



16/01/2023

## Informe Técnico

### EVOLUCIÓN DIARIA DE LOS VALORES PREDICHOS PROBABILÍSTICOS DE LIBERACIONES SEVERAS DE ASCOSPORAS DE *Diaporthe helianthi* EN SITIOS DE LA REGION PAMPEANA, EN LA CAMPAÑA 2022/2023

Corró Molas A.<sup>1</sup>; Colombo D.<sup>2</sup>; Martínez M.I.<sup>3</sup>; Moschini R.C<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) General Pico (6360) / Facultad de Agronomía-Universidad Nacional de La Pampa, Argentina. <sup>2</sup> INTA EEA Anguil, Argentina (6326). <sup>3</sup> Instituto de Clima y Agua, CIRN INTA Castelar, Argentina (1683).

## INTRODUCCION

El cancro del tallo en girasol es una enfermedad fúngica causada por el complejo *Diaporthe/ Phomopsis helianthi* Munt.-Cvetk..

A nivel internacional el cancro del tallo se observó por primera vez en la actual Serbia por Mihaljcevic et al. (1980) y se encontró en los principales países girasoleros del mundo como Ucrania Rusia, Estados Unidos, Sudáfrica y Australia (Gulya et al. 1997; Lamarque y Perny 1985; Masirevic y Gulya 1992). En la Argentina, se informó la enfermedad en las provincias de Entre Ríos y Buenos Aires en el año 1994 (Ridao, 1994) y posteriormente en Entre Ríos (Hughet, 2006) con niveles de incidencia y severidad bajos. A partir de 2015/16 reapareció en una zona endémica establecida entre las ciudades de Trenque Lauquen (Buenos Aires) y General Pico (La Pampa) con valores de incidencia y severidad altos (Corró Molas et al. 2016). En la campaña 2017/18, las zonas afectadas por la enfermedad con niveles de daño relevantes se expandieron hacia el sudeste de Buenos Aires, la región del país que más aporta a la producción nacional de esta oleaginosa (RETSAVE, 2018). En la campaña 2021/2022 Colombo et al. (2022) reportaron un 100% de prevalencia en la región girasolera semiárida de La Pampa y Buenos Aires, y encontraron valores máximos de incidencia de cancro en tallo del 65%.

En los últimos años, se ha descubierto que el cancro del tallo es causado por varias especies del género *Diaporthe* que producen síntomas similares en las plantas de girasol. Por ejemplo, Thompson et al. (2011, 2018) demostraron que el cancro del tallo del girasol en Australia es causado por un complejo de cuatro especies de *Diaporthe* (*D. gulyae*, *D. kongii*, *D. kochmanii* y *D. novem*). En los Estados Unidos, Mathew et al. (2015, 2018) identificaron a *D. helianthi*, *D. gulyae* y *D. stewartii* como agentes causales del cancro del tallo. La participación de múltiples hongos en el desarrollo de esta enfermedad complica la evaluación de estrategias para su control, particularmente con respecto a la resistencia de los híbridos, porque los genes que confieren resistencia a un hongo no necesariamente confieren resistencia a todas las demás especies de *Diaporthe*. Además, estudios de los Estados Unidos (Mathew et al. 2015) han

demostrado que existe variación en la agresividad (desarrollo de síntomas) de los aislamientos de *D. gulyae* y *D. helianthi*.

El cancro del tallo se manifiesta, inicialmente, con manchas de color castaño claro que se expanden longitudinalmente hasta alcanzar 20 cm de longitud y rodear al cilindro. El tejido necrosado se presenta de color castaño claro y delimitado por bordes oscuros. El proceso necrótico interno es intenso y destruye completamente los tejidos medulares, de modo que el tallo se ahueca. Las estructuras asexuales del patógeno, abundantes en la superficie de los tallos, no se observan en la médula. A causa de la suspensión del flujo de agua, las plantas interrumpen su desarrollo normal y se tornan moribundas. La enfermedad también provoca un importante descenso del porcentaje de aceite en las semillas (Muntañola et al., 1981). Los síntomas foliares constituyen lesiones castañas que, en un principio, aparecen en la extremidad de una de las tres nervaduras principales. Dichas lesiones se expanden en forma de triángulo, con el vértice superior dirigido en el sentido de la progresión de la necrosis para alcanzar al pecíolo. El avance del hongo es precedido por la acción de una toxina, consecuentemente se observa una zona clorótica en los márgenes del área necrótica (Ridao, 1994). En infecciones tempranas, la planta se seca en forma prematura y se produce el quebrado del tallo. A diferencia de otras regiones de cultivo a nivel internacional, en la Argentina se observan síntomas en capítulo que se manifiestan como una podredumbre seca. La similitud de síntomas sobre los diferentes órganos de la planta con los causados por otras enfermedades del cultivo de girasol hace que pase desapercibida para gran parte de los productores, lo que genera incrementos de inóculo en rastrojos de la región y predispone los agroecosistemas a epifitias futuras si se presentan condiciones ambientales predisponentes (temperaturas entre 20 a 25 °C asociadas con frecuentes y/o abundantes precipitaciones).

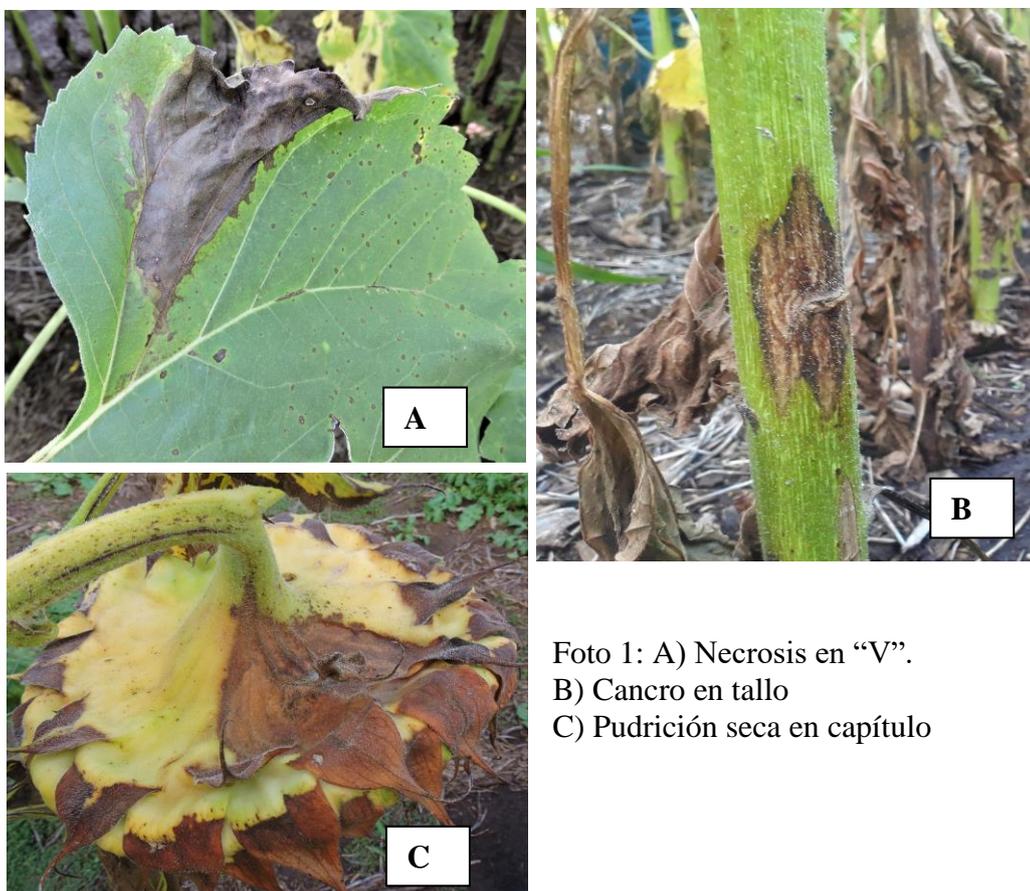


Foto 1: A) Necrosis en “V”.  
B) Cancro en tallo  
C) Pudrición seca en capítulo

Durante el ciclo del cultivo, el desarrollo epidémico depende esencialmente de la magnitud de la descarga de ascosporas (inóculo primario) contenidas en peritecios disponibles en el rastrojo, y de la ocurrencia de condiciones meteorológicas predisponentes para la infección. Si bien ambos factores son condiciones necesarias pero no suficientes para el desarrollo de la enfermedad, estos pueden ser usados como información para predecir escenarios sanitarios en el cultivo de girasol.

### **Uso de fungicidas para el control de *Diaporthe sp* en girasol**

La medida de manejo preferencial es el uso de cultivares de mejor comportamiento. Cada campaña se genera información sobre el comportamiento sanitario de cultivares (Troglia et al 2022, Ayge et al 2019)

El uso de fungicidas en una práctica complementaria para el manejo de *Diaporthe sp* en girasol. Los resultados preliminares de ensayos realizados en la región semiárida indican que el uso de fungicidas presenta niveles de disminución de síntomas muy inferiores a los correspondientes a la utilización de híbridos de mejor comportamiento. Es decir, ante condiciones muy favorables al desarrollo de epidemias severas, el uso de cultivares de mejor comportamiento puede provocar una disminución de daños a niveles satisfactorios. De acuerdo al estado de conocimiento actual, esto no sería posible cuando se utiliza un híbrido susceptible asociado al uso de fungicidas.

La investigación necesaria para la caracterización de la respuesta a fungicidas para el control de *Diaporthe sp.* en girasol requiere una serie extensa de datos en condiciones de epidemias medias a severas. La ausencia de estas condiciones y la variabilidad interanual en la dinámica de las epifitias determina un avance lento del conocimiento local sobre esta práctica.

Cabe destacar que el uso de fungicidas también presenta efectos sobre otras enfermedades foliares como Escudete negro (*Leptosphaeria lindquistii*) Roya negra (*Puccinia helianthi*), Roya blanca (*Albugo tragopogonis*) Manchas foliares por *Septoria sp* y *Altenaria sp*, etc) El momento recomendado para el control de estas enfermedades es R2 y no coincide con el correspondiente a los tratamientos en R1 recomendados para *Diaporthe*.

Los antecedentes de uso de fungicidas en girasol orientados al control de cancro por *Diaporthe sp.* son escasos. Stewart (com.pers) utilizó fungicidas compuestos por triazol y estrobilurina que presentaron efectos significativos sobre los síntomas de cancro y el rendimiento. Por otro lado, Gilley et al. 2015 observó que aplicaciones con estrobilurinas en el estado fenológico de R1 fueron efectivas para el control de la enfermedad. Dangal et al. (2022) y Kashyap et al. (2022) han demostrado que los fungicidas que contienen pyraclostrobina (grupo FRAC 11) son efectivos contra los hongos que causan el cancro del tallo cuando se aplican en la etapa de inicio del desarrollo de la inflorescencia del girasol (estado fenológico R1). Por lo general, en ese momento fenológico no se observan síntomas en las plantas de girasol, aunque parte de las mismas pueden encontrarse infectadas en forma asintomática.

### **Uso de modelo de liberación de ascosporas de *Diaporthe helianthi***

El uso de modelos predictivos en fitopatología permite realizar un análisis de escenarios sanitarios utilizando registros de datos meteorológicos disponibles. Esto es de especial interés en el caso de patógenos sin historia previa en una región o reemergentes, donde no se dispone de una serie de tiempo extensa de convivencia con el patógeno en los cultivos. También es de gran utilidad en enfermedades donde las

eventuales medidas de control químico se realizan de forma preventiva, antes de observarse síntomas en el cultivo.

Numerosos modelos han sido desarrollados para diferentes patosistemas. En el caso específico de *Diaporthe helianthi* en girasol, los modelos desarrollados en la actualidad estiman la liberación de ascosporas, que constituyen el inóculo inicial que causa las infecciones en cultivos. El primer modelo desarrollado para *Diaporthe/Phomopsis* en girasol fue ASPHODEL (Delos et al 1996) con datos de Francia, mientras que el segundo fue desarrollado por Moschini et al (2019) con datos de Uruguay. Cabe destacar que la liberación de ascosporas es una condición necesaria pero no suficiente para el desarrollo de infecciones en cultivos. Esto se debe a que las infecciones dependen de la coincidencia de la presencia de inóculo viable, hospedantes susceptibles en etapas fenológicas susceptibles y condiciones ambientales favorables para la infección. Asimismo, el momento de liberación de ascosporas influye en la manifestación de síntomas. Liberaciones tempranas en el ciclo del cultivo podrían relacionarse con infecciones en tallo mientras que liberaciones en estados fenológicos posteriores a R2 podrían estar relacionadas con infecciones en capítulo.

Moschini et al. (2019) identificaron las variables meteorológicas asociadas a la liberación de ascosporas de *D. helianthi*, cuantificando el efecto ambiental mediante el ajuste de modelos de regresión logística. Para ello, se analizaron los conteos semanales de ascosporas liberadas desde rastros de girasol y adheridas a caza espora (porta objetos vaselinados) en La Estanzuela (Uruguay), durante las campañas girasoleras 2005/06 y 2006/07. Dichos valores semanales (N=34) de esporas (períodos de conteo: 11/11/2005 al 11/2/06 y del 21/10/2006 al 3/3/07) se categorizaron binariamente (severo y moderado a ligero) en función de un valor umbral (148 ascosporas). La variable meteorológica DMojHR (días con registro de precipitación (Prec $\geq$ 0,2 mm y Prec $<$ 27mm) y humedad relativa (HR) $>$ 76%, más los días sin precipitación (Prec $<$ 0,2 mm) y HR $>$ 81%), asociada a la ocurrencia de eventos de mojado por precipitación y rocío, presentó el más alto valor de correlación de Kendall ( $r_k=0,64$ ) con los niveles de esporas atrapadas semanalmente e integró el modelo logístico más preciso:

$$\text{LogitPrSev}=\ln(\text{PrS}/1-\text{PrS})=-4,7019+2,8604*\text{DMojHR} \quad \text{Modelo I}$$

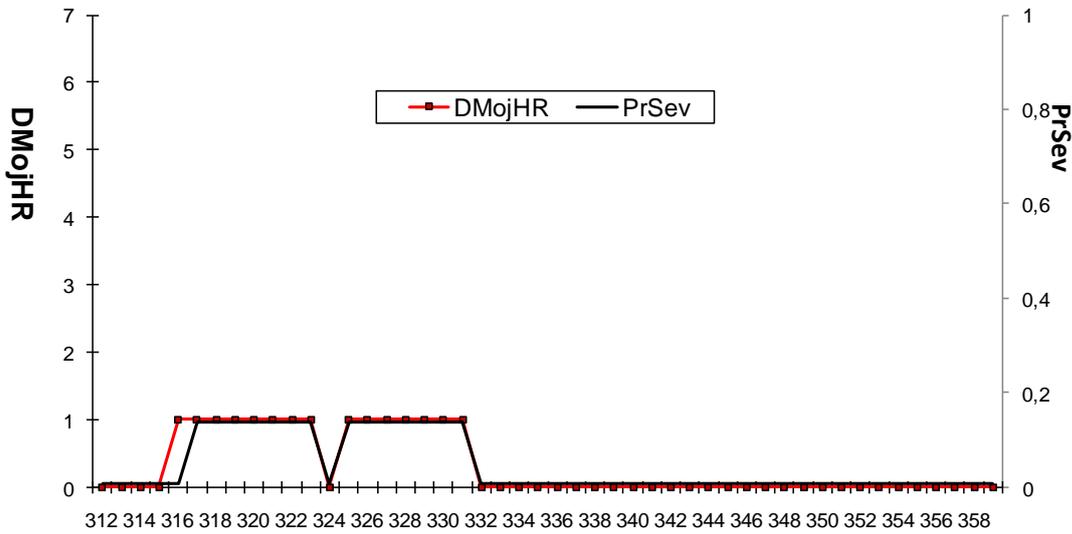
Resolviendo la expresión  $\text{Exp}(\text{LogitPrSev}) / (1+\text{Exp}(\text{LogitPrSev}))$ , se obtienen los valores de PrSev (probabilidad de observar un nivel severo de esporas liberadas (S,  $\geq$ 148 ascospora). Ln: logaritmo natural. PrL=1-PrSev, siendo PrL la probabilidad de observar un moderado a leve nivel de ascosporas. Este modelo fue preciso en 30 casos de los 34 observados (88,2%: precisión de predicción).

En un informe técnico previo (Corró Molas et al 2021), se analizó el riesgo climático para la región pampeana relacionado con la liberación de ascosporas. Este trabajo permitió establecer qué zonas de la región pampeana cuentan con condiciones medias más favorables para la liberación de ascosporas. Para este estudio se utilizaron registros históricos desde 1971 a 2015 (45 años).

En el presente trabajo se analiza la estimación de liberación de ascosporas basada en las condiciones meteorológicas específicas de la campaña en curso 2022/23.

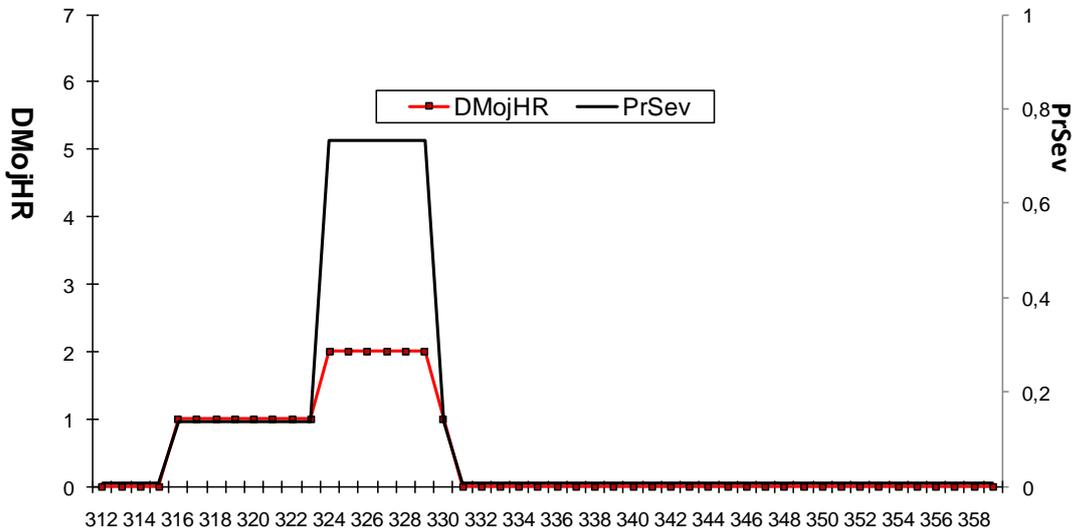
**Campaña 2022/23. Lapso analizado: 8/11/2022 al 25/12/2022**

En la presente campaña girasolera se puede graficar la evolución diaria de los valores de probabilidad de ocurrencia de niveles severos ( $PrSev > 0,5$ ) de esporas liberadas (Modelo I), junto a la evolución de la principal variable regresora (DMojHR) calculada en los siete días previos. Este tipo de seguimiento diario puede realizarse a partir de los últimos estadios vegetativos del cultivo a monitorear, pudiendo de esta forma dar alarmas de riesgo de infecciones.



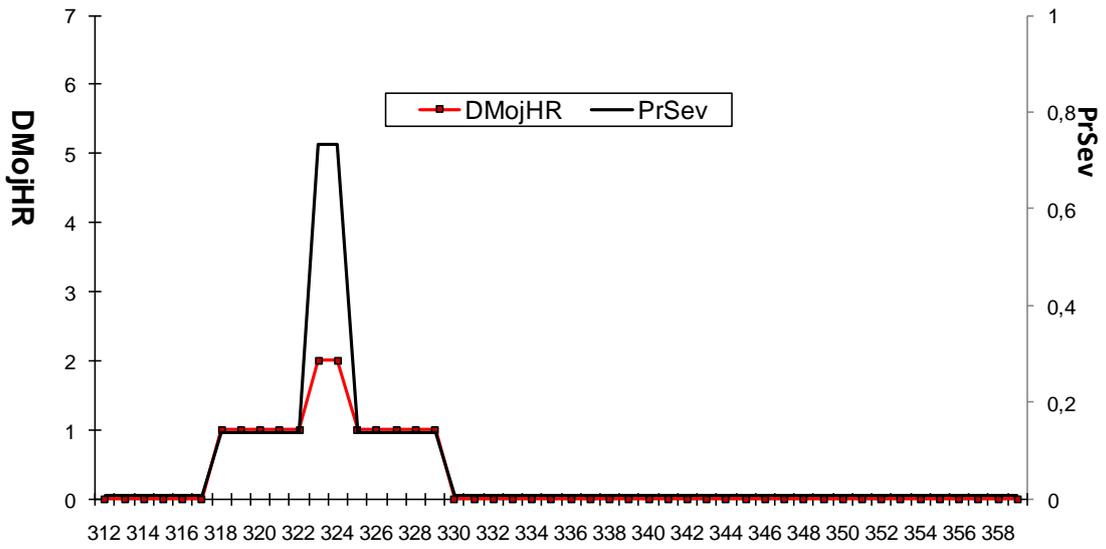
**Figura 1 Sitio Rio Cuarto SMN.**

Noviembre y diciembre no presentaron condiciones meteorológicas favorables para la liberación de ascosporas.



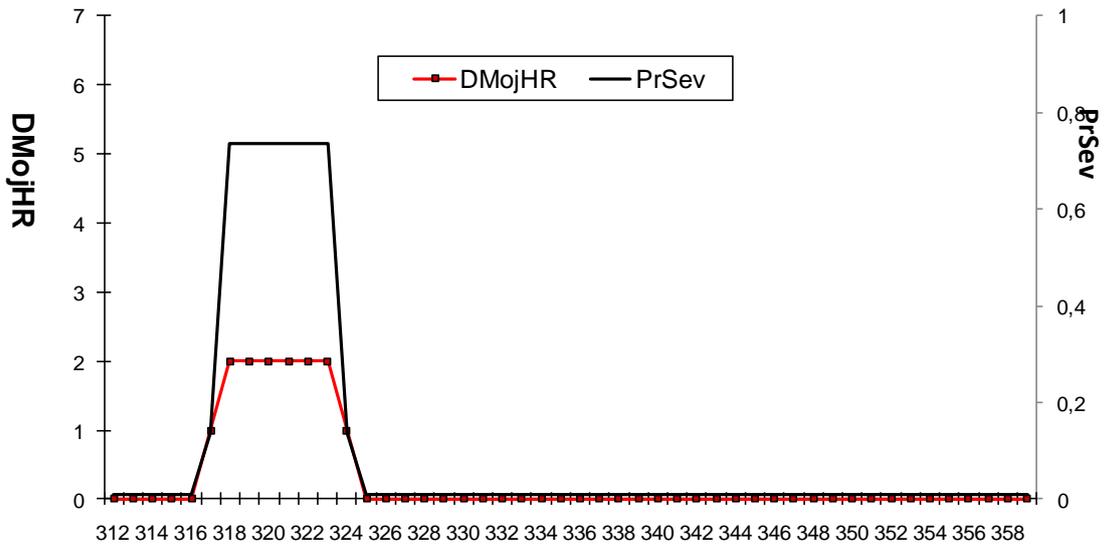
**Figura 2 Sitio Gral Pico SMN.**

En Gral Pico, de acuerdo a la Figura 2, se observan un lapso con alta probabilidad ( $PrSev > 0,5$ ) de ocurrencia de liberaciones severas de ascosporas. El lapso se extiende desde el 20/11 (dj: 324) hasta el 25/11 (dj: 329).

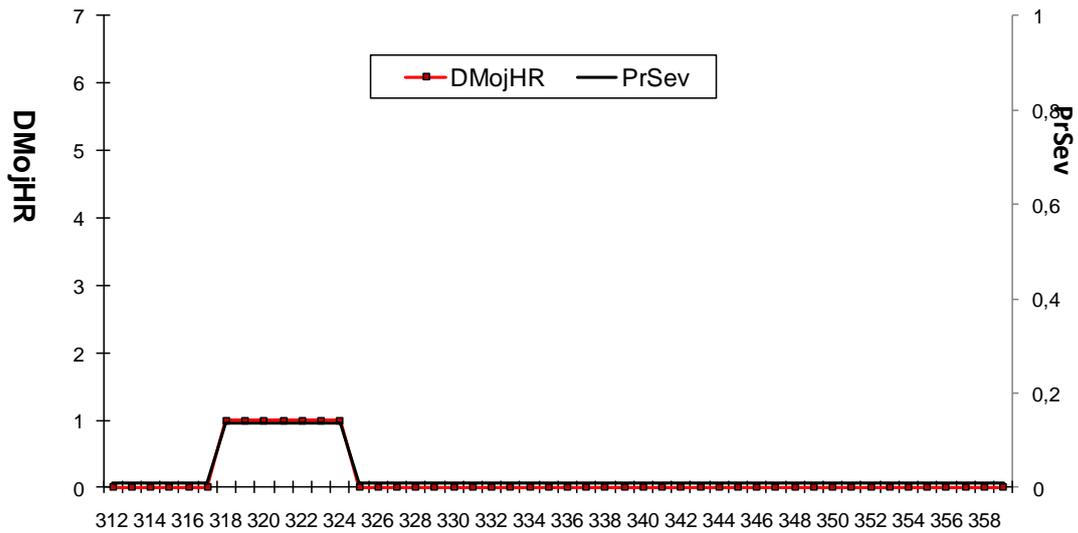


**Figura 3 Sitio Santa Rosa SMN**

En Santa Rosa la ventana 19/11-20/11 con alta probabilidad de liberación de ascosporas en un nivel severo se estrecha respecto a Gral Pico

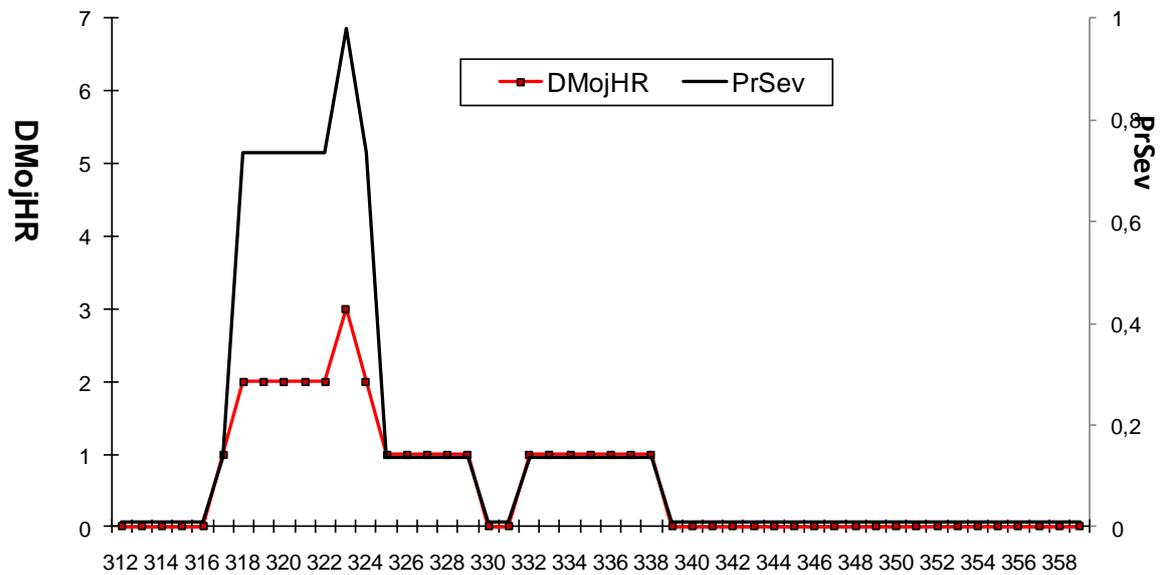


**Figura 4 Sitio C Suarez SMN**

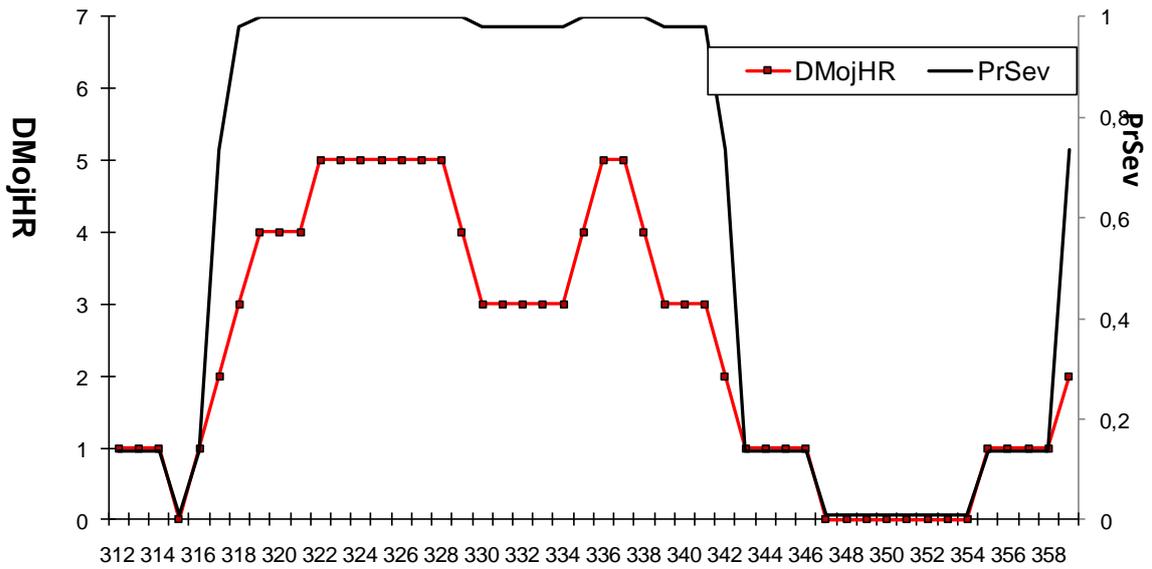


**Figura 5 Sitio Pigue SMN**

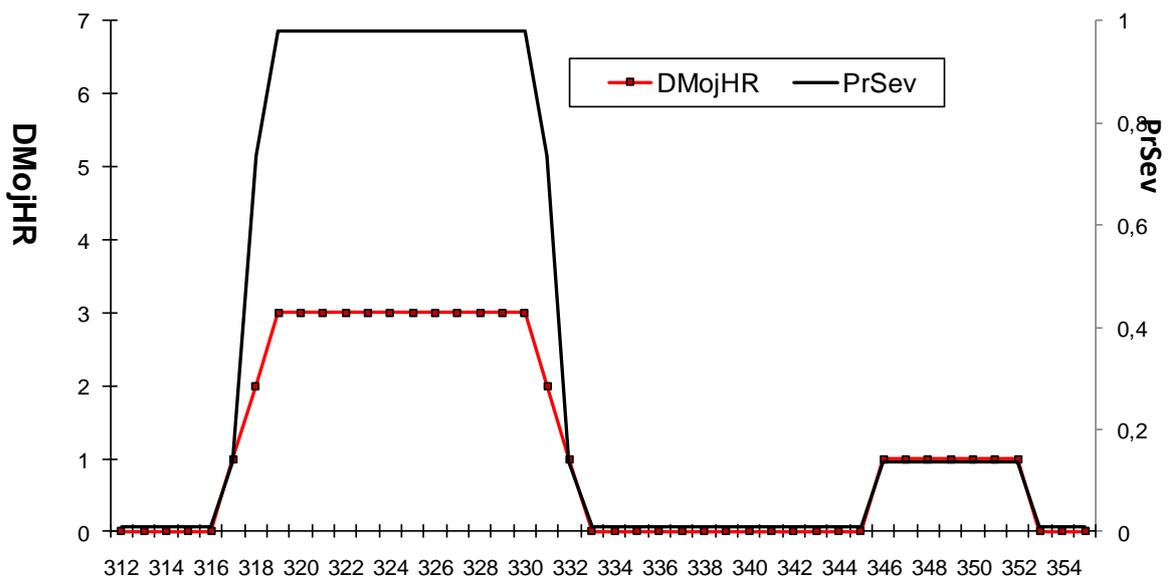
En el SO bonaerense, se destacó Cnel Suarez donde se observó la ventana 318-323 (14/11-19/11), con alta probabilidad de liberaciones severas de ascosporas. Esto no fue observado en Pigue (Figuras 4 y 5). En ambos sitios, diciembre no presentó condiciones meteorológicas favorables



**Figura 6 Sitio Tres Arroyos SMN**

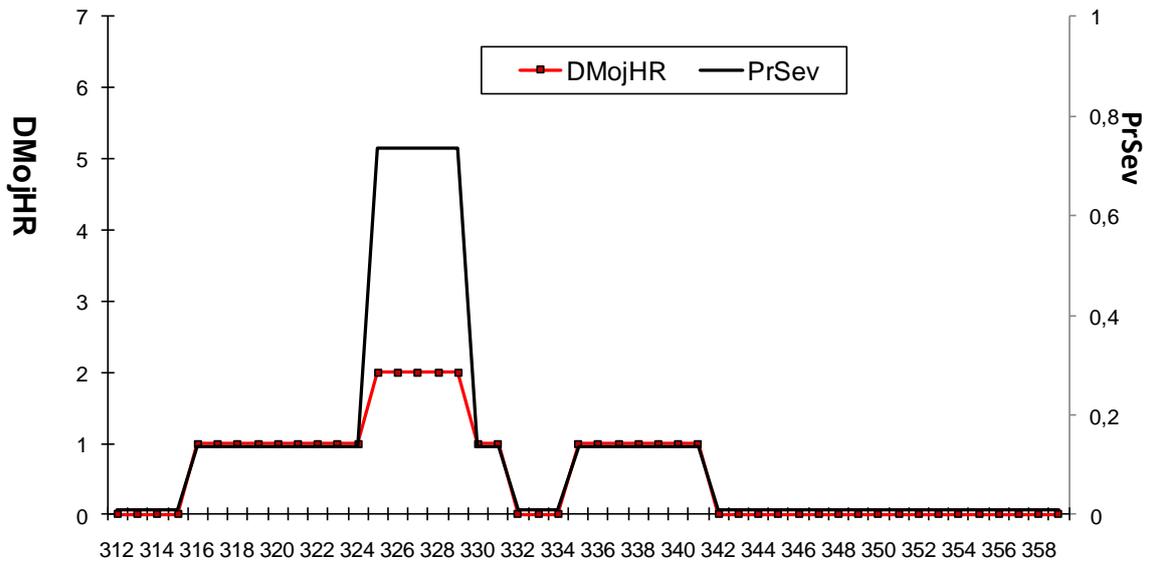


**Figura 7 Sitio Mar del Plata SMN**



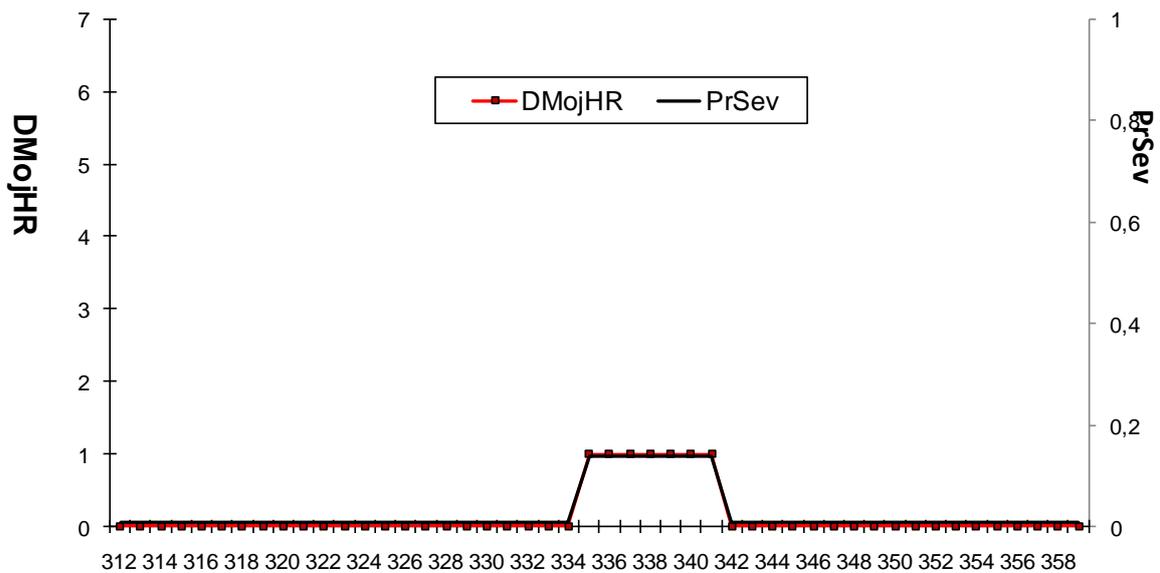
**Figura 8 Sitio Balcarce INTA**

El sur de la región pampeana (Tres Arroyos, Mar del Plata, Balcarce) observó condiciones meteorológicas favorables para la liberación de ascosporas en noviembre (a partir del 14/11). Excepto Mar del Plata, los otros sitios del sur analizados no presentaron condiciones meteorológicas favorables para la liberación de ascosporas en diciembre (hasta el 25/12)



**Figura 9 Sitio Bolivar SMN**

En Bolivar las favorables condiciones se observaron en el lapso 21/11-25/11



**Figura 10 Sitio Junin SMN**

En Junin, los meses de noviembre y diciembre registraron escasas precipitaciones y bajos niveles de humedad relativa del aire. Por ello no se registraron condiciones meteorológicas favorables para la liberación de ascosporas.

**Conclusión**

En el mes de noviembre se registraron condiciones meteorológicas apropiadas para la liberación de ascosporas en sitios analizados ubicados al sur de la región pampeana, y con menor intensidad en algunos sitios del oeste.

En diciembre, con excepción de Mar del Plata, los demás sitios analizados no registraron condiciones meteorológicas favorables para la liberación de ascosporas.

En el período analizado, las localidades donde se produjeron condiciones más predisponentes para la liberación de inóculo fueron Mar del Plata, y en menor medida, Balcarce. El momento en que se produjeron las condiciones predisponentes determinaría infecciones en tallos.

En el período analizado no se observaron condiciones favorables para las infecciones en capítulo.

## Bibliografía

- Ayge, M., Corró Molas A., Parodi, N. y E. Ghironi. 2020. Evaluación del comportamiento de híbridos de girasol frente al Cancro causado por *Diaporthe helianthi* en General Pico, G. Moreno y General Villegas. 10 pp.
  
- Colombo, DN & Corró Molas, A. Relevamiento del cancro del tallo y la pudrición seca de capítulo del girasol causadas por el complejo *Diaporthe*. XVII Jornadas Fitosanitarias 2022. Pergamino. 19-21 Octubre, 2021
  
- Corró Molas A., Ghironi E. Sanchez E. y Gareis E. 2016. Comportamiento sanitario frente al cancro del tallo del girasol. Revista del Colegio de Ingenieros Agrónomos de La Pampa. Pp 16-20.
  
- Corró Molas A.; Edwards Molina J.; Therisod G.; Colombo D.; Martínez M.I.; Bilbao A.; Bertero A.; Moschini R.C. 2021. Riesgo climático de la región pampeana respecto a la liberación de ascosporas de *Diaporthe helianthi*. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/12775>
  
- Dangal, N. K., Rekabdarkolae, H. M., Markell, S. G., Harveson, R. M., and Mathew, F. M. 2022. Foliar fungicides containing FRAC 11 mitigates Phomopsis stem canker in sunflower (*Helianthus annuus*). Plant Disease 2022 Aug 1.
  
- Delos, M. , Moinard, J. , Debaeke, P. 1996. ASPHODEL : modèle de simulation des épidémies de phomopsis du tournesol (*Diaporthe helianthi*) 15. Conférence Internationale sur le tournesol , 2000/06/12-15 , Toulouse (FRA). Comptes rendus. 2000. 7 p.
  
- Gilley, M., Harveson, R., Schaefer, J., Kirsch, M., Caroline, J., and Markell, S. 2015. Evaluation of fungicides for management of Phomopsis stem canker. In: 37th Annu. Sunflower Res. Forum. Fargo, ND. Natl. Sunflower Assoc., Mandan, ND.
  
- Gulya TJ, Rashid KY, Masirevic SM. 1997. Sunflower diseases. In: Schneiter AA (ed), Sunflower technology and production: 313–319. American Society of Agronomy, Madison USA
  
- Hughet N. 2006. Ocurrence of *Phomopsis helianthi* in Argentina and Uruguay. Helia 29, 44:121-126.

- Kashyap, R., Markell, S. G., Harveson, R. M., Moradi, H., and Mathew, F. M. 2022. Application of Pyraclostrobin Fungicide at Miniature Floral Head Development Growth Stage is Efficacious Against Phomopsis Stem Canker Fungi in Sunflower (*Helianthus annuus*). *Plant Health Progress*
- Lamarque, C; Perny, R. A. 1985. Nouvelle maladie du tournesol: Le phomopsis. *Cultivar* 179:57-59.
- Masirevic, S. and T.J. Gulya. 1992. Sclerotinia and Phomopsis - two devastating sunflower pathogens. *Field Crops Res.*, 30:271-300.
- Masirevic, S., Thompson S.M., Gulya T.J. and S.G. Markell, 2016. “Phomopsis stem canker: Diaporthe/Phomopsis spp Complex” in *Compendium of Sunflower Diseases*, eds R. M. Harveson, S. G. Markell, C. C. Block and T. J. Gulya. St. Paul, MN: The American Phytopathological Society, 38–40.
- Mathew, F.M., Alananbeh, K. M., Jordahl, J. G., Meyer, S. M., Castlebury, L. A., Gulya, T. J. & Markell, S. G. 2015. Phomopsis stem canker: A reemerging threat to sunflower (*Helianthus annuus*) in the United States. *Phytopathology* 105: 990-997.
- Mathew, F.M., Harveson, R., Gulya, T., Thompson, S., Block, C., and Markell, S. 2018b. Phomopsis stem canker of sunflower. *Plant Health Instructor*, doi: 10.1094/PHI-I-2018-1103-01.
- Mathew, F.M.; Alananbeh, K.; Balbyshev, N.; Heitkamp, E.; Gulya, T.; Markell, S. 2011. Reevaluation of Phomopsis species affecting sunflowers in the United States. *Phytopathology* 101: S115.
- Mihaljcevic, M., Petrov, M. and Cvetkovic, M.M., 1980. Phomopsis sp. novi parazit suncokretau Jugoslaviji. (Phomopsis sp., a new sunflower parasite in Yugoslavia.) *Savremena Poljoprivreda*, 28:531-539. *Plant Health Progress* 19: 92-96.
- Moschini RC, Rodríguez MJ, Martínez MI, Stewart S. 2019 Weather-based predictive models for *Diaporthe helianthi* ascospore release in Uruguay. *Australasian Plant Pathology* 48: 519-527
- Ridao A. 1994. Quebrado de tallo y otras afecciones provocadas por *Diaporthe helianthi* (*Phomopsis helianthi* Munt.). En: *Enfermedades del girasol en la Argentina, Manual de reconocimiento*. (V. Pereyra & A. Escande eds). Unidad Integrada Balcarce. Balcarce. pp. 61-66.
- Thompson, S.M., Tan, Y.P., Young, A.J., Neate, S.M., Aitken, E.A.B. & Shivas, R.G. 2011. Stem cankers on sunflower (*Helianthus annuus*) in Australia reveal a complex of pathogenic *Diaporthe* (*Phomopsis*) species. *Persoonia* 27: 80–89.
- Thompson, S.M., Tan, Y.P., Neate, S.M., Grams R.M., Shivas R.G., Lindbeck K. and Aitken E.A.B. 2018. *Diaporthe novem* isolated from sunflower (*Helianthus annuus*) and other crop and weed hosts in Australia. *Eur J Plant Pathol* 10.1007/s10658-018-1515-7

- Troglia, C.I, Corró Molas, A.E., Ghironi M.E., Astiz, V. 2022. Comportamiento de híbridos de girasol frente al Cancro del tallo y Podredumbre seca del capítulo por *Diaporthe* sp.. Resumen en XVII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Pergamino 19-21 octubre de 2022.