



En los cultivos de cobertura ¿Se “esconden” los patógenos que afectan a los principales cultivos agrícolas?

*Lic. Cs. Biol. Ignacio Erreguerena, **Ing. Agr. (Dra.) Norma Formento,

***Ing. Agr. (MSc) Lucrecia Couretot

Junio 2020

Introducción

En Argentina, con más de un 90% de cultivos en siembra directa, el uso de los cultivos de cobertura (CC) aumentó significativamente de 3 a 14% entre 2014-15 y 2018-19; el 41 % son gramíneas (Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 2019) y su elección depende de las características y requerimientos de cada zona de producción.

Los efectos benéficos de los CC, ampliamente estudiados, entre otros disminuyen la erosión (Langdale *et al.*, 1991), mejoran las propiedades fisicoquímicas del suelo y reducen las pérdidas de nitratos (Valkama *et al.*, 2015) en muchos agroecosistemas. Además, son fuente de nitrógeno para los cultivos subsiguientes por fijación simbiótica (Li *et al.*, 2015); actualmente, la inclusión de CC entre dos cultivos de interés económico, genera mejoras como la disminución en el uso de insumos como herbicidas y fertilizantes. También, contribuyen al mantenimiento y/o aumento de los rendimientos de los cultivos de manera sustentable y amigable con el ambiente. Sin embargo, otros aspectos como el costo de implantación (Snapp *et al.*, 2005) y la disminución del agua disponible para los cultivos posteriores en ambientes con restricción hídrica (Blanco-Canqui *et al.*, 2015) requieren de más estudios.

La interacción de los CC y los cultivos extensivos como soja, girasol, maíz, trigo y cebada es positiva, por la mitigación de algunas problemáticas más limitantes, como el manejo de malezas resistentes o tolerantes a herbicidas. Sin embargo, un dilema a resolver es conocer si los CC influyen en la dinámica de las principales enfermedades. Naturalmente, se observa inóculo disponible en las plantas voluntarias (“guachas”) de un determinado hospedante y sus numerosas cohortes a través del tiempo, en trigos ciclo largo sembrados a fines de mayo - comienzos de junio para los subsiguientes cultivos de ciclo intermedio y corto sembrados hasta fines de julio, en las hojas verdes remanentes de los maíces tempranos para los de siembra tardía, en las numerosas especies de la flora natural y malezas dentro de un agroecosistema.

En términos generales, se discuten los posibles efectos de la inclusión de los CC en una secuencia de cultivos sobre la intensidad de las enfermedades prevalentes en los cultivos extensivos más importantes. Además, se destaca la importancia de la generación de conocimiento con estudios epidemiológicos que exceden, aunque constituye un gran avance, a la mera identificación de patógenos comunes.

Enfermedades fúngicas y los “puentes verdes” y “marrones”

Los fitopatógenos pueden sobrevivir en la semilla, rastrojo o en el suelo (necrotróficos) y otros, sólo lo hacen sobre el tejido vegetal vivo (biotróficos), conocido como “puente verde”. Este, es un mecanismo que utilizan numerosos patógenos foliares y habitantes del suelo para nutrirse de otros hospedantes iguales o diferentes, de malezas o especies alternativas, de plantas voluntarias (“guachas”) y de los CC. Allí, sobreviven el tiempo suficiente para infectar los cultivos comerciales de un nuevo ciclo agrícola. Los patógenos habitantes del suelo se nutren de las raíces de diversos hospedantes y luego penetran las raíces de los nuevos cultivos, provocando amarillez, marchitamientos y muerte de plantas. Los patógenos foliares que utilizan “puentes verdes”, se diseminan por insectos, aire, gotas de lluvia o rocío (West, 2014) y a partir de los CC verdes o

senescentes ("rolados"); de esta manera, llegan a los cultivos comerciales en emergencia o en su fase juvenil, a nivel local y/o a otras regiones comenzando desde ese momento la reducción del rendimiento potencial. Estudiar y comprender las posibles implicancias de los CC, hospedantes voluntarios y/o alternativos y malezas, además de su papel específico en el ciclo de vida de los diferentes patógenos permitirá mejorar el manejo del agroecosistema. Los "puentes verdes" en siembra directa podrían proveer una respuesta a la variabilidad de los rendimientos de cultivos extensivos (Álvarez, 2017).

Cultivos de cobertura y enfermedades de importancia agronómica

Diversas especies se utilizan como CC y son variables según las regiones, destacándose centeno (*Secale cereale*), avena blanca (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum aestivum*) dentro de la poáceas y *Vicia villosa*, en las fabáceas (Figura 1). Estas especies se pueden usar solas o en combinaciones de dos o más.

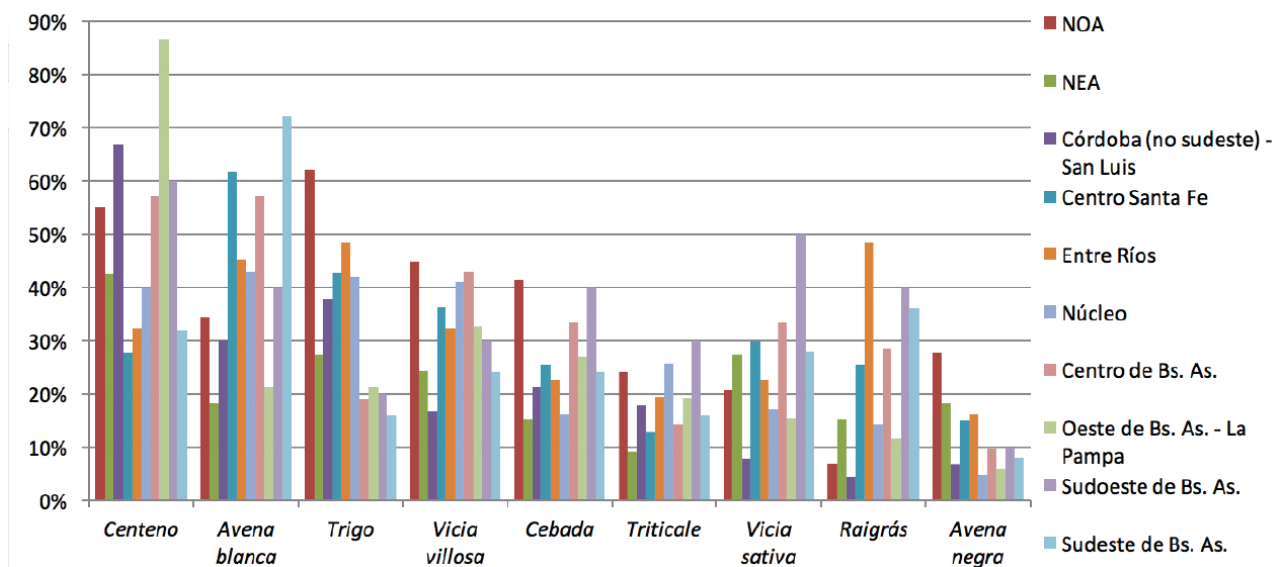


Figura 1. Principales especies utilizadas como cultivos de cobertura (CC) en Argentina.

Fuente: <https://www.aapresid.org.ar/rem/wp-content/uploads/sites/3/2018/03/Analisis-encuesta-sobre-CC-web.pdf>. (2018).

Numerosos patógenos pueden parasitar tanto a algunos de los CC más utilizados en Argentina (Tabla 1) como a cultivos extensivos de mayor área sembrada y producción, es decir que comparten el mismo nicho. Algunas asociaciones se han determinado en Argentina y sólo unos pocos patógenos muestran un riesgo alto que se podría traducir en grandes pérdidas de los rendimientos. En este primer abordaje no se consideran las especies consideradas malezas, que también son "puentes verdes" en numerosos patosistemas.

Patógenos biotróficos

Las royas del trigo

Los patógenos biotróficos que se alimentan exclusivamente de células de plantas vivas y son marcadamente específicos de algunos géneros o especies vegetales, es decir que poseen un rango de hospedantes relativamente estrecho (Agrios, 2005). Las royas, en este caso del género *Puccinia*, solo pueden sobrevivir de un ciclo agrícola al siguiente en plantas vivas, principalmente de trigo y, en menor medida, de cebada, triticale, centeno y *Phalaris*. Su éxito como parásitos, se debe mayormente a su capacidad de lograr rápidos aumentos poblacionales a través de repetidos ciclos cortos de generación de esporas, en aproximadamente dos semanas. La presencia de un "puente verde" da lugar a más altas poblaciones iniciales, a partir de las cuales ocurre un desarrollo "explosivo". Las epidemias de royas fueron más graves después de veranos húmedos que permitieron el crecimiento generalizado

de hospedantes voluntarios como antecesor. Por lo tanto, cuanto más susceptibles sean las plantas voluntarias que crecen durante el verano / otoño, mayor sería el riesgo de una epidemia temprana de roya en cultivos invernales (Couretot, observ. personal) El mayor impacto de la roya temprana, será en las zonas cultivables donde el verano y el otoño se superponen y es posible la implantación y establecimiento temprana de los cultivos. Esto, conduce a diferencias regionales en la severidad de la roya, particularmente en los primeros ataques de la roya amarilla (*P. striiformis*), roya de la hoja (*P. triticina*) o del tallo (*P. graminis*) en trigo. En las áreas donde los hospedantes voluntarios mueren antes de que se establezcan los nuevos cultivos, es probable que la enfermedad sea esporádica y menos intensa (Bartimote, 2020). El impacto de las royas en los cultivos es proporcional a la duración de la epidemia, por lo cual una roya "temprana" resultará en ataques severos y grandes pérdidas.

Varias especies de *Puccinia* son compartidas entre gramíneas de los CC y los cereales (Tabla 1) por lo cual es relevante considerar el comportamiento sanitario de ambos cultivos y focalizar en la elección de variedades, de fechas de siembra y momentos de rolado/control químico, en el diseño de una estrategia productiva integral a nivel local y regional.

Patógenos necrotróficos

- **Muerte o damping of de plántulas, pudrición de raíces y tallo**

Los CC pueden ser anfitriones de patógenos habitantes de suelo; Bakker *et al.* (2016) demostraron que las raíces necróticas de centeno de invierno como CC, albergaban altos niveles poblacionales de patógenos de plántulas de maíz (*Zea mays*) como *Fusarium graminearum* y especies del género *Pythium*. De manera similar, Acharya *et al.* (2017) observaron alta incidencia de plantas muertas por *Fusarium* y *Pythium*, después de centeno de invierno como CC, cuando se eliminó 10 días antes de la siembra de maíz; además marcaron la importancia del intervalo transcurrido entre la terminación de un CC y la siembra del cultivo de interés; la enfermedad se redujo en un 70% cuando el centeno se eliminó entre 14 y 21 días antes de la siembra. Por otro lado, Robertson (2017) en esta secuencia de cultivos observó que el centeno como CC redujo el nivel de pudrición de tallo en maíz por *Colletotrichum graminicola* y diversas especies de *Fusarium*; posiblemente, el centeno como CC a través de su rastrojo conservaría mejor la humedad del suelo previniendo el estrés hídrico al maíz y representaría una barrera física entre el inóculo y las plántulas.

La pudrición del tallo de la soja (*Sclerotinia sclerotiorum*) se redujo con el uso de avena, cebada y trigo como CC; en estos, se incrementó el número de apotecios observados, lo que podría haber generado un desgaste y no disponibilidad del inóculo. La enfermedad fue significativamente menor después de estos CC (Maloney & Grau, 2001). La pudrición de raíces por *Rhizoctonia solani* y *Fusarium virguliforme* en soja se redujo cuando se utilizó centeno como CC (Wen *et al.*, 2017).

Otros patógenos como el complejo *Fusarium* que afecta al maíz y trigo, sobreviven en el rastrojo: Las especies más frecuentes como *F. graminearum* y *F. culmorum*, se aíslan a partir de muchas fabáceas. La secuencia maíz-soja-trigo permite la supervivencia y desarrollo de algunas especies de *Fusarium*, cuando las condiciones ambientales son favorables (Peruzzo y Pioli, 2016). El rastrojo infectado con especies de *Fusarium* fue la principal fuente de inóculo para maíz (Luongo *et al.*, 2005), observándose la prevalencia de *Fusarium solani* y *F. oxysporum* (Chiotta *et al.*, 2015) al igual que en rastrojo de trigo y avena (Tunali *et al.*, 2012; Njeru *et al.*, 2016; Hofgaard *et al.*, 2016), cultivos que se utilizan como CC.

- **Manchas foliares**

Los patógenos de los cultivos extensivos durante varios meses carecen de su hospedante natural, ya que las plantas anuales y bianuales mueren parcial o totalmente al final de su estación de crecimiento. En ausencia del hospedante, los patógenos sobreviven entre los ciclos agrícolas o entre inviernos fríos o veranos secos como micelio en el rastrojo infectado o "puentes marrones". Además, pueden persistir en el suelo como esporas libres o durmientes (clamidosporas) y como esclerocios. El rastrojo posee distintos tiempos de descomposición, el de maíz persiste después de 756 días (más de 2 años) hallándose una gran población fúngica (Broder y Wagner, 1988) y la intensidad de las

enfermedades se relaciona directamente con la densidad de inóculo y es máxima en SD y monocultivo (Reis *et al.*, 2011a; 2011b).

Las enfermedades foliares de maíz, a excepción de las royas y mildius son ocasionadas en su mayoría por hongos necrótrofos que sobreviven en el rastrojo, entre ellos, *Exserohilum turcicum*, organismo causal de la enfermedad más destructiva en siembras tardías. Este patógeno, sobrevivió más de 7 meses en rastrojo enterrado o superficial (Fullerton y Fletcher, 1974) y se determinó en el suelo, sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*) y en especies de *Panicum*, *Paspalum*, *Pennisetum* y *Urochloa*. Por otro lado, los pseudotecios de su teleomorfo *Setosphaeria turcica* se producirían en rastrojo de sorgo de Alepo o cebada y nunca sobre restos culturales de maíz (Pedersen y Oldham, 1992).

Las plantas voluntarias ("guachas") logradas partir de semillas del hospedante no cultivado, también son reservorio de patógenos. En general, son de porte más bajo, entrenudos cortos, hojas más coriáceas, escasas flores, vainas, panojas y espigas. Además, pueden hospedar nematodos, invertebrados vectores de virus, bacterias y Spiroplasmas, como también organismos benéficos. El marchitamiento bacteriano (*Clavibacter michiganensis*), tizón foliar (*E. turcicum*) y mancha gris (*Cercospora* spp.) pueden potenciarse en presencia de maíces voluntarios infectados. La existencia de híbridos resistentes a herbicidas incrementaron la presencia de plantas voluntarias de maíz, convirtiéndose en una maleza problemática en la secuencia maíz/soja en SD (Marquardt *et al.*, 2013; Chahal *et al.*, 2016). En Entre Ríos, el número de plantas voluntarias de maíz en diversos estadios fenológicos, cuatro 4 hojas y grano ampolla (R2) fue alto en lotes cosechados, siempre con tejido verde con síntomas y signos de tizón foliar, mancha ocular y roya común (*Puccinia sorghi*) según Formento (2018).

La probabilidad que un patógeno pueda infectar dos especies de plantas decrece paralelamente con la distancia genética entre las plantas y otras poáceas u otras familias botánicas también podrían ser sustrato de sobrevivencia y de inóculo de patógenos de plantas (Gilbert y Webb, 2007). Hongos que ocasionan manchas foliares como *Bipolaris cynodontis*, *Curvularia lunata*, *C. geniculata* y *Exserohilum rostratum* afectaron severamente al sorgo de Alepo, *Bipolaris stenospila* a *Brachiaria platyphylla* y *B. spicifera* a sorgo de Alepo y *Setaria glauca*. Un número importante de gramíneas como el gramón (*Cynodon dactylon*) y seis especies de hongos, representaron un complejo de hospedantes múltiples y patógenos, con infección cruzada (Pratt, 2006).

Rhynchosporium secalis agente causal de la escaldadura de la cebada, ocasiona síntomas típicos y atípicos en centeno, *Dactylis glomerata* y *Lolium perenne* (King *et al.*, 2011), lo que muestra la importancia de otras poáceas como reservorio de patógenos. Especies de *Setaria* fueron reservorio de *Clavibacter michiganensis*, enfermedad reemergente de maíz (Langemeier *et al.*, 2014); *K. zeae* sobrevivió sobre *Setaria viridis*, *Sorghum bicolor*, *S. sudanense* y *Echinochloa crus-galli* (Reinfscheneider y Arny, 1980) y 22 especies de 14 géneros de poáceas fueron susceptibles cuando se inocularon con *E. turcicum*, con excepción de la caña de azúcar, (Wathaneeyawech *et al.*, 2015).

Conclusiones

Las interacciones entre plantas de los CC, cultivos extensivos, malezas, plantas voluntarias "puentes verdes" y el rastrojo "puentes marrones" con los patógenos son complejas y si bien, se han alcanzado algunos objetivos y existen avances en el conocimiento, exige a la brevedad posible una mayor asignación de recursos humanos y financieros, así también como una fuerte y constante articulación público-privado para el abordaje de estos nuevos paradigmas.

Tabla 1. Algunos patógenos (hongos, bacterias, virus y oomycetes) que comparten hospedantes, cultivos de cobertura y cultivos extensivos de importancia en Argentina. ¹cebada y trigo también son utilizados como cultivos de cobertura. * Las subespecies del hongo *Puccinia graminis* difieren según los hospedantes.

		Cultivos extensivos de importancia económica				
		Maiz (<i>Zea mays</i>)	Soja (<i>Glycine max</i>)	Trigo ¹ (<i>Triticum aestivum</i>)	Cebada ¹ (<i>Hordeum vulgare</i>)	Girasol (<i>Helianthus annuus</i>)
Gramíneas	Avena (<i>Avena sativa</i>)	<i>Fusarium graminearum</i> <i>F. culmorum</i> <i>Pythium</i> spp. <i>Colletotrichum graminicola</i> <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Fusarium</i> spp <i>Claviceps purpurea</i> <i>Xanthomonas translucens</i> pv. <i>translucens</i> Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV)	<i>Fusarium graminearum</i> <i>Pythium</i> spp. <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Fusarium</i> spp <i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Alternaria triticina</i> <i>Blumeria graminis</i> <i>Puccinia graminis</i> * <i>Bipolaris sorokiniana</i> <i>Colletotrichum graminicola</i> <i>Claviceps purpurea</i> <i>Xanthomonas translucens</i> pv. <i>translucens</i> <i>Fusarium graminearum</i> y <i>Fusarium</i> spp <i>Rhizoctonia solani</i> y <i>R. cerealis</i> <i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>tritici</i> <i>Pythium</i> sp. Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV)	<i>Blumeria graminis</i> <i>Ustilago tritici</i> <i>Puccinia graminis</i> * <i>Bipolaris sorokiniana</i> <i>Drechslera tritici repentis</i> <i>Ramularia collo-cygni</i> <i>Claviceps purpurea</i> <i>Fusarium graminearum</i> y <i>F. poae</i> ; <i>Fusarium</i> spp <i>Rhizoctonia solani</i> y <i>R. cerealis</i> <i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>tritici</i> <i>Pythium</i> sp. <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>translucens</i> Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV)	<i>Pythium</i> spp. <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Fusarium</i> spp <i>Fusarium graminearum</i>
	Centeno (<i>Secale cereale</i>)	<i>Fusarium graminearum</i> <i>Pythium</i> spp <i>Rhizoctonia</i> sp <i>Fusarium</i> spp	<i>Fusarium graminearum</i> <i>Pythium</i> spp. <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Fusarium</i> spp <i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Ustilago tritici</i> <i>Blumeria graminis</i> <i>Puccinia graminis</i> * <i>Puccinia striiformis</i> <i>Bipolaris sorokiniana</i> <i>Drechslera tritici-repentis</i> <i>Parastagonospora nodorum</i> <i>Zymoseptoria tritici</i> <i>Colletotrichum graminicola</i> <i>Fusarium graminearum</i> y <i>Fusarium</i> spp <i>Rhizoctonia cerealis</i> <i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>tritici</i> <i>Pythium</i> spp. <i>Xanthomonas translucens</i> pv. <i>translucens</i> Barley Yellow Dwarf Virus, Wheat streak mosaic virus, Soil-borne wheat mosaic virus	<i>Blumeria graminis</i> <i>Puccinia graminis</i> * <i>Bipolaris sorokiniana</i> <i>Parastagonospora nodorum</i> <i>Zymoseptoria tritici</i> <i>Fusarium graminearum</i> <i>Fusarium</i> spp. <i>Rhizoctonia cerealis</i> <i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>tritici</i> <i>Pythium</i> sp. <i>Xanthomonas translucens</i> pv. <i>translucens</i> Barley Yellow Dwarf Virus	<i>Pythium</i> spp. <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Fusarium</i> spp <i>Fusarium graminearum</i>
	Triticale (<i>X. Triticosecale</i>)	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium graminearum</i> <i>Pythium</i> spp. <i>Rhizoctonia</i> sp. <i>Fusarium</i> spp	<i>Blumeria graminis</i> <i>Tilletia</i> spp. <i>Puccinia graminis</i> * <i>Puccinia striiformis</i> <i>Puccinia triticina</i> <i>Claviceps purpurea</i> <i>Bipolaris sorokiniana</i> <i>Colletotrichum graminicola</i> <i>Drechslera tritici repentis</i> <i>Parastagonospora nodorum</i> <i>Zymoseptoria tritici</i> <i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> y <i>Fusarium</i> spp. <i>Ustilago tritici</i> <i>Rhizoctonia cerealis</i> <i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>tritici</i> <i>Pythium</i> spp., Wheat streak mosaic virus	<i>Erysiphe graminis</i> <i>Bipolaris sorokiniana</i> <i>Parastagonospora nodorum</i> <i>Zymoseptoria tritici</i> <i>Fusarium graminearum</i> <i>Fusarium</i> spp <i>Rhizoctonia cerealis</i> <i>Gaeumannomyces graminis</i> <i>Pythium</i> spp.	<i>Fusarium graminearum</i>
	Raigrass (<i>Lolium multiflorum</i>)	<i>Fusarium</i> spp. <i>Rhizoctonia zeae</i>	<i>Fusarium graminearum</i> <i>Pythium</i> spp. <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Fusarium</i> spp <i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Ustilago tritici</i> <i>Blumeria graminis</i> <i>Puccinia triticina</i> <i>Puccinia graminis</i> * <i>Bipolaris sorokiniana</i> <i>Drechslera teres</i> <i>Claviceps purpurea</i> <i>Colletotrichum graminicola</i> <i>Fusarium graminearum</i> y <i>Fusarium</i> spp. <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>R. cerealis</i> y <i>R. zeae</i> <i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>tritici</i> <i>Pythium</i> sp. <i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>Blumeria graminis</i> <i>Puccinia graminis</i> * <i>Drechslera teres</i> <i>Ramularia collo-cygni</i> <i>Bipolaris sorokiniana</i> <i>Rhynchosporium secalis</i> <i>Fusarium graminearum</i> <i>Fusarium</i> spp <i>Rhizoctonia solani</i> y <i>R. cerealis</i> <i>Pythium</i> sp.	<i>Pythium</i> spp. <i>Rhizoctonia solani</i> y <i>R. zeae</i> <i>Fusarium</i> spp. <i>Fusarium graminearum</i>
	Vicia (<i>Vicia villosa</i> , <i>V. sativa</i>)	<i>Fusarium graminearum</i> <i>Rhizoctonia</i> sp	<i>Fusarium graminearum</i> <i>Sclerotinia sclerotiarum</i> y <i>S. minor</i> <i>Pythium</i> spp. <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Fusarium</i> spp	<i>Fusarium graminearum</i> <i>Rhizoctonia</i> sp.	<i>Fusarium graminearum</i> <i>Rhizoctonia</i> sp.	<i>Sclerotinia sclerotiarum</i> y <i>S. minor</i> <i>Pythium</i> spp <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Fusarium</i> spp
Treboles (<i>Trifolium</i> sp.; <i>Melilotus</i> sp.)	<i>Macrophomina phaseolina</i> <i>Pythium</i> spp. <i>Pseudomonas syringae</i> <i>Fusarium graminearum</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i> <i>Sclerotinia sclerotiarum</i> <i>Sclerotium rolfsii</i> <i>Rhizoctonia crocorum</i> <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Pythium</i> spp. <i>Fusarium solani</i> <i>Stemphylium botryosum</i> <i>Pseudomonas syringae</i> <i>diversos virus</i>	<i>Pseudomonas syringae</i> <i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>Pseudomonas syringae</i> <i>Fusarium graminearum</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i> <i>Sclerotinia</i> spp. <i>Sclerotium rolfsii</i> <i>Fusarium graminearum</i>	

Bibliografía citada

- Acharya, J., Bakker, M.G., Moorman, T.B., Kaspar, T.C., Lenssen A.W. and A.E. Robertson 2017. Time interval between cover crop termination and planting influences corn seedling disease, plant growth, and yield. *Plant Disease* 101:591-600.
- Agrios, G. 2005. *Plant Pathology*. 5th Ed., Elsevier Academic Press, Amsterdam. pp. 26-27 y 398-401.
- Álvarez, R., Steinbach, H.S. and J.L. De Paepe 2017. ¿Son convenientes los cultivos de cobertura en la región pampeana? Un análisis de la información existente. IPNI, *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*. <http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/4616449FDCFB87F30325815D0063D5BC/>
- Bakker, M.G., Acharya, J., Robertson, A.E., Moorman, T. and T. Kaspar 2016. The potential for cereal rye cover crops to host corn pathogens. *Phytopathology* 106:591-601.
- Bartimote, T. 2020. Reduce pests by controlling green bridges. Local Land Services. NSW Government. <https://www.lls.nsw.gov.au/regions/central-west/articles-and-publications/pest-control/reduce-pests-by-controlling-green-bridges>
- Blanco-Canqui, H., Shaver, T.M., Lindquist, J.L. et al. 2015. Cover crops and ecosystem services: Insights from studies in temperate soils. *Agron. J.* 107:2449–2474.
Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 2019. Lanzamiento campaña gruesa 2018-2019. <http://www.bolsadecereales.com/imagenes/informes/2018-09/67-paneliibolsadecereales.pdf>
- Broder M.W. and G.W. Wagner 1988. Microbial colonization and decomposition of corn, wheat and soybean residue. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52:112-117. https://www.researchgate.net/publication/250127060_Microbial_Colonization_and_Decomposition_of_Corn_Wheat_and_Soybean_Residue
- Chahal P.S., Jha P., Jackson-Ziems T., Wright R. and A.J. Jhala 2016. Glyphosate-resistant volunteer maize (*Zea mays* L.): impact and management. In: *Weed and Pest Control*. Travlos I.S., Bilalis D. and D. Chachalis (Eds). Chapter 5. p. 125-148.
- Chiotta M.L., Chulze S. y G. Barros 2015. Fuentes de inóculo de especies de *Fusarium* potenciales productoras de micotoxinas en el agroecosistema soja. *Rev. FCA UNCUYO* 47(2):171-184.
- Formento A.N. 2018. Identificación morfológica y molecular de los hongos *Kabatiella zae* y *Exserohilum turcicum*, patógenos de maíz (*Zea mays*). Caracterización de las estrategias patogénicas y de sobrevivencia como un aporte al conocimiento de sus ciclos biológicos. Tesis de doctorado. FCA- UN de Rosario. 283 p.
- Gilbert G.S. and C.O. Webb 2007. Phylogenetic signal in plant pathogen–host range. *PNAS* 104:4979-4983.
- Hofgaard I.S., Seehusen T., Aamot H.U., Riley H., Razzaghian J., Vinh H. Le V.H., Hjelkrem A.G., Dill-Macky R. and G. Brodal 2016. Inoculum potential of *Fusarium* spp. relates to tillage and straw management in norwegian fields of spring oats. *Front Microbiol.* 7:556. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4841101/#B3>
- King K.M., West J.S., Dyer P.S. and B.D.L. Fitt 2011. Development of typical and atypical *Rhynchosporium* lesions on different grass hosts. *Aspects of Applied Biology* 106:137-142.
- Langdale, G.W., Blevins, R.L., Karlen, D.L., McCool, D.K., Nearing, M.A., Skidmore, E.L., Thomas, A.W., Tyler, D.D. and J.R. Williams 1991. Cover crop effects on soil erosion by wind and water. p. 15– 22. In: W.L. Hargrove (Ed.). *Cover crops for clean water*. Soil and Water Conserv. Soc. Ankeny, IA.
- Langemeier C.B., Jackson-Ziems T.A. and G.R. Kruger 2014. Four common *Setaria* species are alternative hosts for *Clavibacter michiganensis* subsp. *nebraskensis*, causal agent of Goss's bacterial wilt and blight of corn. *Plant Health Progress* doi: 10.1094/PHP-RS-12-0160.

- Li, X., Sorensen, P., Li, F., Petersen, S.O. and J.E. Olensen 2015. Quantifying biological nitrogen fixation of different catch crops, and residual effects of roots and tops on nitrogen uptake in barley using in-situ ¹⁵N labelling. *Plant Soil* 395:273-287.
- Luongo L., Galli M., Corazza L., Meekes E., de Hass L., Van der Plas C.L. and J. Köhl 2005. Potential of fungal antagonists for biocontrol of *Fusarium* spp. In wheat and maize through competition in crop debris. *Biocontrol Science and Technology* 15(3):229-242.
- Maloney, T.S. and C.R. Grau 2001. Unconventional approaches to combat soybean diseases. *Proceedings of the 2001 Fertilizer, Aglime, and Pest Management Conference, Madison, WI.*
- Marquardt P.T., Terry R.M. and W.G. Johnson 2013. The impact of volunteer corn on crop yields and insect resistance management strategies. *Agronomy* 3:488-496.
- Njeru N.K., Muthomi J.W., Mutegi C.K. and J.M. Wagacha 2016. Effect of cropping systems on accumulation of *Fusarium* head blight of wheat inoculum in crop residues and soils. *J. Plant Sci.* 11:12-21.
- Pedersen W.L. and M.G. Oldham 1992. Effect of three tillage practices on development of northern corn leaf blight (*Exserohilum turcicum*) under continuous corn. *Plant Disease* 76: 1161-1164.
- Peruzzo A.M. y R.N. Pioli 2016. Micotoxinas en harinas derivadas de trigo y soja detectadas por prueba de Elisa. *Pesq. Agropec. Bras.* 51:647-653.
- Pratt R.G. 2006. Johnsongrass, yellow foxtail, and broadleaf signalgrass as new hosts for six species of *Bipolaris*, *Curvularia*, and *Exserohilum* pathogenic to bermudagrass. *Plant Disease* 90:528.
- Reis E.M., Baruffi D., Remor L. and M. Zanatta 2011a. Decomposition of corn and soybean residues under field conditions and their role as inoculum source. *Summa Phytopathologica* 37(1):65-67.
- Reis E.M., Casa R.T., Bianchin V. 2011b. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. *Summa Phytopathologica* 37(3):85-91.
- Reifschneider F.J.B. and D.C. Arny 1980. Host range of *Kabatiella zae*, causal agent of eyespot of maize. *Phytopathology* 70:485-487.
- Robertson, A., Kaspar, T., Leandro, L., Mueller, D. and J. Acharya 2017. Disease risks associated with cover crops and soybean production. *Proceedings of the Integrated Crop Management Conference* 21. <https://lib.dr.iastate.edu/icm/2017/proceeding/>
- Snapp S.S., Swinton, S.M., Labarta, R., Mutch, D., Black, J.R., Leep, R., Nyiraneza, J. and K. O'Neil 2005. Evaluating benefits and costs of cover crops for cropping system niches. *Agron. J.* 97:322-332.
- Tunali B., Obanor F., Erginbas G., Westecott R.A., Nicol J. and S. Chakraborty 2016. Fitness of three *Fusarium* pathogens of wheat. *FEMS Microbiol Ecol* 81:596–609.
- Valkama, E., Lemola, R. Känkänen, H. and E. Turtola 2015. Meta-analysis of the effects of undersown catch crops on nitrogen leaching loss and grain yields in the Nordic countries. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 203. 93-101. 10.1016/j.agee.2015.01.023.
- Wathaneeyawech S., Sirithunya P. and P. Smitamana 2015. Study of the host range of northern corn leaf blight disease and effect of *Exserohilum turcicum* toxin on sweet corn. *Journal of Agricultural Technology* 11:953-963. <http://www.ijat-aatsea.com>
- Wen L., Lee-Marzano, L., Ortiz-Ribbing L.M., Gruver, J., Hartman, G.L. and D.M. Eastburn 2017. Suppression of soilborne diseases of soybean with cover crop *Plant Disease* 101(11):1918-1928.
- West, J.S. 2014. *Plant Pathogen Dispersal*. In: eLS, John Wiley & Sons, Ltd (Ed.). *Suppression of Soilborne Diseases of Soybean With Cover Crops*.