



## Introducción

La utilización de tratamientos biológicos de semilla con microorganismos seleccionados es una práctica favorable con antecedentes de incremento de producción de cultivos. Diversos trabajos han reportado ventajas por la inoculación con estos microorganismos como: incremento del crecimiento inicial de cultivo, mayor acumulación de materia seca radicular, más rápida implantación, y mayor eficiencia de uso de recursos como nitrógeno y agua. Además de incrementos de rendimientos que en promedio superan entre 5 al 10 % a los tratamientos sin inocular.

El aumento del crecimiento radical incrementa la exploración del suelo y mejora el acceso al agua y a nutrientes limitantes para la normal producción de los cultivos, de esta manera se logran aumentos en la producción de los mismos. Como consecuencia se reducen procesos de pérdida de nutrientes móviles, se atenúan períodos de moderado estrés hídrico y se logra mantener tasas de crecimiento activo del cultivo mejorando su capacidad de fijación de carbono resultando en mayor producción inicial de biomasa, aprovechamiento de la radiación y fijación de granos.

Las micorrizas son hongos pertenecientes a la familia de Endogonaceae y han sido utilizados para el tratamiento de semillas de gramíneas, su uso en trigo y maíz ha permitido incremento de producción y mejoras en el establecimiento de cultivo. Si bien se ha observado mejoras en la eficiencia de uso de recursos por la inoculación con tratamientos biológicos de semilla es necesario profundizar sobre los niveles de inoculación con micorrizas y los cambios en la eficiencia de uso de nitrógeno.

Se supone que al aplicar tratamientos de inoculación con micorrizas, la mejora en el crecimiento del cultivo de trigo y maíz, además la inoculación con micorrizas en cultivo de maíz aumenta la eficiencia de uso de nitrógeno. Los objetivos son (i) cuantificar los cambios en la producción de trigo y maíz según tratamientos de semillas con micorrizas, y (ii) establecer las diferencias en la eficiencia de uso de nitrógeno en maíz según la disponibilidad de micorrizas.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en dos lotes de producción de trigo y maíz ubicados en el partido de San Antonio de Areco (Buenos Aires, Argentina) con predominio de Argiudoles Típicos y más de 10 años de siembra directa, durante la campaña 2009-10.

### *Evaluación de micorrizas en trigo*

En el cultivo de trigo se realizó una fertilización con 100 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato mono amónico a la siembra y 100 kg de N ha<sup>-1</sup> como Uréa en macollaje, y se sembró la variedad BioINTA 2004. El diseño del experimento fue en bloques al azar con dos tratamientos: con y sin inoculación con micorrizas (Tabla 1 ensayo Micorrizas en trigo).

### *Evaluación de micorrizas en maíz*

En el cultivo de maíz se realizó una fertilización con 110 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato mono amónico a la siembra y 200 kg de N ha<sup>-1</sup> como Urea en 4 hojas, y híbrido utilizado fue Advanta 8319 MG RR. El diseño del experimento fue en bloques al azar con dos tratamientos: con y sin inoculación con micorrizas (Tabla 1 ensayo Micorrizas en maíz).

### *Evaluación de eficiencia de uso de nitrógeno en maíz tratado con diferentes niveles de micorrizas*



**INTA SAN ANTONIO DE ARECO**  
**USO DE PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN TRIGO Y MAÍZ**  
**CAMPAÑA 2009/10**

Mousegne F<sup>1</sup>., M. López de Sabando<sup>1</sup> .

(1) Agencia INTA San Antonio de Areco.

En el cultivo de maíz se realizó una fertilización con 110 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato mono amónico a la siembra y híbrido utilizado fue Advanta 8319 MG RR. El diseño del experimento fue factorial doble, tres niveles de nitrógeno (0, 100 y 200 kg N ha<sup>-1</sup>) y tres niveles de inoculación con *micorrizas* (sin inoculación, dosis de marbete de micorrizas y doble dosis de marbete de micorrizas) (Tabla 1 ensayo EUN según disponibilidad de Micorrizas). Se empleó el inoculante comercial CRINIGAN con *micorrizas* a razón de hasta 10 ml kg<sup>-1</sup> de semillas.

En el momento de la siembra se tomaron muestras compuestas de suelo (0 a 20 cm) para la determinación de MO, pH en agua y textura (Tabla 2). N-NO<sub>3</sub> se determinó hasta 40 cm de profundidad. Los niveles de N del suelo (Ns) hasta los 40 cm de profundidad se estimaron a partir de los contenidos de N-NO<sub>3</sub> (0 a 20 + 20 a 40 cm) y considerando una densidad aparente media de 1,3 Mg m<sup>-3</sup> (Tabla 2)

Durante el ciclo del cultivo se determinó el número de plantas, peso de mil granos y rendimiento a humedad de comercialización. Se calculó el número de granos mediante el rendimiento y el peso de mil granos. Los datos se analizaron mediante ANVA protegidos (p<0,10) y pruebas de diferencias de medias (LSD) de Fisher (InfoStat/P ver 2.0). Además se realizaron análisis de componentes principales (InfoStat/P ver 2.0) para estudiar la información en conjunto.

**Tabla 1: Tratamiento realizado y sus dosis utilizada de micorrizas y cantidad de nitrógeno aplicado (N) según los diferentes ensayos de evaluación en trigo y maíz. EUN= Eficiencia de uso de nitrógeno.**

| Tratamiento        | Inoculación<br>CRINIGAN<br>(g kg de semilla <sup>-1</sup> ) | Cantidad<br>de N<br>aplicado<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | Ensayo                                    |
|--------------------|---|--|---|
| Sin Micorrizas     | 0   | 100  | Micorrizas en trigo                       |
| Micorriza          | 8   | 100  | Micorrizas en trigo                       |
| Sin Micorrizas     | 0   | 200  | Micorrizas en maíz                        |
| Micorriza          | 5   | 200  | Micorrizas en maíz                        |
| Sin Micorriza+N0   | 0   | 0  | EUN según disponibilidad de<br>Micorrizas |
| Sin Micorriza+N100 | 0   | 100  | EUN según disponibilidad de<br>Micorrizas |
| Sin Micorriza+N200 | 0   | 200  | EUN según disponibilidad de<br>Micorrizas |
| Micorriza+N0       | 5   | 0  | EUN según disponibilidad de<br>Micorrizas |
| Micorriza+N100     | 5   | 100  | EUN según disponibilidad de<br>Micorrizas |
| Micorriza+N200     | 5   | 200  | EUN según disponibilidad de<br>Micorrizas |



**INTA SAN ANTONIO DE ARECO**  
**USO DE PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN TRIGO Y MAÍZ**  
**CAMPAÑA 2009/10**

Mousegne F<sup>1</sup>., M. López de Sabando<sup>1</sup> .

(1) Agencia INTA San Antonio de Areco.

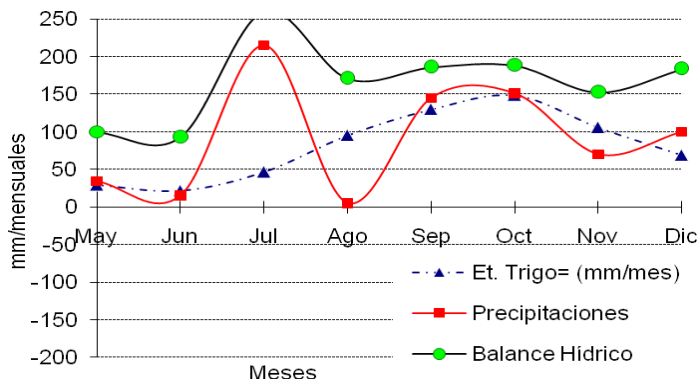
|                      |    |     |  |
|----------------------|----|-----|--|
| Doble Micorriza+N0   | 10 | 0   | EUN según disponibilidad de Micorrizas |
| Doble Micorriza+N100 | 10 | 100 | EUN según disponibilidad de Micorrizas |
| Doble Micorriza+N200 | 10 | 200 | EUN según disponibilidad de Micorrizas |

**Tabla 2: Resumen de resultado de propiedades superficiales de suelo lote de trigo.**

| Propiedad de suelo | Unidad                    | Valor |
|--------------------|---------------------------|-------|
| pH                 | pH Agua (1:2,5)           | 5,9   |
| CE                 | CE dS.m <sup>-1</sup>     | 0,508 |
| C                  | C g.kg <sup>-1</sup>      | 18,1  |
| N                  | N g.kg <sup>-1</sup>      | 1,43  |
| Pe                 | Pe mg.kg <sup>-1</sup>    | 12,6  |
| N-NO3 (0-20)       | N-NO3 mg.kg <sup>-1</sup> | 8     |
| N-NO3 (20-40)      | N-NO3 mg.kg <sup>-1</sup> | 6     |
| N-NO3 (0-60)       | kg.ha <sup>-1</sup>       | 44,2  |
| Arcilla            | g.kg <sup>-1</sup>        | 259   |
| Arena              | g.kg <sup>-1</sup>        | 132   |
| Limo               | g.kg <sup>-1</sup>        | 608   |

**Tabla 3: Resumen de resultado de propiedades superficiales de suelo lote de maíz.**

| Propiedad de suelo | Unidad                    | Valor |
|--------------------|---------------------------|-------|
| pH                 | pH Agua (1:2,5)           | 5.8   |
| CE                 | CE dS.m <sup>-1</sup>     | 0.07  |
| C                  | C g.kg <sup>-1</sup>      | 18.7, |
| N                  | N g.kg <sup>-1</sup>      | ,     |
| Pe                 | Pe mg.kg <sup>-1</sup>    | 11.5, |
| N-NO3 (0-20)       | N-NO3 mg.kg <sup>-1</sup> | 10    |
| N-NO3 (20-40)      | N-NO3 mg.kg <sup>-1</sup> | 7     |
| N-NO3 (0-60)       | kg.ha <sup>-1</sup>       | 35.3, |
| Arcilla            | g.kg <sup>-1</sup>        | 257   |
| Arena              | g.kg <sup>-1</sup>        | 135   |
| Limo               | g.kg <sup>-1</sup>        | 610   |



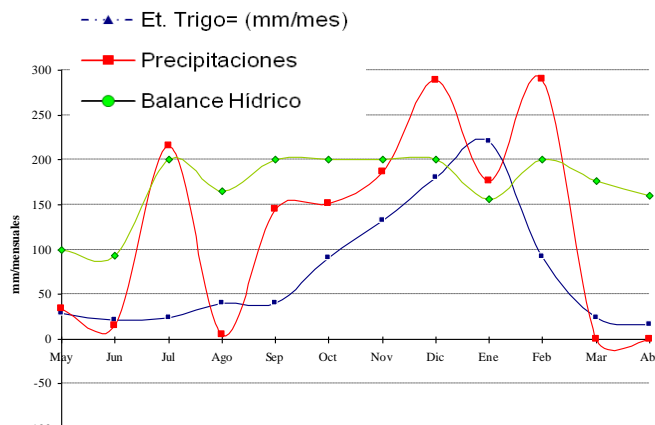
**Gráfico 1. Evapotranspiración de cultivo de trigo, precipitaciones y balance hídrico en línea azul, roja y negra, respectivamente. Campaña 2009. Unidad demostrativa agrícola INTA San Antonio de Areco. Establecimiento La Fe.**



**INTA SAN ANTONIO DE ARECO**  
**USO DE PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN TRIGO Y MAÍZ**  
**CAMPAÑA 2009/10**

Mousegne F<sup>1</sup>., M. López de Sabando<sup>1</sup> .

(1) Agencia INTA San Antonio de Areco.



**Gráfico 2. Evapotranspiración de cultivo de maíz, precipitaciones y balance hídrico en línea azul roja y negra , respectivamente. Campaña 2009/10. Unidad demostrativa agrícola INTA San Antonio de Areco. Establecimiento La Fe.**

## Resultados

Las condiciones climáticas fueron buenas para la producción de trigo, el número de granos varió entre 14306 y 6797 granos m<sup>-1</sup>, mientras que los rendimientos variaron entre 3940 y 2679 kg ha<sup>-1</sup>. Los datos disponibles no permitieron encontrar diferencias por el uso de micorrizas, no obstante en promedio el comportamiento de los diferentes parámetros de productividad analizados presentan una tendencia favorables al uso de micorrizas (Tabla 4 y 5).

**Tabla 4: Resumen de resultados de implantación de cultivo. Letras diferentes muestran diferencias (LSD Fisher, p<0,10) entre tratamientos de inoculación con micorrizas. Z25 = Zadoks 25. Z32 = Zadoks 32.**

| Tratamiento | Plantas                 | Macollos                      | Espigas                 | Cobertura |        |
|-------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------|--------|
|             | plantas m <sup>-2</sup> | macollos planta <sup>-1</sup> | espigas m <sup>-2</sup> | Z25 %     | Z32 %  |
| Testigo     | 244 a                   | 2,6 a                         | 623 a                   | 85,5 a    | 93,4 a |
| Crinigan    | 261 a                   | 3,0 a                         | 764 a                   | 86,2 a    | 93,6 a |

**Tabla 5: Resumen de resultado de productividad de cultivo de trigo. Letras diferentes muestran diferencias (LSD Fisher, p<0,10) entre tratamientos de inoculación con micorrizas. Campaña 2009.**

| Tratamiento | Peso mil granos | Número de granos       | Materia seca cosecha | Peso hectolítrico   | Rendimiento         |
|-------------|-----------------|------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
|             | g               | granos m <sup>-2</sup> | kg ha <sup>-1</sup>  | kg hl <sup>-1</sup> | kg ha <sup>-1</sup> |
| Testigo     | 24 a            | 11187 a                | 12000 a              | 69,7 a              | 2598 a              |



**INTA SAN ANTONIO DE ARECO**  
**USO DE PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN TRIGO Y MAÍZ**  
**CAMPAÑA 2009/10**

Mousegne F<sup>1</sup>., M. López de Sabando<sup>1</sup> .

(1) Agencia INTA San Antonio de Areco.

Crinigan                      24 a                      10690 a                      12125 a                      66,7 a                      2572 a

Bajo condiciones de manejo de cultivo de alta producción (fertilización con 200 kg de nitrógeno ha<sup>-1</sup>) el rendimiento de maíz varió entre 11128 y 10140 kg ha<sup>-1</sup>. Los datos disponibles no permitieron encontrar diferencias de rendimiento por uso de micorrizas. Los valores de spad fueron mayores sin uso de micorrizas mientras que la utilización de micorrizas permitió mayor acumulación de biomasa en estado de cuatro hojas (>4 %) (Tabla 6).

**Tabla 6: Resumen de determinaciones de implantación y productividad en cultivo de maíz. Letras diferentes muestran diferencias (LSD Fisher, p<0,10) entre tratamientos de inoculación con micorrizas. Campaña 2009/10.**

| Tratamiento   | Plantas plantas ha <sup>-1</sup> | Spad   | Cobertura % | PMG g | Espigas Espigas ha <sup>-1</sup> | Rendimiento kg ha <sup>-1</sup> | Granos granos m <sup>-2</sup> | Biomasa V4 kg ha <sup>-1</sup> |
|---------------|----------------------------------|--------|-------------|-------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Sin Micorriza | 76871 a                          | 43,5 a | 91,3 a      | 259 a | 93810 a                          | 10442 a                         | 4046 a                        | 5491 b                         |
| Micorriza     | 72109 a                          | 39,5 b | 90,7 a      | 264 a | 87143 a                          | 10819 a                         | 4100 a                        | 5723 a                         |

No fue posible determinar interacción por uso de diferentes niveles de micorrizas (sin micorrizas, dosis simple y dosis doble) y dos niveles de nitrógeno fertilizado (100 y 200 kg N ha<sup>-1</sup>) (Tabla 7). Los rendimientos de maíz variaron entre 11328 y 8700 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que la eficiencia de uso de nitrógeno fertilizado (incremento de rendimiento por unidad de nitrógeno fertilizado) en promedio fue de 5,7 y 4,5 kg de grano kg de N fertilizado<sup>-1</sup> según se fertilizó con 100 y 200 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabla 8). Los datos disponibles no permitieron determinar diferencias por el uso de micorrizas en los dos niveles de nitrógeno estudiados. Si bien el comportamiento de la dosis doble de micorrizas presentó ventajas de rendimiento y eficiencia de uso de nitrógeno cuando se fertilizó con 100 kg de N ha<sup>-1</sup> estas diferencias no se observaron cuando se fertilizó con 200 kg de N ha<sup>-1</sup>, esta situación también se observó con la dosis simple de micorriza que tuvo ventajas sobre el control con 200 kg de N ha<sup>-1</sup> y no presentó ventajas sobre el control cuando se fertilizó con 100 kg de N ha<sup>-1</sup> (Tabla 9).

**Tabla 7: Resumen de análisis de la varianza. Valores de valor P para número de plantas, Spad, cobertura, biomasa acumulada en estado de 4 hojas (V4), peso de mil granos (PMG), espigas a cosecha, rendimiento, granos, y eficiencia de uso de nitrógeno fertilizado (EUN). Rendimiento sin fertilizar 9609 kg ha<sup>-1</sup>. Cultivo de maíz campaña 2009/10.**

| Fuente de variación | Plantas | Spad | Cobertura | Biomasa V4 | PMG  | Espigas | Rendimiento | Granos | EUN  |
|---------------------|---------|------|-----------|------------|------|---------|-------------|--------|------|
| Nitrogeno (N)       | 0,86    | 0,16 | 0,66      | 0,38       | 0,93 | 0,05    | 0,38        | 0,50   | 0,70 |
| Micorriza (Mic)     | 0,16    | 0,14 | 0,22      | 0,57       | 0,25 | 0,04    | 0,97        | 0,58   | 0,81 |
| N*Mic               | 0,69    | 0,14 | 0,69      | 0,51       | 0,57 | 0,56    | 0,41        | 0,41   | 0,40 |



**INTA SAN ANTONIO DE ARECO**  
**USO DE PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN TRIGO Y MAÍZ**  
**CAMPAÑA 2009/10**

Mousegne F<sup>1</sup>., M. López de Sabando<sup>1</sup> .

(1) Agencia INTA San Antonio de Areco.

**Tabla 8: Resumen de número de plantas, spad en 5 hojas, cobertura en floración y biomasa acumulada en 4 hojas de cultivo de maíz según utilización de micorrizas en semilla en dos niveles de nitrógeno fertilizado (100 y 200 kg N ha<sup>-1</sup>). Cultivo de maíz campaña 2009/10.**

| Tratamiento               | Plantas plantas ha-1 | Spad | Cobertura % | Biomasa V4 kg ha-1 |
|---------------------------|----------------------|------|-------------|--------------------|
| 100 kg Nitrógeno ha-1     |                      |      |             |                    |
| Sin Micorrizas            | 78231                | 39.2 | 92.2        | 7296               |
| Micorrizas                | 69388                | 39.1 | 92.8        | 5187               |
| Doble dosis de Micorrizas | 76190                | 41.9 | 94.2        | 6858               |
| 200 kg Nitrógeno ha-1     |                      |      |             |                    |
| Sin Micorrizas            | 76871                | 43.5 | 91.3        | 5491               |
| Micorrizas                | 72109                | 39.5 | 90.7        | 5723               |
| Doble dosis de Micorrizas | 73469                | 41.5 | 95.2        | 5946               |

**Tabla 9: Resumen de peso de mil granos (PMG), rendimiento, número de granos, y eficiencia de uso de nitrógeno fertilizado (EUN) de cultivo de maíz según utilización de micorrizas en semilla en dos niveles de nitrógeno fertilizado (100 y 200 kg N ha<sup>-1</sup>). Rendimiento sin fertilización con nitrógeno 9609 kg ha<sup>-1</sup>. Cultivo de maíz campaña 2009/10.**

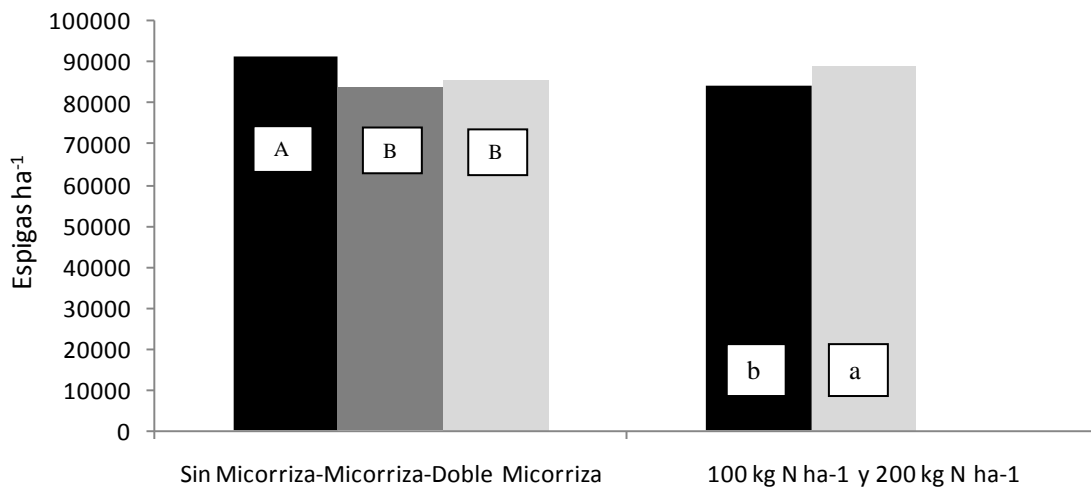
| Tratamiento               | PMG g | Espigas Espigas ha-1 | Rendimiento kg ha-1 | Granos granos m-2 | EUN kg grano kg N fertilizado-1 |
|---------------------------|-------|----------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------|
| 100 kg Nitrógeno ha-1     |       |                      |                     |                   |                                 |
| Sin Micorrizas            | 267   | 88571                | 10257               | 3840              | 6.5                             |
| Micorrizas                | 261   | 80000                | 9776                | 3749              | 1.7                             |
| Doble dosis de Micorrizas | 249   | 84762                | 10495               | 4230              | 8.9                             |
| 200 kg Nitrógeno ha-1     |       |                      |                     |                   |                                 |
| Sin Micorrizas            | 259   | 93810                | 10442               | 4046              | 4.2                             |
| Micorrizas                | 264   | 87143                | 10819               | 4100              | 6.1                             |
| Doble dosis de Micorrizas | 255   | 86190                | 10295               | 4024              | 3.4                             |



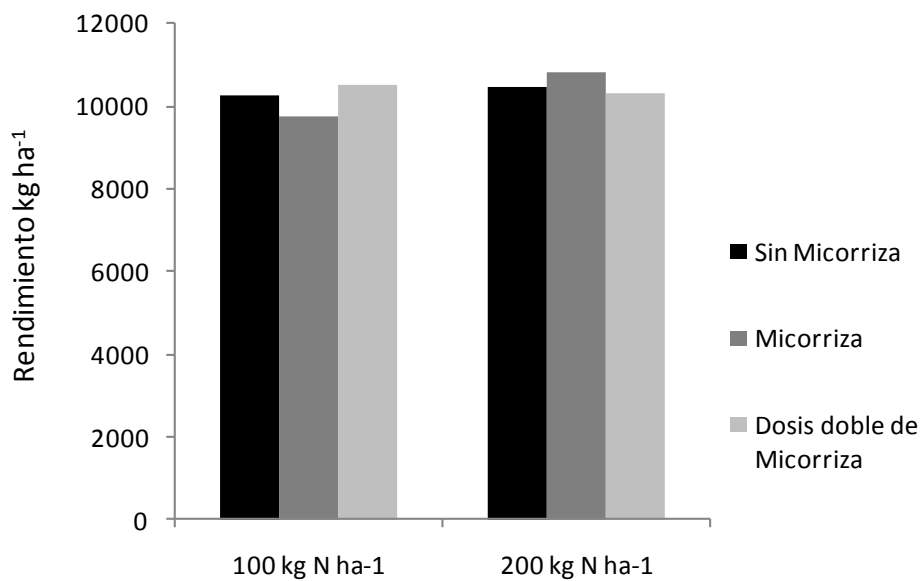
**INTA SAN ANTONIO DE ARECO**  
**USO DE PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN TRIGO Y MAÍZ**  
**CAMPAÑA 2009/10**

Mousegne F<sup>1</sup>, M. López de Sabando<sup>1</sup>.

(1) Agencia INTA San Antonio de Areco.



**Gráfico 3: Espigas de maíz según la utilización de micorrizas y nitrógeno fertilizado. Letras diferentes en imprenta mayúscula e imprenta minúscula muestran diferencias (LSD Fisher,  $p < 0,10$ ) entre tratamientos con micorrizas y entre niveles de nitrógeno fertilizado, respectivamente. Campaña 2009/10.**



**Gráfico 4: Rendimiento de tratamientos con diferentes niveles de micorrizas según niveles de nitrógeno fertilizado. Cultivo de maíz campaña 2009/10.**

**OBSERVACIONES**

- En ambos cultivos se presentaron condiciones ambientales favorables, fundamentalmente en el aspecto hídrico con un balance positivo en casi todo el desarrollo de ambos cultivos, como se observa en los gráficos 1 y 2.





**INTA SAN ANTONIO DE ARECO**  
**USO DE PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN TRIGO Y MAÍZ**  
**CAMPAÑA 2009/10**

Mousegne F<sup>1</sup>., M. López de Sabando<sup>1</sup> .

(1) Agencia INTA San Antonio de Areco.

---

- Las respuestas en rendimiento no fueron las esperadas de acuerdo a las experiencias previas realizadas por esta unidad en ambos cultivos, pero se observan que los componentes de rendimiento analizados tienen una tendencia positiva al uso de micorrizas.
- No se registraron marcadas interacciones, en este ensayo, entre el uso (en diferentes dosis) de micorrizas y la eficiencia en el uso de nitrógeno, que de acuerdo a experiencias exploratorias previas, mejoraría ante la presencia de micorrizas el uso del nitrógeno.
- La agencia de S.A.de Areco continuará con estos ensayos para validar sus resultados con otras condiciones pues los obtenidos hasta el momento indican que en el 80% de los casos se observan respuestas, no solo en los componentes de rendimiento sino en el resultado físico y económico que favorece su uso en los cultivos trigo y maíz.