Desarrollo de un consorcio de *Bacillus* como agente de biocontrol contra hongos fitopatógenos en el cultivo de soja.

Costanzo ME.[1], Escalante M.; Moyano P.; Gonzalez Anta G.

[1]Indrasa Biotecnología SA emiliacostanzo@indrasa.com

Introducción

El control deficiente de hongos fitopatógenos en soja es una de las principales causas de pérdida de rendimiento. Se destacan por su prevalencia, incidencia y severidad la mancha marrón (*Septoria glycines*) y el tizón de la hoja y mancha púrpura de la semilla (*Cercospora kikuchii, Cercospora* spp.) (Distefano et al., 2017). Aunque los pesticidas sintéticos siguen siendo los más utilizados, su impacto negativo en la salud y el medio ambiente ha impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles. El género *Bacillus* se destaca como agente de biocontrol por su capacidad de colonizar la rizósfera, esporular y sintetizar metabolitos antimicrobianos, lo que permite desarrollar bioinsumos eficaces y estables.

Objetivo

Evaluar la capacidad biocontroladora de un consorcio de dos cepas de *Bacillus* frente a hongos fitopatógenos asociados a enfermedades de fin de ciclo en el cultivo de soja, con el fin de desarrollar una alternativa biológica eficaz que contribuya a reducir el uso de fungicidas químicos y promueva prácticas agrícolas sustentables.

Materiales y Métodos

Se evaluó la actividad antagonista *in vitro* de las cepas *Bacillus* IN5003 e IN5004 frente a *C. sojina*, *C. kikuchii* y *S. glycines*. Para ello, se colocó un taco de micelio en el centro de placas con agar papa dextrosa, se incubaron durante 48 h a 25 °C. Luego, se sembraron las cepas bacterianas de forma equidistante al hongo y se incubaron entre 4-7 días. Asimismo, se procedió a la extracción de lipopéptidos cíclicos (LPCs). A partir de inóculos cultivados en medio MOLP (Gu *et al., 2005).* Los LPCs fueron extraídos mediante precipitación ácida, según lo descripto por Kim et al. (2004), resuspendidos en metanol absoluto, concentrados 50 veces (50X) y aplicados en ensayos de difusión en discos de papel. Como control positivo se utilizó la cepa ARP, con actividad antagónica conocida frente a los patógenos en estudio. Los ensayos a campo se realizaron en el centro de Santa Fe (Argentina), en estado fenológico R3, con aplicaciones foliares. Se evaluaron enfermedades de fin de ciclo a 21 y 34 dda, mediante área afectada por *Septoria glycines* (APS), severidad por *Cercospora kikuchii* y rendimiento (kg/ha). Se compararon tres tratamientos: testigo (sin aplicación), consorcio de *Bacillus* (500 cc/ha) y testigo químico (Race 300 cc/ha).

Resultados

Los resultados obtenidos indican que las cepas In5003 e In5004 presentan actividad antifúngica contra los fitopatógenos ensayados (Figura 1). Se observa un notable efecto inhibitorio de los LPCs de ambas cepas sobre el crecimiento miceliar de *Cercospora sojina* y *Septoria glycines.* Sin embargo, para el caso de *Cercospora kikuchii* no resulta tan evidente que la inhibición observada en el ensayo de antagonismo directo (figura 1) sea ocasionada por la fracción de LPCs (figura 2). En los ensayos a campo, se evidenció que el tratamiento con el consorcio de *Bacillus* mejoró el rendimiento en un 25% (662 kg/ha) y redujo los síntomas de *S. glycines* en un 27%, así como los de *C. kikuchii* en un 23,5%.

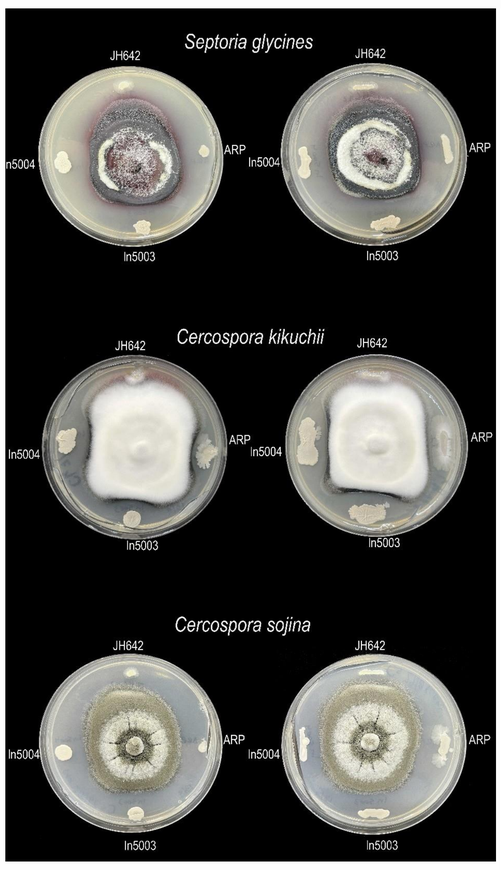

Fig. 1 Antibiosis de las cepas de *Bacillus* sp. contra *Septoria glycines, Cercospora kikuchii y Cercospora sojina*

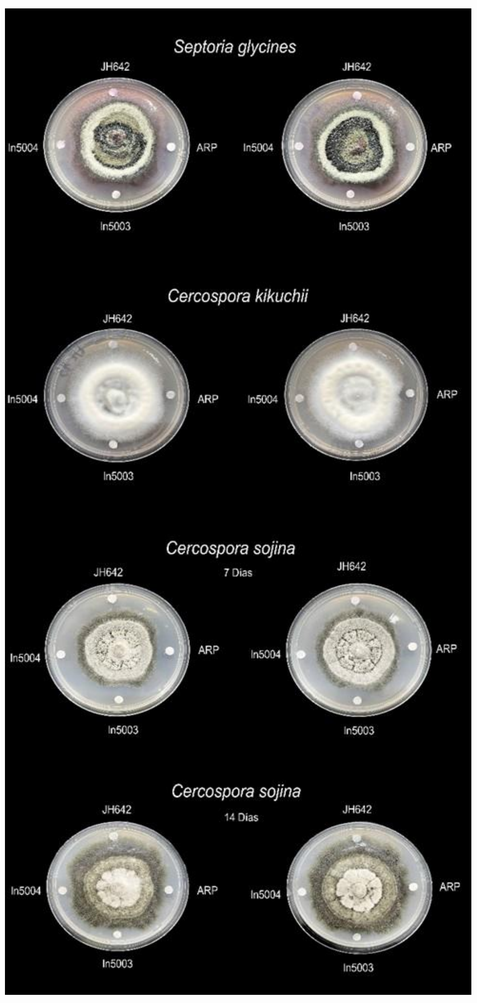

Fig. 2. Efecto inhibitorio de los LPCs 20X sobre el crecimiento de *Septoria glycines Cercospora kikuchii* y *Cercospora sojina.* Para *C. sojina* se tomaron fotos a dos tiempos: a los 7 días (arriba) y 14 días (abajo).

Tabla 1. Altura de planta (APS) con síntomas del patógeno fúngico *Septoria glycines (mancha marrón* de la soja) a 21 y 35 días de la aplicación (dda). Valores seguidos por letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según test de LSD para a=0,05 (ANOVA).

Tratamiento	APS *S. glycines* a 21 dda %	APS *S. glycines* a 35 dda %
Testigo	33,75 a	55,00 a
Consorcio Biofungicida	30,00 a	40,00 b
Testigo Químico	18,75 b	21,25 c

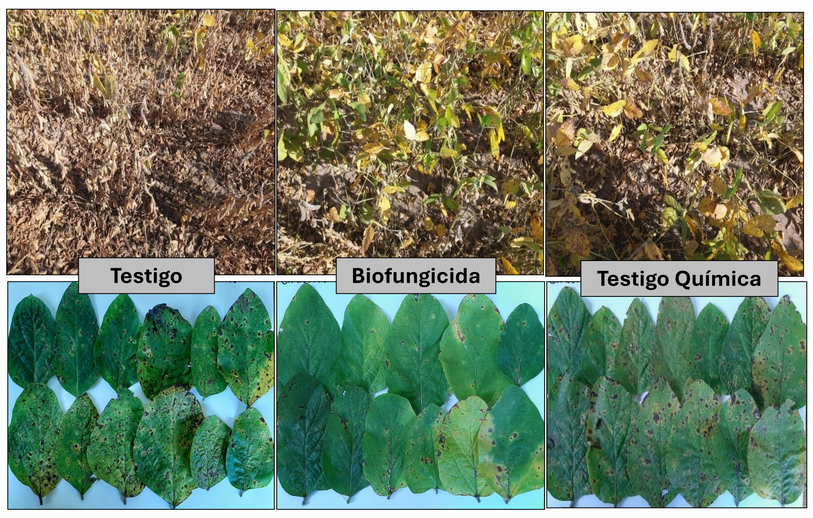

Fig. 3. Documentación fotográfica de ensayo a campo. Defoliación en etapa final y síntomas de severidad de los folíolos observados en los diferentes tratamientos ensayados.

Tabla 2 Severidad de *Cercospora kikuchii, patógeno que ocasiona el tizón foliar y mancha púrpura de* la semilla, a 21 y 35 días de la aplicación (dda). Valores seguidos por letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según test de LSD para a=0,05 (ANOVA).

Tratamiento	Severidad de *C. kikuchii* a 21 dda %	Severidad de *C. kikuchii* a 35 dda %
Testigo	33,75 a	55,00 a
Consorcio Biofungicida	30,00 a	40,00 b
Testigo Químico	18,75 b	21,25 c

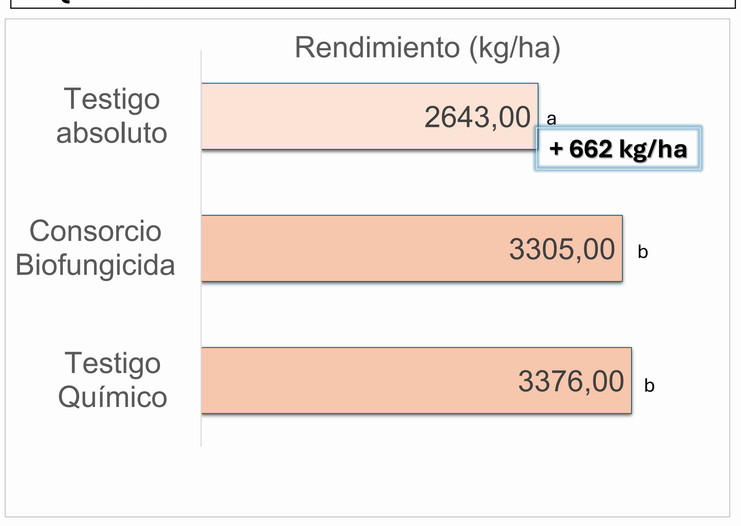

Fig. 4. Rendimiento a campo (kg/ha). Valores seguidos por letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según test de LSD para a=0,05 (ANOVA)

Conclusiones

El consorcio de *Bacillus* IN5003 e IN5004 demostró un claro potencial como biofungicida, mostrando eficacia en el control de enfermedades y mejorando el rendimiento en condiciones de campo. Estos resultados lo posicionan como una alternativa biológica para su uso en programas de manejo sanitario del cultivo de soja.

Bibliografía

- Distefano, A. F., Ploper, L. D., Stenglein, S. A., & March, G. J. (2017). Enfermedades de fin de ciclo de la soja: caracterización, impacto y estrategias de manejo. Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA), 43(2), 163-172.
- Gu, X.-B., Zheng, Z.-M., Yu, H.-Q., Wang, J., Liang, F.-L., and Liu, R.-L. (2005). Optimization of medium constituents for a novel lipopeptide production by *Bacillus subtilis* MO-01 by a response surface method. Process Biochem. 40, 3196–3201.
- Kim, P. I., Bai, H., Bai, D., Chae, H., Chung, S., Kim, Y., et al. (2004). Purification and characterization of a lipopeptide produced by *Bacillus thuringiensis* CMB26. J. Appl. Microbiol. 97, 942–949.