

## EVALUACIÓN DEL CONTROL DE PATÓGENOS FÚNGICOS EN EL CULTIVO DE MAÍZ, MEDIANTE FORMULACIONES QUÍMICAS, ORGÁNICAS Y BIOLÓGICAS.

**Bonetto Ignacio**

*Facultad de Ciencias Agrarias UNL  
Directora: Sillon Margarita  
Co-directora: Magliano María Florencia*

**Área: Ciencias Naturales**

### INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays*) es uno de los cereales productores de granos y fibra más importantes a nivel mundial (Cavaglieri, 2005). La importancia del cultivo radica en la producción de almidón y otros azúcares, fibra de alta calidad y, en menor medida aceites y proteínas, para sus usos en consumo directo, alimentación animal e industrialización. Las principales limitaciones bióticas que presenta la producción de maíz, determinadas por pérdidas en rendimiento y calidad del producto final, se clasifican en malezas, plagas insectiles y enfermedades, estas últimas, producidas por hongos, bacterias, virus y otros organismos patógenos, durante el desarrollo de todas las etapas del cultivo y durante el almacenamiento del mismo. La siembra directa ha crecido extensamente, esta puede generar excelentes condiciones para la multiplicación y supervivencia de patógenos, especialmente de aquellos que pueden nutrirse de restos vegetales muertos o en descomposición (necrotróficos), a tal punto que muchas de las enfermedades han agravado su ataque bajo este sistema generando importantes epidemias (Carmona y col. 2004; Sillon, 2008). Existen varios fungicidas, que en distintos tipos de tratamientos (foliares o de suelo) pueden contribuir a disminuir el efecto de los patógenos necrotróficos (Díaz, 2010). También se encuentran disponibles en el mercado, formulaciones orgánicas y biológicas con diferentes grados de efectividad en el control de patógenos necrotróficos, que proporcionan a la cadena de producción, una alternativa más sustentable de menor impacto ambiental. En la última década se han reportado casos en los que las moléculas activas de los fungicidas no lograron controlar eficazmente el progreso de las enfermedades. Frente a este panorama, y a la búsqueda de nuevas estrategias, las formulaciones orgánicas y las técnicas de control biológico, utilizando microorganismos para limitar el desarrollo de hongos en maíz, están siendo estudiadas y se están convirtiendo en el

Título del proyecto: "Epidemiología y manejo sustentable de patógenos necrotróficos que afectan al maíz en la provincia de Santa Fe".  
Instrumento: CAI+D UNL. Código 50120110100055LI  
Año convocatoria: 2011  
Organismo financiador: UNL  
Directora: Sillon, Margarita.

nuevo foco de la protección de cultivos a nivel mundial para el control de enfermedades (Chulze et. al., 2014). Estas formulaciones orgánicas y biológicas, aparecen ante este panorama, como estrategias nuevas o complementarias al uso de fungicidas de formulación química. Dentro del planteo de abordar nuevas estrategias de manejo de patógenos, este plan de trabajo apunta a desarrollar algunas evaluaciones comparativas del posible control de patógenos de maíz, con formulaciones químicas, orgánicas y biológicas.

## OBJETIVOS

Objetivos generales: evaluar *in vitro* y a campo, la eficacia de diferentes formulaciones químicas, orgánicas y biológicas, en el control de los principales patógenos fúngicos que afectan al cultivo de maíz. Objetivos específicos: desarrollar habilidades en la ejecución de trabajos de laboratorio relacionados a la sanidad vegetal; adquirir destrezas en la manipulación de agroquímicos, productos biológicos y en la identificación y cuantificación de patógenos. Desarrollar capacidad de análisis y espíritu crítico y capacitarse en la realización de diseños experimentales y estudios estadísticos.

## METODOLOGÍA

Se plantearon cuatro tratamientos para desarrollarse en ensayos “*in vitro*” y en ensayo a campo. Los cuatro tratamientos fueron: T0: Testigo; T1: Azoxistrobina+Cyproconazole; T2: Carboxamida+Cyproconazole; T3: Complejo de aminoácidos y ácidos fúlvicos de origen marino (Formulación Orgánica) y T4: Formulado de *Bacillus subtilis* (Formulación Biológica). Para los ensayos realizados “*in vitro*” se trabajó sobre cepas patógenas del género *Fusarium spp.* Del mismo modo se analizaron cepas del género *Bacillus spp.* (Cepas que forman parte del tratamiento planteado como formulación biológica), aisladas desde maíz. Para la cuantificación de la inhibición cultivos activos de los aislados se estriaron en forma de cruz en placas de Petri conteniendo Agar Papa Glucosado. Discos de 5 mm tomados de los bordes de colonias de las cepas de *Fusarium spp.* se colocaron en los cuatro cuadrantes (Magliano y col., 2016). Las placas se incubaron (7 días, 28°C) y el % de inhibición se calculó con la fórmula:  $((R1-R2)/R1*100)$ , donde R1 es la distancia radial desde el centro de la colonia fúngica y en dirección opuesta al antagonista (valor control), y R2 es la distancia radial desde el centro de la colonia fúngica en dirección al antagonista. Para los ensayos a campo, la investigación se realizó sobre un cultivo de maíz ubicado en la localidad de Vila, zona Centro-Norte de la Provincia de Santa Fe. El híbrido sobre el que se trabajó fue DEKALB 7320 IPRO. El ensayo se aplicó el día 22 de febrero de 2018, con el cultivo en estado fenológico VT (Panojamiento)/R1 (Emergencia de estigmas). Los tratamientos fueron realizados con mochila experimental de gas carbónico a presión constante (4,5 bares) que consta de una barra de 6 picos que abarca 2 metros de ancho. A partir de los 21 días de aplicados los tratamientos se realizó un seguimiento sistemático de los patosistemas mencionados. Para el patosistema *Exserohilum turcicum- Zea mays*, se utilizó la incidencia en planta y severidad de área afectada siguiendo trabajos de Díaz y col (2010). Para el patosistema *Puccinia sorghi- Zea mays*, se utilizó el cálculo de severidad según la escala de Peterson, siguiendo trabajos de Sillon y Fontanetto (2011). En el caso de incidencia en planta se tomaron todas las hojas totalmente expandidas de la planta desechando las inferiores senescentes. Para el cálculo de severidad se tomaron las 3 hojas

que rodean la espiga HE+1/HE/HE-1. Además de los patosistemas mencionados anteriormente se realizó el seguimiento de Podredumbres de Raíz y Tallo (PTR) mediante el parámetro de incidencia tomando 50 plantas al azar en cada unidad experimental. Con respecto a Podredumbres de la Espiga ocasionados por el género *Fusarium spp.* se evaluó su progreso mediante extracción quincenal de espigas y análisis de incidencia de *Fusarium spp.* en granos a través de la ejecución de blotter test. Con posterioridad a las determinaciones de componentes de rendimiento (a partir de 30 espigas extraídas de cada unidad experimental) se realizó la cosecha, luego se corrigió el factor de humedad y también se determinó el peso de 1000 semillas. El estudio de sanidad de semillas se realizó mediante blotter test.

## RESULTADOS

De las 13 cepas de *Bacillus spp.*, 10 cepas demostraron actividad antagonista contra las 4 cepas de *Fusarium spp.* en inhibición por compuestos solubles. De las 10 cepas de *Bacillus spp.* que demostraron antagonismo, en 8 cepas la inhibición del hongo supera el 50% del crecimiento, 2 cepas tienen inhibición menor del 50% del crecimiento en inhibición por compuestos solubles. De las 8 cepas con buena inhibición se seleccionaron las 3 con mayor % de inhibición para seguir trabajando en las pruebas a campo en inhibición por compuestos solubles. Los resultados obtenidos a campo fueron los siguientes:

Tratamientos	% de senescencia en R2	% de severidad de <i>Phaeosphaeria maydis</i> en HE+1/HE/HE-1
T0	30	5
T1	25	4
T2	23	3
T3	22	4
T4	28	5

**Tabla 1:** % de senescencia y % de severidad de *Phaeosphaeria maydis*.

Tratamientos	% de área verde en llenado de granos	Incidencia de PTR (Nº plantas muertas)
T0	57	1
T1	53	0
T2	63	0
T3	60	0
T4	60	2

**Tabla 2:** % área verde en llenado de granos e incidencia de PTR.

Tratamientos	Granos/Espiga	Rendimiento (kg/ha)	Peso de 1000 (gr)
T0	413	7191	269
T1	438	7581	297
T2	429	7144	288
T3	450	8297	361
T4	460	7059	274

**Tabla 3:** Componentes de rendimiento.

## CONCLUSIONES

En los estudios de laboratorio cepas de *Bacillus spp.* lograron inhibir al género *Fusarium spp.* en cultivo in vitro. En los estudios de campo los productos orgánicos y biológicos no mostraron fitotoxicidad. En enfermedades foliares los productos orgánicos presentaron acción semejante a las formulaciones químicas, mientras que el uso de la cepa de *Bacillus spp.* no tuvo efecto. El uso de formulaciones orgánicas y biológicas permitió sostener el área verde del cultivo de manera similar a las formulaciones químicas. El tratamiento foliar a base de *Bacillus spp.* presentó resultados promisorios en los componentes de rendimiento del número y peso de granos. El control de enfermedades foliares realizado durante floración con formulaciones químicas y orgánicas permitió indirectamente disminuir los problemas de raíz y tallo.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

**Carmona, Reis y Gally.** 2004. Enfermedades del cultivo maíz: pudriciones del tallo y raíces del maíz. Revista AAPRESID: Maíz en siembra directa. Agosto 2004. pp:103-105).

**Cavaglieri, L.; Orlando, J.; Rodriguez, M.I.; Chulze, S.; Etcheverry, M.** 2005. Biocontrol of *Bacillus subtilis* against *Fusarium verticillioides* in vitro and at the maize root level. Research in Microbiology. Volume 156, Pages 748–754.

**Magliano, MF.; Vinderola, G. y Maumary, R.** 2016. Pruebas in vitro de control biológico de *Fusarium spp.* con cepas de *Bacillus*. Encuentro de doctorando e investigadores en la Sociedad Santafesina de Microbiología. Santa Fe PONENCIA

**Sillon, M. y Fontanetto, H.** 2011. Epidemiología de las principales enfermedades fúngicas del cultivo de maíz, cuantificación y principios de manejo. Revista Información técnica de cultivos de verano INTA EEA Rafaela. Publicación Miscelánea 121: 129-135.

**Sillon, M.** 2009. Uso de fungicidas foliares en maíz, efecto en la calidad de cosecha. Revista Agromercado. 29: 12-14.

**Sillon, M.** 2010a. Criterios de cuantificación y manejo de enfermedades en cultivos de maíz. Revista MAIZ. EEA INTA Marcos Juárez: 45-50

**Sillon, M. y Magliano, MF.** 2015. Géneros fúngicos micotoxigénicos asociados al cultivo de maíz e impacto del almacenamiento en silo bolsa. XVI Jornadas Argentinas de Microbiología. Asociación Argentina de Microbiología. Libro de Resúmenes Trabajo Cód. 14-1, pág. 210-211.

**Chulze, S.; Palazzini J.; Torres, A.; Barros, G.; Ponsone, M.L.; Geisen, R.; Schmidt-Heydt, M.; Kohle, J.** 2014. Biological control as a strategy to reduce the impact of mycotoxins in peanuts, grapes and cereals in Argentina. Food Addit Contam: Part A, DOI: 10.1080/19440049.2014.984245

**Diaz, C.; Juarez, J.; Larralde, M. y Figueroa, O.** 2010. Eficacia del fungicida azoxystrobin+cyproconazole en el control de enfermedades de maíz en Salta. . IX Congreso Nacional de maíz. Rosario. Abstract: 201-203.

**Sillon, M.** 2008. Control químico de roya común del maíz en el área de Agricultores Federados Argentinos zona norte. Revista Agromercado. 145: 31-33.