

MICORRIZAS EN MAÍZ Y MAÍZ POP EN DOS AMBIENTES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA

DESARROLLO RURAL INTA EEA PERGAMINO
PROYECTO REGIONAL AGRÍCOLA, CRBAN
Campaña 2010/11

Ings. Agrs. (MSc) Gustavo N. Ferraris, Lucrecia A. Couretot
INTA EEA Pergamino. Av Frondizi km 4,5 B2700WAA Pergamino
nferraris@pergamino.inta.gov.ar

Introducción:

Los microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PGPM) han mostrado numerosos efectos favorables sobre los cultivos, que se manifiestan en variables relacionadas con su crecimiento y estado nutricional, permitiendo aumentar los rendimientos. Esto ha posibilitado su reciente difusión en planteos extensivos, donde la superficie tratada se incrementa año tras año. Sin embargo, existe muy escasa información acerca de la respuesta de especies alternativas, de creciente difusión en las últimas campañas. El Maíz Pisingallo o Pop Corn es un cultivo que ha mostrado notables progresos en caracteres agronómicos tales como estabilidad de caña, potencial de rendimiento y tolerancia a enfermedades. Al poseer una planta de menor porte, su crecimiento inicial es de singular importancia con el fin de alcanzar buenos niveles de cobertura e intercepción de radiación durante el período crítico. Esta contribución ha sido mencionada en reiteradas ocasiones como consecuencia de la inoculación con microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PGPM), por lo que su utilización en este cultivo puede ser agronómicamente relevante.

El objetivo de este trabajo es 1. Evaluar los efectos sobre el crecimiento, la productividad y otras variables relacionadas con la nutrición, de tratamientos biológicos conteniendo Micorrizas en su formulación 2. Comparar la respuesta a la inoculación en maíz convencional y pop y 3. Evaluar la interacción con la fertilización nitrogenada del cultivo. Hipotetizamos que: 1. Los tratamientos con PGPM ensayados aumentan los rendimientos de maíz y de maíz pop, siendo más relevante en esta última especie a partir de su necesidad de altas tasas de crecimiento inicial y 2. La respuesta se mantiene estable en un amplio rango de niveles de nitrógeno aportado por fertilización.

Palabras clave: *Maíz, Maíz Pop, Micorrizas, crecimiento, nitrógeno, rendimiento.*

Materiales y métodos:

El ensayo se implantó en la localidad de Pergamino, sobre un suelo Serie Pergamino, el día 13 de octubre de 2010 en SD, a una densidad de 78000 pl/ha sin diferencias entre maíz convencional y pop, espaciado a 0,7 m entre hileras. El sitio experimental registra una rotación agrícola continua, siendo el antecesor la secuencia trigo/soja de primera. Los cultivares sembrados fue Nidera Ax878 (Maíz) y Basso 6101 (Pop). Cuando correspondió al tratamiento, la semilla fue tratada previo humedecimiento con el inoculante Crinigan Maíz de Laboratorios Crinigan SA, el cual contine *Beijerinckia fluminensis* ($9,8 \times 10^6 \text{ g}^{-1}$ de soporte); *Saccharomyces* spp ($1 \times 10^5 \text{ g}^{-1}$ de soporte) y (*Endogone* spp: $1 \times 10^6 \text{ g}^{-1}$ de soporte).

El diseño del ensayo correspondió a bloques completos al azar con cuatro repeticiones y los factores Especie, Inoculación y Dosis de N (N), conformado un factorial 2 x 2 x 2. Todas las parcelas fueron fertilizadas a la siembra con igual dosis de fósforo (P) y azufre (S). Las fuentes y dosis

utilizadas fueron superfosfato triple de calcio (0-20-0) 100 kg ha⁻¹ y sulfato de calcio (0-0-0-S18) 100 kg ha⁻¹, respectivamente.

Tabla 1: *Tratamientos evaluados en los ensayos. Inoculación con Micorrizas y dosis de nitrógeno en maíz y maíz pop. Pergamino. Campaña 2010/11.*

Tratamiento	Factor 1: Especie	Factor 2: Inoculación	Factor 3: Dosis N (kg ha ⁻¹)
T1	Maíz	Testigo	N 53 kg/ha
T2	Maíz	Crinigan	N 53 kg/ha
T3	Maíz Pop	Testigo	N 53 kg/ha
T4	Maíz Pop	Crinigan	N 53 kg/ha
T5	Maíz	Testigo	N 115 kg/ha
T6	Maíz	Crinigan	N 115 kg/ha
T7	Maíz Pop	Testigo	N 115 kg/ha
T8	Maíz Pop	Crinigan	N 115 kg/ha

Previo a la siembra se realizaron análisis de suelo de los sitios experimentales, los cuales se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: *Análisis de suelo a la siembra del ensayo.*

Prof. (cm)	MO (%)	CE dS m ⁻¹	pH	Ntotal	P Bray ppm	N-Nitratos ppm 0-60 cm	N-Nitratos kg/ha 0-60 cm	S-SO4 ppm	S-Sulfatos kg/ha 0-60 cm
0-20	2,9	0,08	5,6	0,145	7,8	11,0	27,5	3,5	8,75
20-40						3,5	9,1	2,0	5,2
40-60						2,0	5,2	1,5	3,9
							42 kgN	18 kgS	

En la floración se midió el número de hojas fotosintéticamente activas, la altura final de plantas y el índice verde por Spad. A cosecha se determinaron los componentes del rendimiento, número (NG) y peso (P1000) de los granos. La cosecha se realizó en forma manual, con trilla estacionaria de las muestras. Para el estudio de los resultados se realizaron análisis de la varianza y comparaciones de medias.

Condiciones ambientales en el sitio experimental

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones determinadas en el sitio experimental y la evapotranspiración del cultivo, así como el balance hídrico decádico. Las precipitaciones alcanzaron valores por debajo de la demanda ambiental durante noviembre y diciembre, y fueron normales en el resto del período. Gracias a las buenas reservas iniciales provenientes del año húmedo anterior, el cultivo sólo expresó déficit a finales de diciembre. Si bien su duración fue breve, este déficit fue marcado y estratégicamente localizado en el período crítico (Figura 1).

Sólo se registraron 2 días de escasa heliofanía entre 10 de diciembre y 10 de enero -uno menos que en el ciclo seco 2008/09-, siendo el cociente fototermal (Q) medio de 1,88, superior al de 2009/10 (1,68) e inclusive al año muy seco 2008/09 (1,54). Las condiciones de luminosidad fueron muy favorables durante esta última campaña (Figura 2).

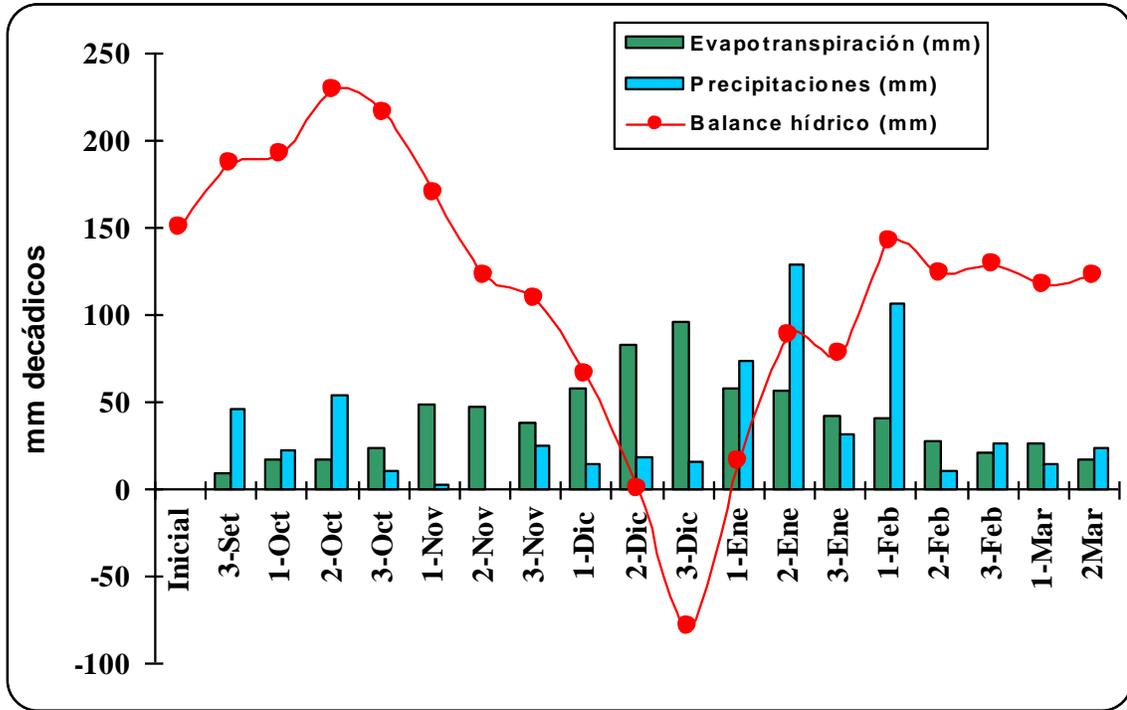


Figura 1: Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico decádico (mm) en el sitio experimental. INTA EEA Pergamino, campaña 2010/11. Agua disponible en el suelo a la siembra (200 cm) 150 mm. Precipitaciones en el ciclo 622 mm. Déficit de evapotranspiración 80 mm.

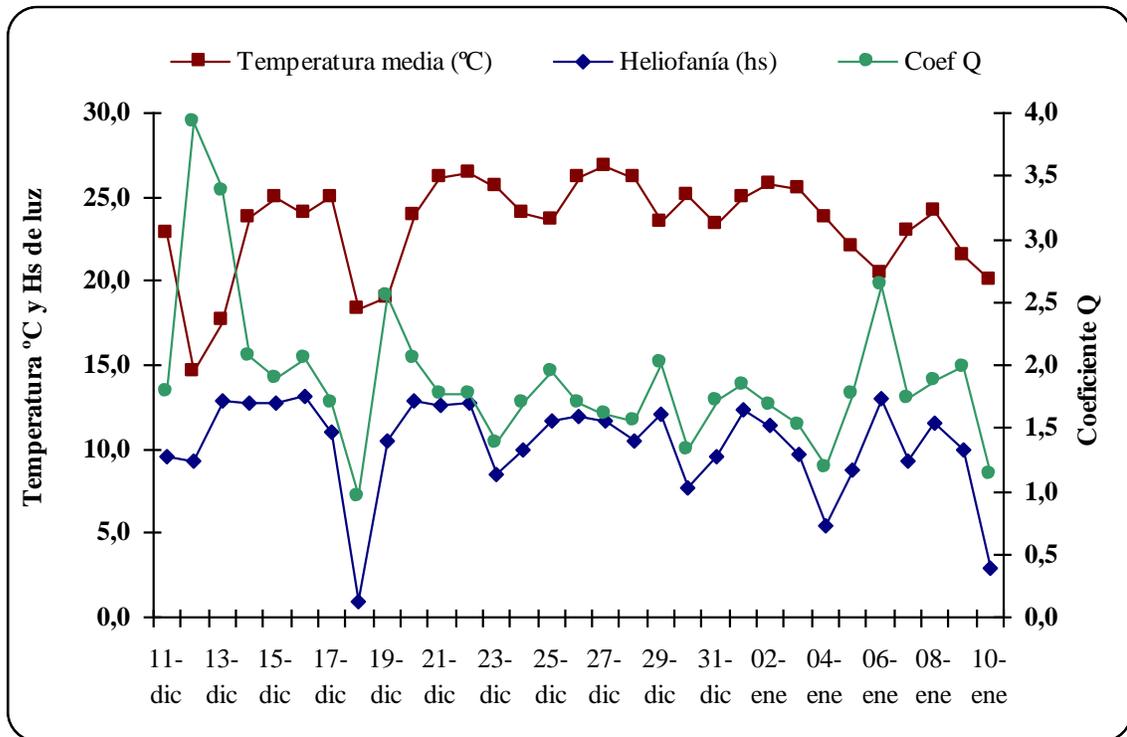


Figura 2: Insolación (en hs y décimas de hora) y temperatura media (°C) diarias para el período 10 de Diciembre – 10 de Enero, en el transcurso del cual se ubicó la etapa crítica para la definición de

los rendimientos. Datos tomados de la estación meteorológica de la EEA INTA Pergamino, (Bs As), campaña 2010/11.

Resultados

Tabla 3: Parámetros morfológicos de cultivo: plantas emergidas, hojas fotosintéticamente activas, altura de planta, altura de inserción de espiga, índice de vigor e intensidad de verde determinado mediante lecturas Spad. Tratamientos de inoculación con promotores del crecimiento vegetal y dosis de Nitrógeno en Maíz. Pergamino, campaña 2010/11.

Trat	Factor 1: Especie	Factor 2: Inoculación	Factor 3: Dosis N (kg ha ⁻¹)	Plantas emergidas m ²	Hojas activas R2	Altura planta (cm)	Altura inserción espiga (cm)	Índice de Vigor R2	Unidades Spad R2
T1	Maíz	Testigo	N 53kg	83,3	13	169	75	3,8	51,2
T2	Maíz	Crinigan		76,7	13	189	73	4,0	52,1
T3	Maíz Pop	Testigo		75,0	13	145	65	3,8	47,1
T4	Maíz Pop	Crinigan		78,3	12	156	70	4,1	51,0
T5	Maíz	Testigo	N 115 kg	91,7	12	175	70	4,1	55,1
T6	Maíz	Crinigan		78,3	13	173	68	4,2	51,7
T7	Maíz Pop	Testigo		81,7	13	149	60	3,9	48,9
T8	Maíz Pop	Crinigan		90,0	13	160	62	4,0	48,2

Índice de Vigor: 1 mínimo 5-máximo

R2 Corresponde a los estados de cuajado de grano.

Tabla 4: Rendimiento (kg ha⁻¹), componentes, respuesta absoluta y relativa a tratamientos con promotores del crecimiento vegetal y dosis de Nitrógeno en Maíz. Pergamino, campaña 2010/11.

Trat	Factor 1: Especie	Factor 2: Inoculación	Factor 3: Dosis N (kg ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	NG	PG	Dif con testigo absoluto (kg ha ⁻¹)	RR al testigo Testigo=100
T1	Maíz	Testigo	N 53kg	13031	3545	368		
T2	Maíz	Crinigan		13445	3922	343	414	103
T3	Maíz Pop	Testigo		4867	3019	161		
T4	Maíz Pop	Crinigan		5445	3370	162	578	112
T5	Maíz	Testigo	N 115 kg	12758	3637	351		
T6	Maíz	Crinigan		13820	3976	348	1063	108
T7	Maíz Pop	Testigo		6414	3969	162		
T8	Maíz Pop	Crinigan		6789	4070	167	375	106
Especie (P=)				0,000	Efecto significativo Cultivo (P<0,01)			
Inoculación (P=)				0,017	Efecto significativo Inoculación (P<0,05)			
Dosis N (P=)				0,006	Efecto significativo Dosis N (P<0,01)			
Especie x Inoculación (P=)				0,524				
Especie x Dosis N (P=)				0,009	Interacción significativa Cultivo x Dosis N (P<0,05)			
Inoculación x Dosis N (P=)				0,586				
Especie x Inoculación x Dosis N (P=)				0,312				
CV (%)				4,08				

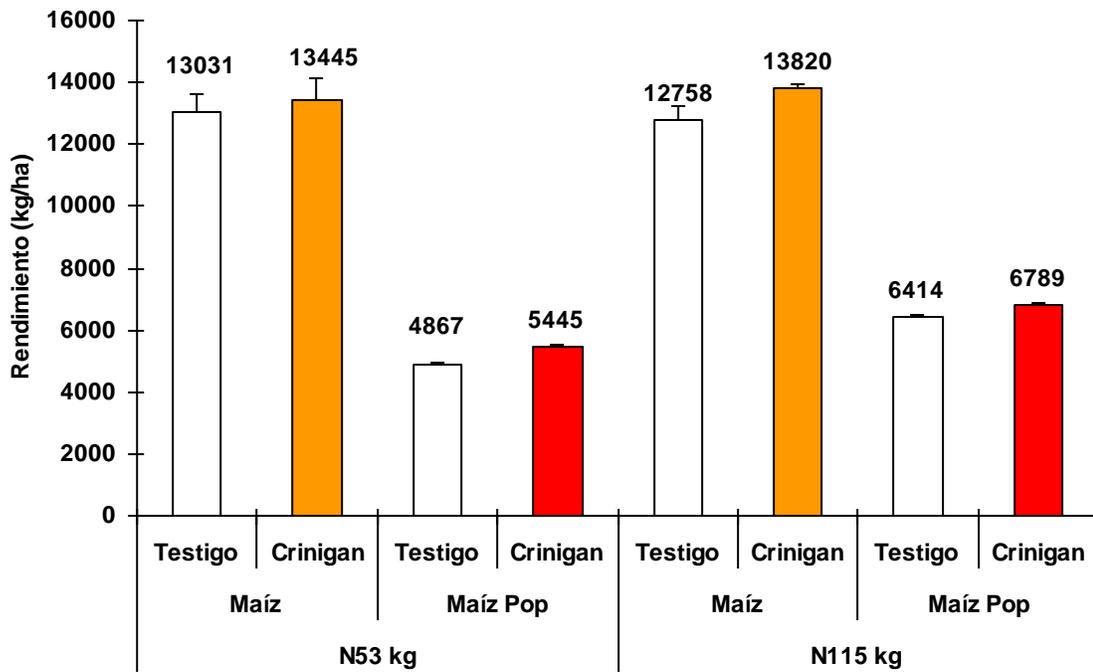


Figura 3: Rendimiento de grano de maíz según especie, dosis de N y tratamiento de inoculación con Micorrizas. Pergamino, campaña 2010/11. Las líneas verticales representan la desviación Standard de la media.

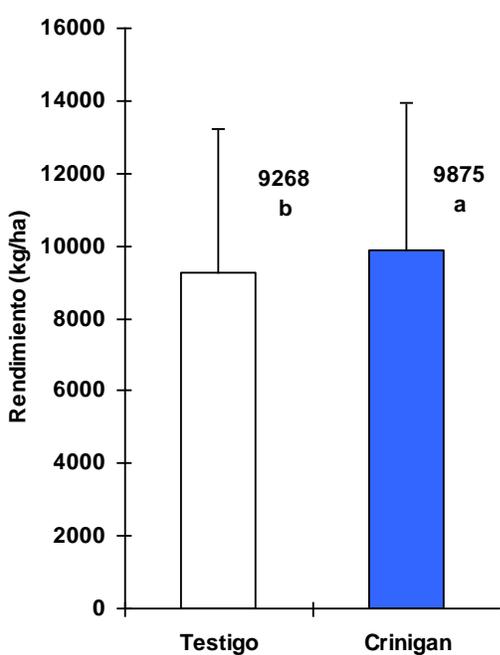


Figura 4.a

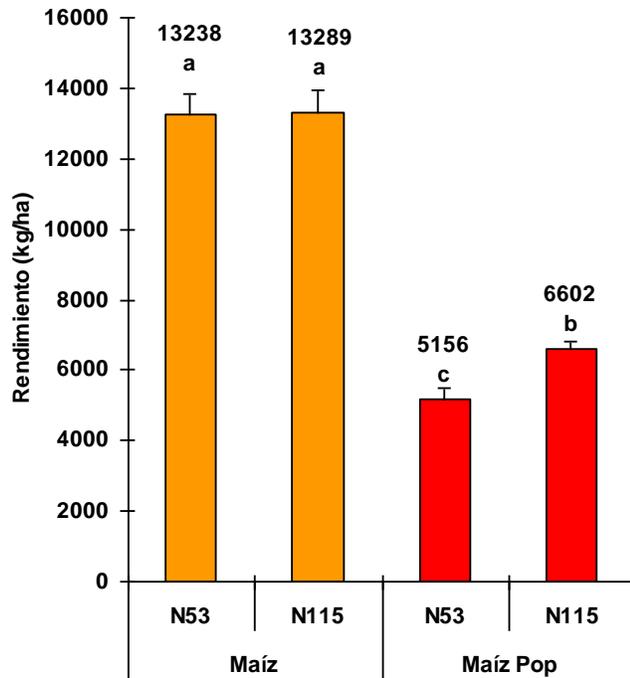


Figura 4.b

Figura 4: Rendimiento de grano de maíz, como promedio de tratamientos de a) Inoculación con el inoculante Crinigan, conteniendo Micorrizas b) Interacción entre especie y dosis de N aplicado como

fertilizante. Pergamino, campaña 2010/11. Letras distintas sobre las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos. Las líneas verticales representan la desviación Standard de la media.

Tabla 5: Correlación estadística entre los rendimientos y otras variables determinadas en el experimento. Maíz, Pergamino, campaña 2009/10. En rojo variables asociadas al rendimiento en forma significativa ($P < 0,10$).

Variable	R ²	P=
P1/m2	0.12	P>0,10
Hojas activas	0.07	P>0,10
Altura final	0.89	P=0,00
Altura inserción	0.66	P=0,06
Spad	0.76	P=0,02
Vigor	0,32	P>0,10
Número Granos	0.39	P>0,10
Peso Granos	0,98	P=0,00

Discusión y conclusiones

*Se registró a finales de diciembre un breve período de estrés que alcanzó a 80 mm de déficit, compensado a través de un mayor peso de los granos y por este motivo con escaso impacto sobre los rendimientos (Figura 1).

* Los tratamientos de inoculación, especialmente en Maíz Pop, mejoraron el crecimiento, altura de las plantas, vigor y valores de Spad (Tabla 3).

*La inoculación incrementó significativamente los rendimientos (Figura 4.a). No se determinó interacción entre respuesta a inoculación con Crinigan y especie o dosis de N (Tabla 4). Sin embargo, la respuesta relativa en Pop (9%), fue superior a la observada en Maíz tradicional (5,5%).

*Se determinó en cambio interacción entre Especie y respuesta a N, siendo superior en Maíz Pop (Tabla 4).

*La altura final de planta, de inserción de espiga, la intensidad de verde por Spad y el PG correlacionaron significativamente con los rendimientos del cultivo.

*Los resultados del experimento permiten aceptar la hipótesis 1 – existe respuesta a Micorrizas- y, aunque no se determinó interacción especie x inoculación, la respuesta porcentual fue mayor en Pop. La respuesta a N fue asimismo significativamente superior en Pop. La mayor respuesta al agregado de recursos externos en Pop se explica por el menor tamaño de planta y raíces, menor vigor, cobertura y altura de planta, lo que incrementa la importancia de mejorar el crecimiento en las primeras etapas del ciclo de cultivo.

*La hipótesis 2 debe ser igualmente aceptada, ya que la respuesta a Micorrizas no varió con la dosis de N. Esta falta de interacción permite recomendar a cada una de las tecnologías en forma individual, las que a su vez podrían aplicarse en una variedad de ambientes productivos y niveles de fertilidad.