

**Evaluación de microorganismos como control de patógenos y promotores de
crecimiento en trigo durante tres campañas (2021-2023)**

Abril 2024

Información Técnica INTA Pergamino

ISSN 3008-7651

url: <https://www.argentina.gob.ar/inta/centro-regional-buenos-aires-norte/informacion-tecnica-inta-pergamino>

Responsable: Horacio Acciaresi

Editor: César Mariano Baldoni

Estación Experimental Agropecuaria Pergamino

Ruta 32 KM 4,5 (6700) Pergamino

Buenos Aires, Argentina

+54 02477 43-9076

Información Técnica INTA Pergamino

Estación Experimental
Agropecuaria
Pergamino

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria
Argentina





Evaluación de microorganismos como control de patógenos y promotores de crecimiento en trigo durante tres campañas

Campañas 2021-2023

Autores:

Fernando JECKE (INTA San Antonio de Areco)

Fernando MOUSEGNE (INTA San Antonio de Areco)

Gonzalo SANTIA (INTA San Antonio de Areco)

Introducción

El sistema de producción actual de siembra directa con variada cantidad de rastrojo en superficie, semillas ubicadas a profundidad variable y otros factores propios del sistema determinan la necesidad de utilizar fungicidas curasemillas. Éstos minimizan la existencia de plantas débiles y anormales, con escasa resistencia a condiciones ambientales desfavorables y en forma indirecta favorecen la implantación (Burne, 2012). Además, evita el uso de semillas infectadas por patógenos, que son una excelente vía para la introducción de enfermedades en países o campos donde antes no existían (Carmona, 2004).

La introducción y generalización de productos biológicos para hacerle frente a este tipo de enfermedades se consideran entre los logros más importantes alcanzados en las ciencias agrícolas, con resultados más que satisfactorios. Resulta una opción para aumentar significativamente en cantidad y calidad los rendimientos de los cultivos, pues desarrollan procesos agrícolas con un mínimo impacto sobre el agroecosistema y, en general, con una disminución porcentual de los costos de producción.

El control biológico se considera ventajoso por disminuir los riesgos para el medioambiente. Los antecedentes de biocontrol en Argentina se refieren a hongos (Dal Bello *et al.*, 1998, Perelló *et al.*, 2001), bacterias (Perelló *et al.*, 2001) y nematodos, que atacan y controlan a patógenos de plantas.

El género *Trichoderma* forma parte de un grupo de hongos de vida libre y reproducción asexual, que interactúan con raíces, suelo y medioambiente foliar. Producen un amplio rango de sustancias antibióticas y parasitan otros hongos, incluso compiten con otros microorganismos por exudados desde las semillas, que estimulan la germinación de propágulos de hongos patógenos de plantas en el suelo. Y generalmente, compiten más con microorganismos del suelo por nutrientes y espacio. Las especies de este género también inhiben o degradan pectinasas y otras enzimas que son esenciales para los hongos patógenos de plantas que penetran la superficie de las hojas (Stocco *et al.*, 2017).

Las especies de *Bacillus* son reconocidas por producir metabolitos secundarios que son objeto de estudios químicos debido a su gran variabilidad y las oportunidades que ofrecen para inhibir microorganismos patógenos, entre estos compuestos destacan los li-

popéptidos, que confieren ventaja a las bacterias en diferentes nichos ecológicos, al permitir a las bacterias una mejor utilización de sustratos hidrofóbicos específicos como el almidón, o hidrocarburos como hexadecano, octano, antraceno, pireno, entre otros (Mukherjee & Das, 2005). Los lipopéptidos cuentan con variadas funciones biológicas debido a su capacidad de irrumpir en la estructura de la membrana celular; entre estas funciones se encuentra principalmente la actividad antifúngica propiciada por las altas concentraciones de estos compuestos (Zhao *et al.*, 2017).

El objetivo de este experimento fue evaluar las cepas de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma atroviride* de la empresa FACYT sobre el comportamiento agronómico del cultivo de trigo y sus efectos en el control de patógenos a campo en comparación con un testigo biológico.

Materiales y métodos

Los ensayos se realizaron durante las campañas de 2021, 2022 y 2023 en la Unidad Demostrativa Agrícola San Antonio de Areco del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, ubicado en el Establecimiento La Fe (Ruta Nacional 8 km 122). Los cultivos se establecieron sobre un suelo Serie Capitán Sarmiento (Sm11), Argiudol típico, familia fina, illítica, térmica (Soil Taxonomy V. 2014).

Para las tres campañas analizadas, se utilizaron materiales de trigo de ciclo intermedio con fecha de siembra en finales del mes de junio y espaciado a 0,2 m entre surcos con una densidad de siembra de 350 pl/m². Se fertilizaron con fosfato mono amónico a la siembra y fertilización nitrogenada con urea en el estado de macollaje según las necesidades del cultivo en cada año evaluado. Se realizó barbecho químico para mantener el suelo libre de malezas al momento de la siembra.

Los ensayos tuvieron un diseño en bloques al azar (DBCA) con cuatro repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 1,4 m de ancho y 5 m de largo con 7 surcos distanciados a 0,2 m entre sí. Las aplicaciones en semilla se realizaron con el método de slurry según las indicaciones de los tratamientos, llevando a un volumen total de 1000 cc de líquido por cada 100 kg de semillas completando con agua (sin cloro). En la Tabla 1 se detallan los tratamientos aplicados.

Se evaluó el número de plantas vivas por metro cuadrado en el estadio de Z12 de la escala de Zadocks *et al.* (1974). Para la evaluación del control de MA se

utilizó la escala diagramática para bruzone de arroz (Siqueira de Azevedo, 1998) en el estadio fenológico de Z26, evaluando la severidad e incidencia foliar de cada tratamiento. En las tres campañas evaluadas no se detectó la presencia de ninguna roya en estadios tempranos del cultivo para poder hacer una correcta evaluación.

Previo al momento de cosecha se evaluaron el número de espigas por metro cuadrado y la cantidad de granos por espiga. Se llevó adelante con una cosechadora autopropulsada de parcelas dentro de los cinco surcos centrales obteniendo el rendimiento de cada una. Sobre una muestra del grano cosechado se determinó el peso de mil granos (PMG).

Se realizó un análisis de la varianza para un diseño factorial con dos factores y se compararon las medias con el test Tukey al 0,05 con el programa Infostat Version 2018e.

Tabla 1
Tratamientos de inoculación aplicados en el experimento.

Tratamiento	Descripción	Dosis	Unidad de dosis	Momento de aplicación
1	TESTIGO			
2	<i>Bacillus subtilis</i>	100	ml/100 kg de semilla	Semilla
3	<i>Trichoderma atroviride</i>	200	ml/100 kg de semilla	Semilla

Resultados

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones mensuales registradas entre los meses de junio hasta diciembre de los años 2021, 2022, 2023, y las precipitaciones históricas promedio mensuales registradas para los mismos meses entre 1982 y 2023. La precipitación total registrada durante el ciclo de crecimiento del cultivo fue muy diversa a lo largo de las tres campañas, entre junio y diciembre del año 2021, 2022 y 2023 se acumularon 282 mm, 136 mm y 526 mm respectivamente. Las precipitaciones acumuladas históricas (1982-2022) para el mismo periodo de tiempo fueron de 512 mm, por lo que solamente la campaña 2023 tuvo valores acumulados por encima de la media.

En la Tabla 3 se presentan las medias de rendimiento (kg/ha), peso de mil granos (gr) de los tratamientos evaluados.

En la Tabla 4 se presentan las medias de plantas vivas/m², espigas/m² y granos/espigas.

En la tabla 5 se presenta la evaluación de enfermedad de mancha amarilla en Z26 tanto para severidad como incidencia.

En la Figura 2 se presentan los resultados de la media de rendimientos (kg/ha) para los tratamientos evaluados.

Figura 1
Precipitaciones mensuales campaña 2021, 2022, 2023 y precipitaciones promedio mensuales Históricas (1982-2022) en la localidad de San Antonio de Areco.

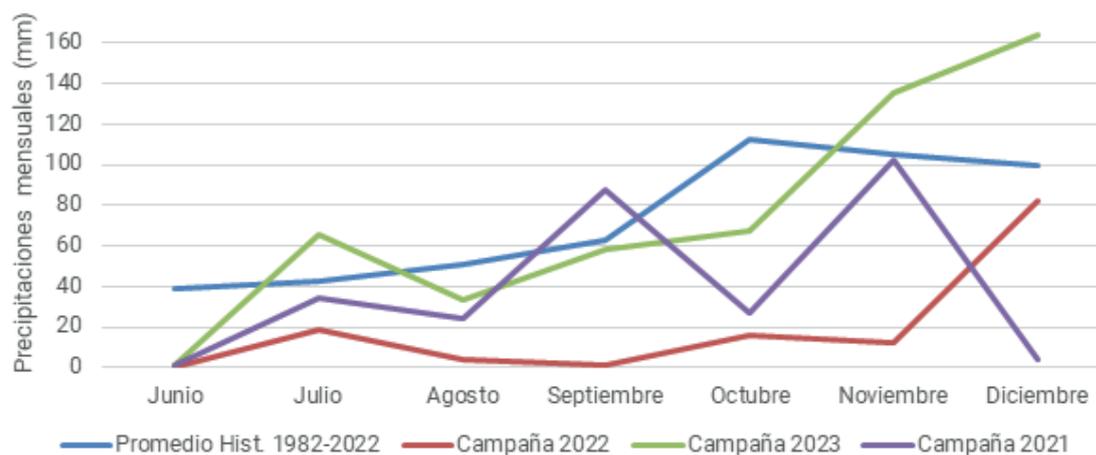


Tabla 2
Medias de Rendimiento, PMG, PH.

Tratamiento	Rinde	PMG
TESTIGO	4517 a	33,3 a
<i>Bacillus subtilis</i>	4700 a	33,5 a
<i>Trichoderma atroviride</i>	4837 a	33,5 a

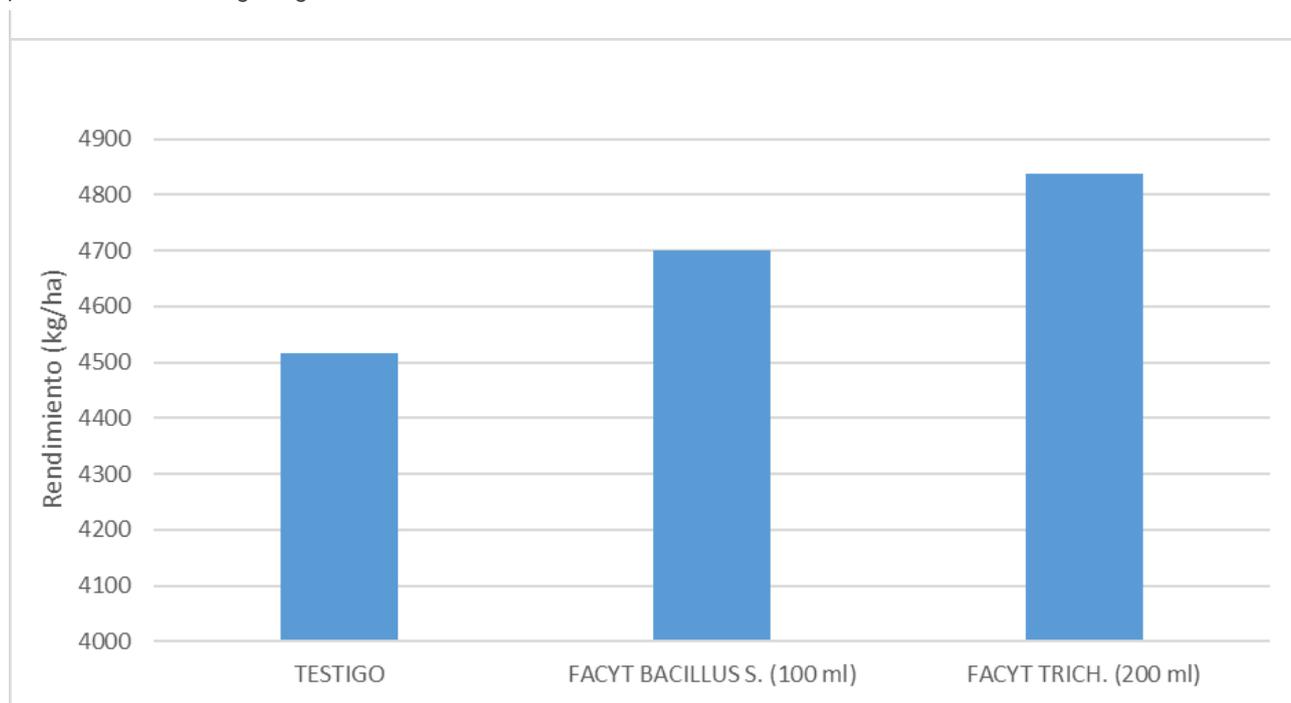
Tabla 4
Medias de severidad e incidencia de Mancha Amarilla en estadio Z26

Tratamiento	Mancha Amarilla Z26	
	Severidad	Incidencia
TESTIGO	3,63 a	4,19 a
<i>Bacillus subtilis</i>	2,64 a	3,23 a
<i>Trichoderma atroviride</i>	3,47 a	3,76 a

Tabla 3
Medias de plantas vivas/m² en estadio Z12, espigas/m² y granos/espigas.

Tratamiento	Plantas vivas/m ² Z12	Espigas/m ²	Granos/Espiga
TESTIGO	267 a	435 a	28,8 a
<i>Bacillus subtilis</i>	279 a	466,9 a	29,6 a
<i>Trichoderma atroviride</i>	272 a	465,6 a	28,7 a

Figura 2
Rendimiento de trigo según tratamiento de inoculación.



Conclusiones

Las tres campañas evaluadas fueron muy diferentes entre sí en cuanto a las precipitaciones acumuladas durante el ciclo del cultivo, siendo la campaña 2022 la que menor oferta hídrica presentó estando siempre por debajo del promedio histórico de precipitaciones.

La media de rendimiento del ensayo fue de 4685 kg/ha. Aunque no se observaron diferencias significativas, el uso de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma atroviride* reflejó incrementos de rendimientos con respecto al testigo de 4,06% y 7,10% respectivamente para las tres campañas evaluadas.

El peso de mil granos fue levemente superior con el uso de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma atroviride* respecto al testigo, sin embargo, el número de granos/espiga resultó mayor en *Bacillus subtilis* pero *Trichoderma atroviride* y el testigo tuvieron valores similares.

De todos modos, el análisis estadístico no arrojó diferencias significativas.

En cuanto al número de plantas vivas por metro cuadrado no hubo diferencias significativas en la media de las tres campañas evaluadas, sin embargo, el uso de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma atroviride* presentaron un mayor número respecto al testigo.

En lo que respecta a la evaluación de la enfermedad mancha amarilla en Z26, los menores valores de severidad e incidencia los presentó el tratamiento de *Bacillus subtilis*. Por su parte, el tratamiento con *Trichoderma atroviride* también estuvo por debajo de los valores registrados en el testigo, aunque no se registraron diferencias significativas para la media de las tres campañas bajo estudio.

Bibliografía

Burne, Z. 2012. Eficacia de fungicidas para el tratamiento de semillas de trigo en siembra directa. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) [En línea] Disponible en <https://www.agrositio.com.ar/noticia/73980-eficacia-de-fungicidas-para-el-tratamiento-desemillas-de-trigo-en-siembra-directa>. [Último acceso: octubre 2018].

Carmona, M.A. 2004. Manejo integrado de las enfermedades del trigo. Nuestra oportunidad para asegurar la sustentabilidad del cultivo. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina, Actas de Congreso A Todo Trigo. pp. 1-2

DAL BELLO G, SISTERNA M, SIMÓN M, MÓNACO CI. 1998. Control Biológico del tizón de la plántula del trigo causado por *Bipolaris sorokiniana*. Congreso argentino de control biológico de las enfermedades de las plantas. 5-8 de octubre de 1998. Buenos Aires. Argentina.

Mukherjee, A. K., & Das, K. (2005). Correlation between diverse cyclic lipopeptides production and regulation of growth and substrate utilization by *Bacillus subtilis* strains in a particular habitat. *FEMS Microbiology Ecology*, 54, 479–489

Perelló A, Simón MR, Cordo C, Arambarri AM. 2001. Greenhouse screening of the saprophytic resident microflora for control leaf spots of wheat (*Triticum aestivum* L.) *Phytoparasitica*. Israel

Stocco M., Lampugnani, G., Abramoff, C., Kripelz, N., Cordo C. y Mónaco, C. 2017. Biocontrol de la mancha de la hoja del trigo con *Trichoderma*. En: Revista técnica de cultivos de Invierno 2017 – Red de Innovadores – Aapresid. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2018/03/Cultivos-Invernales.pdf>

Siqueira de Azevedo, L. A. 1998. Manual de quantificação de doenças de plantas. Ed. Grupo Quattro Digital. 114 pag.

Zadoks, J.C., Chang T.T.; Konzak C.F. 1974. "A Decimal Code for the Growth Stages of Cereals". *Weed Research* 14: 415-421.

Zhao, H., Shao, D., Jiang, C., Shi, J., Li, Q., Huang, Q., ... Jin, M. (2017). Biological activity of 55 lipopeptides from *Bacillus*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101(15), 5951–5960. <https://doi.org/10.1007/s00253-017-8396-0>



Agencia de Extensión Rural San Antonio de Areco

Zapiola 237 - San Antonio de Areco

Estación Experimental Agropecuaria Pergamino

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Consultas:

Fernando Jecke | jecke.fernando@inta.gob.ar



intasada