

## BASES EPIDEMIOLÓGICAS Y ESTRATEGIAS DE SANITIZACIÓN DE SARNA EN PERA WILLIAM'S EN EL ALTO VALLE DE RIO NEGRO Y NEUQUÉN

Vexenat De Giorgi Leticia<sup>1</sup>; Lutz M. Cecilia<sup>1,2</sup>; Reyes Fernanda<sup>3</sup>; Basso Carla N.<sup>1,2</sup>; Blackhall Valeria<sup>1</sup> y Sosa, M. Cristina<sup>1,2</sup>

1- Instituto de Biotecnología del Comahue (IBAC). Centro de Investigaciones en Toxicología Ambiental y Agrobiotecnología del Comahue (CITAAC – CONICET – UNCo). Becaria doctoral ANPCyT.

2- Laboratorio de Fitopatología. Facultad de Ciencias Agrarias, UNCo.

3- Instituto de Tierras, Agua y Medio Ambiente (ITAMA). UNCo. CONICET CCT Confluencia.

Email: [mcristinasosa10@gmail.com](mailto:mcristinasosa10@gmail.com)

### RESUMEN

Con el propósito de vislumbrar el comportamiento de la sarna de peral causada por *Venturia pirina*, y avanzar en el manejo de la enfermedad en la región (Río Negro y Neuquén), los objetivos de este estudio fueron: (i) Evaluar la liberación y captura de esporas en relación a las condiciones climáticas (CC) y presencia de síntomas de la enfermedad, en dos huertos comerciales de pera William's con antecedentes, y (ii) comparar la degradación de hojarasca entera y triturada en combinación con urea y bioformulados i.a. *Trichoderma*, como estrategia de sanitización. Las CC y capturas se monitorearon durante septiembre a diciembre 2022. La captura de ascosporas se registró con eventos de rocío, precipitaciones y horas de hoja mojada, aumentado la incidencia de la enfermedad en enero, resultando los conidios el principal inóculo. La degradación de hojarasca evaluada de junio a octubre 2022 como pérdida de peso (%) a los 60, 90 y 120 días de inicio del ensayo, fue significativamente mayor con la trituración para todas las combinaciones.

### 1. Introducción

El Alto Valle (AV) de Río Negro (RN) y Neuquén (NQN) en NorPatagonia es la principal región productora de pera (*Pyrus communis* L.) de Argentina, con la variedad William's como la más importante en superficie y volumen producido (45%) (FAO, 2021). Entre las enfermedades que afectan al cultivo, la sarna del peral causa serios problemas, particularmente en cultivares muy susceptibles como William's (Lutz et al., 2022), debido a la formación de lesiones sarnosas en la fruta, que la tornan no comercializable. En ocasiones, las pérdidas en los rendimientos alcanzan entre 40 y 80 % (Liu et al., 2009). En la región del AV de RN, la incidencia y severidad de la enfermedad ha sido baja, presentándose de forma esporádica según las condiciones climáticas primaverales (Dobra et al., 2008). Sin embargo, en los últimos años, se ha observado el aumento en la incidencia de la enfermedad, con niveles de infección que comprometen la productividad de los montes frutales (Sosa y Lutz, 2020).

El agente causal de la sarna del peral es el hongo *Venturia pirina*, patógeno policíclico, que sobrevive principalmente en los montes frutales, como pseudotecios inmaduros dentro de la

hojarasca presente en el suelo. Sin embargo, en algunas regiones, el patógeno también sobrevive en invierno como conidios en las yemas o en lesiones/cancros en la corteza. Esta fuente de inóculo no había sido considerada en nuestra región hasta hace pocos años, en que hubo altos porcentajes de daño en huertos con más de 10 años de ausencia de enfermedad (Sosa, *Comunicación personal*).

En lo que respecta al manejo, a nivel global, la mayoría de las investigaciones se han focalizado en *V. inaequalis*, asumiendo que *V. pirina* tiene los mismos requerimientos, incluyendo las condiciones ambientales predisponentes. Tal es así, que se ha usado el sistema de predicción de los riesgos de infección desarrollado por Mills y Laplante (MacHardy y Gadoury, 1986), resultando en un deficiente control de la sarna del peral. Asimismo, existen pocos reportes de las condiciones ambientales que se requieren, tanto para las ascosporas como para los conidios, que se comportan como inóculo primario, y por ello, de las estrategias más adecuadas para disminuir la presencia de sarna en el huerto.

Dado que el uso mínimo de químicos en la fruta en crecimiento es una condición en la producción de fruta con destino a exportación, la sanitización

debiera ser la primera estrategia para reducir el inóculo primario en los huertos. En diferentes lugares del mundo, se han evaluado diversos métodos para reducir las fuentes de inóculo primario de la hojarasca, y con ello, la incidencia de sarna en primavera, demostrado una correlación directa entre la cantidad de inóculo ascospórico durante la primavera y la severidad de la enfermedad en el verano (Spotts y Cervantes, 1994; Holb 2006; Rosenberger, 2016).

Con el objetivo de generar conocimiento regional que permita el entendimiento de la enfermedad en huertos comerciales del AV de RN y establecer las bases para un manejo integrado (MI) eficiente, desde 2020 se cuenta con financiamiento específico (PICT 2019-2197 ANPCyT), que incluye una tesis doctoral y actualmente, además con el Proyecto de Investigación de la Universidad del Comahue (PIN1 04/A153). Hasta el momento, se ha trabajado sobre los objetivos: (i) Evaluación de la liberación de ascosporas y conidios de *V. pirina* y su correlación con las condiciones climáticas de temperatura (T), precipitación (PP), horas de hoja mojada (HHM), humedad relativa (HR), rocío (R), estado fenológico (EF) y la presencia de síntomas, en dos huertos comerciales de pera William's con antecedentes de la enfermedad, y (ii) Evaluación de la condición de la hojarasca en conjunto con la aplicación de urea y bioformulados a base de *Trichoderma* como estrategia de sanitización de sarna del peral.

## 2. Metodología

### 2.1 Sitio, condiciones climáticas y estado fenológico

En huertos comerciales de pera William's con antecedentes de sarna ubicados próximos a las localidades de Ing. Huergo (IH) y Villa Regina (VR) del AV de RN, de septiembre-diciembre/2022 se monitorearon semanalmente: (i) condiciones climáticas de horas de hoja mojada (HHM), temperatura (T), precipitaciones (PP) y humedad relativa (HR); (ii) capturas de ascosporas/conidios; y, (iii) fenología. El monitoreo de las condiciones ambientales se realizó con dataloggers provistos de sensores de HHM, T, y pluviómetro (Figura 1). Los datos de HR y R se obtuvieron de la NASA (<https://power.larc.nasa.gov/>).

### 2.2 Capturas de esporas y aparición de síntomas

La captura de esporas se realizó con cazaesporas a 1.5 m de altura (n=4 con 3 repeticiones y dos réplicas/monte), que fueron evaluados por microscopía semanalmente (Figura 1D).

### 2.3 Cuantificación de la incidencia de la enfermedad

La incidencia de sarna en frutos y hojas se evaluó en los meses de noviembre y enero de la temporada 2022/23. Se realizó la evaluación visual 4 filas de 56 plantas cada una en cada huerto frutal, y se llevó a cabo el conteo de plantas con síntomas en hojas y/o frutos de ramas ubicadas desde el primer al tercer alambre.

### 2.4 Degradación de hojarasca

El experimento se desarrolló de julio a octubre de 2022 (período de producción de inóculo ascospórico) en un huerto de peras William's (FaCA. UNCO) con la hojarasca colocada en bolsas de fibra de vidrio (Figura 2). Los tratamientos fueron: triturado (chipeadora) y sin triturar/hojas enteras, solos (control) y combinados con urea (5% P/V), Tifi® (1g/L) (Carontis) y Mamull® (1g/L) (Bionativa). Bolsas viajeras permitieron corregir errores de manipulación en el peso inicial. Las muestras se evaluaron a los 60, 90 y 120 días desde el inicio para determinar la pérdida de peso (PP en %) en relación a la inicial.

### 2.5 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) con prueba de LSD FISHER con el fin de



**Figura 1.** Sensores de condiciones ambientales sobre las plantas y cazaesporas. Sensor de horas de hoja mojada (A) sensor de temperatura (B) y pluviómetro (C), y cazaesporas (D). Cazaesporas verticales con 3 niveles de captura: 0.50 m, 1.00 m y 1.50 m.



**Figura 2.** Montaje del experimento de degradación de hojarasca. A) Hojarasca entera empleada para el ensayo. B) Diferentes tratamientos de la hojarasca en bolsas de fibra de vidrio instaladas en el huerto frutal (C).

comparar la variación de pérdida de peso entre los tratamientos. Se evaluó diferencias significativas entre: tratamientos enteros y triturados; entre tratamientos enteros y entre tratamientos triturados para cada momento.

### 3. Resultados y Discusión

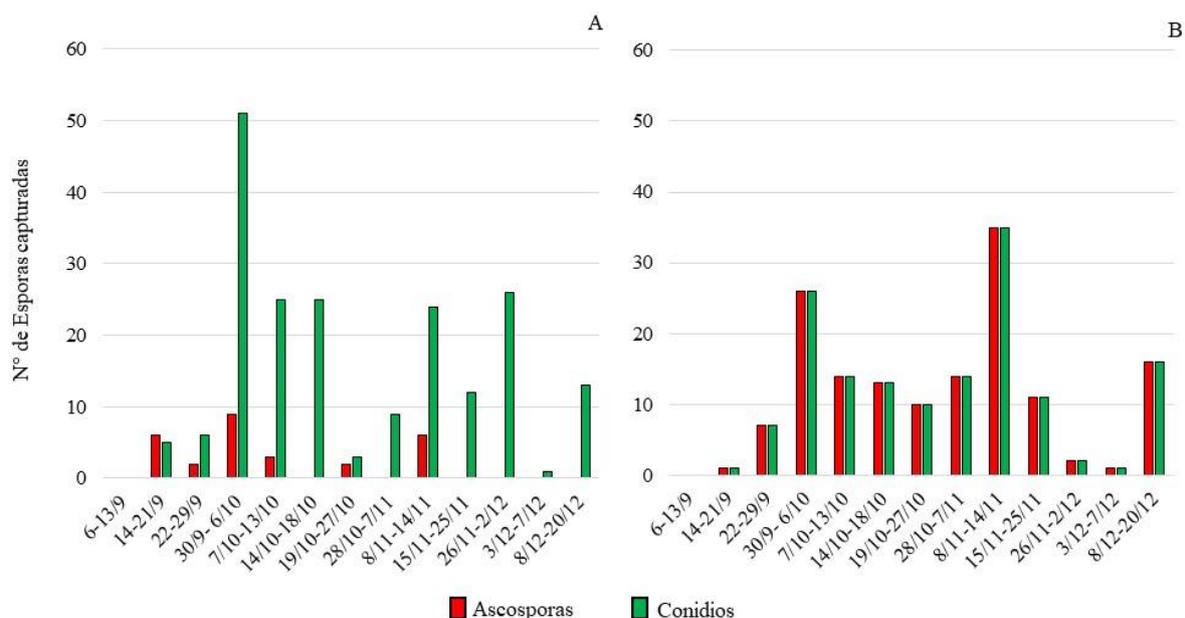
#### 3.1 Capturas de esporas, condiciones climáticas, fenología y aparición de síntomas

En IH, la primera captura de ascosporas se registró en plena flor (14-21/9) y continuó hasta fruto pequeño (8-14/11). La máxima captura de ascosporas y conidios coincidieron desde el 30/9 al 6/10 (fruto pequeño) con 14 HHM (Figura 3A y 4A). En VR, la primera captura de ascosporas

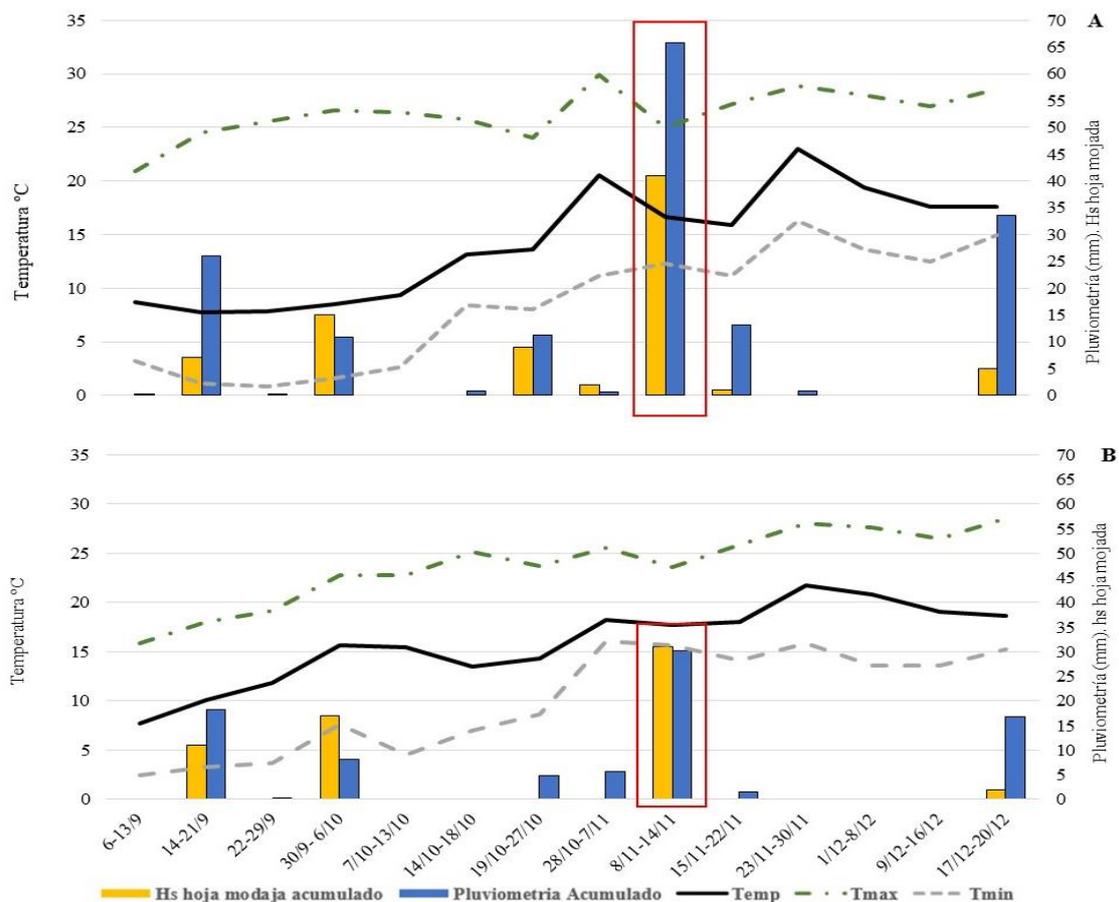
se registró en fruto cuajado (22-29/9), con 8 R; mientras la última captura coincidió con lo observado en IH (Figura 3B y 4B). La máxima captura de ascosporas (VR) ocurrió del 30/9 al 6/10 (fruto pequeño) con 14 HHM (Figura 3B); mientras la máxima captura de conidios se registró del 8-14/11 (fruto pequeño), cuando ocurrieron 3 eventos de 9, 8 y 14 HHM (Figura 4B).

Los primeros síntomas se detectaron el 8/11 en IH y VR, a 25 días de registrarse 9 HHM (IH) y 3.36 mm PP (VR). La incidencia fue de 1.11% en hojas y 3.33% en frutos (IH); 51.43% en hojas y 1.43% en frutos (VR) en noviembre; y del 10.56% en hojas y 31.11% en frutos (IH); 60% en hojas y 61.43% en frutos (VR) a mediados de enero (Figura 5 A, B y C).

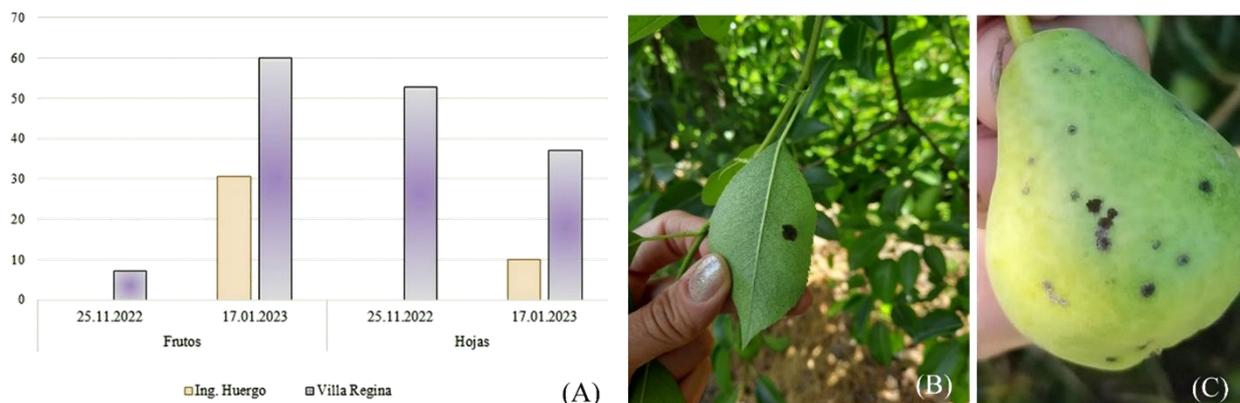
La captura de ascosporas se registró en semanas con eventos de lluvia y HHM, al igual que lo reportado por Latorre et al. (1985), Spotts y Cervantes (1994), no así la captura de conidios. De las capturas obtenidas 22-29/9, tanto para IH como VR, ocurrieron sin HHM ni PP, pero con 8 y 11 R, por lo que debe considerarse como un potencial factor de liberación. La aparición de los primeros síntomas, 25 días después de un evento de 9 HHM y T media al evento de 8.31°C, indican que los requerimientos de HHM para la infección son menores a los reportados por Mills y



**Figura 3.** Captura de ascosporas y conidios en dos huertos comerciales de pera William's. Ingeniero Huergo (A) y Villa Regina (B), durante el periodo septiembre-diciembre de 2022. Barras rojas, ascosporas y barras verdes, conidios.



**Figura 4.** Condiciones climáticas en IH (A) y VR (B) para el período septiembre-diciembre de 2022. Línea negra continua temperatura media, línea verde de trazo y punto temperatura máxima y línea gris de trazos temperatura mínima. Las barras amarillas horas de hoja mojada y barras azules pluviometría.

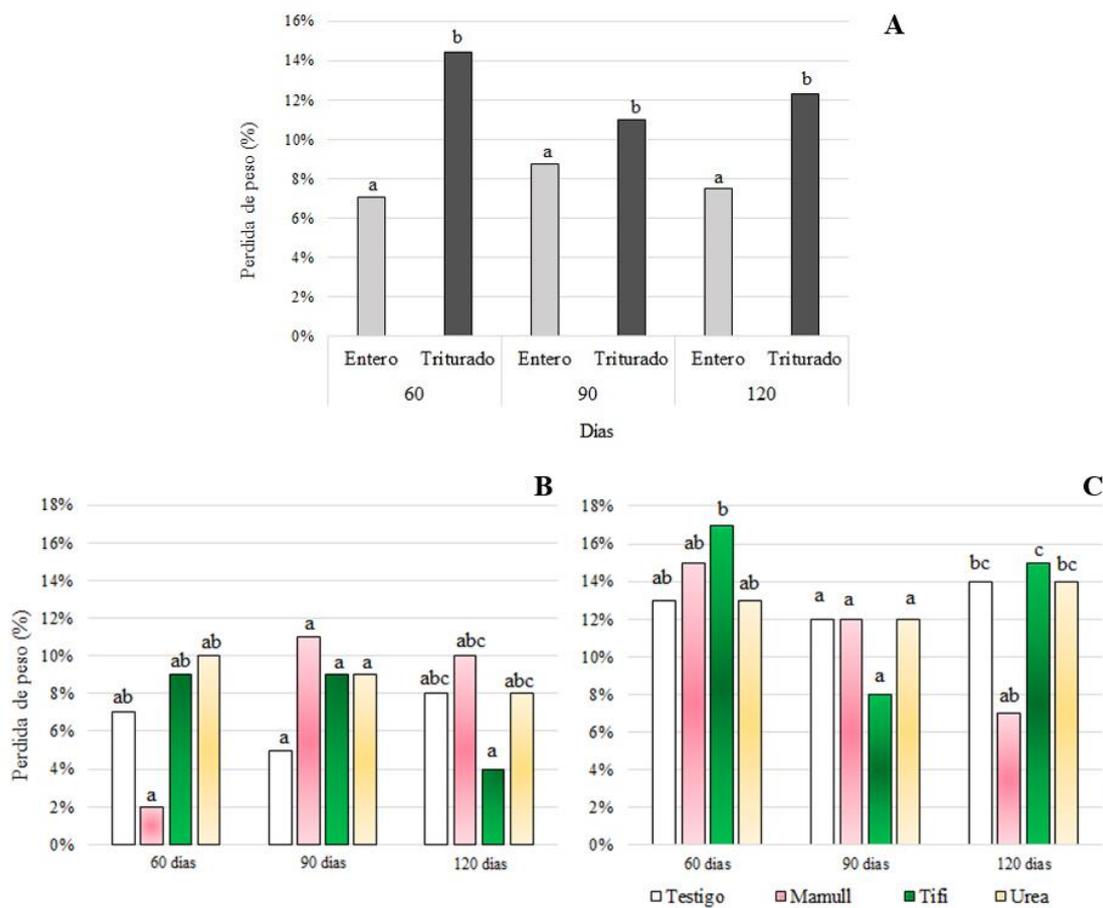


**Figura 5.** Incidencia (%) de plantas con síntomas en hojas/frutos en los huertos de IH y VR (A). Caracterización de los síntomas observados en los momentos de cuantificación: hoja con una mancha de sarna en el envés (25/11/22) (B) y fruto con síntomas de infecciones tardías activas y algunas cicatrizadas observadas en enero (17/1/23) (C).

Laplante (MacHardy y Gadoury, 1986). El incremento de la incidencia entre noviembre y enero, principalmente en frutos, puede deberse a las condiciones climáticas que se presentaron durante la semana del 8/12-20/12: 10 (IH) HHM y 14.67 (VR) mm PP; siendo los conidios la principal fuente de inóculo.

### 3.2 Degradación de hojarasca como estrategia de reducción del inóculo ascospórico

Las muestras trituradas perdieron mayor biomasa que las no trituradas en todos los momentos de



**Figura 6.** Efecto de los tratamientos de sanitización expresados como porcentaje de pérdida de peso (%) de la hojarasca entera y triturada a los 60, 90 y 120 días (A). Pérdida de peso alcanzada para cada uno de los tratamientos de hojarasca entera (B) y triturada (C) con los formulados biológicos (Mamull® y Tifi®) y Urea. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p$  valor  $< 0.05$ ), de acuerdo al análisis LSD Fisher.

evaluación, por lo que, la trituración de la hojarasca tuvo un efecto significativo en la degradación de hojarasca (Figura 6A). Esto es consistente con los resultados obtenidos por Holb et al., (2006). La aplicación de urea y bioformulados (Mamull® y Tifi®) no tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre la degradación de la biomasa vegetal (Figura 6B y C). A lo largo del ensayo, las pérdidas de peso que registraron los bioformulados a base de *Trichoderma* (Mamull® y Tifi®) fueron muy variables entre momentos. Sin embargo, Mamull® tuvo un efecto marginal y positivo en la biomasa de hojarasca entera a 90d y 120d (12 %PP) (Figura 6B) y Tifi® en la triturada a 60d (17%PP) (Figura 6C). Urea, al contrario, registró pérdidas de peso similares en todos los momentos.

#### 4. Conclusión

Los resultados preliminares de estos estudios mostraron que las condiciones para la liberación/captura de ascosporas y/o conidios de *V. pirina* y la ocurrencia de la infección y la aparición de síntomas, difieren de las condiciones establecidas por Mills y Laplante (MacHardy y Gadoury, 1986) para *V. inaequalis*. El período de infección de fruta se extiende más allá del fruto del tamaño de una nuez. En la temporada 2023/24 se continuará con el estudio (2° temporada) para la comprensión del efecto de otros factores ambientales, así como de las dos fuentes de inóculo de ascosporas y conidios y su correlación con la ocurrencia de infecciones por sarna.

Por otro lado, se verifica que la trituración es una práctica efectiva en el proceso de la degradación de la biomasa, con lo que es posible reducir el inóculo ascospórico de la hojarasca. Su aplicación conjunta con formulados a base de

*Trichoderma* y urea no tuvo un efecto significativo sobre su tasa de degradación; sin embargo, este estudio se está repitiendo por segunda temporada.

Con los resultados de esta temporada se pretende realizar ajustes que permitan el desarrollo de un pronóstico sustentable con recomendación para el manejo de la enfermedad en la región.

## AGRADECIMIENTOS

A Lucas Barros, Guillermo Daga e Iván Bielovucic, por su colaboración y predisposición.

## 5. Referencias

- Dobra, A. C., Sosa, M. C. & Dussi, M. C. (2008). Low incidence of fungal and bacterial diseases in the pear production of north patagonia, Argentina. *Acta Horticulturae*, 800, 907-912. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.800.123>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). World pear production (FAOstat) - world pear exports 2016-2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/OCL> (Acces on line Feb 21st 2021).
- Holb, I. J. (2006). Effect of six sanitation treatments on leaf litter density, ascospore production of *Venturia inaequalis* and scab incidence in integrated and organic apple orchards. *European Journal of Plant Pathology*, 115(3), 293-307. <https://doi.org/10.1007/s10658-006-9013-8>
- Latorre, B., Yañez, P. & Rauld, E. (1985). Factors affecting release of ascospores by the pears scab fungus (*Venturia pirina*). *Plant Dis.* 69: 213-216.
- Liu, S.M., Ye, G., Richards, S.M. & Smith, K.F. (2009). Segregation and transmission of host resistance to scab (*Venturia pirina*) in pear breeding progeny under natural infection in an orchard. *Scientia Horticulturae* 120: 222–229.
- Lutz, M.C., Sosa, M.C., & Vera, L. (2022). Incidence of powdery mildew and scab in different cultivars of commercial pear orchards in Rio Negro valley."Abstracts published as a supplement to *Phytopathology*. The American Phytopathological Society. <https://doi.org/10.1094/PHTO-112-3-S1.1>
- MacHardy W. & Gadoury, D. (1986). Patterns of ascospore discharge by *Venturia inaequalis*. *Phytopath.* 76: 989-900.
- Rosenberger D. (2016). RIMpro as a Tool for Management of Apple Scab. Plant Pathologist, Hudson Valley Lab, Highland, NY.
- Sosa, M.C. y Lutz, M.C. (2020). Enfermedades del Peral (*Pyrus communis*) en Montes Comerciales de la Norpatagonia Argentina. Minireview. Newsletter de la Asociación Argentina de Fitopatólogos N° 6. <http://aafitopatologos.com.ar/wp/wp-content/uploads/2014/11/Boletin-N6-Agosto-2020.pdf>
- Spotts, R. A. & Cervantes, L.A. (1994). Factors affecting maturation and release of ascospores of *Venturia pirina* in Oregon. *Phytopathology* 86: 260-264