

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

**“Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”**

**Evaluación a campo de la producción en un cultivo de maíz inoculado con  
*Azospirillum brasilense* y diferentes dosis de fertilizante**

**Alumno: Balmaceda, Marcos Martín Antonio**

**DNI: 28498939**

**Directora: Dra. Thuar, Alicia**

**Río Cuarto – Córdoba**

**Agosto / 2012**

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

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

**Título del Trabajo Final:**

“Evaluación a campo de la producción en un cultivo de maíz inoculado con  
*Azospirillum brasilense* y diferentes dosis de fertilizante”

**Autor: Balmaceda, Marcos Martín Antonio**  
**DNI: 28.498.939**

**Director: Dra. Thuar, Alicia**

**Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado**  
**Evaluador:**

**Petrina, Leticia** \_\_\_\_\_.

**Andrés, Javier** \_\_\_\_\_.

**Thuar, Alicia** \_\_\_\_\_.

**Fecha de presentación:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**Aprobado por Secretaría Académica:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

---

**Secretario Académico**

## **DEDICATORIA**

A mi familia que siempre estuvo en mi corazón y me dio las fuerzas necesarias para poder terminar esta carrera.

A mis amigos que me alentaron en todo momento incondicionalmente.

A mis compañeros y en especial a mi grupo de estudio, ambos hicieron que el cursado de esta carrera haya sido muy agradable.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por haberme guiado por el buen camino en la vida y por darme los elementos necesarios para poder concluir esta carrera.

A toda mi familia, motor de mi vida.

A mis amigos de toda la vida, Gabriel, Luis y Néstor que estuvieron en las buenas y en las malas.

A Carlitos, Edgar, Rafa y toda su familia que me acompañaron en toda la carrera y aportaron su grano de arena para que hoy yo pueda terminar mi carrera.

Al profesor César Eduardo Soler (Ing. Químico) por haberme ayudado en la carga de datos en el programa estadístico.

A quienes formaron parte de mi carrera de grado...

**MUCHAS GRACIAS.**

## RESUMEN

*Azospirillum spp.* es una de las bacterias promotoras del crecimiento vegetal más estudiadas, pues está bien caracterizada su participación en el mejoramiento del rendimiento de numerosos cultivos agrícolas. *Azospirillum spp.* aumenta significativamente el crecimiento y afecta el metabolismo de las plantas superiores a través de una serie de mecanismos, entre los que destaca la producción de hormonas (Auxinas) y nitrógeno de la fijación. El objetivo de este trabajo fue determinar cual es el efecto de la inoculación combinado con diferentes dosis de fertilizante sobre el crecimiento y el rendimiento en grano de un cultivo de maíz (NK 900 TDMax). El ensayo se realizó en el campo “El Carmenzo”, ubicado en la zona rural de la localidad de Las Ensenadas (ruta nacional 35), a 40 km. al sur de la ciudad de Río Cuarto, provincia de Córdoba, Argentina. Se realizaron muestreos en tres estados fenológicos diferentes (V3-V4, 90 días postsiembra y cosecha) del cultivo. Los resultados obtenidos en este ensayo muestran que la densidad de raíces fue mayor tanto en el fertilizado como en el inoculado. En los primeros estadíos del cultivo (V3-V4) en relación a peso seco de raíz y peso seco aéreo predominaron los tratamientos: Inoculado con *Azospirillum* + fosfato diamónico y el sólo fertilizado con fosfato diamónico sobre el resto de los tratamientos, con diferencias estadísticamente significativas. En etapas avanzadas del cultivo (90 días postsiembra), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los distintos tratamientos a excepción del tratamiento con doble dosis de inoculación. El rendimiento en grano a cosecha fue mayor para los tratamientos: fertilizado sin inoculante e inoculado sin fertilizante, si bien este último no alcanza los altos rendimientos obtenidos por el tratamiento fertilizado solo.

**Palabras claves:** *Azospirillum spp.*, inoculación, crecimiento.

## SUMMARY

*Azospirillum* spp. is one of the plant growth promoting bacteria most studied, is well characterized for their participation in improving the performance of numerous agricultural crops. *Azospirillum* spp. increases significantly affects the growth and metabolism of higher plants and unicellular through several mechanisms, among which the production of hormones (AIA) and N<sub>2</sub> fixation. The aim of this study was to determine which is the combined effect of inoculation with different doses of fertilizer on growth and grain yield of a crop of corn (NK 900 TDMax). The trial was conducted in the "The Carmenza" located in the rural town of teachings (national route 35), 40 km. south of the city of Rio Cuarto, Cordoba, Argentina. Samples were taken at three different growth stages (V3-V4, 90 days postseeding and harvest) crop. The results obtained in this study show that the root density was higher in both the fertilized and in the inoculated. In the early stages of cultivation (V3-V4) in relation to root dry weight and dry weight of aerial treatments predominated: Inoculated with *Azospirillum* + diammonium phosphate and diammonium phosphate fertilized only on the rest of the treatments, with statistically significant differences. In advanced stages of cultivation (90 days postseeding), no statistically significant differences were found in the different treatments except the treatment with double dose of inoculation. Grain yield at harvest was higher for treatments: no inoculant and inoculated fertilized without fertilizer, although the latter does not reach the high yields obtained by the fertilized treatment alone.

**Keywords:** *Azospirillum* spp, inoculation, growth.

## INDICE DEL TEXTO

	Nº de pág.
CERTIFICADO DE APROBACIÓN.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN.....	IV
SUMMARY.....	V
INTRODUCCIÓN.....	1
PRESENTACIÓN-FUNDAMENTACIÓN-IMPORTANCIA.....	1
Relación Microorganismos-Suelo-Planta.....	3
ANTECEDENTES.....	4
HIPÓTESIS.....	6
OBJETIVOS.....	6
MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
DATOS DEL ENSAYO .....	8
MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN DEL CRECIMIENTO.....	9
Determinación en V3-V4.....	9
Determinación a los 90 días postsiembra.....	9
Determinación a Cosecha.....	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
EVALUACIÓN EN V3-V4.....	11
EVALUACION A 90 DIAS POSTSIEMBRA.....	13
EVALUACIÓN A COSECHA.....	15
CONCLUSIONES.....	17
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18
ANEXOS.....	21

## INDICE DE FIGURAS

	<b>N° de pág.</b>
<b>Figura 1:</b> Precipitaciones acumuladas mensuales durante el ciclo del cultivo (Oct.2005 - Marzo.2006).....	7
<b>Figura 2:</b> Densidad Longitud de Raíces (cm), usando las medias de los diferentes tratamientos.....	11
<b>Figura 3:</b> Peso Seco de Raíz (g.) promedio en los diferentes tratamientos.....	12
<b>Figura 4:</b> Peso Seco Aéreo (g.) promedio en los diferentes tratamientos.....	13
<b>Figura 5:</b> Longitud del tallo promedio (cm.) en los diferentes tratamientos.....	13
<b>Figura 6:</b> Diámetro del tallo promedio (cm.) en los diferentes tratamientos.....	14
<b>Figura 7:</b> Materia Seca de Raíz (g.) promedio en los diferentes tratamientos.....	14
<b>Figura 8:</b> Materia Seca Aérea (g.) promedio en los diferentes tratamientos.....	15
<b>Figura 9:</b> Comparación de Rendimiento en granos (kg/ha.) promedio entre los tratamientos I, III, IV y V.....	16
<b>Figura 10:</b> Rendimiento en Granos (kg/ha.) promedio en los tratamientos: Fertilizado, Inoculado y Testigo.....	16

# INTRODUCCIÓN

## PRESENTACIÓN-FUNDAMENTACIÓN-IMPORTANCIA

Los cultivos utilizados en la actualidad han evolucionado durante millones de años tomando los nutrientes del suelo puesto a su disposición favorecidos por las asociaciones benéficas con microorganismos edáficos. Una solución alternativa que propone la biotecnología a los problemas actuales de la agricultura, teniendo en cuenta las capacidades de los microorganismos del suelo y su importancia, es potenciar y favorecer las asociaciones benéficas entre las plantas y las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPRs, por sus siglas en inglés) que existen en el suelo (Rueda, 2003).

El cultivo de maíz (*Zea mays*), junto al cultivo de soja (*Glycine max*) son los cultivos que mayor área de siembra ocupan en la República Argentina, esto los convierte en los cultivos más importantes desde el punto de vista de la generación de divisas. En el caso específico del maíz, además, es uno de los cultivos que aportan una importante cantidad de rastrojos en la rotación. Estos rastrojos voluminosos y de lenta descomposición, contribuyen a la sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuaria.

Definida la importancia fundamental del maíz, como cultivo imprescindible dentro de todo esquema de producción agrosustentable, la incorporación de tecnología en la producción del mismo, redundará en un beneficio económico, social y ambiental. Durante los últimos años, la aplicación de la biotecnología ha mejorado las condiciones para desarrollar este cultivo. La aparición de variedades resistentes al ataque de plagas y enfermedades ha significado un avance importante. La aplicación de bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPRs), como *Pseudomonas*, *Azospirillum*, etc. ha producido un cambio en la estructura vegetal, que en la mayoría de los casos, se traduce en un aumento del rendimiento (Puente y García, 2009).

La inoculación de gramíneas con bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPRs) del género *Azospirillum* es una práctica agronómica que se encuentra en franca expansión. Esto se fundamenta en los beneficios demostrados y probados en innumerables trabajos de investigación realizados, en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum*). Siendo el cultivo de maíz (*Zea mays*), uno de los cultivos más importantes y dado el completo paquete tecnológico que se le aplica, la incorporación de la inoculación con bacterias promotoras del crecimiento vegetal, podría favorecer la producción del mismo, como lo hace en otras especies vegetales. Realizando una profunda revisión bibliográfica sobre el tema, surge la necesidad de evaluar la aplicación de dicha bacteria en cultivos de gramíneas, caso específico del maíz (*Zea mays*), a los fines de corroborar y cuantificar los probables beneficios del uso de bacterias tales como *Azospirillum sp.* en este cultivo (Ferlini Micheli y Díaz, 2004).

La rizobacteria del género *Azospirillum* en asociación con los vegetales promueve el crecimiento y rendimiento de los cultivos bajo condiciones apropiadas (Okon, 1985).

Las PGPRs colonizan la rizósfera de plantas forrajeras y cereales (Fallik y Okon, 1996), pudiendo encontrarse libre en el suelo (Burdman *et al.*, 2000; Okon y Labandera-González, 1994).

La rizósfera se caracteriza por presentar una alta concentración de nutrientes en comparación con el resto del suelo en respuesta a la presencia de compuestos liberados por las plantas (Rovira, 1973). En este ambiente se desarrollan microorganismos en cantidades muy superiores a las encontradas en el resto del suelo, muchos de los cuales presentan características de promoción del crecimiento vegetal que son deseables para el logro de cultivos de alta productividad. Los mecanismos que explicarían las respuestas en desarrollo y producción de los cultivos a la inoculación con rizobacterias pueden ser directos al favorecer a las plantas mejorando su nivel de nutrición (incluyendo la disponibilidad de agua), facilitar la disponibilidad de nutrientes o incrementar la superficie de absorción de las raíces. También, los mecanismos descritos en relación a la actividad de rizobacterias pueden ser indirectos a través de la interacción con otros microorganismos de manera tal de facilitar el normal crecimiento de las plantas (Dobbelaere *et al.*, 2003).

La actividad biológica y microbiológica de los suelos tiene un papel preponderante en el logro de cultivos de alta producción. Los microorganismos en asociación con cultivos son importantes tanto tecnológicamente como para la evolución de las especies. Tecnológicamente, como insumos para mejoramiento de producción y el control ambiental y, desde el punto de vista de la evolución de las especies, a partir del mantenimiento de la biodiversidad y la sostenibilidad de los ecosistemas (Lynch, 2002; Osinski *et al.*, 2003).

El mejoramiento en la calidad de la microflora de suelos agrícolas a partir de la incorporación de organismos seleccionados por sus funciones en diversos procesos que contribuyen con la implantación, desarrollo y producción de cultivos es una alternativa que contribuiría al logro de mejores cultivos (Caballero-Mellado *et al.*, 1992).

Algunos de estos microorganismos han sido aislados y multiplicados, permitiendo así la formulación de inoculantes para su aplicación en escala de producción (Bashan, 1998).

Entre los microorganismos que son evaluados por su potencial contribución al crecimiento de las plantas se encuentra *Azospirillum brasilense*. Algunos antecedentes muestran efectos en la fijación libre del nitrógeno atmosférico, la producción y liberación de hormonas promotoras del crecimiento radical (ej. auxinas, giberelinas, citoquininas), y de enzimas tales como las pectinolíticas, distorsionando la funcionalidad de células de las raíces y el aumento en la producción de exudados y promoviendo al crecimiento de otros organismos rizosféricos (Bayan y Levanony, 1990; Okon y Labandera-González, 1994).

### **Relación Microorganismos-Suelo-Planta:**

En los últimos años, la fijación del nitrógeno por especies del género *Azospirillum sp.* ha recibido considerable atención, por la capacidad de estos microorganismos de formar una estrecha relación con numerosas especies de planta, especialmente gramíneas.

Los microorganismos tienen un protagonismo destacado en el sistema suelo-planta, ya que desarrollan diversas actividades que afectan el desarrollo, nutrición y salud de la planta y benefician la calidad del suelo (Barre y Olivares, 1998; Kennedy, 1998). Las acciones que resultan benéficas para el sistema suelo-planta pueden concretarse de la siguiente manera:

- a) **Fitoestimulantes:** estimulación de la germinación de las semillas y del enraizamiento por la producción de hormonas, vitaminas y otras sustancias.
- b) **Biofertilizantes:** incrementan el suministro o disponibilidad de los nutrientes por su acción sobre los ciclos biogeoquímicos de los nutrimentos, tales como la fijación de N<sub>2</sub>, la solubilización de elementos minerales o la mineralización de nutrimentos integrados en compuestos orgánicos.
- c) **Mejoradores de agrosistemas:** mejoran la estructura del suelo por su contribución a la formación de agregados estables.
- d) **Agentes de control biológico de patógenos:** desarrollan fenómenos de antagonismo microbio-microbio, entre los que se destacan *Bacillus*, *Trichoderma* y *Pseudomonas*.
- e) **Biorremediadores:** eliminan productos xenobióticos tales como pesticidas, herbicidas y fungicidas.
- f) **Mejoradores ecofisiológicos:** incrementan la resistencia/tolerancia al estrés tanto biótico como abiótico (Bowen y Rovira, 1999).

## ANTECEDENTES

Las primeras observaciones de infección por *Azospirillum* fueron realizadas por Dobereiner y Day (1974) en *Digitaria decumbens*. (Citados por Frioni 1999, Bellone *et al.*, 1999).

Posteriormente, Patriquin y Dobereiner (1983) confirmaron la infección en el tejido cortical central del maíz y a partir de entonces gran cantidad de estudios se realizaron en relación a esta interacción planta-bacteria. Se sabe que la bacteria puede colonizar el interior de la raíz. (Bellone *et al.* 1999).

La  $\alpha$ -proteobacteria *Azospirillum brasilense* es un microorganismo diazotrófico del suelo capaz de colonizar la rizósfera de muchos cereales y gramíneas económicamente importantes (Alexandre *et al.*, 2000). Inicialmente, se consideraba que el beneficio que aportaba a ciertas gramíneas inoculadas se debía únicamente a su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico; pero ya que sólo el 5% del nitrógeno fijado se incorpora a la planta, ciertos experimentos sugieren que el mayor desarrollo de los vegetales colonizados por *Azospirillum* es el resultado de una mayor captación de nutrientes minerales presentes en el suelo como consecuencia de un incremento del sistema radical de las plantas infectadas. El mecanismo que produce este efecto es la liberación de ciertas fitohormonas por parte de *Azospirillum*, principalmente el AIA (Bashan, 1999).

En maíz (*Zea mays*) en cultivo de secano se inoculó con cepas de tres microorganismos fijadores de nitrógeno (*Azotobacter*; *Biejerinkia* y *Azospirillum*), resultando la asociación maíz-*Azospirillum* la más efectiva dentro de los tratamientos probados (Jaime *et al.*, 1999).

También en un cultivo de maíz (*Zea mays*) inoculado con *Azospirillum sp* fertilizado con fosfato diamónico y a la sexta hoja con urea; se obtuvieron mayores rendimientos con los tratamientos: Fertilizado (fósforo + urea), e inoculado + fósforo y ambos superaron al testigo en peso de espigas pero no se reflejó diferencias en el peso de los granos (Zanier *et al.*, 2001).

En Argentina, a nivel experimental de comparación de cepas, existen antecedentes de mejoras en la producción de grano en la región semiárida con *Azospirillum brasilense* en varios cultivares de trigo (Rodríguez Cáceres *et al.*, 1996; García de Salamone, 2011).

Si bien los conocimientos de los efectos de *Azospirillum* sobre el crecimiento de abundantes especies cultivadas no son recientes, sí lo es su utilización extensiva en condiciones de producción. A partir de la campaña 2002 y en un convenio de vinculación tecnológica entre el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y Nitragin Argentina se desarrolló un producto de formulación líquida conteniendo *Azospirillum brasilense* para el tratamiento de semillas de trigo. Sobre 249 lotes de producción evaluados, en el 75% se detectaron aumentos de rendimiento por la aplicación del tratamiento. Estos cambios se asociaron principalmente con el logro de mayor número de granos y acumulación de biomasa aérea y radical alcanzando aumentos en los rendimientos fundamentalmente

en ambientes con rendimientos alcanzables de trigo superiores a los 2000 kg/ha. Los resultados fueron independientes de la práctica de fertilización empleada permitiendo la inoculación con este formulado mejorar la eficiencia de aprovechamiento de nutrientes aportados por fertilización (Díaz-Zorita *et al.*, 2006).

Estos resultados coinciden con otros autores que encuentran respuestas en suelos donde las productividades normales son medias a altas, mientras que en condiciones adversas, como estrés salino severo, la bacteria no puede ni siquiera adherirse a la raíz (Jofré *et al.*, 1998).

En los sitios dónde se evaluó la interacción entre los tratamientos de inoculación con *Azospirillum brasilense* y prácticas de fertilización, nitrogenada o fosfatada, se observó que el efecto promotor del crecimiento vegetal fue independiente de la aplicación de los tratamientos de fertilización. Estos resultados refuerzan los supuestos de actividad de promoción global del crecimiento vegetal inducido por las rizobacterias permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos del ambiente provistos por la incorporación de prácticas de nutrición de los cultivos (Bashan y Holguin, 1997).

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis general:**

- La utilización de inoculantes con *Azospirillum brasilense* favorece el crecimiento del cultivo de maíz.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

- Evaluar la incidencia de la inoculación con *Azospirillum brasilense* en el cultivo de maíz.

### **Objetivos específicos:**

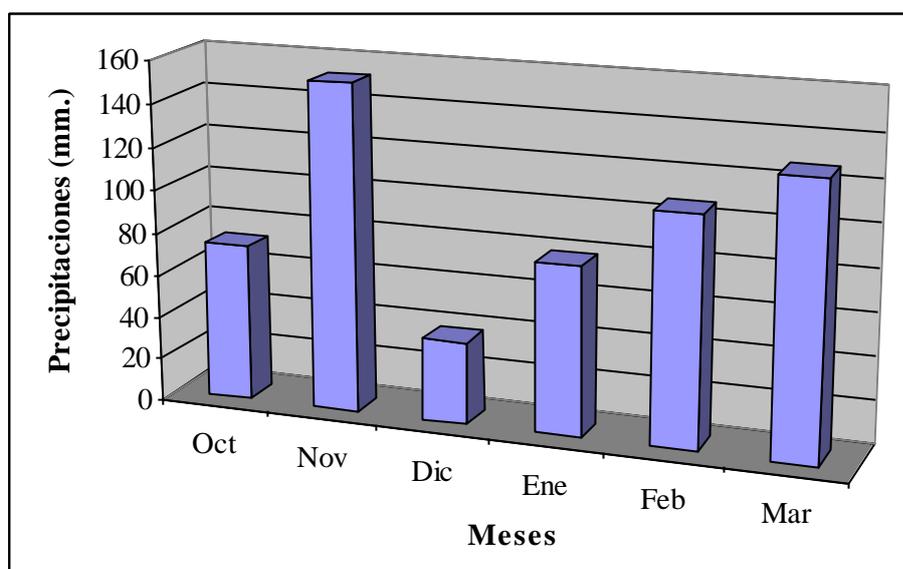
- Determinar el nivel de respuesta del cultivo de maíz a la inoculación con *Azospirillum brasilense*.
- Establecer la relación entre el efecto de la inoculación y distintos niveles de fertilización sobre el crecimiento del cultivo de maíz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el campo “El Carmenzo”, ubicado en la zona rural de la localidad de Las Ensenadas a 40 km. al sur de la ciudad de Río Cuarto, provincia de Córdoba, Argentina (ruta nacional 35).

### Características climáticas:

El régimen de precipitaciones es del tipo monzónico, registrando el 80% de las mismas en el semestre más cálido del año (Octubre a Marzo) y su media anual es de 800 mm.



**Figura 1:** Precipitaciones acumuladas mensuales durante el ciclo del cultivo (Oct.2005 - Marzo.2006).

**Datos:** Cátedra Agrometeorología, Universidad Nacional de Río Cuarto.

### Análisis Físico-Químico del suelo:

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO	METODOLOGIA
Materia Orgánica	%	1,89	Walkley-Black
N-NO <sub>3</sub>	ppm	8,30	Reducción / Cadmio
Nitratos	ppm	40,5	-
Fósforo	ppm	11,7	Bray 1 y Kurtz
Ph	Unid. en agua	6,75	Potenciometría 1:2,5
Humedad	%	10,65	-

## **DATOS DEL ENSAYO:**

La siembra se realizó el 15 de octubre del 2005, en siembra directa sobre rastrojo de soja a una densidad de 4,3 - 4,5 plantas/m lineal.

Se realizaron 5 tratamientos en parcelas compuestas por 7 hileras a 0,52 metros de distancia entre surcos por 100 metros de largo, y se tomaron 3 muestras en cada tratamiento (3 plantas/muestra), en tres momentos diferentes del cultivo (V3-V4, 90 días postsiembra y a cosecha).

El híbrido de maíz estudiado fue NK900 TDMaX. (SYNGENTA), y los tratamientos fueron los siguientes:

- **Tratamiento 1:**  
*Azospirillum brasilense* (100 cc/ha) + 150 kg. de Fosfato Diamónico.
- **Tratamiento 2:**  
Semilla sin inocular + 150 kg. de Fosfato Diamónico.
- **Tratamiento 3:**  
TESTIGO (semilla sin inocular + 0 kg. de Fosfato Diamónico).
- **Tratamiento 4:**  
*Azospirillum brasilense* (200 cc/ha) + 0 kg. de Fosfato Diamónico.
- **Tratamiento 5:**  
*Azospirillum brasilense* (100 cc/ha) + 0 kg. de Fosfato Diamónico.

Los tratamientos se ubicaron en forma apareada, en un mismo lote sobre rastrojo del cultivo antecesor soja.

En preemergencia del cultivo se realizó una aplicación de herbicidas constituida por la mezcla de 3 l/ha de glifosato, 2,5 l/ha de atrazina y 1 l/ha de s-metolacolor.

La semilla se protegió con un terapico a razón de 750 cc de Imidacloprid /100 kg de semillas.

## **CARACTERÍSTICAS DEL HÍBRIDO DE MAÍZ:**

Híbrido	NK900 TDMaX
Tipo de cruzamiento	Simple
Tipo de grano	Colorado Duro
Días Emergencia-Floración (*)	73-75
Días Emergencia-Cosecha (*)	170-175
Tolerancia al Mal de Río IV	Medio
Tolerancia a Roya	Alta
Tolerancia a Enfermedad de espiga	Medio
Tolerancia a Podredumbre Tallo-Raíz	Alta
Tolerancia al Vuelco	Muy alto
Tolerancia al Quebrado	Muy alto
Tecnología	Alta

**Fuente:** Catálogo de maíz Syngenta, 2009. (\*): Datos de Santa Isabel, Santa Fe.

## **MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN DE LA PROMOCIÓN DEL CRECIMIENTO:**

### **DETERMINACIÓN EN V3-V4...**

- **Densidad de Longitud de Raíces (DLR):**

Su determinación se realizó por el método de la intersección de líneas (Newman E., 1966). Se utilizó un papel de superficie rectangular, en él se dibujó una cuadrícula. Se tomó la raíz de cada planta muestreada y se le removió toda la tierra adherida (rizósfera) a la misma, luego se colocó sobre la grilla y se procedió a contar el número de intersecciones entre las líneas de la cuadrícula y los pelos radicales.

A partir del número de intersecciones se puede estimar la longitud total de la raíz, usando la siguiente ecuación:

$$R = \frac{\pi \cdot N \cdot A}{2 \cdot H}$$

**R:** Longitud total de la raíz.

**N:** Número de intersecciones entre las líneas de la cuadrícula y los pelos radicales.

**A:** Área del rectángulo.

**H:** Cantidad de cuadrículas (130) por la longitud de la cuadrícula (2 cm).

**$\pi$ :** 3,14 (pi).

En cada tratamiento se tomaron tres muestras (3 plantas/muestra), lo que hace un total de 9 plantas/parcela.

- **Peso Seco Radical y Aéreo:**

El total de plantas muestreada se cortó en la base de la raíz y se separó ésta de su parte aérea. Cada parte se colocó, por separado, en un sobre (papel madera) cerrado con el rótulo correspondiente y luego se llevó a estufa, donde permaneció aproximadamente 48 horas a temperatura controlada (60 °C), hasta peso constante. En ese momento se retiraron los sobres y se registraron los pesos finales (materia seca) mediante una balanza, los resultados se expresaron en gramos/planta.

### **DETERMINACIÓN A LOS 90 DÍAS POSTSIEMBRA...**

- **Longitud del tallo:**

Se midió la altura de todas las plantas muestreadas, desde la base (sin incluir la raíz) hasta la punta de la panoja. Se expresaron en cm. Instrumento de medición: cinta métrica.

- **Diámetro del tallo:**

Se tomó la medida del diámetro de todas las plantas muestreadas, a una altura de 20 cm. desde la base (excluyendo la raíz). Se expresaron en cm. Instrumento de medición: calibre.

- **Materia Seca Aérea y Radical:**

El procedimiento es Idem al realizado en la determinación de peso seco aéreo y radical en el estado V3. Se expresaron en gramos/planta.

### **DETERMINACIÓN A COSECHA...**

- **Rendimiento en granos:**

Para su determinación, previo a la cosecha, se tomaron 3 muestras en cada tratamiento. El muestreo consistió en cosechar manualmente las espigas encontradas en las plantas de 6,4 metros lineales sobre el surco.

Cada muestra recolectada en los diferentes tratamientos fue recogida en bolsas de nylon rotuladas.

Luego se desgranaron las espigas mediante una cosechadora estática y a posterior se pesó el grano obtenido, cada muestra pesada se expresó en gramos.

Por último, los resultados obtenidos en cada muestra representan el rendimiento en grano del cultivo en una superficie de 3,33 m<sup>2</sup> (6,4 m x 0,52 m), los mismos se extrapolaron a 10000 m<sup>2</sup> (1 hectárea) para tener una mejor interpretación del comportamiento del rendimiento.

### **ANÁLISIS DE DATOS...**

Las variables analizadas estadísticamente fueron:

- Materia seca aérea;
- Materia seca radical;
- Longitud del tallo;
- Diámetro del tallo;
- Peso de los granos (Rendimiento).

Se realizó un análisis de Varianzas (Prueba de Homogeneidad de varianzas) con un  $p= 0,05$  (Infostat, 2002) y el Test de Tukey para la comparación de las Medias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

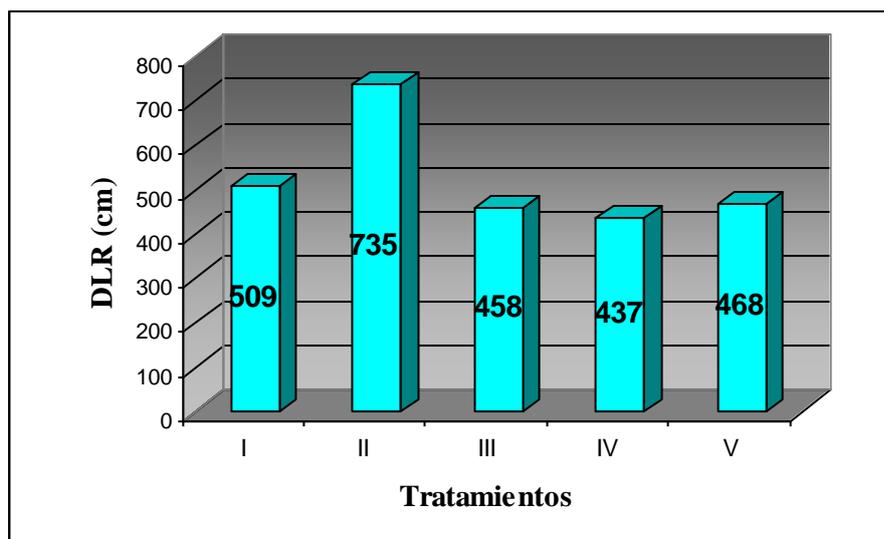
Las raíces de los cultivos pueden mejorar la eficiencia de absorción de los nutrientes del suelo y los fertilizantes aumentando el volumen de suelo explorado y/o la tasa de absorción por unidad de raíz. El incremento del volumen de suelo explorado por las raíces es estimulado por ciertos microorganismos del suelo, conocidos como PGPRs. Los mecanismos de acción de estas bacterias se basan en la estimulación del crecimiento de las raíces a través de la exudación de diferentes compuestos químicos.

### EVALUACIÓN EN V3 – V4...

En la fig. 2 puede observarse que la DLR es mayor en los tratamientos I y II, en los cuales se fertilizó y además se inoculó en el tratamiento I.

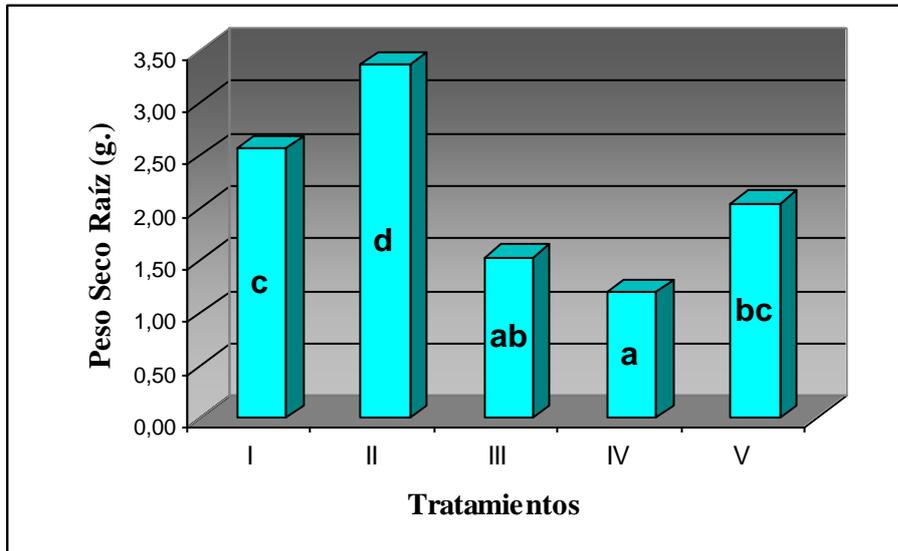
En el resto de los tratamientos (III, IV y V) no se observan diferencias, siendo dichas medias las que alcanzaron los menores valores, comparados con el tratamiento fertilizado (II).

En el análisis de la Densidad de Longitud de Raíces, el tratamiento II (fertilizado) fue superior al resto de los tratamientos, aportando un 38% más de raíces que el testigo y un 36% más con respecto al tratamiento V (inoculado). El tratamiento inoculado fue mayor al Testigo sin diferencias estadísticamente significativas (2%).



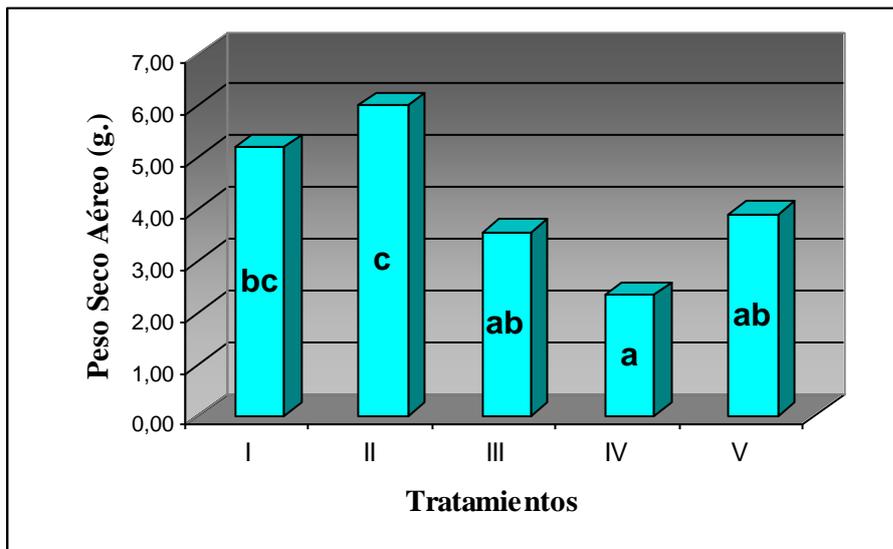
**Fig. 2:** Densidad Longitud de Raíces (cm), usando las medias de los diferentes tratamientos.

En cuanto al Peso seco de raíz (Fig. 3), los tratamientos I, II y V presentan diferencias estadísticamente significativas en relación al Testigo (semilla sin inoculante y sin fertilizante) y al tratamiento II que fue inoculado con doble dosis. Resultados similares fueron encontrados por Bashan, 1999 en trabajos realizados con *Azospirillum*.



**Fig. 3:** Peso Seco de Raíz (g.) promedio en los diferentes tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas, Tukey Alfa ( $p < 0,05$ ).

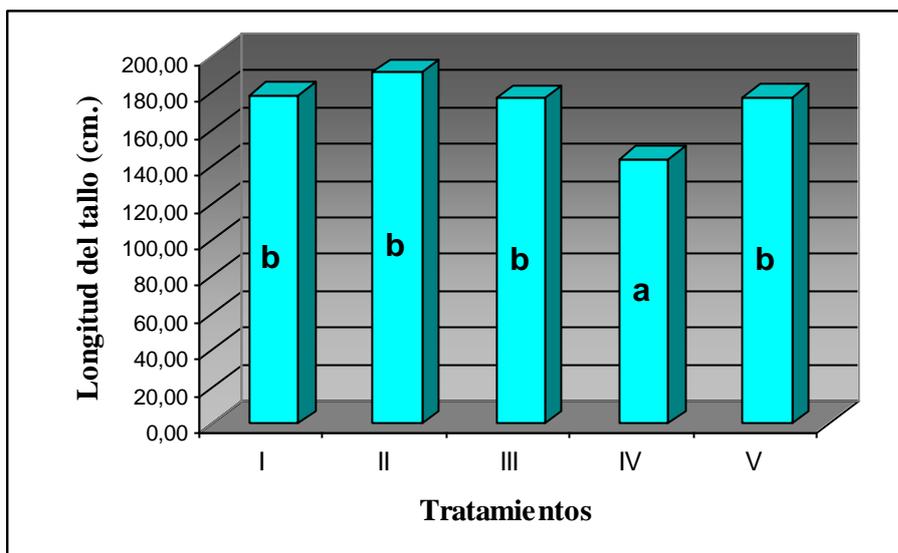
En la variable Peso seco aéreo se encontraron comportamientos similares a los del Peso seco de raíz para los diferentes tratamientos (Fig. 4). Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Bashan y Holguin, 1997.



**Fig. 4:** Peso Seco Aéreo (g.) promedio en los diferentes tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas, Tukey Alfa ( $p \leq 0,05$ )

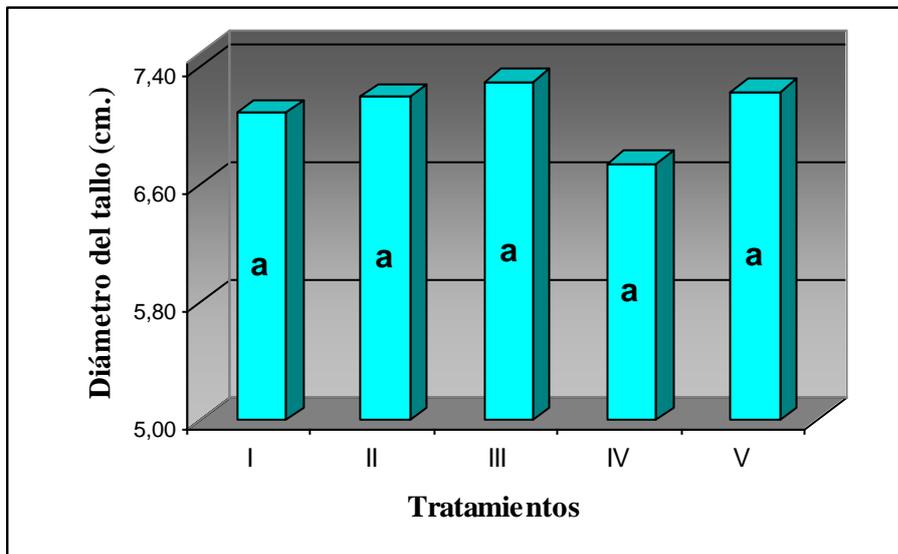
**EVALUACIÓN A LOS 90 DIAS POST-SIEMBRA...**

En la fig. 5 puede observarse que para la variable longitud del tallo no hay diferencias estadísticamente significativas, a excepción del tratamiento IV que da una media por debajo de los demás tratamientos y es donde se usó doble dosis de inoculante.



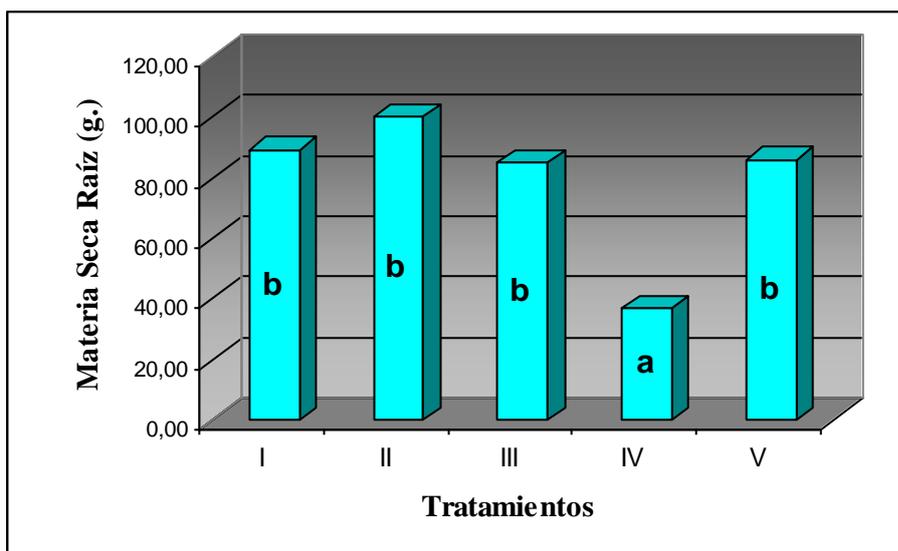
**Fig. 5:** Longitud del tallo promedio (cm.) en los diferentes tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas, Tukey Alfa ( $p \leq 0,05$ ).

Se puede distinguir que en etapas adelantadas del desarrollo del cultivo (90 días postsiembra) no se observan diferencias estadísticamente significativas para Diámetro del tallo (Fig. 6).



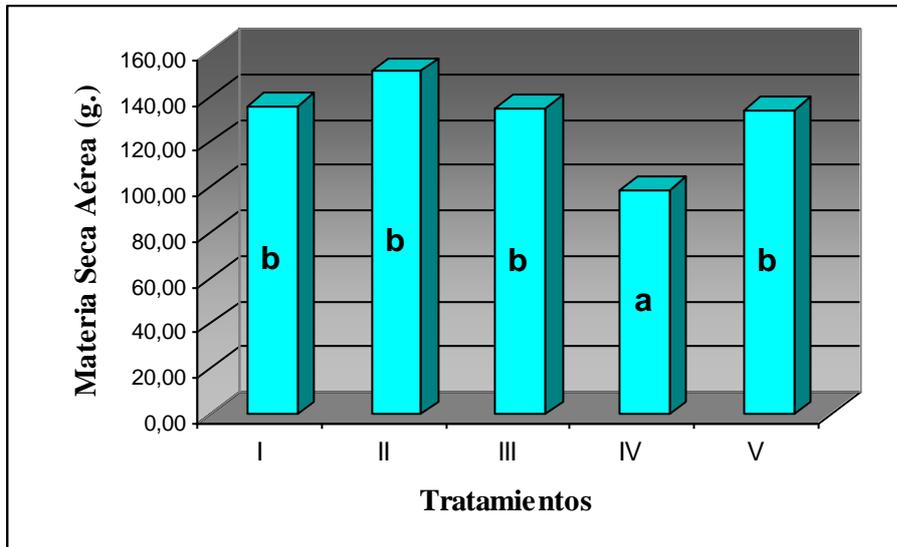
**Fig. 6:** Diámetro del tallo promedio (cm.) en los diferentes tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas, Tukey Alfa ( $p \leq 0,05$ ).

En la Fig.7, en el análisis de la Materia seca de raíz los tratamientos I, II, III y V, superan al tratamiento IV con diferencias estadísticamente significativas.



**Fig. 7:** Materia Seca de Raíz (g.) promedio en los diferentes tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas, Tukey Alfa ( $p \leq 0,05$ ).

En cuanto a la Materia seca aérea (Fig.8) puede apreciarse un comportamiento de las medias en los diferentes tratamientos semejante al obtenido en la Materia seca de raíz, con diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos I, II, III y V, con el tratamiento IV. Se postula que duplicar la dosis de inoculante no necesariamente mejora la producción de materia seca aérea.



**Fig. 8:** Materia Seca Aérea (g.) promedio en los diferentes tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas, Tukey Alfa ( $p \leq 0,05$ ).

### **EVALUACIÓN A COSECHA...**

En la situación a cosecha en un primer análisis pueden observarse diferencias porcentuales en la media de los tratamientos (I, II, IV y V) con respecto al testigo (III), todos arrojaron una media porcentual mayor al mismo (fig. 9).

Comparando:

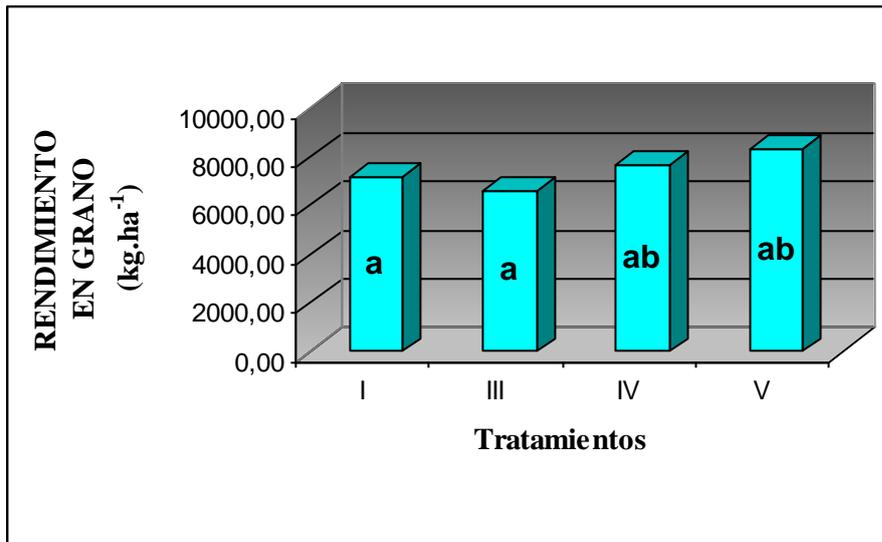
Tratamiento I: **(109%)**

Tratamiento II: **(160%)**

Tratamiento IV: **(117%)**

Tratamiento V: **(126%)**

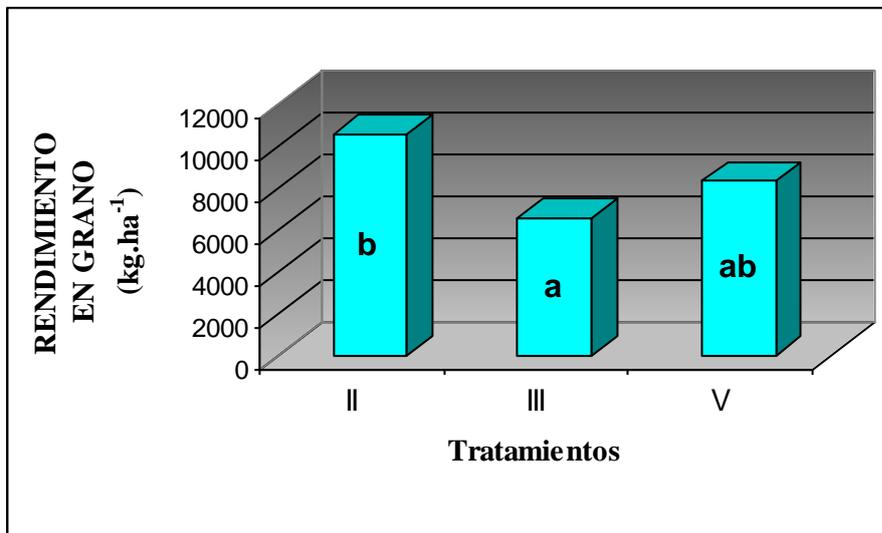
Tratamiento III: **(100%)** TESTIGO.



**Fig. 9:** Comparación de Rendimiento en granos (kg/ha.) promedio entre los tratamientos I, III, IV y V. Letras distintas indican diferencias significativas, Tukey alfa ( $p \leq 0,05$ ).

Por otro lado haciendo un análisis comparativo de rendimiento en grano entre los tratamientos: Fertilizado (II) y Testigo (III) puede observarse que existen diferencias estadísticamente significativas (Fig.10).

El tratamiento V, si bien no presentó diferencias estadísticamente significativas con el Testigo (III), arrojó un 26% más de rendimiento (Fig.10).



**Fig. 10:** Rendimiento en Granos (kg/ha.) promedio en los tratamientos: Fertilizado, Inoculado y Testigo. Letras distintas indican diferencias significativas, Tukey alfa ( $p \leq 0,05$ ).

## CONCLUSIONES

- En los primeros estadíos del cultivo (V3-V4) en lo que respecta a peso seco de raíz y aéreo predominó el tratamiento II (fertilizado) sobre el resto de los tratamientos, el tratamiento V (inoculado) arrojó resultados mayores al Testigo y al doble inoculado.
- En estadíos más avanzados de crecimiento del cultivo (90 días postsiembra) los parámetros evaluados muestran en la mayoría de ellos diferencias estadísticamente significativas en relación a la doble inoculación.
- En cosecha, el rendimiento en grano de los tratamientos II (fertilizado) y V (inoculado) fue superior al Testigo.
- La inoculación con *Azospirillum* brasilense promovió el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz, observándose un 26% más de rendimiento en grano que el testigo.
- Estos resultados validan el beneficio que trae aparejado la introducción de la inoculación en la semilla como parte de un conjunto de diferentes prácticas tendientes a mantener una agricultura sustentable, ya que por sí misma no se logra otro tipo de beneficio como lo es económico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRE, G; S. E. GREER, y ZHULIN, I. B. 2000. Energy taxis is the dominant behavior in *Azospirillum brasilense*. **Journal of Bacteriology** 182(21): 6042-6048.
- BASHAN, Y. y G. HOLGUIN 1997. *Azospirillum* - plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996). **Can. J. Microbiol.** 43: 103-121.
- BASHAN, Y. 1998. Inoculants of plant growth-promoting bacteria for use in agriculture. **Biotechnol. Adv.** 16: 729-770.
- BASHAN, Y. 1999. Interactions of *Azospirillum* spp. in soils: a review. **Biol Fertil Soils** 29:246-256.
- BASHAN, Y., HOLGUIN, G. y de-BASHAN, L. E. 2004. *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Can. J. Microbiology** 50: 521-577.
- BAYAN, Y. y H. LEVANONY 1990. Current status of *Azospirillum* inoculation technology: *Azospirillum* as a challenge for agriculture. **Can. J. Microbiol.** 36: 591-608.
- BELLONE, C. H., S. CARRIZO DE BELLONE, M.A. JAIME, A.M. MANLLA y M.A. MONZÓN DE ASCORREGUI 1999. Respuesta de dos cultivares de maíz (*Zea mays* L.) a la inoculación con distintos aislamientos de *Azospirillum* sp. **II Reunión Científico Técnica- Biología del Suelo-Fijación Biológica del Nitrógeno. Universidad Nacional de Catamarca – Facultad de Ciencias Agrarias. Pág. 283-286.**
- BOWEN, G. y ROVIRA, A. 1999. The rizosphere and its Management to improbé plant growth. **Adv. Agron.** 66: 1-102.
- BURDMAN, S., Y. OKON y E. JURKEVITCH 2000. Surface Characteristics of *Azospirillum brasilense* in Relation to Cell Aggregation and Attachment to Plant Roots. **Critical Reviews in Microbiology** 26 (2): 91-110.
- CABALLERO-MELLADO, J., M.G. CARCANO-MONTIEL y M.A. MASCARUA-ESPARZA 1992. Field inoculation of wheat (*Triticum aestivum*) with *Azospirillum brasilense* under temperate climate. **Symbiosis.** 13: 243-253.
- DÍAZ-ZORITA, M. 2006. Rendimientos de cultivos de trigo en la región pampeana inoculados...En:[www.ppi-far.org/ppiweb/iaarg.nsf/\\$webindex/057F66D8647C817F032571300069F832/\\$file/trigo\\_Azosp+FINAL.pdf](http://www.ppi-far.org/ppiweb/iaarg.nsf/$webindex/057F66D8647C817F032571300069F832/$file/trigo_Azosp+FINAL.pdf). Consultado: 24-01-2007
- DOBBELAERE, S., J. VANDERLEYDEN e Y. OKON 2003. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. **Crit. Rev. Plant Sci.** 22: 107-149.
- FALLIK, E. e Y. OKON 1996. Inoculants of *Azospirillum brasilense*: Biomass production, survival and growth promotion of *Setaria italica* and *Zea mays*. **Soil Biol. Biochem.** pp. 123-126.

- FERLINI MICHELI, H. A. y S. DÍAZ 2004. Inoculación con *Azospirillum brasilense* en el cultivo de maíz (*Zea mays*). En: [www.cuencarural.com/agricultura/inoculación con azospirillum brasilense en el cultivo de maiz\\_zea\\_mays\\_ensayo\\_2003\\_2004/](http://www.cuencarural.com/agricultura/inoculación_con_azospirillum_brasilense_en_el_cultivo_de_maiz_zea_mays_ensayo_2003_2004/). Consultado: 24-01-2007.
- FRIONI, L. 1999. Microorganismos promotores del crecimiento vegetal. II Reunión Científica Técnica - Biología del suelo - Fijación Biológica del Nitrógeno. Universidad Nacional de Catamarca. F C A. Pág. 1-4.
- GARCIA DE SALAMONE, I.E. 2011. Utilización de los microorganismos del suelo para mejorar el crecimiento vegetal y la sostenibilidad de los sistemas de cultivos en Argentina. **VII Reunión Nacional Científico-Técnica de Biología del suelo y Fijación Biológica del Nitrógeno. Universidad de Salta – Facultad de Ciencias Naturales. Pág. 2-3.**
- JAIME, M., G.O. (h) MARTÍN, R. R. FERNÁNDEZ, A. NASIF y L. MARTÍNEZ PULIDO 1999. Incremento de productividad en maíz, mediante inoculación con microorganismos fijadores libres de nitrógeno. **II Reunión Científico Técnica- Biología del Suelo- Fijación Biológica del Nitrógeno. Universidad Nacional de Catamarca – Facultad de Ciencias Agrarias. Pág. 197-199.**
- JOFRÉ, E., S. FISCHER, V. RIVAROLA, H. BALENGO y G. MORI 1998. Saline stress affects the attachment of *Azospirillum brasilense* Cd to maize and wheat roots. **Can. J. Microbiol.** 44: 416-422.
- LYNCH, J.M. 2002. Resilience of the rhizosphere to anthropogenic disturbance. **Biodegradation.** 13: 21-27.
- NEWMAN, E.I. 1966. A method of estimating the total length of root a sample. **J. Appl. Ecol.**3: 139-145.
- OKON, Y. y C.A. LABANDERA-GONZÁLEZ 1994. Agronomic Applications of *Azospirillum* and evaluation of 20 years worldwide field inoculation. **Soil Biology and Biochemistry** 26, 1591-1601.
- OKON, Y. 1985. *Azospirillum* as a potential inoculant for agriculture. **Trends in Biotechnology.** pp. 223-228.
- PUENTE, M. L. y J.E. GARCIA 2009. Revisión del uso de *Azosp.* brasilense como promotor del crecimiento en trigo y maíz en Argentina. Cap. 1. USO ACTUAL Y POTENCIAL DE MICROORG. PARA MEJORAR LA NUTRICIÓN Y EL DESARROLLO EN TRIGO Y MAIZ. Ediciones INTA. Pag. 9-21.
- OSINSKI, E., U. MIER, W. BUCHS, J. WEICKEL y B. MATZDORF 2003. Application of biotic indicators for evaluation of sustainable land use - current procedures and future developments. **Agric. Ecosyst. Environ.** 98: 407-421.
- RODRÍGUEZ CÁCERES, E. A., G. GONZÁLEZ ANTA, J.R. LÓPEZ, C.A. DI CIOCCO, J.C. PACHECO BASURCO y J.L. PARADA 1996. Response of field-grown wheat to inoculation

with *Azospirillum brasilense* and *Bacillus polymyxa* in the semiarid region of Argentina. **Arid Soil Res. Rehab.** 10: 13-20.

➤ ROVIRA, A. D. 1973. Zones of exudation along plant roots and spatial distribution of microorganisms in the rhizosphere. **Pestic. Sci.** 4: 361-366.

➤ RUEDA, E. O. 2003. **Estudio de la fenología y potencial productivo de la halófito *Salicornia bigelovii* con la asociación de bacterias fijadoras de nitrógeno.** Tesis de Doctor en Ciencias Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales (Orientación en Ecología). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, B.C.S. México. Pág. 185.

➤ ZANIER, F.D., F.V. FRANCESCUTTI, R. VERON y M.C. IGLESIAS 2001. Ensayo de Inoculación de maíz (*Zea mays*) con *Azospirillum sp.* **XII Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas.** Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Pág. 158.

## ANEXOS

### “RESULTADOS DE LAS MUESTRAS”

- **NÚMERO DE INTERSECCIONES MEDIDO EN LA CUADRÍCULA.**

MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MEDIA
TRAT. 1	134	175	199	132	127	180	172	193	147	<b>162</b>
TRAT. 2	192	189	165	351	227	291	284	193	215	<b>234</b>
TRAT. 3	120	138	116	155	138	136	112	207	194	<b>146</b>
TRAT. 4	105	128	214	122	135	102	124	200	123	<b>139</b>
TRAT. 5	121	127	213	134	161	160	152	124	153	<b>149</b>

- **DLR (FÓRMULA DE Newman E., 1966), USANDO LAS MEDIAS.**

TRAT.	I	II	III	IV	V
DLR	<b>509</b>	<b>735</b>	<b>458</b>	<b>437</b>	<b>468</b>

- **PESO SECO RAÍZ, en gramos (V3-V4).**

MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MEDIA
TRAT. 1	1,98	2,81	2,69	1,91	2,65	2,62	2,65	3,14	2,64	<b>2,57</b>
TRAT. 2	3,05	3,18	2,91	4,25	3,06	3,71	3,60	2,86	3,71	<b>3,37</b>
TRAT. 3	1,26	1,15	2,38	1,18	2,44	1,41	1,01	1,33	1,63	<b>1,53</b>
TRAT. 4	1,48	1,32	1,31	1,13	1,23	0,66	1,44	1,33	0,92	<b>1,20</b>
TRAT. 5	1,89	1,74	2,26	2,44	1,66	2,14	1,99	1,62	2,65	<b>2,04</b>

- **PESO SECO AÉREO, en gramos (V3-V4).**

MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MEDIA
TRAT. 1	3,70	5,98	5,94	5,48	5,83	5,97	4,98	5,10	3,80	<b>5,20</b>
TRAT. 2	4,69	4,60	6,29	7,63	8,81	6,85	4,00	4,11	7,05	<b>6,00</b>
TRAT. 3	2,33	2,22	6,85	2,26	4,70	4,80	2,50	2,56	3,81	<b>3,56</b>
TRAT. 4	2,66	2,85	2,17	2,08	2,54	1,75	3,18	2,34	1,51	<b>2,34</b>
TRAT. 5	3,23	2,92	2,55	4,45	2,68	5,25	4,03	4,36	5,71	<b>3,91</b>

- **LONGITUD DEL TALLO, en centímetros (90 DIAS POSTSIEMBRA).**

MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MEDIA
TRAT. 1	184,5	161	192	181	193	184	179	171	162	<b>178,61</b>
TRAT. 2	192	200	199	191,5	194	195,3	187,5	186	175,5	<b>191,20</b>
TRAT. 3	185,4	176	184	173	188	181	175	167,3	163,5	<b>177,02</b>
TRAT. 4	141	159	147	157	133,5	152,4	143,5	133,5	128	<b>143,88</b>
TRAT. 5	177	176	183	178	178	183	173,5	167,5	182	<b>177,56</b>

- **DIÁMETRO DEL TALLO, en centímetros (90 DIAS POSTSIEMBRA).**

MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MEDIA
TRAT. 1	8,1	7,2	6,8	6,6	6,7	6,6	7,5	7,5	6,8	<b>7,09</b>
TRAT. 2	7,0	6,9	7,2	7,2	7,6	7,3	7,6	7,0	7,0	<b>7,20</b>
TRAT. 3	8,0	7,2	8,1	7,3	7,1	7,3	7,1	6,9	6,7	<b>7,30</b>
TRAT. 4	6,8	7,9	6,7	7,3	6,3	6,1	7,4	6,4	5,8	<b>6,74</b>
TRAT. 5	6,8	6,5	7,7	6,9	7,2	9,0	6,9	6,7	7,4	<b>7,23</b>

- **MATERIA SECA AÉREA, en gramos (90 DIAS POSTSIEMBRA).**

MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MEDIA
TRAT. 1	179,0	115,9	129,5	123,5	129,8	125,2	150,9	150,1	118,3	<b>135,81</b>
TRAT. 2	166,0	149,1	157,4	153,6	163,6	154,4	163,9	131,3	120,2	<b>151,04</b>
TRAT. 3	156,1	129,8	175,5	116,9	135,3	133,1	134,3	119,3	114,2	<b>134,94</b>
TRAT. 4	103,8	115,6	92,69	129,8	88,47	90,25	114,0	86,82	67,75	<b>98,80</b>
TRAT. 5	116,7	116,1	159,3	105,2	136,1	195,7	122,7	119,2	135,10	<b>134,00</b>

- **MATERIA SECA RAÍZ, en gramos (90 DIAS POSTSIEMBRA).**

MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MEDIA
TRAT. 1	80,7	116	108,1	102,4	104,7	76,7	59,6	45,6	111	<b>89,42</b>
TRAT. 2	117	89,4	86	76,2	120,9	137,4	91,4	113,7	71,1	<b>100,34</b>
TRAT. 3	130,3	75,4	108,4	55,7	96,6	66,7	100,7	72,4	59,8	<b>85,11</b>
TRAT. 4	34	57,5	32	34,6	42,2	29,3	46,6	29,2	28,7	<b>37,12</b>
TRAT. 5	60,8	51,9	122,2	70,5	123	157,7	47,3	81,4	59,6	<b>86,04</b>

- **RENDIMIENTO EN GRANO, en Kg/ha (COSECHA).**

<b>MUESTRAS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>MEDIA</b>
<b>TRAT. 1</b>	8158,25	7533,33	5885,88	<b>7192,49</b>
<b>TRAT. 2</b>	12037,83	9272,66	10316,81	<b>10542,43</b>
<b>TRAT. 3</b>	6547,14	5860,35	7315,61	<b>6574,37</b>
<b>TRAT. 4</b>	7586,78	8682,87	6816,21	<b>7695,29</b>
<b>TRAT. 5</b>	6632,43	8871,76	9435,13	<b>8313,10</b>

## “ANÁLISIS ESTADÍSTICO”

### ESTADO V3-V4

#### Análisis de la Varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajust
<b>PS AEREO</b>	45	0,54	0,49

#### Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p
Modelo	73,75	4	18,44	11,59	0,00
TRAT	73,75	4	18,44	11,59	0,00
Error	63,64	40	1,59		
Total	137,39	44			

#### Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 1,6982

Todas las medias	Medias	n			
4,00	2,34	9	A		
3,00	3,56	9	A	B	
5,00	3,91	9	A	B	
1,00	5,20	9		B	C
2,00	6,00	9			C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### Análisis de la Varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajust
<b>PS RAIZ</b>	45	0,80	0,78

#### Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p
Modelo	26,57	4	6,64	39,23	0,00
TRAT	26,57	4	6,64	39,23	0,00
Error	6,77	40	0,17		
Total	33,34	44			

#### Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,5540

Todas las medias	Medias	n			
4,00	1,20	9	A		
3,00	1,53	9	A	B	
5,00	2,04	9		B	C
1,00	2,57	9			C
2,00	3,37	9			D

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

## 90 DIAS POSTSIEMBRA

### Análisis de la Varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajust
<b>MS RAIZ</b>	45	0,45	0,39

### Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p
Modelo	21627,65	4	5406,91	8,02	0,00
TRAT	21627,65	4	5406,91	8,02	0,00
Error	26967,76	40	674,19		
Total	48595,42	44			

### Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 34,9579

Todas las medias	Medias	n	
4,00	37,12	9	A
3,00	85,11	9	B
5,00	86,04	9	B
1,00	89,42	9	B
2,00	100,34	9	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

### Análisis de la Varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajust
<b>MS AEREA</b>	45	0,43	0,38

### Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p
Modelo	13376,80	4	3344,2	7,64	0,00
TRAT	13376,80	4	3344,20	7,64	0,00
Error	17501,60	40	437,54		
Total	30878,40	44			

### Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 28,1619

Todas las medias	Medias	n	
4,00	98,80	9	A
5,00	134,00	9	B
3,00	134,94	9	B
1,00	135,81	9	B
2,00	151,04	9	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

### Análisis de la Varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajust
<b>D. TALLO</b>	45	0,12	0,03

### Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p
Modelo	1,74	4	0,44	1,37	0,26
TRAT	1,74	4	0,44	1,37	0,26
Error	12,75	40	0,32		
Total	14,49	44			

### Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,7601

Todas las medias	Medias	n	
4,00	6,74	9	A
1,00	7,09	9	A
2,00	7,20	9	A
5,00	7,23	9	A
3,00	7,30	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

### Análisis de la Varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajust
<b>L. TALLO</b>	45	0,51	0,47

### Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p
Modelo	19636,76	4	4909,1	10,58	0,00
TRAT	19636,76	4	4909,19	10,58	0,00
Error	18554,23	40	463,86		
Total	38190,99	44			

### Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 28,9964

Todas las medias	Medias	n	
4,00	130,54	9	A
3,00	177,02	9	B
5,00	177,56	9	B
1,00	178,61	9	B
2,00	191,20	9	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

## COSECHA

### Análisis de la Varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajust
<b>RENDIMIENTO</b>	15	0,67	0,54

### Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p
Modelo	27957531,97	4	6989382,99	5,04	0,02
TRAT	27957531,97	4	6989382,99	5,04	0,02
Error	13871112,43	10	1387111,24		
Total	41828644,40	14			

### Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 3164,6188

Todas las medias	Medias	n		
3,00	6574,37	3	A	
1,00	7192,49	3	A	
4,00	7695,29	3	A	B
5,00	8313,11	3	A	B
2,00	10542,43	3		B

**Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )**

**PRECIPITACIÓN ACUMULADA DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO**

<b>PRECIPITACIONES (mm)</b>						
	<b>Oct-05</b>	<b>Nov-05</b>	<b>Dic-05</b>	<b>Ene-06</b>	<b>Feb-06</b>	<b>Mar-06</b>
<b>TOTAL</b>	73,0	152,5	38,0	79,0	107,0	127,0
<b>TOTAL CICLO DEL CULTIVO:</b>						<b>576,5</b>