



## Proyecto Regional Agrícola Desarrollo Rural

Estación Experimental Agropecuaria Pergamino "Ing. Agr. Walter Kugler"

### INOCULACIÓN CON MICORRIZAS EN MAÍZ. LOS INSECTICIDAS SOBRE SEMILLA AFECTAN SU EFICIENCIA? CAMPAÑA 2008/09

Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris, Lucrecia A. Couretot<sup>1</sup>  
Ing. Agr. Juan C. Ponsa<sup>2</sup>

#### Introducción:

La biología de suelos es un área de creciente interés en la agricultura actual. La misma se centra no solamente en el estudio de los procesos dinámicos que ocurren en los suelos, sino también en las posibilidades de mejorarla de manera directa e indirecta. Las medidas indirectas contemplan la creación de un ambiente adecuado para la proliferación de microorganismos favorables, mediante prácticas de cultivo que estimulen la ganancia de materia orgánica en el suelo, la estabilidad de sus agregados y una cobertura de residuos que en lo posible, evite oscilaciones hídricas extremas. Por otra parte, la forma directa de mejorar la biología de suelo contempla su introducción por medio de inoculantes en un ambiente propicio para su establecimiento.

El uso extensivo de inoculantes conteniendo microorganismos promotores del crecimiento vegetal, denominados genéricamente PGPM, ha tenido creciente difusión en los últimos años. En ensayos de investigación y extensivos, se han reportado al presente incrementos en los rendimientos bajo diferentes ambientes productivos que justifican este nivel de difusión. No obstante, se está desarrollando mucha investigación al respecto, y en un futuro cercano se podrá contar con cepas de mayor capacidad para promover el crecimiento de las plantas, a la vez de formulaciones y prácticas de inoculación con capacidad para mejorar la estabilidad del inoculante, la supervivencia de los microorganismos y los efectos agronómicos buscados.

El objetivo de este ensayo fue 1. Evaluar la respuesta agronómica a un promotor de crecimiento conteniendo Micorrizas en su formulación y 2. Estudiar el efecto de los insecticidas curasemillas sobre la eficiencia de estos microorganismos. Hipotetizamos que la respuesta agronómica a los microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PGPM) no es afectada por el uso conjunto de fungicidas curasemillas.

**Palabras claves:** *PGPM, inoculantes, insecticidas en semilla, rizósfera, rendimiento*

#### Materiales y métodos:

Se condujo un ensayo de campo en la localidad de Pergamino, sobre un suelo serie Pergamino 1, fase ligeramente ondulada, Clase de uso 1 de muy buena productividad. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y cinco tratamientos, cuya descripción se presenta en la Tabla 1.

---

(1) Técnicos de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino

(2) Técnico de Protección Vegetal de la EEA Pergamino

Tabla: Tratamientos de inoculación con Micorrizas y uso de insecticidas en Maíz. Pergamino, campaña 2008/09.

Tratamientos	Denominación	Formulación insecti
T1	NK 940 s/curar	-----
T2	NK 940 - Cruiser	1,8 ml kg <sup>-1</sup>
T3	NK 940 – Cruiser + Micorrizas	2 ml kg <sup>-1</sup>
T4	Nidera Ax 882 -Poncho	0,77 g kg <sup>-1</sup> +1,3 ml agua kg <sup>-1</sup>
T5	Nidera Ax 882 –Poncho + Micorrizas	13 g kg <sup>-1</sup> + 1,3 ml agua kg <sup>-1</sup>

El inoculante evaluado se denomina Crinigan Maíz de Laboratorios Crinigan SA, el cual contiene *Beijerinckia fluminensis* ( $9,8 \times 10^6$  g<sup>-1</sup> de soporte); *Saccharomyces* spp ( $1 \times 10^5$  g<sup>-1</sup> de soporte) y (*Endogone* spp:  $1 \times 10^6$  g<sup>-1</sup> de soporte). El insecticida Cruiser ® 35 FS (Syngenta Agro) contiene Tiametoxan 350 g IA l<sup>-1</sup>. Poncho ® FS (Bayer CropScience) tiene dos ingredientes activos: Clothianidin (170 g IA l<sup>-1</sup>) y Methiocarb (340 g IA l<sup>-1</sup>). El ensayo se sembró el día 27 de Octubre de 2008 en SD, con antecesor soja, utilizando los híbridos NK 940 y Nidera Ax 882. Todas las parcelas fueron fertilizadas a la siembra con fósforo (P) azufre (S) y nitrógeno (N), a la dosis de 20 kg Pha<sup>-1</sup>, 18 kg Sha<sup>-1</sup> y 100 kg Nha<sup>-1</sup>. Las fuentes utilizadas fueron Superfosfato triple de calcio (0-20-0), Sulfato de calcio (0-0-0-518) y Urea granulada (46-0-0).

Por su parte, el análisis de suelo del sitio experimental se presenta en la Tabla 2. Se destaca un nivel de Materia orgánica y N relativamente bajo, normal-bajo de P y muy bajo de S. Las bases de cambio presentan un valor adecuado. El sitio podría caracterizarse como de fertilidad media a baja.

Tabla 2: Análisis de suelo al momento de la siembra

Bloque	Prof. (cm)	MO (%)	pH	Ntotal	N-NO3 ppm	N-NO3 kg/ha	P-Bray	S-SO4	K ppm	Mg ppm	Ca ppm
Promedio	0-20	2,29	5,8	0,114	10	26,0	10,3	2,0	430,1	170,8	1920
	20-40				8	20,8					
	40-60				4	10,4					

Se determinó el vigor de planta de manera cualitativa en V5 (4 hojas expandidas) y R3 (grano en estado de ampolla) (escala de Ritchie & Hanway, 1983). En floración plena (R2) se realizaron mediciones de altura de plantas e inserción de la espiga, número de hojas verdes fotosintéticamente activas y senescidas, y se determinó la intensidad de verdor en hoja por medio del medidor de clorofila Minolta Spad 502. Este brinda una medida adimensional, no destructiva e indirecta del contenido de N foliar. Permite a la vez, cuantificar en forma objetiva y con mayor sutileza que la del ojo humano, eventuales diferencias entre tratamientos.

La cosecha se realizó en forma manual, con trilla estacionaria de las muestras. Sobre una alícuota de cosecha se analizaron los componentes del rendimiento, número (NG) y peso (P1000) de los granos. Para el estudio de los resultados se realizaron análisis de la varianza, comparaciones de medias y análisis de correlación.

### Condiciones ambientales de la campaña

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones del sitio durante el ciclo de cultivo, y en la Figura 2 las temperaturas, horas de luz y el coeficiente fototermal (Q) entre el 10 de Diciembre y el 10 de Enero, etapa que abarca el período crítico para la definición de los rendimientos del sitio. Las precipitaciones fueron escasas durante todo el período de cultivo. El déficit total acumulado, calculado como la diferencia entre la evapotranspiración real y potencial, alcanzó a 323 mm (Figura 1). Las condiciones de luminosidad no fueron restrictivas (Figura 2).

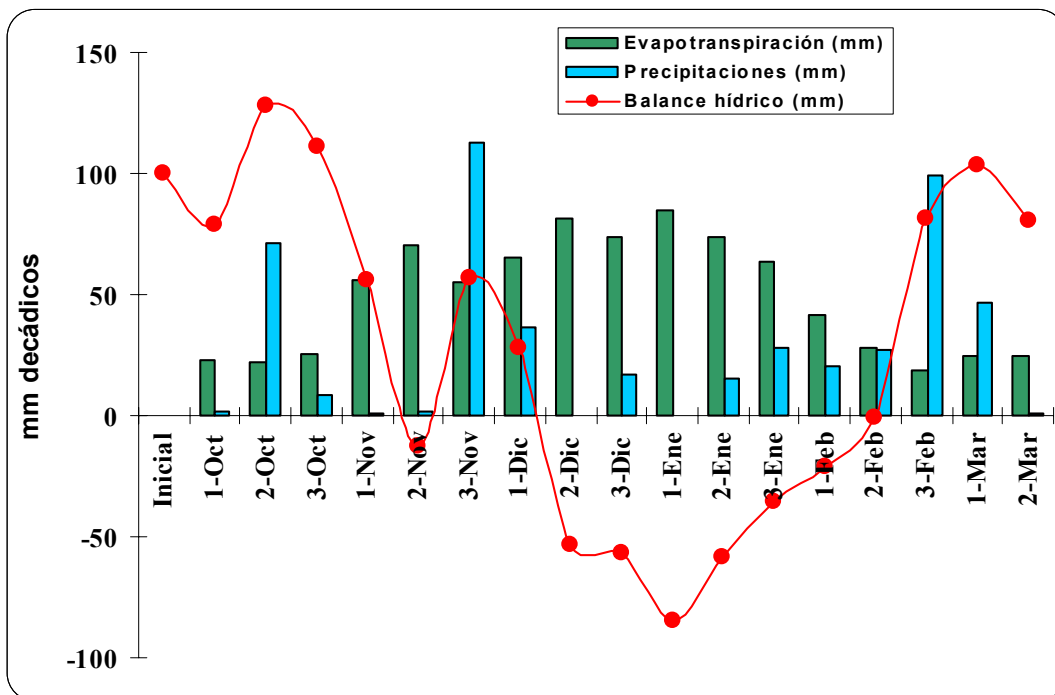


Figura 1: Precipitaciones decádicas acumuladas (mm) en el sitio experimental. Pergamino, campaña 2008/09. Déficit (evapotranspiración potencial – evapotranspiración real) 323 mm.

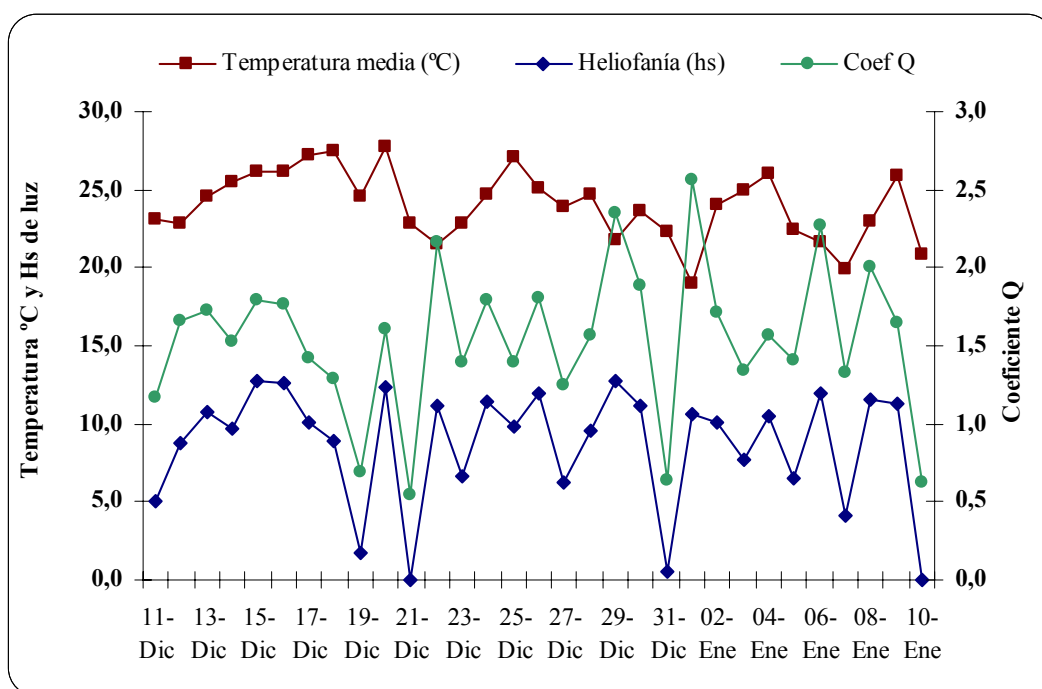


Figura 2: Insolación (en hs y décimas de hora) y temperatura media (°C) diarias para el período 10 de Diciembre – 10 de Enero, en el transcurso del cual se ubicó la etapa crítica para la definición de los rendimientos. Localidad de Pergamino, (Bs As), campaña 2008/09.

## Resultados y discusión

En la Tabla 3 se presentan algunos parámetros evaluados en el cultivo. Las diferencias más importantes en vigor, biomasa y altura de planta se observó entre cultivares, más que entre tratamientos de un mismo cultivar. La biomasa aérea y radicular en los estados iniciales de crecimiento parecieran ser los parámetros más sensibles para caracterizar el efecto de los

promotores de crecimiento. Los efectos a favor del tratamiento inoculado con Micorrizas fueron más marcados en el cultivar con menor vigor inicial (Nidera Ax 882).

Tabla 3: Parámetros de cultivo determinados en el ensayo a lo largo de su ciclo. En negrita se señalan el mejor tratamiento para cada variable. Tratamientos de inoculación con Micorrizas y uso de insecticidas en Maíz. Pergamino, campaña 2008/09.

Trat.	Denominación	Biomasa aérea V4 (kg ha <sup>-1</sup> )	Biomasa radical R2 (kg ha <sup>-1</sup> )	Indice de Vigor V4	Indice de Vigor R3
T1	NK 940 s/curar	5553	1124	3,5	3,7
T2	NK 940 - Cruiser	5470	1094	3,5	4,0
T3	NK 940 – Cruiser + Micorrizas	<b>5653</b>	1131	3,5	<b>4,2</b>
T4	Nidera Ax 882 -Poncho	3931	960	<b>4,0</b>	4,0
T5	Nidera Ax 882 –Poncho + Micorrizas	4541	<b>1141</b>	<b>4,0</b>	4,0
Trat.	Denominación	Altura final planta (m)	Altura inserción espiga (cm)	Hojas verdes activas R2	Unidades Spad R2
T1	NK 940 s/curar	<b>237</b>	115	14	43,5
T2	NK 940 - Cruiser	230	<b>120</b>	15	44,5
T3	NK 940 – Cruiser + Micorrizas	220	115	15	46,6
T4	Nidera Ax 882 -Poncho	230	115	<b>16</b>	<b>50,2</b>
T5	Nidera Ax 882 –Poncho + Micorrizas	225	100	15	48,5

Los rendimientos del ensayo fueron elevados, a pesar de la magnitud de la sequía que afectó al cultivo (Tabla 4). Se determinaron diferencias significativas en los rendimientos, aceptando (P=0,08; CV 7,1%). Si retirando el testigo del análisis se estudia la interacción variedad-insecticida x inoculación con Micorrizas, se comprueba que no hay interacción entre las variables (Tabla 5). En definitiva, en esta experiencia se verificó respuesta significativa a la utilización de inoculante en forma conjunta con insecticida. Las Micorrizas no se vieron perjudicadas por el uso de insecticida, por el contrario, los rendimientos se incrementaron levemente. Es probable que introduciendo terapicos como insecticidas o fungicidas, los microorganismos PGPM se encuentren favorecidos por una menor competencia por los recursos en la rizósfera. Esto difiere del comportamiento de las bacterias del Bradyrhizobium en Soja, donde es necesaria una alta carga bacteriana y, luego de establecido, el bacteroide lleva a cabo el proceso de fijación en el interior de la célula libre de la competencia de otros microorganismos. Por otra parte, el tratamiento en origen de la semilla con insecticidas evita la sobredosificación, lo que podría producir efectos negativos.

Tabla 4: Rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>), diferencia por sobre el Testigo (kg ha<sup>-1</sup> y %), número de granos (NG m<sup>-2</sup>) y peso de mil granos (g). Tratamientos de inoculación con Micorrizas y uso de insecticidas en Maíz. Pergamino, campaña 2008/09.

Trat.	Tratamiento	Rendimientos (kg ha <sup>-1</sup> )	Diferencia con testigo		NG m <sup>-2</sup>	P1000 (g)
			(kg ha <sup>-1</sup> )	(%)		
T1	NK 940 s/curar	8030			3286	244,4
T2	NK 940 - Cruiser	8770	(T2-T1)740	9,2	2912	301,2
T3	NK 940 – Cruiser + Micorrizas	9370	(T3-T1)1340	16,7	3038	308,4
T4	Nidera Ax 882 - Poncho	8850			3188	277,6
T5	Nidera Ax 882 – Poncho + Micorrizas	9205	(T5-T4)355	4,0	3414	269,6
	<b>Sign est. (P)</b>	<b>0,012</b>				
	<b>CV (%)</b>	<b>5,0 %</b>				

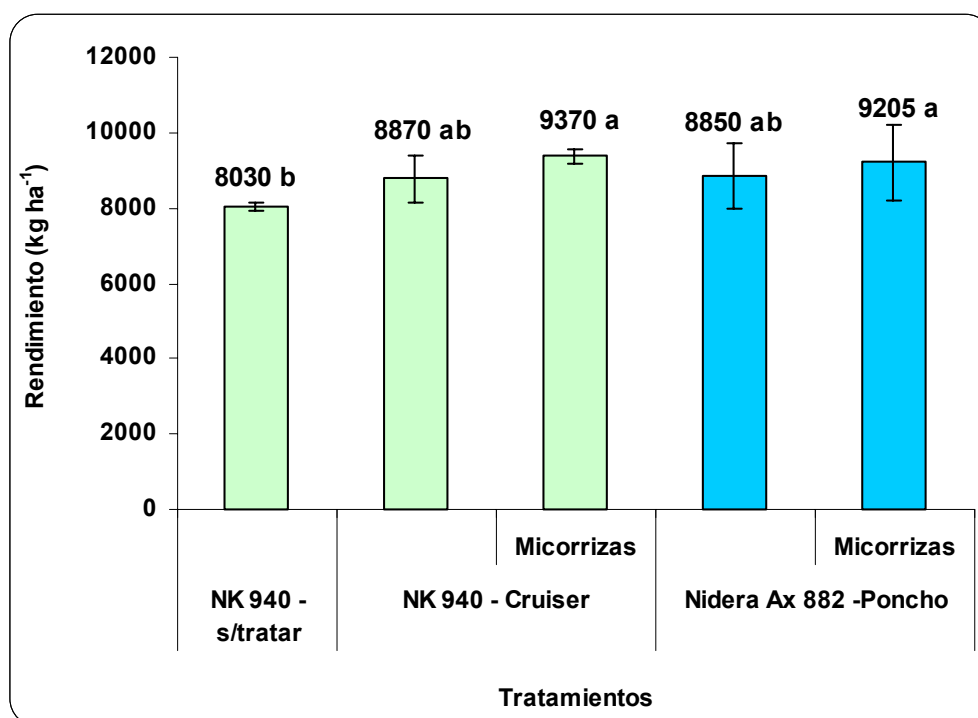


Figura 3: Producción de grano de maíz (kg ha<sup>-1</sup>) en tratamientos de inoculación con Micorrizas y uso de insecticidas. Las barras verticales representan la desviación Standard de la media. Pergamino, Campaña 2008/09.

Tabla 5: Ausencia de significancia estadística en la interacción variedad-insecticida x inoculación con Micorrizas sobre los rendimientos de Maíz.

Tratamiento	Rendimientos (kg ha <sup>-1</sup> )
Variedad-insecticida	0,90 n.s.
Inoculación Micorrizas	0,19 n.s.
Var-insecticida x inoculación Micorrizas	0,72 n.s.
CV (%)	7,4 %

En la Tabla 5 se presenta la asociación entre los rendimientos y las variables de cultivo evaluadas en el ensayo. Sólo la biomasa radicular en V5 se asoció significativamente a los rendimientos. Esta falta de asociación reflejaría la dificultad para trasladar a rendimiento una mejor condición de cultivo i.e. vigor temprano, cuando hay restricciones a la productividad durante el período crítico.

Tabla 6: Asociación estadística (R) entre el rendimiento y las variables evaluadas en el ensayo.

Tratamientos	Coefficiente de correlación (R)	Significancia de la correlación (P=)
Biomasa aéreaV5	0,07	
Biomasa raíz V5	-0,19	
Índice Vigor V4	0,32	P>0,10 n.s.
Índice Vigor R3	0,94	P=0,01
Altura plantas	-0,97	P=0,006
Altura Inserción	0,37	P>0,10 n.s.
Hojas Verdes R2	0,56	P>0,10 n.s.
Spad	0,59	P>0,10 n.s.
NG	0,59	P>0,10 n.s.
P1000	0,72	P>0,10 n.

## Conclusiones

- La utilización conjunta de Micorrizas e insecticidas para uso en semillas permitió incrementar los rendimientos del cultivo de Maíz.
- El efecto de las Micorrizas no se vió afectado por la presencia del insecticida, permitiendo obtener de 355 kg ha<sup>-1</sup> (Poncho 35FS) a 600 kg ha<sup>-1</sup> (Cruiser 35FS) adicionales. Es probable que el agregado de insecticida incremente la disponibilidad de recursos en la rizósfera, favoreciendo la proliferación de los microorganismos introducidos por el inoculante. De este modo, se acepta la hipótesis propuesta en esta investigación.
- El ensayo fue afectado por sequía. Aunque esto no impidió la obtención de altos rendimientos y que algunos tratamientos se destacaran sobre el resto, los resultados deben ser analizados considerando esta peculiar condición climática.