

INOCULACIÓN CON MICORRIZAS Y USO DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZANTE FOSFORADO EN MAÍZ EN AMBIENTES CON BAJA DISPONIBILIDAD DE FÓSFORO EN EL SUELO

Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino,
Proyecto Regional Agrícola

Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris y Lucrecia A. Couretot

Introducción:

El Fósforo (P) es uno de los nutrientes esenciales para los vegetales, estando involucrado en procesos de singular importancia dentro de su ciclo vital (Tabla 1).

Tabla 1: *Funciones del Fósforo en los vegetales*

- ✓ **Es necesario durante todo el ciclo, desde el nacimiento hasta la madurez.**
- ✓ **Favorece la implantación de los cultivos (Ayuda a que raíces y plántulas se desarrollen rápidamente).**
- ✓ **Provee a la planta la energía necesaria para sus procesos metabólicos.**
- ✓ **Favorece el macollaje en gramíneas.**
- ✓ **Aumenta la tolerancia al estrés (térmico, hídrico).**
- ✓ **Mejora la resistencia a enfermedades.**
- ✓ **Acelera la maduración de los cultivos.**
- ✓ **Es vital en la formación de los granos, con los cuales se va una fracción muy importante (75-85 %).**

A pesar de su importancia, la disponibilidad de P en los suelos de la región ha bajado considerablemente, por causa de los elevados índices de extracción a los que este nutriente se ha visto sometido, mediante elevadas cosechas y esquemas de fertilización que contemplan solamente la reposición parcial de los niveles extraídos.

Si bien en el largo plazo la forma más apropiada de mejorar la nutrición fosforada de los cultivos es incrementar su disponibilidad en el suelo, la inoculación con microorganismos favorables puede contribuir a aumentar la absorción tanto del P del suelo como de aquel agregado como fertilizante. Así, podría mejorarse el estado nutricional del cultivo aún en condiciones de baja fertilidad, mientras se implementan estrategias que lleven el P a niveles más convenientes.

Debido a la tendencia actual hacia un incremento en las dosis aplicadas, es importante discriminar los efectos de estos microorganismos bajo diferentes niveles de fertilidad. Es deseable que los aumentos de rendimiento por el uso de Micorrizas (Micorrizas) y otros microorganismos considerados como PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) se mantengan en altos niveles de fertilización. Así, se podría implementar una estrategia que permita combinar una alta eficiencia de uso

de los nutrientes en el corto plazo, con un esquema de fertilización que posibilite incrementar gradualmente su disponibilidad en los suelos a lo largo del tiempo.

El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto de un inoculante en base a *Micorrizas* bajo dos dosis de P sobre el rendimiento de maíz en la localidad de Pergamino (Bs As). Hipotetizamos que la inoculación incrementa el rendimiento de este cultivo, independientemente de la dosis de P agregada.

Materiales y métodos:

El ensayo fue realizado en la localidad de Pergamino, sobre un suelo serie Pergamino, Argiudol típico, Clase de uso 1 de muy buena productividad.

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos, los cuales se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: *Tratamientos evaluados en el ensayo.*

Tratamientos	Factor 1: Biofertilizante	Factor 2: Fertilizante químico
T1: Testigo P20	Testigo	Superfosfato Triple 100 kg ha ⁻¹
T2: Micorrizas P20	Micorrizas	Superfosfato Triple 100 kg ha ⁻¹
T3: Testigo P40	Testigo	Superfosfato Triple 200 kg ha ⁻¹
T4: Micorrizas P40	Micorrizas	Superfosfato Triple 200 kg ha ⁻¹

El ensayo se sembró el día 11 de setiembre de 2006 en SD, con antecesor soja de primera, utilizando el híbrido Nidera Ax 882MG. La fertilización de base consistió en la aplicación de 90 kg ha⁻¹ de fosfato monoamónico, y 198 kg ha⁻¹ de UAN en V6 (63 kgN ha⁻¹). El lote sobre el cual se instaló el experimento puede considerarse de mediana fertilidad nitrogenada, con 64 kgN ha⁻¹ disponibles en el suelo al momento de la siembra (0-60 cm), y baja disponibilidad de P (Tabla 3).

Tabla 3: *Análisis de suelo al momento de la siembra.*

Prof.	pH	Conductividad (Ds/m)	Materia Orgánica	N total	Fósforo disponible	N-Nitratos	N en suelo
	agua 1:2,5		%		ppm	ppm	kg/ha
0-20	5,6	0,381	3,02	0,151	9	11	29
20-40						8	20
40-60						6	15

64 kgN

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 y discusión:

a) *Condiciones climáticas de la campaña*

Las precipitaciones durante el ciclo del cultivo en Pergamino se presentan en la Figura 1. Por su parte, los datos de radiación y temperatura en los meses de diciembre y enero se muestran en la Figura 2. El ambiente fue muy favorable, a punto tal que el registro de precipitaciones durante el ciclo de cultivo superó la media anual de la localidad. A pesar de esta buena pluviometría, el número de días nublados y de baja insolación fue muy limitado, lo que permitió una adecuada oferta lumínica durante el período crítico para la definición de los rendimientos.

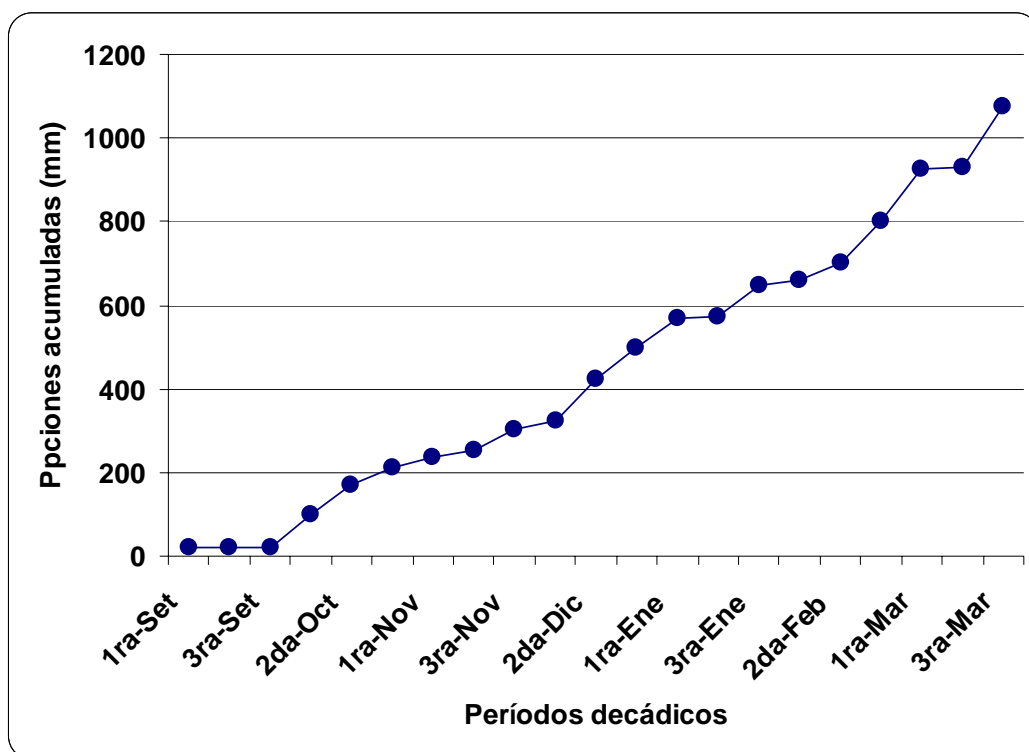


Figura 1: Precipitaciones decádicas acumuladas (mm) en el sitio experimental. Localidad de Pergamino, (Bs As), campaña 2006/07.

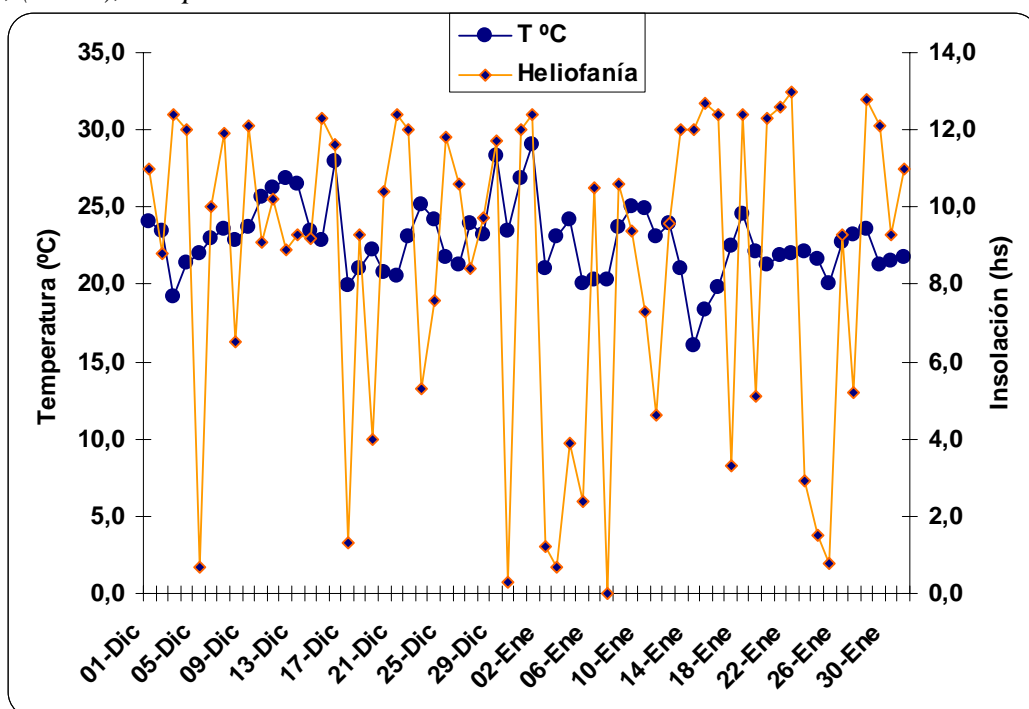


Figura 2: Insolación (en hs y décimas de hora) y temperatura media (°C) diarias durante los meses de diciembre y enero, en el transcurso de de los cuales se ubicó el período crítico para la definición de los rendimientos. Localidad de Pergamino, (Bs As), campaña 2006/07.

b) Resultados de los ensayos

En la Figura 3 se presentan los rendimientos de los diferentes tratamientos. Estos fueron aceptables y reflejaron la buena condición ambiental de la campaña. Se determinaron diferencias estadísticamente significativas por efecto de los tratamientos ($P=0,053$, CV 5,8 %). La dosis de P40

permitió alcanzar los mayores rendimientos, superando significativamente al testigo. Se puede observar un comportamiento claramente aditivo entre inoculante y dosis de P, donde el rendimiento máximo se alcanza en el nivel superior de ambos factores (Minorizas-P40).

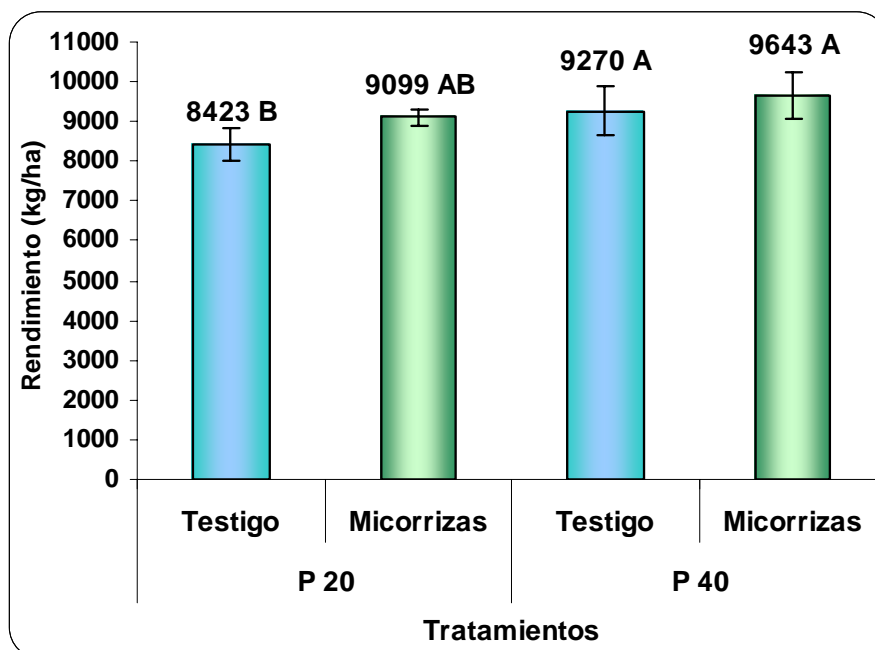


Figura 3: Rendimientos de maíz como resultado de la inoculación con Micorrizas bajo dos niveles de fertilización fosforada. Letras distintas representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Las barras verticales indican la desviación Standard de la media. Pergamino, Campaña 2006/07.

Si se analiza el experimento como un factorial P x Micorrizas se puede estudiar la interacción entre estos factores, como se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4: Análisis de la Varianza para rendimiento.

Efecto evaluado	Valor de P=
Dosis de P	0,027
Micorrizas	0,077
Interacción Dosis de P x Micorrizas	0,578 n.s.
Coefficiente de Variación	5,8 %

La respuesta a Micorrizas fue significativa (P=0,077) y no difirió entre dosis de P (interacción P x Micorrizas no significativa, Tabla 3). Se determinó efecto de dosis de P (P=0,02). En promedio, los tratamientos inoculados con Micorrizas aumentaron su rendimiento en 525 kg ha⁻¹, mientras que el incremento de dosis de P20 a P40 lo hizo en 695 kg ha⁻¹ (Figura 4). Los rendimientos en general siguieron la tendencia del número de granos, aunque el agregado de Micorrizas acrecentó también el peso de los granos (Figura 5).

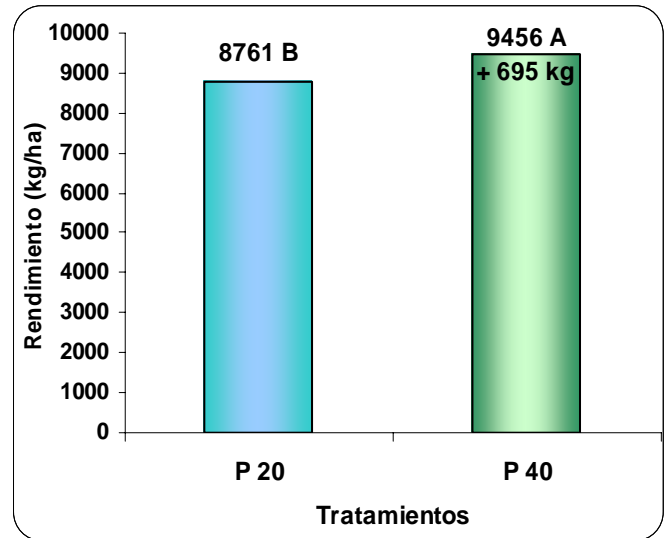
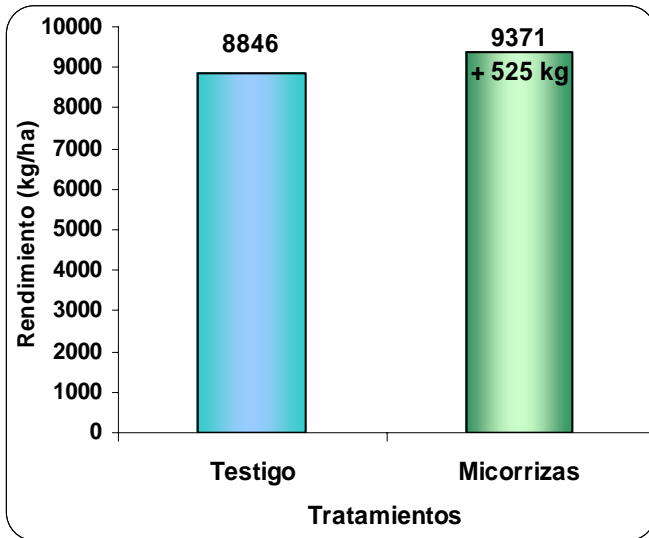


Figura 4.a

Figura 4.b

Figura 4: Rendimiento de maíz como resultado de: 4.a) la inoculación con Micorrizas promedio de dos dosis de P y 4.b) dos niveles de fertilización fosforada, promedio de tratamientos con y sin inoculación. Letras distintas representan diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

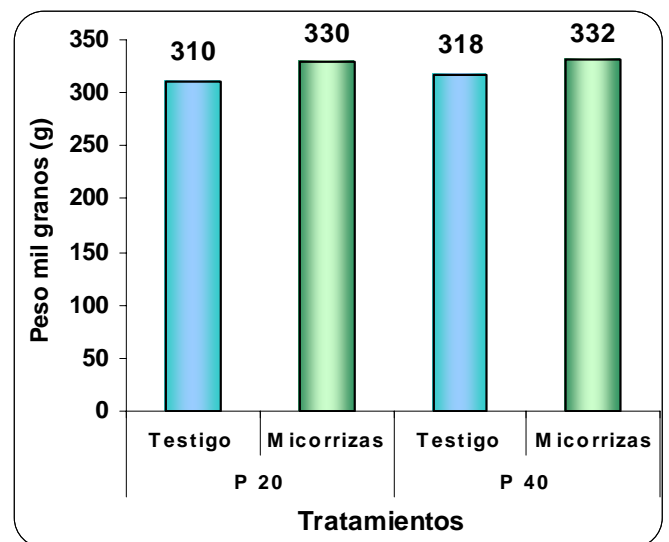
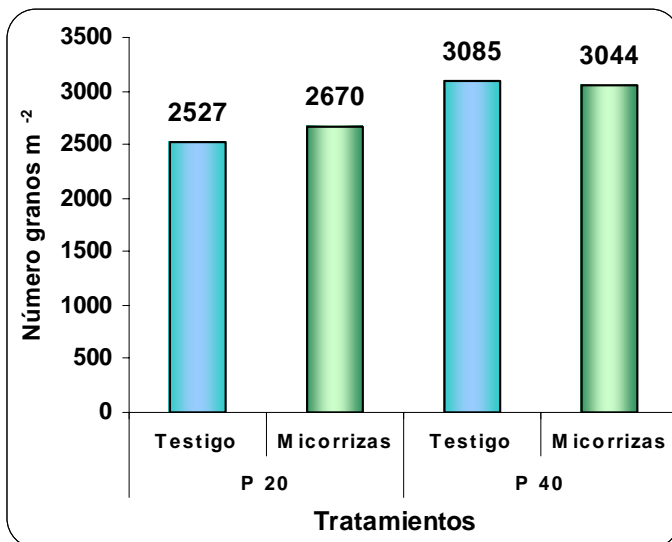


Figura 5.a

Figura 5.b

Figura 5: Componentes del rendimiento, número (5.a) y peso (5.c) de los granos como resultado de la inoculación con Micorrizas en dos niveles de fertilización fosforada.

La Eficiencia de Uso del P se incrementó en los tratamientos inoculados, especialmente en la dosis más baja de P (8 % superior, Figura 6). De esta manera, se estaría cumpliendo con el objetivo buscado con las Micorrizas de incrementar la EUP en condiciones restrictivas del nutriente.

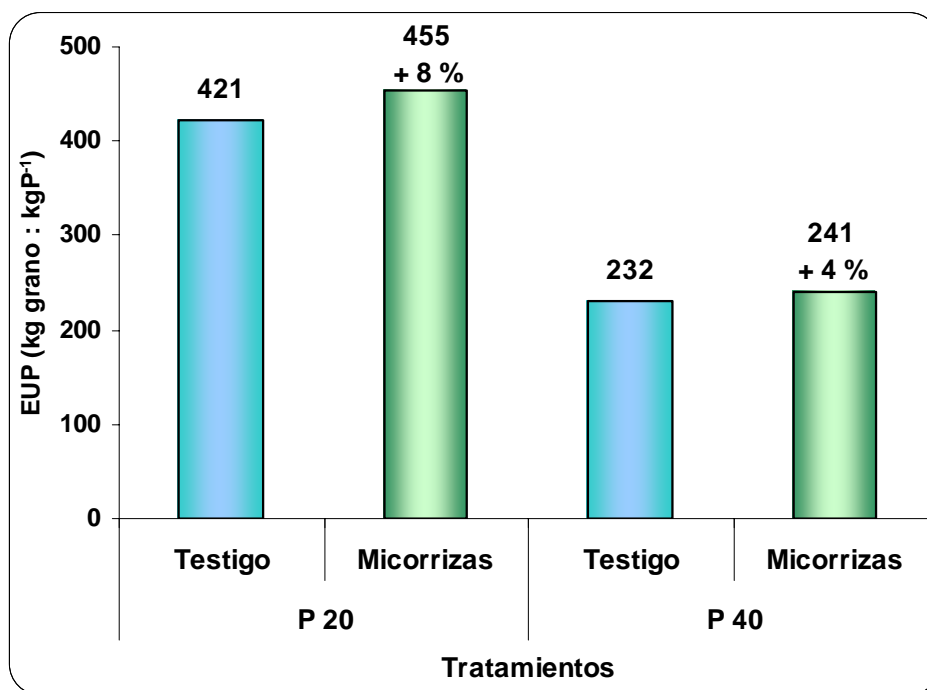


Figura 6: Eficiencia de uso del fósforo (kg grano: kg P agregado) para diferentes dosis de P y tratamientos de inoculación con Micorrizas.

Conclusiones:

Las condiciones hídricas y de radiación y temperatura durante la campaña 2006/07 fueron muy favorables, y en este ensayo permitieron obtener rendimientos aceptables.

La inoculación con Micorrizas posibilitó incrementar significativamente los rendimientos, aumentar el número de granos y mejorar la EUP, especialmente cuando las dosis de P fueron más bajas. El uso de microorganismos que actúan favoreciendo la adquisición de nutrientes del suelo o aplicados por fertilización podría ser una estrategia válida para alcanzar condiciones de suficiencia nutricional, mientras se implementan esquemas de fertilización que permitan aumentar la disponibilidad de estos nutrientes en los suelos.