

TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS CON MICORRIZAS EN MAÍZ Y MAÍZ POP

PROYECTO REGIONAL 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 serían de relevancia (Ferraris et al., 2011).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta del cultivo de Maíz a un grupo de PGPM incorporados como tratamientos de semilla, bajo condiciones de sequía. Hipotetizamos que 1. Los tratamientos evaluados incrementan el crecimiento inicial impactando positivamente en los rendimientos del cultivo y 2. Es posible identificar especies donde los tratamientos de inoculación expresan una respuesta superior.

Palabras clave: Micorrizas, Maíz, Maíz Pop, interacciones fertilización - biología

MATERIALES Y MÉTODOS

Se condujo un experimento de campo en la EEA INTA Pergamino, sobre un suelo correspondiente a la Serie Pergamino, Clase I de muy buena productividad. El experimento fue sembrado el día 30 de Setiembre en SD, con antecesor trigo/soja, utilizando en maíz el híbrido Syngenta NK 910 TDMax, y en Maíz Pop el cultivar Bx 312. El diseño del ensayo correspondió a bloques completos al azar con cuatro repeticiones y arreglo factorial de 2 especies, 2 tratamientos de inoculación y 2 niveles de nitrógeno (N). Todas las parcelas fueron fertilizadas a la siembra con igual dosis de fósforo (P), azufre (S) y N. Las fuentes y dosis utilizadas fueron superfosfato triple de calcio (0-20-0) 100 kg ha⁻¹, sulfato de calcio (0-0-0-S18) 100 kg ha⁻¹, y Urea granulada (46-0-0) 217 kg ha⁻¹ respectivamente.

Tabla 1: *Tratamientos evaluados en los ensayos. Tratamientos biológicos en Maíz y Maíz Pop. Pergamino. Campaña 2011/12.*

| Tratamiento | Factor 1: Especie | Factor 2: Inoculación | Factor 3: Dosis N (kg ha^{-1}) |
|-------------|-------------------|-----------------------|------------------------------------|
| T1 | Maíz | Testigo | N 50 kg/ha |
| T2 | Maíz | Crinigan | N 50 kg/ha |
| T3 | Maíz Pop | Testigo | N 50 kg/ha |
| T4 | Maíz Pop | Crinigan | N 50 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 | pH | | Materia Orgánica | N total | Fósforo disponible | N-Nitratos (0-20) cm | N-Nitratos suelo 0-60 cm | S-Sulfatos suelo 0-60 cm |
|------|------------|---------|------------------|---------|--------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| | agua 1:2,5 | | % | | mg kg $^{-1}$ | ppm | kg ha $^{-1}$ | kg ha $^{-1}$ |
| 0-20 | 5,9 | | 3,1 | 0,155 | 15,2 | 20,5 | 96,7 | 69,7 |
| | Magnesio | Potasio | Calcio | Zinc | Manganeso | Cobre | Hierro | Boro |
| | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm |
| 0-20 | 184 | 477 | 1627 | 0,63 | 39.1 | 1,26 | 73,3 | 0,79 |

En V4 se cuantificó materia seca por planta. En la floración se midió el número de hojas fotosintéticamente activas, el vigor, la altura final de plantas y el índice verde por Spad. A cosecha de 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

CONDICIONES AMBIENTALES EN EL SITIO EXPERIMENTAL

Año 2011/12

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. 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 382 mm. Como consecuencia de las escasas precipitaciones, las condiciones de luminosidad no fueron restrictivas, pero pierden importancia ante la magnitud del estrés hídrico. La temperatura media fue del período fue muy elevada (Figura 1).

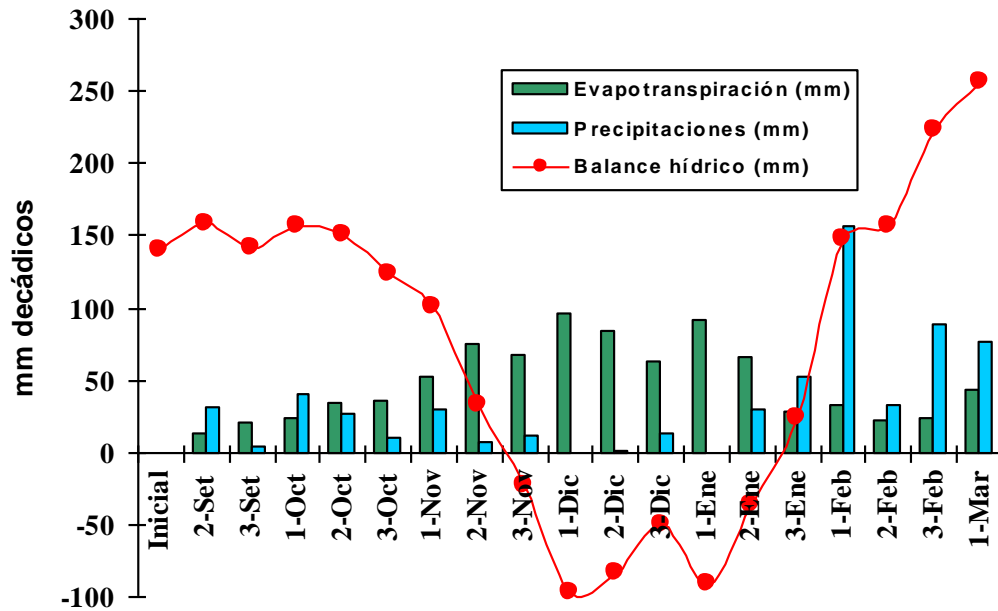


Figura 1: Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico decádico acumulado (mm) en el sitio experimental. Pergamino, campaña 2011/12. Déficit acumulado (evapotranspiración potencial – evapotranspiración real) 382 mm.

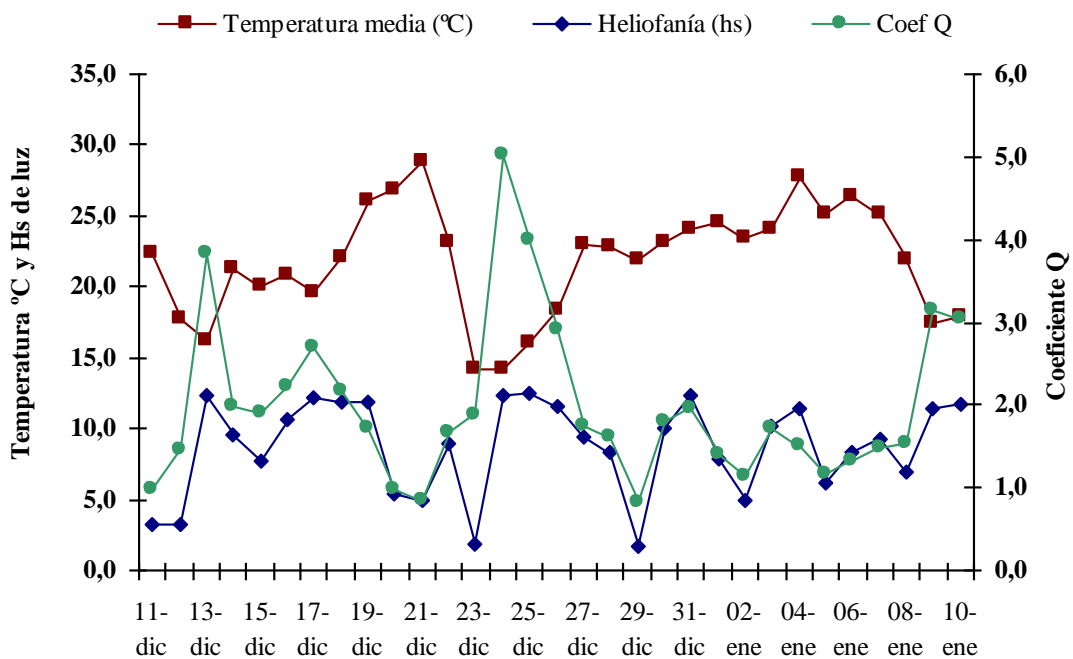


Figura 2: Insolación (en hs y décimas de hora) y temperatura media (°C) diarias para el período 10 de Diciembre – 10 de Enero, en el transcurso del cual se ubicó la etapa crítica para la definición de los rendimientos. Localidad de Pergamino, (Bs As), campaña 2011/12.

RESULTADOS DEL EXPERIMENTO

Tabla 3: *Parámetros morfológicos de cultivo: Materia seca en V4, hojas fotosintéticamente activas, altura de planta, altura de inserción de espiga, índice de vigor, intensidad de verde determinado mediante lecturas Spad y porcentaje de plantas abortadas por sequía. Tratamientos biológicos con Micorrizas en Maíz, Pergamino, campaña 2011/12.*

| T | Esp | Tratam | N (kg) | MSeca V4 (kg ha ⁻¹) | Hojas activas R2 | Altura planta (cm) | Altura inserción espiga (cm) | Índice de Vigor R2 | Unidades Spad R2 | Plantas s/ espiga (%) |
|----|------|----------|--------|---------------------------------|------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|
| T1 | Maíz | Testigo | N50 | 950 | 13,0 | 180 | 95 | 3,0 | 35,5 | 20,0 |
| T2 | Maíz | Crinigan | N50 | 820 | 12,5 | 185 | 92 | 2,8 | 34,6 | 15,0 |
| T3 | Pop | Testigo | N50 | 920 | 13,0 | 172 | 85 | 2,6 | 35,5 | 25,0 |
| T4 | Pop | Crinigan | N50 | 990 | 12,8 | 178 | 98 | 3,1 | 36,0 | 15,0 |
| T5 | Maíz | Testigo | N115 | 920 | 12,5 | 174 | 90 | 3,0 | 35,4 | 30,0 |
| T6 | Maíz | Crinigan | N115 | 1120 | 12,8 | 175 | 105 | 3,2 | 38,9 | 30,0 |
| T7 | Pop | Testigo | N115 | 770 | 12,8 | 175 | 94 | 3,1 | 38,8 | 35,0 |
| T8 | Pop | Crinigan | N115 | 780 | 13,0 | 175 | 94 | 3,1 | 38,8 | 35,0 |

Índice de Vigor: 1 mínimo 5-máximo

V4: Cuatro hojas expandidas. R2 Cuajado de grano.

Tabla 4: *Rendimiento y respuesta (kg ha⁻¹) a tratamientos de semilla en Maíz y Maíz Pop. Pergamino, campaña 2011/12.*

| T1 | Especie | Trat | Dosis N (kg/ha) | Rendimiento (kg ha ⁻¹) | Dif com testigo a igual nivel de fertilización (kg ha ⁻¹) |
|----|---------|----------|-----------------|------------------------------------|---|
| T1 | Maíz | Testigo | N50 | 7207 | |
| T2 | Maíz | Crinigan | N50 | 7906 | 700 |
| T3 | Pop | Testigo | N50 | 1830 | |
| T4 | Pop | Crinigan | N50 | 3048 | 1217 |
| T5 | Maíz | Testigo | N115 | 6689 | |
| T6 | Maíz | Crinigan | N115 | 7379 | 690 |
| T7 | Pop | Testigo | N115 | 1275 | |
| T8 | Pop | Crinigan | N115 | 2013 | 738 |

Tabla 5: *Efecto de tratamiento para la variable rendimiento. Pergamino, campaña 2011/12.*

| Efecto | Valor de P |
|----------------------------|------------|
| Especie (P=) | 0,000 |
| Tratamiento (P=) | 0,03 |
| Dosis N (P=) | 0,07 |
| Int Especie x Trat (P=) | 0,669 |
| Int Trat x Dosis N (P=) | 0,680 |
| Int Especie x Dosis N (P=) | 0,711 |
| CV (%) | 13,6 % |

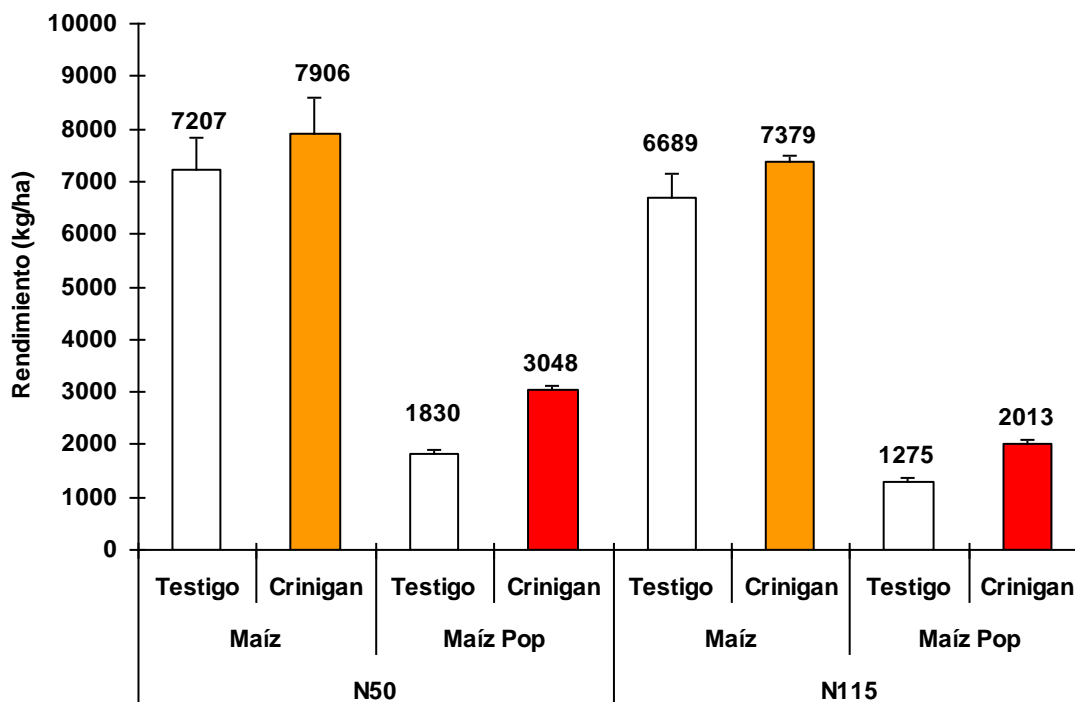


Figura 3: Rendimiento de grano de Maíz y Maíz Pop según tratamientos biológicos y dosis de Nitrógeno. Pergamino, campaña 2011/12. Las líneas verticales representan la desviación Standard de la media.

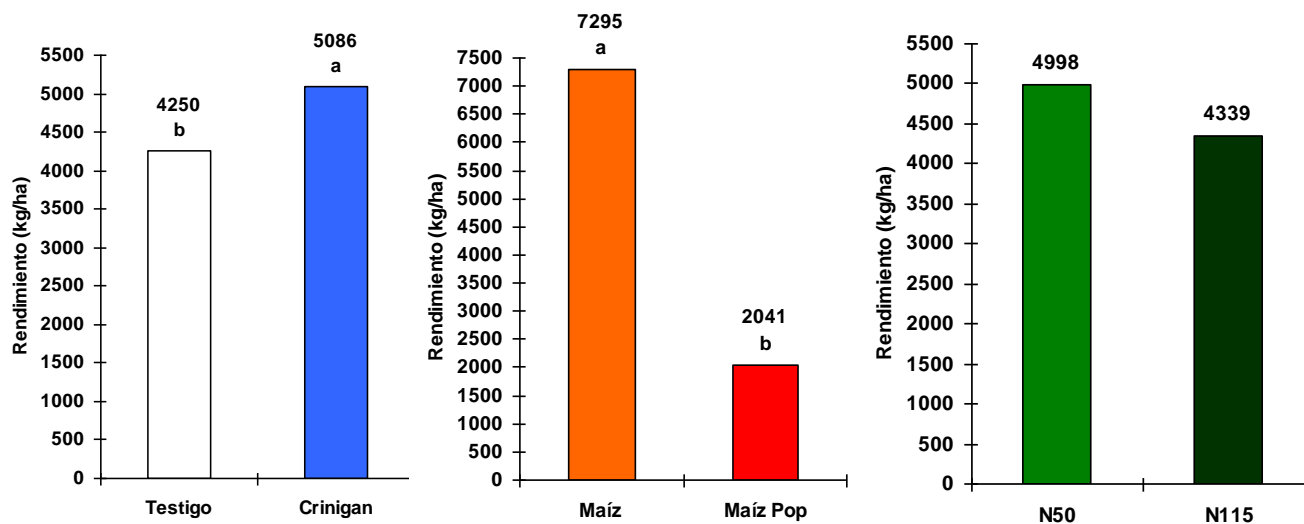


Figura 3: Rendimiento de grano según a) Tratamiento de inoculación, promedio de las dos especies y dosis de N, b) Especie cultivada, y c) Dosis de N. Letras distintas sobre las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos. Las líneas verticales representan la desviación Standard de la media. Pergamino, campaña 2011/12.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

- * El ambiente climático fue desfavorable para la producción. La sequía predominante durante diciembre determinó una restricción severa sobre los rendimientos (Figura 1).
- * La sequía afectó en mayor medida al Maíz Pop con relación al convencional, ampliando las diferencias esperables entre las especies.
- * Se determinó efecto significativo de tratamiento de inoculación ($P < 0,05$), especie ($P < 0,05$) y dosis de N ($P < 0,10$), aunque no existió interacción entre ninguno de estos factores (Tabla 5)
- * En Maíz, durante el ciclo se determinaron diferencias relevantes en parámetros intermedios como acumulación de MSeca inicial, vigor, intensidad de verde por Spad y una reducción en el porcentaje de espigas abortadas. Esta tendencia fue más consistente con la dosis de N 115 (Tablas 3 y 4).
- * En Maíz Pop, las diferencias en las variables medidas durante el ciclo entre testigos e inoculados fueron consistentes y pronunciadas. Los rendimientos acusaron diferencias estadísticamente significativas y agrónomicamente relevantes (Tablas 3 y 4).
- * Afectado por sequía, la eficiencia de uso de N (EUN) fue limitada, y se verificó respuesta negativa al incremento de dosis, de N50 a N100. Es probable que una mayor dosis de N incrementara la expansión foliar y la transpiración por parte del cultivo, acentuando el proceso de sequía y como consecuencia deprimiendo los rendimientos y la respuesta las tecnologías evaluadas.
- * Los resultados del experimento permiten aceptar la Hipótesis 1: A pesar de la sequía que condicionó fuertemente los rendimientos, la inoculación con Micorrizas permitió incrementar significativamente los rendimientos, a partir de un mayor crecimiento, acumulación inicial de biomasa en las plantas, mayor vigor, intensidad de fotosíntesis y menor aborto de espigas. La Hipótesis 2 es parcialmente aceptada: si bien no se determinó interacción especie x tratamiento, la respuesta en magnitud y sobre todo en porcentaje fue superior en el Maíz Pop.