiento de granos. No ocurrió lo mismo con la calidad granométrica, donde no se observaron mejoras. La técnica del pre-inoculado posibilitó una mayor cantidad de nitrógeno como nitratos remanentes en el suelo. Desde el punto de vista económico se considera conveniente la práctica de inoculación, ya que genera en ambos casos márgenes brutos positivos.

Se concluye que aunque se observó una tendencia de mejor desempeño del pre-inoculado no existieron diferencias significativas en las variables evaluadas con el método tradicional, a excepción de la evaluación de nitrógeno remanente.

2. INTRODUCCIÓN

El área cultivada de maní (*Arachis hypogaea L.*) en la provincia de Córdoba representa aproximadamente el 90% del área manisera nacional (Pedelini, 2014). A través de los años, el área de siembra se ha desplazado desde el centro geográfico provincial hacia las zonas sur y suroeste. Una superficie cada vez más importante es sembrada en San Luis, La Pampa y oeste de Buenos Aires, donde es frecuente encontrar suelos con textura gruesa, con mayor porcentaje de arena y menor porcentaje de materia orgánica, en consecuencia, con menor disponibilidad de nitrógeno (N).

La semilla de maní es muy susceptible al daño mecánico y al desprendimiento del tegumento en el manipuleo, perdiendo así viabilidad. Además es imprescindible la aplicación de fungicidas para el control de hongos asociados a la semilla (adaptado de Pérez et al., 2012). La experiencia indica que un cultivo de maní “ralo” nunca logra el máximo rendimiento posible, en cambio el “exceso” de plantas, no disminuye el rendimiento pero aumenta los costos de implantación, por lo que es preferible tener más plantas que el óptimo y no menos (Cerioni et al., 2010). Los productores de la región siembran 16-20 semillas (de buen poder germinativo) por metro lineal de surco para obtener alrededor de 12 plantas (Cerioni et al., 2010). Densidades menores a 9 plantas/metro reducen significativamente el rendimiento en cajas y semillas (Cerioni et al., 2010).

La tecnología de “coating” o “cubrimiento” se realiza en plantas industriales de tratamiento profesional de semillas (TPS). El tratamiento consiste en el recubrimiento de las semillas con una delgada capa de revestimiento uniforme con polímeros los

cuales forman una matriz porosa de liberación lenta y gradual al medio, al cual, se adicionan principios activos según las necesidades del grano al momento de realizar el “curado” de la semilla. Estas propiedades permiten la combinación con otros compuestos químicos como, fungicidas, insecticidas, micro y macro nutrientes, hormonas, inoculantes y, en algunos casos, productos en polvo (adaptado de Pedelini y Monetti, 2009). De manera tal, que la tecnología TPS destinado principalmente a disminuir el deterioro físico (pelado, partido y/o quebrado) y adherir y distribuir homogéneamente los principios activos, contribuye a lograr un mayor número de plantas, posibilitando un ahorro de los kilos de semillas a sembrar y una mejor distribución de las plantas. También hace posible el uso de sembradoras neumáticas.

La gran necesidad de N de las plantas y la limitada disponibilidad de los suelos para suministrarlo hace que sea, en general, el nutriente más limitante para la producción (Cerioni *et al.*, 2007), aunque el maní es una leguminosa eficiente en la fijación de N a través de la simbiosis con bacterias *Bradyrhizobium spp.* específicas del maní (adaptado de Pedelini, 2007). El nitrógeno es necesario para la síntesis de la clorofila, sustancia vital para el proceso de fotosíntesis. La escasez de N y por lo tanto de clorofila significará una reducción notable en el crecimiento de la planta y en la utilización plena de la energía radiante del sol, lo cual impedirá lograr los máximos rendimientos; el N forma parte de proteínas, vitaminas y sistemas enzimáticos y es la principal fuente de alimentación de una parte importante de la flora microbiana del suelo (Darwich, 2006). La fijación biológica de nitrógeno (FBN) es uno de los componentes críticos para la producción con altos rendimientos en cultivos de leguminosas. Además de aumentar el área y duración foliar, la FBN hace su mayor aporte en las etapas reproductivas del cultivo. La proporción de N acumulado por la planta que proviene de la FBN presenta una relación inversa con la cantidad de N

disponible en el suelo, siendo ésta la mayor limitación a la fijación (Scott, 1970 citado por Maddonni *et al.*, 2003).

El uso de inoculantes para la provisión de bacterias fijadoras de nitrógeno resulta más conveniente y económico que la fertilización química, evitando además la contaminación ambiental. En la elaboración de un inoculante se debe tener en cuenta la selección de la cepa a utilizar, el desarrollo de las cepas en medios de cultivos adecuados, la preparación del inoculante, la supervivencia de la cepa y el control de calidad. Los inoculantes deben estar constituidos por altas concentraciones de cepas seleccionadas por su efectividad, competitividad y capacidad de fijar nitrógeno en simbiosis con la especie vegetal correspondiente (Valetti *et al.*, 2008).

Cabe destacar que el área típica manisera presenta poblaciones naturalizadas de rizobios (Díaz Zorita y Baliña, 2004; citado por Pérez e Illa, 2012). 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; citado por Pérez e Illa, 2012). El mayor freno para inocular una mayor superficie es de tipo logístico, teniendo en cuenta el perfil de las empresas maniseras que siembran superficies muy importantes en un período de siembra de pocas semanas (adaptado de Ulla, 2012).

Las formas de aplicación tradicionales son el chorreado de inoculante sobre la semilla en el surco o tratando la semilla con inoculantes en base turba (Pedelini, 2014).

La nueva forma de aplicación denominada pre-inoculado, esta supeditada a la tecnología de "coating". Consiste en la aplicación de inoculante de alta concentración sobre semillas recubiertas de polímeros y otros aditivos. Además, se combina con un protector bacteriano que contiene vitaminas e hidratos de carbono, que brinda una larga supervivencia a las bacterias luego del tratamiento e inclusive en los primeros

estadios en el suelo. A diferencia de los métodos tradicionales donde se recomienda que no transcurra más de algunas horas desde la inoculación hasta la siembra, el pre-inoculado permite realizar una aplicación correcta y homogénea con hasta 30 días de anticipación. También se evita el manipuleo de inoculantes en el campo, la ocupación de lugares acondicionados de almacenamiento, el montaje de aplicadores de inoculante sobre la sembradora, dotaciones disponibles de agua y la necesidad de mano de obra capacitada para la aplicación a campo. No obstante, se requiere un mayor cuidado de las semillas en el transporte y almacenamiento luego del tratamiento.

La ausencia de referencias experimentales locales referidas al desempeño del pre-inoculado en condiciones a campo, promueve como objetivo principal del ensayo, evaluar sus efectos en la nodulación, rendimiento y calidad de los granos. Hipotetizando que no habría diferencias significativas en los efectos con el método tradicional de chorreado, fundamentado en que utilizan la misma cepa de bacterias, aunque haya diferencias en la concentración inicial, momento de aplicación, formulación y aditivos.

Entre los objetivos específicos se encuentra el de chequear que la supervivencia de las bacterias pre-inoculadas se mantenga por encima de los niveles exigidos en el momento de la siembra; después de superar el transporte y almacenamiento de las semillas tratadas. También observar el estado nutricional del cultivo mediante el índice verde y medir el remanente de nitrógeno como nitratos en el suelo. Se finalizará el trabajo con un análisis económico entre los tratamientos, en base a costos del producto, rendimiento y calidad granométrica.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en un lote de producción en seco, ubicado en el área sur de la provincia de Córdoba cercano a la localidad de Adelia María (33° 43,7' LS). Sin presencia del cultivo de maní durante los últimos 10 años y con alfalfa degradada como antecesor. Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones, con una distribución de las parcelas completamente al azar.

Se utilizó la tecnología de “coating” en una planta de tratamiento profesional ubicada en General Cabrera, que cuenta con una máquina principal marca Cimbria 250. Se trabajó con semillas de la variedad Granoleico. Se les aplicó fungicidas, polímeros y colorantes utilizando mezcladores batch. Segundos después, solo en el caso de las pre-inoculadas (tratamiento nº1), se añadió inoculante más protector bacteriano. Una vez finalizada la aplicación de productos, se volcaron las semillas sobre cintas transportadoras que forman parte de un sistema de secado. Luego se descarga en bolsas (“big bags”) de capacidad de carga de hasta aproximadamente 900 kg. Las bolsas se transportaron en camión hasta el sitio donde se realizó el ensayo (aproximadamente a 120 km).

El tratamiento nº 2 se completó con la aplicación del caldo de inoculante a campo con un equipo montado sobre la sembradora donde se chorreó en el surco previo al tapado de la semilla. Mientras que el tratamiento nº 3 (testigo), consistió solamente en la aplicación de la tecnología de “coating” (fungicida + polímeros + colorante), sin incluir inoculante en ningún momento.

Se sembró el día 10/11/2013. Se utilizó una sembradora (dosificación mecánica) de siembra directa de 20 surcos, con doble línea de siembra, apareada a 12 cm una de otra, repitiéndose estos pares cada 70 cm. El uso de la doble tolva en la sembradora permitió trabajar con franjas (“macroparcels”) de 10 surcos de 1200

metros de longitud. El 25/11/2013 el cultivo sufrió una importante caída de granizo de la que se pudo recuperar. El ensayo se manejó de igual manera que el resto del lote.

Tabla 1. Resumen de los tratamientos en base a la composición de los productos (dosis recomendadas por los laboratorios).

Tratamientos	Inoculante	Polímeros	Fungicida	Colorante	Protector Bacteriano
Nº 1 Pre-inoculado	Experimental	FloRite 1127 + Polyace	Thiram+Carboxin ("Vitavax Flo TS")	Color Coat Red	Hi Coat Súper Extender Maní
Nº 2 Chorreado	Líquido "Hi Stick 2 Maní"	FloRite 1127 + Polyace	Thiram+Carboxin ("Vitavax Flo TS")	Color Coat Red	-
Nº 3 Testigo	-	FloRite 1127 + Polyace	Thiram+Carboxin ("Vitavax Flo TS")	Color Coat Red	-

Foto 1. Vista sobre la división de dos "macroparcels" en el lote. Adelia María, 2014.



Las variables evaluadas fueron:

Supervivencia de bacterias sobre el encapsulado de las semillas pre-inoculadas

Se remitieron muestras de aproximadamente 1 kg al laboratorio de microbiología agrícola de la UNRC. El análisis del n^o de bacterias (ufc/ml) se realizó por la técnica de recuento de colonias crecidas en un medio de extracto de levadura-manitol suplementado con rojo congo, lo que permite distinguir a los rizobios de posibles contaminantes y estimar el número de células vivas por semilla. Para la confección del gráfico se trabajó con el programa Excel.

Nodulación

Se recolectaron las plantas en el estado R5 el 15/2/14 (97 días después de la siembra). Con una pala se extrajo un grupo de diez plantas sucesivas por parcela en las doce parcelas (4 por tratamiento). A continuación se cortaron los primeros 10 cm de cada raíz principal y se eliminaron el resto de las raíces secundarias. Se lavaron con agua. Finalmente se cuantificaron los nódulos por raíz. Todos los nódulos contabilizados se consideraron activos.

Para la interpretación de los resultados los datos fueron estudiados con el análisis de la varianza y el test de comparación de medias de Fisher, con un nivel de significancia de 0.05, mediante el programa estadístico Infostat (2013). También se observaron plantas que no presentaban nódulos en los 10 cm de raíz en comparación con las plantas que presentaban al menos un nódulo y los resultados se expresaron en porcentajes para los distintos tratamientos. Para la presentación de los gráficos se utilizó Excel.

Estado nutricional

El índice de verdor está basado en el medidor de clorofila SPAD 502. El aparato mide la transmitancia de luz de la hoja en el rojo (650 nm, alrededor de la absorción máxima de la clorofila) y el rojo cercano (NIR, 960 nm). Mediante la medición simultánea de ambas longitudes de onda se puede corregir la lectura respecto a las diferencias del grosor de la hoja. Así el SPAD calcula un valor numérico y adimensional que es proporcional a la cantidad de clorofila presente en la hoja (adaptado de Neukirchen y Lammel, 2002. Extraído de Ortuzar Irigorri, 2007).

Las lecturas del medidor de clorofila se tomaron de los folíolos del cuarto nudo, contado desde el ápice, de 15 plantas elegidas al azar en el estadio fenológicos R5 que corresponde al momento de comienzo de llenado de granos. En dos repeticiones por tratamiento. Las medidas se tomaron entre las diez y doce horas de la mañana.

Para la interpretación de los resultados los datos fueron estudiados con el análisis de la varianza y el test de comparación de Fisher, con un nivel de significancia de 0.05, mediante el programa estadístico Infostat (2013).

Rendimiento

Al alcanzar el cultivo la madurez, se arrancó del suelo con arrancadora invertidora marca Geis-Cal, que formó andanas integradas por 4 surcos. El descapotado (trillado) se realizó mediante las técnicas usuales de la zona (cosechadora “Colombo” de 2 andanas). Se midió con un GPS la longitud de las parcelas (1200 m). Posteriormente, las vainas se depositaron en tolva auto-descargable (que incluye balanza marca Hook); para estimar el rendimiento en kg de maní en “caja” (vaina) por superficie.

Para la interpretación de los resultados los datos fueron estudiados con el análisis de la varianza y el test de comparación de Fisher, con un nivel de significancia de 0.05, mediante el programa estadístico Infostat (2013).

Calidad granométrica

De cada parcela se tomaron muestras de 3 kg de la descarga de la tolva. Para determinar calidad granométrica se remitieron muestras de los tres tratamientos al laboratorio de las empresas AGD y Maniagro. Se analizaron los siguientes parámetros: granometría (AGD) y relación grano caja (Maniagro). Cada muestra individualizada se descascaró, los granos se pasaron por zarandas para obtener los calibres correspondientes a granos confitería (HPS): 38/42, 40/50, 50/60 y 60/70 granos por onza. Se informó además la proporción de granos retenidos en el fondo de la zaranda, correspondiente a la fracción de maní industria. Los resultados fueron corregidos según el descuento por el porcentaje de tierra presente y ajustando al 11 % de humedad.

Para la interpretación de los resultados los datos fueron estudiados con el análisis de la varianza y el test de comparación de medias de Fisher, con un nivel de significancia de 0,01, mediante el programa estadístico Infostat (2013).

Nitrógeno remanente

Luego del paso de la maquina descapotadora se tomó una muestra de suelo en las cuatro parcelas de cada tratamiento con barreno, a 20 cm de profundidad. Cada muestra compuesta estaba constituida por tres sub-muestras. En el laboratorio se realizaron análisis por colorimetría (naftiletilendiamina). Se obtuvo las ppm N-NO₃ de las distintas parcelas. Para la interpretación de los resultados los datos fueron evaluados con un análisis de varianza y el test de comparación de Fisher, con un nivel de significancia de 0,05, mediante el programa estadístico Infostat (2013).

Análisis Económico

El margen bruto* se define como un indicador que surge de la diferencia entre los ingresos brutos (precio por cantidad*) y los costos directos (todos los insumos que participan al realizar una actividad agropecuaria*). Se calculó el MB por hectárea de la práctica de inoculación para las condiciones de este ensayo y de mercado de la fecha citada posteriormente. Para el cálculo se utilizó el rendimiento incremental (cantidad) que son los quintales adicionales obtenidos por el tratamiento de inoculación en comparación al testigo, con fines prácticos se aproximó el valor del quintal de maní en caja (precio) en 40 u\$d para los tres tratamientos, tomando como referencia el valor de del quintal de maní confitería de 53 u\$d (15 de abril de 2014 Bolsa de Cereales de Córdoba; tipo de cambio 8,75 pesos/ u\$d). En el CD se considera el precio del insumo más los gastos de aplicación (operativos).

*MB

*IB

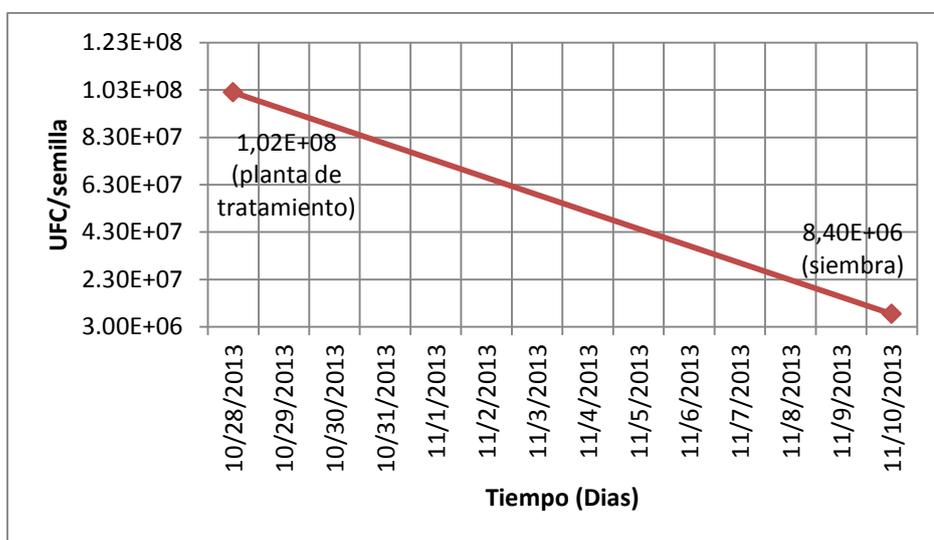
*CD

4. RESULTADOS

Supervivencia de las bacterias

A los 14 días después del tratamiento (momento de la siembra) la semilla pre-inoculada superó el valor recomendado de 1×10^5 ufc/semilla.

Gráfico 1. Supervivencia de bacterias en la planta de tratamientos y al momento de la siembra. General Cabrera y Adelia María, 2013.

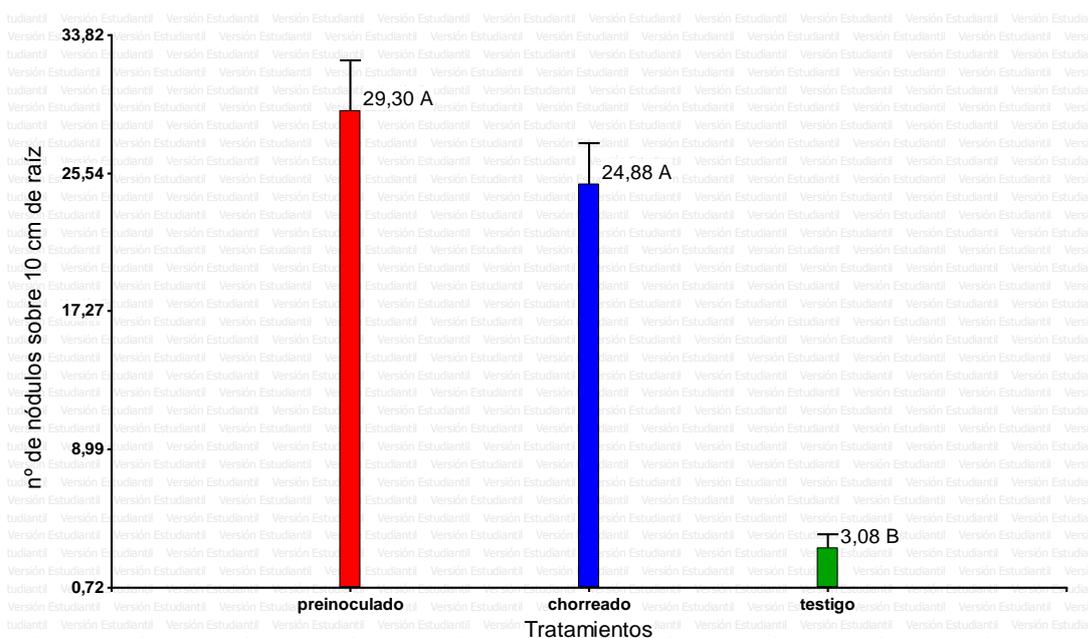


Nodulación

Hubo diferencias significativas en el número de nódulos sobre la raíz principal con respecto al testigo sin inocular, el cual presentó una pobre cantidad de nódulos (Gráfico 2 y Foto 5). La tendencia indica un mayor número de nódulos del preinoculado en comparación al inoculado por chorreado (Gráfico 2; Fotos 2, 3 y 4).

El 100% de las plantas tratadas con inoculante presentaron al menos un nódulo en los primeros 10 cm de raíz principal (Gráfico 4), mientras que las testigos lograron el 62%.

Gráfico 2. Medias de número de nódulos sobre primeros 10 cm de raíces principales de maní con distintos tratamientos de inoculación. Adelia María, 2014.



Medias con una letra común no son significativamente diferentes (LSD Fisher $p > 0,05$).

DMS: 6, 46 nódulos. Las barras superiores representan el error estándar de la media.

Gráfico 3 y 4. Porcentajes de plantas con ausencia total de nódulos en los 10 cm de raíz en comparación con las plantas que presentaban al menos un nódulo para distintos tratamientos. Adelia María, 2014.

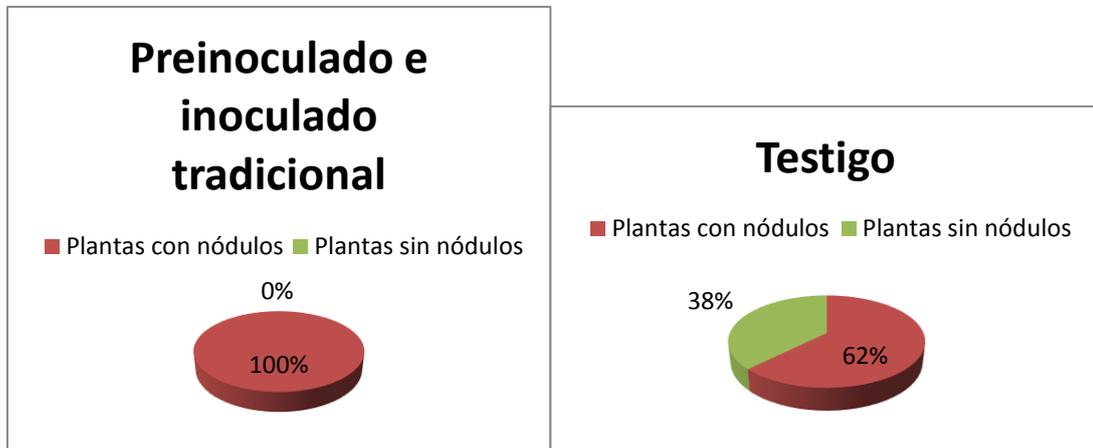


Foto 2. Dos raíces principales con nódulos diseccionados donde se distingue el color rojo de la leghemoglobina (Índice de efectividad). Raíz del centro: Método chorreado. Raíz a la derecha (inclinada): Método pre-inoculado. Adelia María, 2014.

Foto 3. Raíces con nódulos, a los 97 DDS. Método de pre-inoculado (Tratamiento nº1). Adelia María, 2014.



Foto 4. Raíces con nódulos, a los 97 DDS. Método tradicional de chorreado (Tratamiento nº2). Adelia María, 2014.

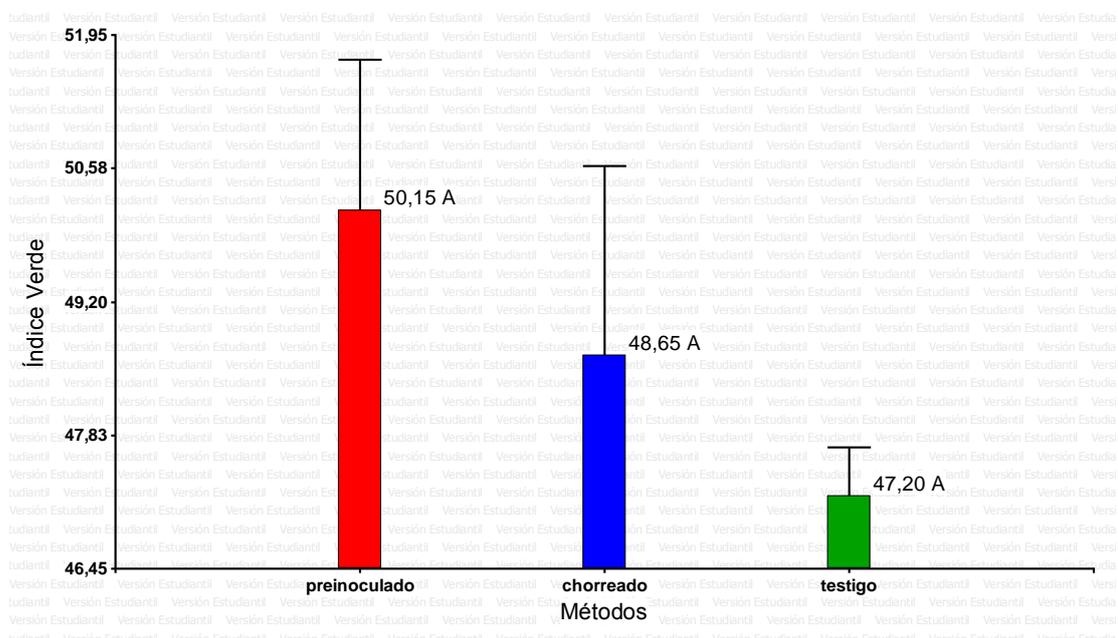
Foto 5. Raíces con pobre cantidad de nódulos, a los 97 DDS. Sin inocular artificialmente (Tratamiento nº3). Adelia María, 2014.



Estado nutricional

Como puede observarse en el Gráfico 5, hay una tendencia de mayor índice verde en las plantas con pre-inoculado, seguido, en orden decreciente por las inoculadas tradicionalmente y por las testigos. La comparación de medias no arrojó diferencias significativas.

Gráfico 5. Índice verde. Adelia María, 2014.



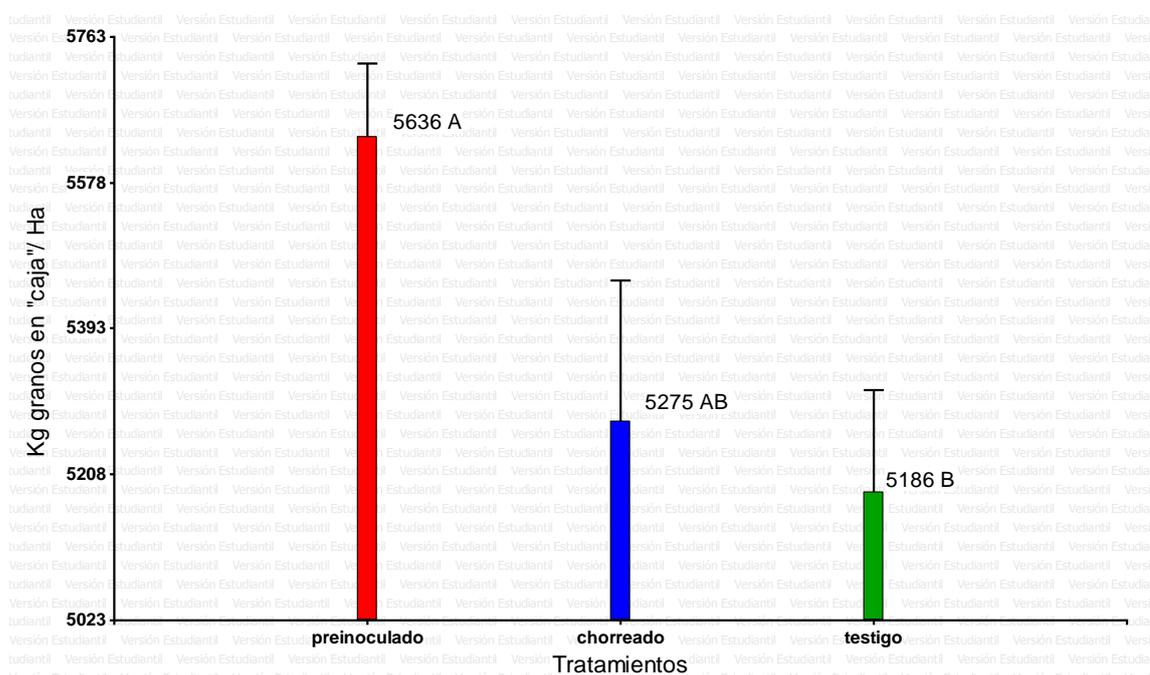
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (LSD Fisher $p > 0,05$).

DMS: 6,6. Las barras superiores representan el error estándar de la media.

Rendimiento

Se observó un aumento de rendimiento en los tratamientos con inoculación con respecto al testigo, siendo del 8.7 % en el pre-inoculado y del 1.7 % en el chorreado. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas entre los tratamientos inoculados (Gráfico 6). Siendo la diferencia significativa entre el tratamiento pre-inoculado comparado con el testigo.

Gráfico 6. Medias de rendimientos, en kilogramos de granos de maní en “caja” (vaina) por hectárea, tras la utilización de distintos tratamientos de inoculación y un testigo. Adelia María, 2014.



Medias con una letra común no son significativamente diferentes (LSD Fisher $p > 0,05$).

DMS: 417 Kg. Las barras superiores representan el error estándar de la media.

Calidad granométrica

Los valores alcanzados tanto en los cultivos inoculados como en el testigo demuestran alta calidad granométrica. Los parámetros medidos no evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 2, 3 y 4).

Tabla 2. Proporción de granos de confitería y maní industria para los distintos tratamientos. Adelia María, 2014.

	Confitería %	Industria %
Pre-inoculado	79,75 A	20,25 A
Chorreado en el surco	77,87 A	22,13 A
Testigo	80,51 A	19,49 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (LSD Fisher $p>0,01$).

Tabla 3. Porcentaje de los calibres (Granos/onza) correspondientes a granos confitería sobre el total de los granos. Adelia María, 2014.

	38/42	40/50	50/60	60/70
Pre-inoculado	16,48 % A	51,37 % A	4,88 % A	7,02 % A
Chorreado en el surco	19,46 % A	46,9 % A	4,15 % A	7,36 % A
Testigo	17,3 % A	51,7 % A	4,63 % A	6,89 % A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (LSD Fisher $p>0,01$).

Tabla 4. Relación grano/caja, en dos tratamientos de inoculación y un testigo. Adelia María, 2014.

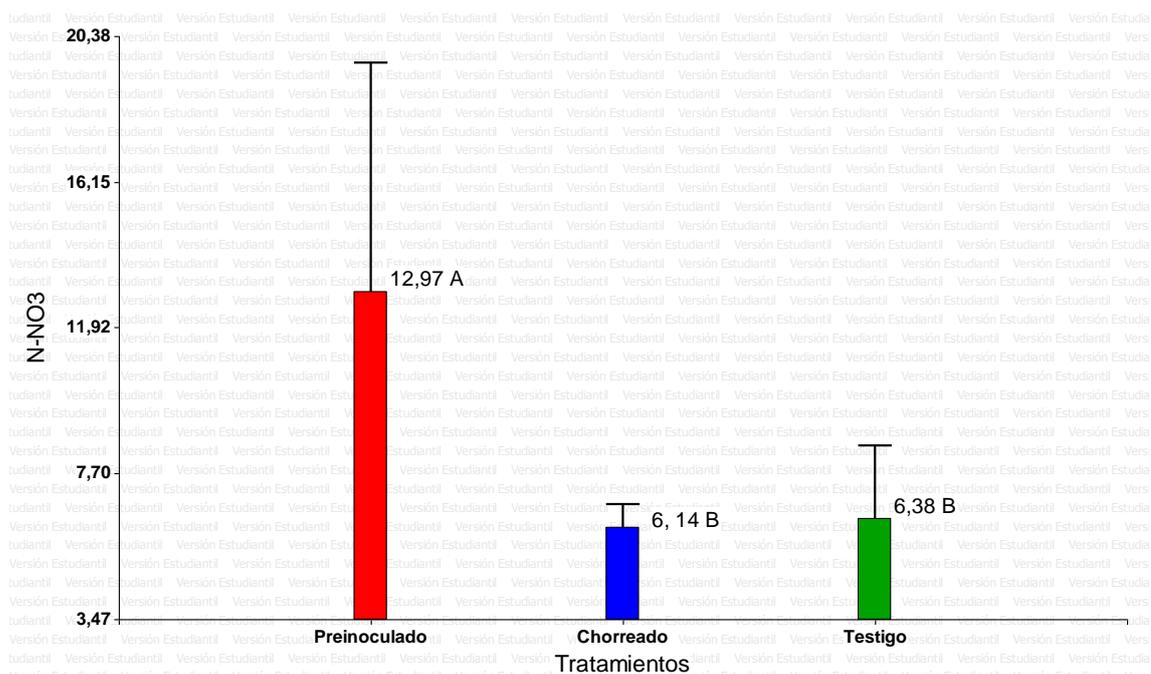
	Grano/caja
Pre-inoculado	75,72 % A
Chorreado en el surco	73,77 % A
Testigo	75,97 % A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (LSD Fisher $p>0,01$).

Nitrógeno remanente

El gráfico 7, destaca el pre-inoculado con una diferencia significativa con respecto al inoculado tradicional y al testigo.

Gráfico 7. Ppm nitrógeno como nitrato remanente en suelo (20 cm), en maníes con distintos métodos de inoculación. Adelia María, 2014.



Medias con una letra común no son significativamente diferentes (LSD Fisher $p > 0,05$).

DMS: 6,47. Las barras superiores representan el error estándar de la media.

Análisis Económico

El rendimiento incremental por pre-inoculado de 4,5 qq/ha y de 0,89 qq/ha por chorreado en el surco (Tabla 4) generó un aumento en IB por inoculación de 180 u\$/ha y 36 u\$/ha respectivamente (Tabla 5). Considerando el costo directo de los productos más su aplicación, se obtuvo como MB de la práctica de pre-inoculado 160 u\$/ha y de chorreado 16 u\$/ha (Tabla 5).

Tabla 4. Rendimientos incrementales para los diferentes tratamientos y su respectivo precio estimado. Adelia María, 2014.

	Rendimiento en caja (qq/ha)	Rendimiento incremental (qq/ha)	Precio maní en caja (u\$/qq)
Testigo	51,86	-	40
Chorreado en el surco	52,75	+0.89	40
Pre-inoculado	56,36	+4,5	40

Tabla 5. Margen bruto (u\$/ha) de la práctica de inoculación para los diferentes tratamientos. Adelia María, 2014.

	Aumento en ingresos brutos por rendimiento incremental (u\$/ha)	Costos directos de inoculación (u\$/ha)	Margen bruto (u\$/ha)
Chorreado en el surco	36	20	16
Pre-inoculado	180	20*	160

*El costo de pre-inoculado (Inoculante experimental) es el sugerido por los técnicos de la empresa, debido a que esta en fase de desarrollo y no tiene un precio de mercado establecido.

5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Se comprobó la supervivencia de las bacterias pre-inoculadas al momento de la siembra, 14 días después de la aplicación, superando 84 veces el umbral mínimo recomendado de 100.000 ufc/semilla.

El uso del pre-inoculado y del inoculado tradicional en condiciones a campo generó en el 100% de las plantas al menos un nódulo sobre la raíz principal y aumentó significativamente el número de nódulos sobre la misma. Cabe destacar la tendencia de un mayor número de nódulos sobre la raíz principal obtenidos con el método del pre-inoculado, teniendo en cuenta que en soja estos nódulos a igual peso de nódulos, fijan cerca de 10 veces más N que los situados en la raíz secundaria (Racca, 2014).

Estos resultados sugieren compatibilidad de *Bradyrhizobium spp.* con los fungicidas (Thiram + Carboxin), los polímeros y colorantes utilizados. La aparición de nódulos en las plantas testigo sin inocular demuestra la presencia de poblaciones naturales en el suelo ensayado. Además el 38% de las plantas testigo presentaron ausencia total de nódulos sobre la raíz principal.

Los cultivos inoculados presentaron mejores índices de estado nutricional (Índice verde), que se expresaron en un incremento del rendimiento de granos con respecto al testigo. No ocurrió lo mismo con la calidad, donde no se observaron mejoras. En maní la inoculación, presenta más variabilidad que en otros cultivos, con respuestas positivas y/o neutras en predios de la región central, SE y SO de Córdoba (extraído de Chiavazza, 2009).

Además la técnica del pre-inoculado posibilitó una mayor y significativa cantidad de nitrógeno como nitratos remanentes en el suelo.

Desde el punto de vista económico se considera conveniente la práctica de inoculación, ya que genera en ambos casos márgenes brutos positivos.

Aunque se observó una tendencia de mejor desempeño del pre-inoculado, los resultados obtenidos en el presente trabajo, demostraron que no existieron diferencias significativas en las variables evaluadas con el método tradicional, a excepción de la evaluación de nitrógeno remanente se permite aceptar la hipótesis oportunamente planteada.

Dadas las ventajas logísticas y de practicidad del pre-inoculado, además de su similar desempeño y costo por hectárea con el método de chorreado en la línea de siembra, se lo considera como una alternativa viable para la implementación a gran escala.

6. AGRADECIMIENTOS

Por el tutorado al Ing. Agr. (M. Sc.) Ricardo Pedelini (INTA). Por la colaboración al Ing. Eduardo Fabano e Ing. Daniel Ulla (BASF); Ing. Sergio Morichetti, Ing. Miguel Reynoso y al Ing. Franco Vos (UNAGRO-AGD); Ing. Agr. Mgter. Gustavo Giambastiani, Ing. German Avanzini e Ing. Agr. Mgter. Roberto Meyer Paz (FCA UNC) y al Ing. Claudio Irazoqui (FEMACO). También a las empresas INDELMA S.A. y Maníagro.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baliña, R.M. y M. Díaz-Zorita. 2006. Aportes de la inoculación en cultivos de maní: resumen de 5 años de evaluaciones. Jornada del maní. 21°.

<http://www.ciacabrera.com.ar/InfoJornadas/Jornada21/Trabajo%20Bali%C3%B1a%20Inoculacion%20de%20Mani%20-%20Nitragin.pdf>

Boretto, D.; J. Sacchi y R. Pedelini. 2010. Respuesta del cultivo de maní a la fertilización mineral con n, p y s bajo dos sistemas de labranza en la zona núcleo-manicera de la provincia de Córdoba. Jornada del maní. 25°.

<http://www.ciacabrera.com.ar/Documentos/12-%20Boretto%20Dario%20-%20RESPUESTA%20DEL%20CULTIVO%20DE%20MAN%C3%8D%20A%20LA%20FERTILIZAC.pdf>

Cerioni, G.A.; R. M. Baliña; D.R. Toniotti; O. Giayetto y E.M. Fernandez. 2007. Inoculación de maní aplicada en el surco. Biomasa, componentes del rendimiento y calidad. Jornada del maní. 22°.

<http://www.ciacabrera.com.ar/InfoJornadas/Jornada22/Cerioni%20Guillermo%20%20Inoculaci%C3%B3n%20al%20suelo.pdf>

Cerioni, G.A.; O. Giayetto; E.M. Fernandez; R. M. Baliña y J.P. Cornejo. 2008. Compatibilidad de insecticidas e inoculantes aplicados al maní en el surco de siembra. Jornada del maní. 23°.

<http://www.ciacabrera.com.ar/InfoJornadas/Jornada23/COMPATIBILIDAD%20DE%20INSECTICIDAS%20E%20INOCULANTES%20APLICADOS%20AL%20MAN%C3%8D%20EN%20EL%20SURCO%20DE%20SIEMBRA.pdf>

Cerioni, G.A.; M.I.T. Kearney; D. O. Della Mea; E.L. Fernandez; F.D. Morla y O. Giayetto. 2010. Disminución del stand de plantas en el cultivo de maní y su incidencia sobre el rendimiento y la calidad comercial. Jornada del maní. 25°.

<http://www.ciacabrera.com.ar/Documentos/10-%20Cerioni%20%20%20DISMINUCI%C3%93N%20DEL%20STAND%20DE%20PLANTAS%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20MANI%20Y%20SU%20INCIDENCIA%20SOBRE%20EL%20RENDIMIENTO%20Y%20LA%20CALIDAD%20COMERCIAL.pdf>

Chiavazza, A.V. 2009. Respuesta del cultivo de maní a la inoculación en suelos con distinto historial manisero. Jornada del maní. 24°.

<http://www.ciacabrera.com.ar/Documentos/Chiavazza%20Alejandro%20-%20AGD.pdf>

Cosiansi, J.F.; A. Pividori; H. López; J. Brusa; S. Hayipanteli; D. Da Riva; V. Alvarez; L. Rindertzma y E. Riera. 2013. Evaluación de la resistencia mecánica de semillas de maní (*Arachis hypogaea*) cubiertas con distintos polímeros durante el proceso de manipuleo, transporte y siembra. Jornada del maní. 28°.

<http://www.ciacabrera.com.ar/Documentos/TRABAJOS%2028%20JORNADA%20EN%20PDF/7-COSIANSI.pdf>

Darwich, N. 2006. Nitrógeno: "el constructor de proteínas". Manual de fertilidad de suelos y uso de fertilizantes. Fertilizar asociación civil. Pág. 61-86.

Díaz-Zorita, M.; R. Baliña y E. Riberi. 2003. Inoculación en cultivos de maní del sudoeste de Córdoba. Campaña 2002-03. Jornada del Maní. 18°.

<http://www.ciacabrera.com.ar/Documentos/JORNADA%2018/12-%20DIAZ.pdf>

Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini M.G.; Gonzalez L.; Tablada M.; Robledo C.W. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
<http://www.infostat.com.ar>

Gamba, J. M. y Pedelini, R. 2009. Evaluación de la fenología, el rendimiento y la calidad granométrica de tres variedades de maní (*Arachis hypogaea* L.), en condiciones de campo para la zona central de Córdoba.
<http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/especializacion/2012gambajosemaria.pdf>

Harte, M.; R. M. Baliña y M. Díaz-Zorita. 2005. Calidad de granos de maní según tratamientos de inoculación. Jornada del maní. 20°. <http://www.ciacabrera.com.ar/Documentos/JORNADA%2020.%20TRABAJOS/9-HARTE.pdf>

Illa, C.; S. Kopp; F. Angelino; F. Tomassini; K. Ortiz y M.A. Pérez. 2012. Evaluación de la capacidad infectiva y eficiencia de inoculantes de diferente calidad aplicados en semillas de maní en simple y doble dosis. Jornada del maní. 27°. [http://www.ciacabrera.com.ar/jornadas_historia_27oooooooo_copia\(1\).htm](http://www.ciacabrera.com.ar/jornadas_historia_27oooooooo_copia(1).htm)

Meyer Paz, R.; Serena, J.; Rinaldi, G. y Buffa Menghi, M. 2013. Administración de la empresa agropecuaria. Facultad de ciencias agropecuarias. Universidad nacional de Córdoba.

Monteleone, M.E. y Ruíz, D. 2013. Efecto de un nuevo inoculante para maní sobre la productividad del cultivo. Jornada del maní. 28°. <http://www.ciacabrera.com.ar/Documentos/TRABAJOS%2028%20JORNADA%20EN%20PDF/30-%20MONTELEONE.pdf>

Nutinez, D.; M. Manescotto y E. Monteleone. 2008. Practica de inoculación en el cultivo de maní. Por que inocular. Evolución de cuatro años de ensayos. Jornada del maní. 23°. <http://www.ciacabrera.com.ar/InfoJornadas/Jornada23/PRACTICA%20DE%20INOCULACION%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20MANI.%20POR%20QUE%20INOCULAR.%20%20EVOLUCION%20DE%20CUATRO%20%20A%C3%91OS%20DE%20ENSAYOS.pdf>

Ortuzar Irigorri, A. 2007. Desarrollo de un sistema de fertilización nitrogenada racional en trigo blando de invierno bajo condiciones de clima mediterráneo húmedo. Tesis doctorales nº 60. Universidad del país vasco. http://www.euskadi.net/contenidos/informe_estudio/tesis_doctorales/es_agripes/adjuntos/tesis_doctoral60.pdf

Pedelini, R. 2006. El manejo del suelo y la nutrición para maximizar los rendimientos y la sustentabilidad de la producción de maní. Jornada del maní. 21°. <http://www.ciacabrera.com.ar/InfoJornadas/Jornada21/Trabajo%20Ricardo%20Pedelini.pdf>

Pedelini, R. y M. Monetti. 2009. Evaluación tratamientos de semilla de maní con polímeros. Jornada del maní. 24°. <http://www.ciacabrera.com.ar/Documentos/Pedelini%20Ricardo%20-%20Monetti%20Mariela.pdf>

Pedelini, R. 2014. Maní, guía práctica para su cultivo. Boletín de divulgación técnica nº 3. Tercera Edición. INTA ediciones.

Pérez, M.A.; S. Kopp; A.R. Cavallo; R. Pedelini; M. Heredia; A. Díaz; F. Tomassini y C. Illa. 2008. Efectos de la aplicación combinada de fungicida mas inoculante en semillas de maní de diferente calidad fisiosanitaria. Jornada del maní. 23°. <http://www.ciacabrera.com.ar/InfoJornadas/Jornada23/EFFECTOS%20DE%20LA%20APLICACION%20COMBINADA%20DE%20FUNGICIDA%20Y%20INOCULANTE%20EN%20SEMILLAS%20DE%20MANI%20DE%20DIFERENTE%20CALIDAD%20FISIOSANITARIA.pdf>

[%20COMBINADA%20DE%20FUNGICIDA%20MAS%20INOCULANTE%20EN%20SEMILLAS%20DE%20MAN%C3%8D%20DE%20DIFERENTE%20CALIDAD%20FISIOSANITARIA.pdf](#)

Pérez, M.A. y C. Illa. 2012. Respuesta fitosanitaria de semillas de maní a la aplicación de tratamientos combinados de fungicida, inoculante y bioestimulante. Análisis de Semillas. Tomo 6. Nº 23. 32-37.

Racca, R. W. Inoculación en soja: una herramienta fundamental para maximizar la productividad. (Consultado el 15/4/2014).

<http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/soja/Inoculacion.pdf>

Satorre, E. H.; R. L. Benech Arnold; G. A. Slafer; E. B. de la Fuente; D. J. Miralles; M. E. Otegui y R. Savin. 2003. Producción de granos. En Maddonni, G. A.; P. Vilariño e I. García de Salamone, Dinámica de los nutrientes en el sistema suelo-planta. Pág 441-477. Buenos Aires: Editorial facultad de agronomía universidad de Buenos Aires.

Taurian, T.; J. Angelini; C. Morgante; S. Castro y A. Fabra. 2003. Mejoramiento de la fijación biológica del nitrógeno como estrategia para incrementar la producción de cultivos de leguminosas manteniendo la fertilidad del recurso suelo. Jornada del Maní. 18º.

<http://www.ciacabrera.com.ar/Documentos/JORNADA%2018/18%20-%20FABRA.pdf>

Thuar, A. y G. Bonvillani. 2012. Inoculación de semillas de maní, en el departamento Rio Cuarto, Córdoba. Jornada del maní. 27º.

<http://www.ciacabrera.com.ar/Documentos/Trabajos%20Jornada%2027/Thuar-Bonvillani%20-%20UNRC.pdf>

Ulla, D. 2012. Biopotenciación en maní.

<http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/biopotenciacion-mani-t4495/078-p0.htm>

Valetti, L.; J. Angelini; G. Cerioni y A. Fabra. 2008. Desarrollo y evaluación a campo de un inoculante para maní elaborado a partir de aislamientos rizobianos nativos de la zona manisera de la provincia de Córdoba. Jornada del maní. 23º.

<http://www.ciacabrera.com.ar/InfoJornadas/Jornada23/DESARROLLO%20Y%20EVALUACI%C3%93N%20A%20CAMPO%20DE%20UN%20INOCULANTE%20PARA%20MAN%C3%8D.PDF>