

TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS EN GRAMÍNEAS ESTIVALES. EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA EFICIENCIA DE USO DE NITRÓGENO

INTA EEA PERGAMINO. UCT AGRÍCOLA, CRBAN

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

El uso de inoculantes biológicos incorporados como tratamientos de semilla con microorganismos promotores del crecimiento vegetal es motivo de un importante número de estudios de investigación y evaluaciones extensivas en diferentes cultivos. Si bien los efectos favorables sobre las plantas cultivadas son muy diversos, estos podrían agruparse en 1. Estímulo o promoción de crecimiento propiamente dicho, 2. Efectos de biocontrol y tolerancia mejorada a patógenos 3. Fijación no simbiótica de nitrógeno, solubilización de nutrientes e incremento en la eficiencia de uso de los fertilizantes y 4. Otros efectos secundarios. Dado el crecimiento en los costos de producción, las mejoras derivadas de una mayor eficiencia de uso de los nutrientes y otros recursos a partir de los aportes de estos tratamientos biológicos son de relevancia agronómica y económica (Ferraris et al., 2011).

Las micorrizas son hongos ampliamente distribuidos en el suelo, capaces de establecer asociaciones mutualistas con los vegetales. Desde hace tiempo se conoce su efecto favorable en especies perennes y forestales, pero últimamente se ha indagado su utilidad en cultivos anuales.

Se reconoce de las Micorrizas su capacidad para mejorar la estructura del suelo gracias al crecimiento del micelio y la secreción de glomalinas (Faggioli et al., 2008). Asimismo, actúan como una prolongación del sistema radicular (Peterson et al., 2004), facilitando la adquisición de agua y nutrientes de baja movilidad como potasio (K), zinc (Zn) y especialmente P. Por su menor diámetro, las micorrizas tienen mayor superficie de absorción que las raíces del vegetal. Si bien utilizan P bajo las mismas formas que las plantas, tienen mayor afinidad por el nutriente y una concentración crítica en solución más baja para lograr su absorción (García et al., 2006).

El objetivo de este trabajo es la respuesta de los cultivos de Maíz, Sorgo y POP a la inoculación con el inoculante Crinigan Maíz y Crinigan Sorgo, respectivamente, bajo dos niveles de fertilización nitrogenada- Hipotetizamos que 1. Los tratamientos biológicos evaluados aumentan el crecimiento inicial impactando positivamente en los rendimientos del cultivo y 2. El comportamiento de estas prácticas no se modifica por otros factores de producción como el Nitrógeno (N), siendo aplicables a una variedad de planteos productivos. El contraste ambiental con la campaña anterior permite evaluar la estabilidad de los tratamientos biológicos.

Palabras clave: Micorrizas, gramíneas estivales, interacciones fertilización - biología

MATERIALES Y MÉTODOS

En la localidad de Pergamino se realizó un experimento de campo, sobre un suelo Serie Pergamino, Argiudol típico de alta productividad. La siembra se efectuó el día 17 de octubre en SD, a una densidad de 76000 pl ha⁻¹ y espaciado a 0,7 m entre hileras. El sitio experimental registra una rotación agrícola continua, siendo el antecesor la secuencia trigo/soja de primera. El cultivar sembrados fue Syngenta 900 Víptera, Basso Bx312 y Advanta VDH 314, respectivamente..

El diseño del ensayo correspondió a bloques completos al azar con cuatro repeticiones y tratamientos en arreglo factorial de 2 tratamientos de semilla (testigo e inoculado) y 2 niveles de N, 74

y 125 kg ha⁻¹. A la siembra, se aplicaron 100 kg ha⁻¹ de MsS15 (7-17-0-S15) como fertilizante arrancador. Los tratamientos evaluados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: *Tratamientos biológicos en Maíz. Pergamino, campaña 2012/13*

Tr	Denominación	Contenido	Dosis microorganismo	Dosis N (kg ha ⁻¹)
T1M	Maíz	Testigo	-----	N 74 y 125
T2M	Maíz	Crinigan Maíz	8 g kg semilla ⁻¹	N 74 y 125
T1P	Maíz Pop	Testigo	-----	N 74 y 125
T2P	Maíz Pop	Crinigan Maíz	8 g kg semilla ⁻¹	N 74 y 125
T1S	Sorgo	Testigo	-----	N 74 y 125
T2S	Sorgo	Crinigan Sorgo	8 g kg semilla ⁻¹	N 74 y 125

Previo a la siembra se realizó un análisis de suelo de los sitios experimentales, el cual se presenta en la Tabla 2:

Tabla 2: *Análisis del suelo del sitio experimental al momento de la siembra.*

Prof	pH		Materia Orgánica	N total	Fósforo disponible	N-Nitratos (0-60) cm	N-Nitratos suelo 0-60 cm	S-Sulfatos suelo 0-20 cm
	agua 1:2,5		%		mg kg ⁻¹	ppm	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
0-20	5,8		2,53	0,125	6,6	10,2-4,9-4,2	50,1	7,4-3,9-5,7
	Magnesio	Potasio	Calcio	Zinc	Manganeso	Cobre	Hierro	Boro
	ppm	ppm	ppm	ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm
0-20	225	579	1423	0,45	42,3	1,52	69,1	0,43

En el estado V4 se cuantificó la materia seca acumulada en planta entera. En la floración se midió el número de hojas fotosintéticamente activas, la altura final de plantas, el vigor e 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.

RESULTADOS

a) Condiciones ambientales en el sitio experimental

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones y evapotranspiración del sitio durante el ciclo de cultivo, y en la Figura 2 las temperaturas, horas de luz y el coeficiente fototermal (Q) durante el período crítico para Pergamino. Las precipitaciones alcanzaron valores adecuados, con algún leve faltante a finales de enero cuando la ausencia de lluvias y altas temperaturas provocaron un agotamiento de las reservas (Figura 1). Las condiciones de luminosidad fueron apropiadas, si bien acontecieron varios días de lluvia, esta circunstancia moderó las temperaturas, originando un cociente fototermal (Q) medio de 1,9. En la Figura 3 son comparadas las precipitaciones y temperaturas en el período crítico para las campañas 2011/12 y 2012/13, evidenciando el ambiente más favorable de esta última.

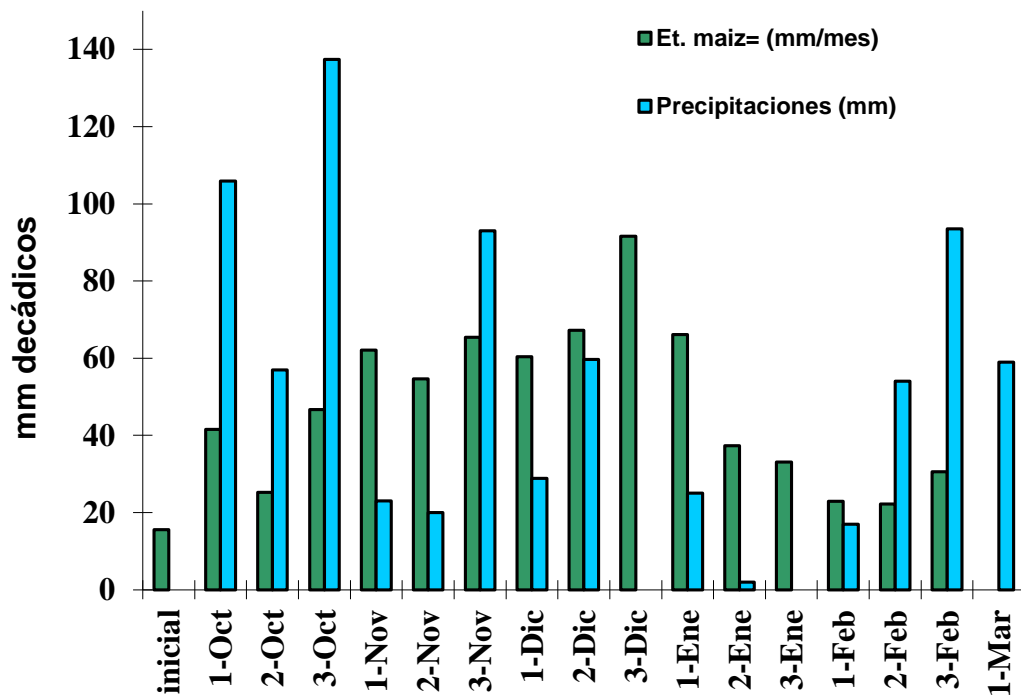


Figura 1: Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico decádico acumulados (mm) en Pergamino, Bs As, durante la campaña 2012/13. Agua disponible inicial en el suelo (200 cm) 213 mm. Precipitaciones totales en el ciclo 775,4 mm. Déficit acumulado de evapotranspiración 16 mm.

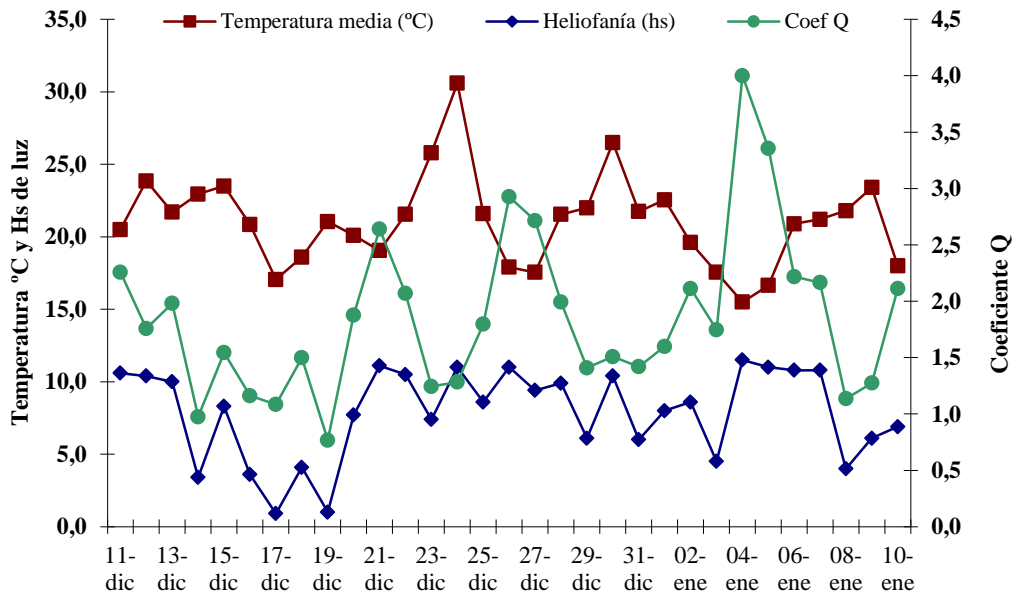


Figura 2: Insolación (en hs y décimas de hora) y temperatura media (°C) diaria para el período 10 de Diciembre – 10 de Enero. Datos tomados de la estación meteorológica de la EEA INTA Pergamino, (Bs As), campaña 2012/13.

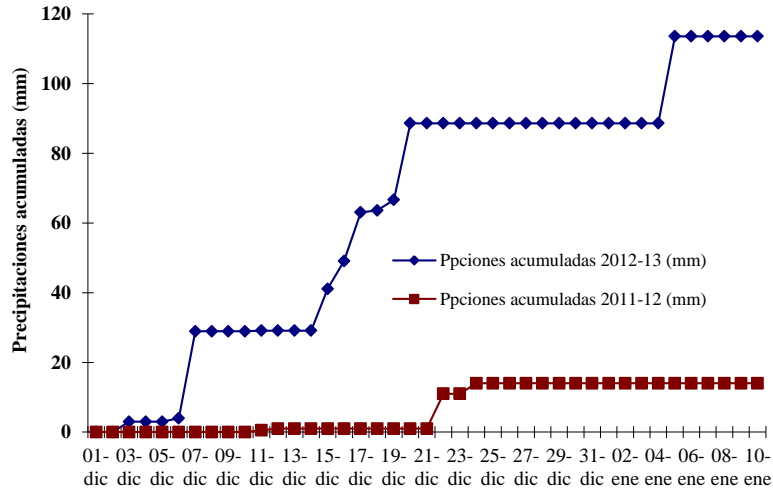


Figura 3.a

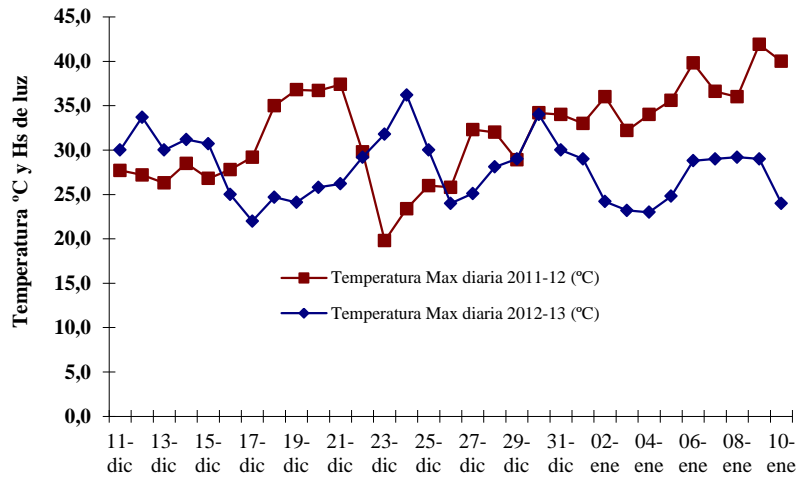


Figura 3.b

Figura 3: a) Precipitaciones y b) temperatura máxima diaria durante el período crítico para la campañas 2011/12 y 2012/13 en la localidad de Pergamino. Nótese el incremento de temperaturas hacia enero de 2012.

b) Resultados de los experimentos

En la Tabla 3 se presentan las variables de cultivo evaluada en el ensayo:

Tabla 3: Parámetros morfológicos de cultivo durante el período crítico: 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 semilla en gramíneas estivales. Pergamino, campaña 2012/13.

Trat	Especie	Inoculación	Fertilización nitrogenada	Plantas emergidas m ²	Materia Seca V6 (kg/ha)	Hojas activas R2	Altura planta (cm)	Altura Inserción (cm)	Índice de Vigor R2	Unidades Spad R2
T1M	Maíz	Testigo	N 74 kg	80	2315,0	12,0	241	100	3,7	51,9
T2M	Maíz	Crinigan Maíz		80	2390,0	12,8	240	110	3,8	46,2
T1P	Maíz Pop	Testigo		82	940,0	10,0	202	93	3,4	32,5
T2P	Maíz Pop	Crinigan Maíz		84	1020,0	11,8	208	95	3,4	44,7
T1S	Sorgo	Testigo		144	1460,0	8,0	150	114	2,8	46
T2S	Sorgo	Crinigan Sorgo		149	1715,0	8,0	155	118	3,6	49,9
T1M	Maíz	Testigo	N 125kg	79	2585,0	13,8	250	108	3,5	46,8
T2M	Maíz	Crinigan Maíz		76	2710,0	13,0	255	110	4,0	48,7
T1P	Maíz Pop	Testigo		78	1220,0	9,0	208	98	3,5	37,1
T2P	Maíz Pop	Crinigan Maíz		79	1515,0	9,5	210	105	3,4	35,5
T1S	Sorgo	Testigo		118	1855,0	8,0	150	110	3,3	49,1
T2S	Sorgo	Crinigan Sorgo		140	1790,0	8,0	150	110	3,0	43,5
Correlación (r² vs rendimiento)				0,00	0,98	0,26	0,14	0,27	0,16	0,56

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 diferentes tratamientos de semilla en Maíz. Pergamino, campaña 2012/13.

Trat	Especie	Inoculación	Fertilización nitrogenada	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	NG	PG	Dif com testigo (kg ha ⁻¹)	Dif com testigo (%)
T1M	Maíz	Testigo	N 74 kg	9540	4240	225		
T2M	Maíz	Crinigan Maíz		9500	4077	233	-40	-0,4
T1P	Maíz Pop	Testigo		4370	3414	128		
T2P	Maíz Pop	Crinigan Maíz		4860	3496	139	490	11,2
T1S	Sorgo	Testigo		6545				
T2S	Sorgo	Crinigan Sorgo		7062			517	7,9
T1M	Maíz	Testigo	N 125 kg	10120	4518	224		
T2M	Maíz	Crinigan Maíz		10210	4439	230	90	0,9
T1P	Maíz Pop	Testigo		4650	3633	128		
T2P	Maíz Pop	Crinigan Maíz		5130	3977	129	480	10,3
T1S	Sorgo	Testigo		7953				
T2S	Sorgo	Crinigan Sorgo		8360			407	5,1
Tratamientos de semilla (P=)				0,30				
Dosis N (P=)				0,02				
Especie (P=)				0,000				
TS x Dosis N (P=)				0,99				
Especie x Dosis N (P=)				0,35				
TS x Especie (P=)				0,78				
TS x Especie x Dosis N (P=)				0,98				
CV (%)				9,9 %				

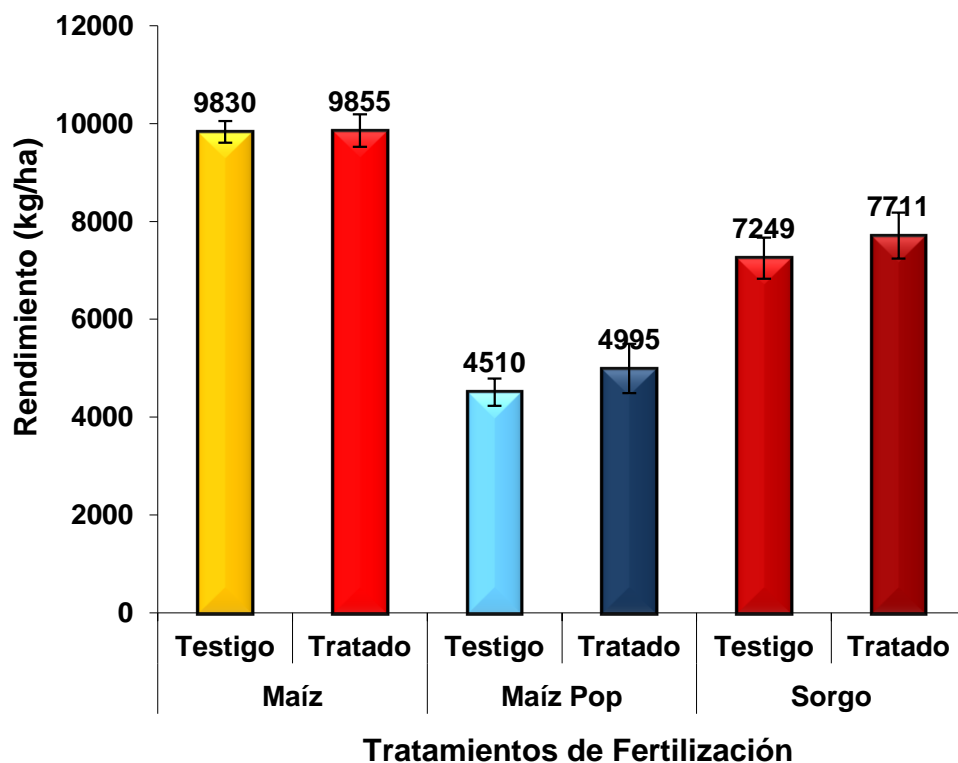


Figura 4: Producción de maíz según tratamientos de semilla con el inoculante *Crinigan Maíz* (Maíz y Pop) y *Crinigan Sorgo* (Sorgo), promedio de dos niveles de N. Pergamino, campaña 2012/13.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

* El ciclo agrícola 2012/13 se caracterizó por las condiciones ambientales favorables para la expresión de buenos rendimientos en gramíneas estivales.

* Los rendimientos oscilaron entre 9500 y 10210 kg ha⁻¹ en maíz, 4370 y 5130 kg ha⁻¹ en pop y 6545 a 8360 kg ha⁻¹ en sorgo.

* La biomasa acumulada en V6 ($R^2=0,98$) y la intensidad de verde por Spad ($R^2=0,56$) fueron las variables que mayor contribución aportaron a la construcción de los rendimientos (Tabla 3).

* Las diferencias de rendimiento por inoculación fueron máximas en POP, con 11,2 y 10,3 % para N74 y N125, respectivamente. En Sorgo, alcanzaron a 11,2 y 10,3 %, para los mismos niveles de N. Por último, fueron mínimas en el maíz convencional, con respuestas de -0,4 y 0,9 % en N74 y N125, respectivamente (Tabla 4). Estas diferencias no alcanzaron la significancia estadística, probablemente a causa del reducido número de tratamientos involucrados (testigo y tratado).

* La respuesta a N fue estadísticamente significativa ($P=0,02$), favorecida por la baja fertilidad del sitio y las altas precipitaciones. También se determinaron diferencias significativas entre especies ($P=0,00$)(Tabla 4).

* Los resultados obtenidos permiten afirmar que, a nivel de tendencia, se registraron diferencias agrónomicamente relevantes en maíz pop y sorgo. En cambio, en este experimento no se determinaron diferencias en maíz, probablemente a causa de la buena oferta hídrica que habría hecho menos relevante la contribución de un microorganismo favorable para la obtención de agua y nutrientes del suelo.

* La hipótesis que sugiere respuestas similares al uso de micorrizas bajo diferentes niveles de nitrógeno es igualmente aceptada.