

SARNA POLVORIENTA

Autores: Ivette Acuña B., Camila Sandoval S., Constanza Sepúlveda T.

La Sarna polvorienta de la papa, es causada por el hongo *Spongospora subterranea*, y afecta diversas especies incluyendo: dicotiledóneas, monocotiledóneas y gimnospermas, pero en estas especies el hongo no conduce a la formación de esporas de resistencia por lo que no culmina su ciclo de vida, pero sí ocurre en especies tuberíferas de *Solanum* y en raíces de especies no tuberíferas como *Solanum nigrum* L y *Nicotiana rustica* L. Sus síntomas característicos son la formación de agallas en raíces y estolones, las cuales restringen la capacidad de absorción de nutrientes y agua de la planta, provocando enanismo, disminución en el vigor y la muerte de ésta. El reconocimiento de esta enfermedad se remonta por primera vez en Alemania en 1841, mientras que en Latinoamérica fue recién reportada en 1892. Sin embargo, gracias a las técnicas moleculares se concluyó que el patógeno es originario de los Andes sudamericanos, y que Europa fue el puente para su dispersión. Principalmente, esta enfermedad frecuente en regiones templadas, pero debido a la utilización de sistemas de riego en los cultivos y a los cambios de épocas de siembra hacia períodos húmedos, también ocurre en regiones de climas cálidos y secos. En Chile, esta enfermedad se reportó por primera vez en 1936 atacando los papales de Llanquihue y Chiloé. Es una enfermedad que está adquiriendo cada vez mayor importancia debido al daño que causa en las raíces, estolones, y en los tubérculos de la planta, relacionándose con pérdidas económicas devastadoras por causar la reducción en los rendimientos y la baja en la calidad del producto final. En la actualidad, la Sarna polvorienta, es una enfermedad limitante para las principales zonas productora de papa (*Solanum tuberosum* L.), sobre todo en la zona sur de nuestro país, ya que para el desarrollo del patógeno se requiere de períodos de lluvias seguidos de tiempo fresco, húmedo y nublado; condiciones poco frecuentes de forma natural en la región central y norte del país.

AGENTE CAUSAL

El agente causal de la Sarna polvorienta en papa es el hongo *Spongospora subterranea* (Wallr) Lagerh *f.sp. subterranea* J.A. Tomlinson, perteneciente al orden *Plasmodiophorales* de carácter monofilético, es decir, todos los organismos incluidos en este orden han evolucionado a partir de una población ancestral común, y debido a esto, sus miembros tienen características en común como: la división nuclear cruciforme, desarrollo de zoosporas con dos flagelos, fase ameboidal, protoplasto multinucleado, presencia de plasmodios, poseen interacción biológica clasificada como parasitismo obligado, y son capaces de desarrollar sporosoris (Foto 1), las cuales son esporas de resistencia maduras que pueden sobrevivir por mucho tiempo frente a diferentes condiciones ambientales gracias a sus paredes celulares gruesas. Adicionalmente, *S. subterranea* es el vector del Potato Mop Top Virus (PMTV). Este virus es una enfermedad viral que presenta carácter cuarentenario para diferentes países del mundo y de gran preocupación hoy en día.

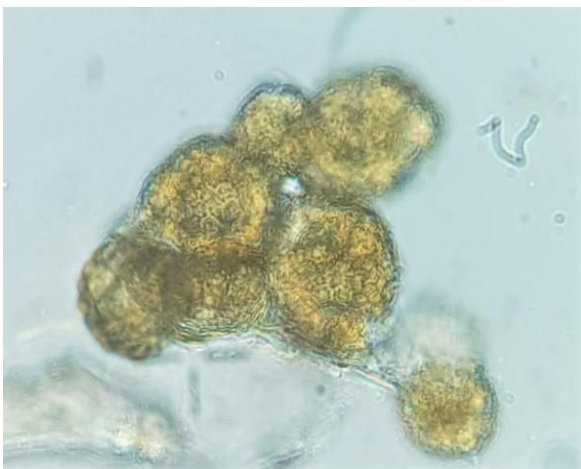


Foto 1. *Sporosori de Spongospora subterranea.* Fuente: INIA Remehue.

SINTOMATOLOGÍA

Spongospora subterranea es capaz de infectar todos los órganos subterráneos de la planta de papa (es decir, estolones, tubérculos y raíces), donde el patógeno estimula el agrandamiento y la división de las células hospederas, lo que conduce a la aparición de síntomas.

Síntomas en raíces: en raíces enfermas es posible observar tejidos aparentemente sanos a simple vista, pero bajo microscopio se observan claramente la presencia de esporangios del patógeno. Cuando la infección es mayor, las raíces se observan deformes y con poco desarrollo. Si la infección es muy alta, se pueden producir agallas en las raíces, las que se muestran de color blanco cremoso al inicio, tornándose de color marrón oscuro cuando maduran (Foto 2). Estas agallas radiculares varían en tamaño y pueden aparecer tan pronto como 35 días después de la siembra y desarrollarse a lo largo de la temporada de crecimiento, y aumentando el nivel de inóculo del patógeno en el suelo a medida que las agallas se descomponen. Además, estos síntomas en raíces reducen la absorción de agua y la ingesta de nutrientes según el cultivar, por ejemplo, en cultivares susceptibles, reduce en un 15% la absorción de fósforo y un 11% el potasio. Esta reducción de nutrientes se traduce en un bajo rendimiento y peso medio de los tubérculos obtenidos, como también en una disminución de altura, vigor y germinación de las plantas. Paralelamente a la infección de las raíces, se pueden visualizar los síntomas en los estolones los cuales son similares a los de las raíces, pero las agallas son más pequeñas.



Raíces y estolones deformes o con agallas

Foto 2. Raíces de planta de papa con síntomas de agallas causadas por *Spongospora subterranea*. Fuente: INIA Remehue.

Síntomas en tubérculos: los síntomas iniciales de la sarna polvorienta aparecen como lesiones de color marrón violáceo, que más tarde se convierten en pequeñas ampollas que pueden aparecer desde los 43 días después de la siembra (Foto 3). Mientras que los síntomas maduros, aparecen como lesiones redondas, de bordes ligeramente elevados, generalmente poco profundas y de variable diámetro en un rango de 0,5 a 2 mm, que en su interior contienen masas de esporas visibles a partir de los 75 días después de la siembra (Foto 4). Estos síntomas se convierten en pústulas abiertas y de color pardo rojizo con un diámetro de 2 a 10 milímetros, o aún más grandes, y que liberan la masa polvorienta de esporas de resistencia de color castaño oscuro cuyo número varía desde algunos centenares a más de un millar. En algunos casos, las lesiones maduras no se abren, apareciendo como lesiones oscuras y elevadas, que se abren una vez que los tubérculos han sido almacenados.



Tubérculos afectados muestran al inicio lesiones color marrón violáceo que más tarde se convierten en ampollas.

Foto 3. Pústulas inmaduras en tubérculos de papa, síntoma causado por *Spongospora subterranea*. Fuente: INIA Remehue.



Tubérculos afectados
muestran finalmente
pústulas abiertas y
de color pardo rojizo

Foto 4. Pústulas maduras sarnosas en tubérculos de papa, síntoma causado por *Spongospora subterranea*. Fuente: INIA Remehue.

EPIDEMIOLOGÍA Y CICLO BIOLÓGICO

Las principales fuentes de inóculo de *S. subterranea* son los tubérculos de papa infectados usados como semilla y el suelo contaminado. Este hongo puede sobrevivir durante mucho tiempo en desechos de plantas, raíces y rizósfera de papas voluntarias, malezas y hospederos alternantes, o bien, en estado de dormancia como esporas de resistencia (sporosori), las cuales pueden permanecer viables durante más de 10 años.

Fuente inóculo:

- Tubérculo semilla
- Suelo contaminado

La fase esporogénica del ciclo de vida de este hongo comienza con la germinación de dichas esporas resistentes (sporosori), lo cual está limitado por temperaturas entre los 12°C y 23°C, alta humedad en el ambiente y alto contenido de agua en el suelo, es por ello que a pesar de que esta enfermedad tiene una mayor presencia en zonas templadas se le puede observar en zonas cálidas en condiciones de riego. Además, cuando el riego es más frecuente las temperaturas del suelo en la zona de las raíces disminuyen a un rango muy favorable para la infección, especialmente cuando se utiliza agua fría.

Al germinar esporas de resistencia, cada una de éstas libera una sola zoospora primaria biflagela no nucleada, las cuales, a diferencia de las esporas de resistentes, son esporas susceptibles a las condiciones extremas del medio ambiente y tienen una vida corta, por lo que necesitan localizar

un hospedero susceptible en un plazo aproximado de 5 horas. Estas zoosporas nadan hasta las raíces atraídas por los exudados radiculares, y penetran e infectan las células más superficiales (las células de la epidermis) de los pelos radiculares, causando pérdida de la capacidad de absorción de nutrientes y agua de las raíces. Una vez dentro del hospedero comienza la fase esporangial, la cual consiste en el desarrollo de zoosporangias entre las células del individuo, cada zoosporangia libera 8 nuevas zoosporas capaces de producir infección en raíces y tubérculo, causando la deformación y atrofia en raíces, y lesiones sarnosas en los tubérculos, debido a que las zoosporas pueden producir infección de tubérculos en estados tempranos como en el inicio de tuberización. Además, estas zoosporas secundarias son nuevas fuentes de inóculo que pueden infectar otras partes de la planta o plantas vecinas. Finalmente, tanto las agallas como las lesiones en tubérculos pueden producir nuevas zoosporas, pero también sporosoris, que serán nuevas fuentes de infección

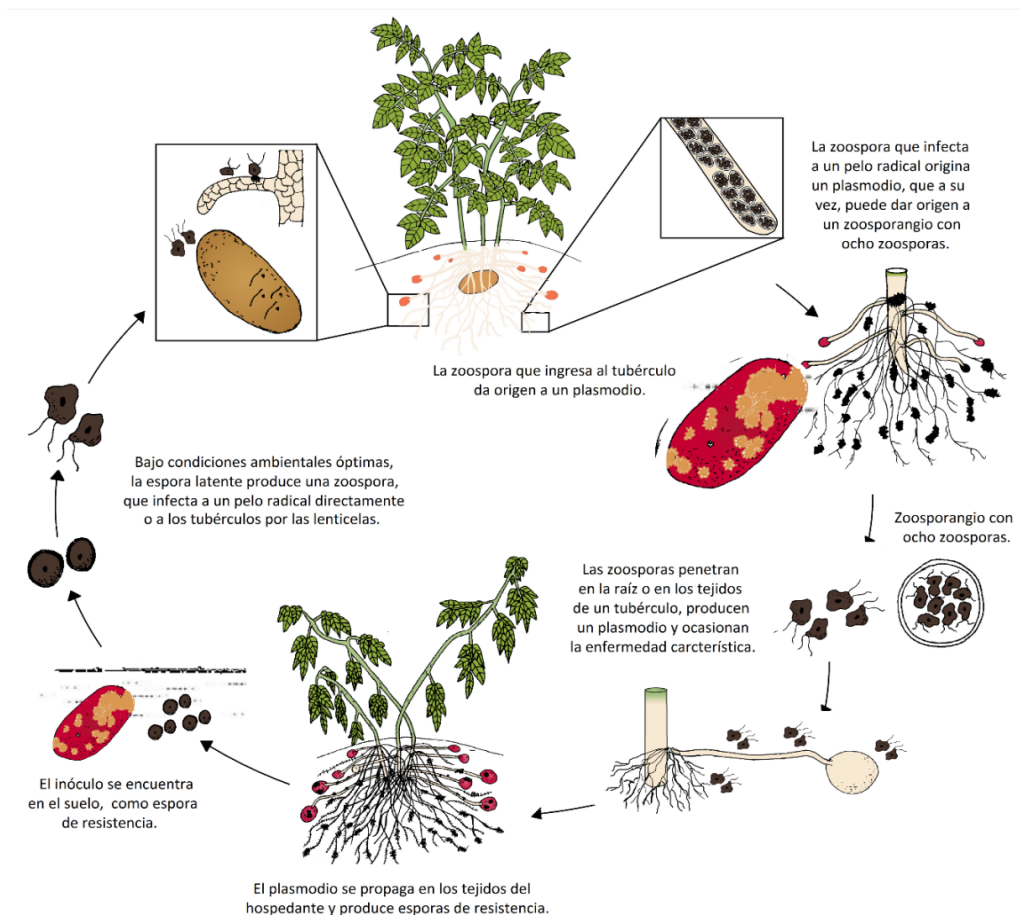


Ilustración 1. Ciclo biológico de *Spongospora subterranea*. Fuente: INIA Remehue.

PLAN DE MANEJO INTEGRADO

El control de esta enfermedad debe ser integrado, esto significa utilizar un sistema que considere todas las alternativas posibles para controlar o erradicar la enfermedad, ya que una sola medida

no es suficiente para obtener un buen control. Además, se debe tratar de buscar opciones de bajo costo y compatibles con el medio ambiente. Entre estas alternativas se encuentran:

- **Uso de semilla certificada** es de las primeras consideraciones a tener presentes para evitar la contaminación de los suelos mediante el uso de semilla infectada con el patógeno, por lo que se debe utilizar siempre semillas certificadas. Hacer uso de semillas certificadas disminuye el riesgo de padecer la enfermedad significativamente en contraste al uso de otro tipo de semilla, ya que se cumple con la normativa vigente y las tolerancias permitidas para esta enfermedad.
- **Considerar resistencia varietal** ya que existen cultivares que debido a su genética presentan cierto nivel de resistente frente al ataque del patógeno, ésta práctica, se considera un método eficaz, duradero y respetuoso con el medio ambiente para controlar la enfermedad. Dentro de los cultivares resistentes se debe considerar que existen diferentes mecanismos de resistencia; existiendo cultivares resistentes a los daños en raíces, pero susceptibles a los síntomas en tubérculos y viceversa.
- **Rotación de cultivos larga**, debido a que este hongo es capaz de sobrevivir en el suelo durante largos períodos de tiempo gracias a sus esporas de resistencia, como también probablemente por medio de ciclos de infección en hospederos alternantes. El período entre los cultivos de papa debe ser por lo menos de 6 años, siendo probable que se requieran de períodos más largos para asegurar la reducción de la población del patógeno.
- **Prácticas culturales acordes**, se debe tener presente que las condiciones ambientales que aumentan la incidencia y gravedad de la enfermedad son las temperaturas bajas y alta humedad, por ello, la manipulación del entorno del suelo en los campos de papa durante el crecimiento del cultivo puede reducir la probabilidad de que la enfermedad se desarrolle. Se debe tener presente el tipo de suelo y la condición de éste, especialmente el buen drenaje ya que suelos con alta retención de agua, tales como los suelos compactados por maquinaria agrícola favorecen la diseminación y la infección del patógeno. Igualmente, se debe hacer un uso apropiado del riego, ya que reducir la aplicación de agua durante las primeras etapas del crecimiento del cultivo puede reducir la liberación de zoosporas, además se debe utilizar aguas de riego descontaminadas, e irrigar cuando el cultivo lo requiera para evitar inundaciones en el predio. En el caso de la temperatura, es importante considerar la fecha de plantación para evitar los suelos fríos y reducir la probabilidad de infección. Por último, hay que recoger y eliminar todos los residuos de cosecha, ya que pueden ser futuras fuentes de inóculo y reservorio. Durante la guarda se requiere hacer uso de almacenes debidamente desinfectados y de buena ventilación.
- **Control químico pre plantación**, en general es poco eficiente, proporcionando un control limitado de la enfermedad. Sin embargo, algunos estudios muestran un efecto en la reducción del inóculo de la semilla y otros en la disminución de

inóculo primario presente en el suelo. Así, fungicidas como fluazinam, mancozeb (ya sea solos o combinados), diclorofeno-Na y 25 diclofluanida como tratamientos a la semilla y fluazinam (2 kg/ha), flusulfamida (1,8 kg/ha), mancozeb (7,5 kg/ha), ciproflufenidil, cloropicrina, diclorofen-Na o azufre (500 kg/ha) como tratamiento al suelo antes de la plantación, redujeron la incidencia de la enfermedad.



- Uso de tubérculo semilla certificada
- Rotación con cultivos no hospederos de al menos 6 años
- Considerar resistencia varietal
- Prácticas culturales adecuadas
- Hacer uso apropiado del riego, evitando el exceso de agua
- Control químico pre plantación.

BIBLIOGRAFÍA

Acuña, I. y Parra C. 2020. La Sarna polvorienta de la papa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Informativo INIA Remehue. no. 224. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/3968>

Acuña, I. y Parra C. 2020. Virus Mop Top de la papa (PMTV). Informativo INIA Remehue. no. 223. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/3967>.

Arango S., Carvajal L., y Jaimes G. 2008. Factores que inciden en la liberación de zoosporas de *Spongospora subterranea* (Wallroth) Lagerheim f. sp. subterranea Tomlinson. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 61(2), 4503-4510

Balendres M., Tegg R., Wilson C. 2017. Resting spore dormancy and infectivity characteristics of the potato powdery scab pathogen *Spongospora subterranea*. Journal of Phytopathology 165, 323– 30.

Falloon R., Wallace A., Braithwaite M., Genet M., Nott H., Fletcher J., y Braam W. 1996. Assessment of seed tuber, in-furrow and foliar chemical treatments for control of powdery scab (*Spongospora subterranea* f. sp. subterranea) of potato. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 24: 341–353.

Falloon R., Genet A., Wallace R., y Butler R. 2003. Susceptibility of potato (*Solanum tuberosum*) cultivars to powdery scab (caused by *Spongospora subterranea* f. sp. subterranea), and relationships between tuber and root infection. Australasian Plant Pathology, 32(3), 377-385.

Falloon R. 2008. Control of powdery scab of potato: Towards integrated disease management. American Journal of Potato Research, 85(4), 253-260.

Genet R., Braam A., Wallace R., y Falloon R. 2007. Susceptibility of potato cultivars and germplasm lines to powdery scab in New Zealand.

Graaf P., Lees A., Wale S., Duncan J. 2005. Effect of soil inoculum level and environmental factors on potato powdery scab caused by *Spongospora subterranea*. *Plant Pathol* 54:22–28.

Harrison J., Searle J., y Williams N. 1999. Powdery scab disease of potato—a review. *Plant Pathology*, 46(1), 1-25.

Kirkham R. 1986. Screening for resistance to powdery scab disease of potatoes. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 26, 245–7

Kole A. 1954. A contribution to the knowledge of *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh., the cause of powdery scab of potatoes. *Tijdschrift over Plantenziekten* 60, 1–65

Lees A., Van De Graaf P., y Wale, S. 2008. The identification and detection of *Spongospora subterranea* and factors affecting infection and disease. *American Journal of Potato Research*, 85(4), 247.

Merz U., Martinez V., Schwarzel R. 2004. The potential for the rapid screening of potato cultivars, *Solanum tuberosum* for resistance to powdery scab, *Spongospora subterranea* using a laboratory bioassay. *European Journal of Plant Pathology* 110, 71–7.

Merz U., Falloon R. 2008. Review: powdery scab of potato – increased knowledge of pathogen biology and disease epidemiology for effective disease management. *Potato Research* 52, 17–37.

Merz U., y Falloon R. 2009. Review: Powdery scab of potato-increased knowledge of pathogen biology and disease. *Potato Res.* 52:17-37

Simango K., y Van der Waals J. 2017. Effects of Different Soil Treatments on the Development of *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea* in Potato Roots and Tubers in the Greenhouse. *Potato research*, 60(1), 47-60.

Tsrer L., Erlich O., Hazanovsky M., y Lebiush, S. 2019. Control of potato powdery scab (*Spongospora subterranea*) in Israel with chloropicrin, metam sodium or fluazinam. *Crop Protection*, 124, 104836.

Wale S. 1987. Powdery scab—are there any easy solutions? *Potato World* 4: 8–9

CITA BIBLIOGRAFICA

Acuña, I.; Sandoval, C.; Sepúlveda, C. 2021. Enfermedades de la papa: Plataforma de evaluación de riesgo sanitario. INIA, Chile. <http://enfermedadespapa.inia.cl>.

Autorizada la reproducción total o parcial citando la fuente y autores.