

## TIZÓN TARDÍO

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

El Tizón tardío, causado por el oomiceto *Phytophthora infestans*, es una de las enfermedades más devastadoras del cultivo de la papa a nivel mundial y está presente en casi todas las áreas productoras de papa del mundo, siendo muy destructiva cuando el cultivo crece en ambientes temperados y húmedos. Bajo estas condiciones, el patógeno afecta al follaje y tallos, reduciendo la capacidad fotosintética del cultivo y consecuentemente la calidad y producción de tubérculos. El Tizón tardío es un factor limitante en los cultivos de papa de muchos países y fue el responsable de la hambruna ocurrida en Irlanda en los años 1840, con la muerte de millones de personas y la emigración masiva de otras tantas, principalmente a EE.UU. El patógeno se encuentra íntimamente asociado a su hospedero, la papa, y aparentemente se ha diseminado a través del mundo mediante tubérculos semilla de papa infectados (TSP).

Dado las pérdidas que esta enfermedad provoca en el mundo, se utiliza una gran cantidad de agroquímicos en su control, muchas veces en forma indiscriminada, sin considerar su efecto sobre el medio ambiente y los costos de producción. Se estima que las pérdidas por Tizón tardío pueden llegar a un 10 a 15% de la producción mundial de papa, con un costo anual de 3 billones de dólares por concepto de pérdidas comerciales y costos de aplicación de fungicidas. A nivel mundial, la experiencia de los agricultores en los últimos años señala que las epidemias de Tizón tardío tienden a presentarse más temprano en la temporada de cultivo y en forma menos predecible. Los estudios realizados han determinado que las nuevas poblaciones del hongo son más agresivas, sus esporas germinan más rápido y requieren un corto período crítico de humedad sobre las hojas.

### AGENTE CAUSAL

*P. infestans*, es un oomicete capaz de atacar papa (*Solanum tuberosum*), tomate (*Solanum lycopersicum*) y otras solanáceas. Este hongo se reproduce de forma sexual y asexual. La reproducción sexual requiere de la presencia de dos tipos de apareamiento denominados A1 y A2, la unión de estos da origen a la formación de oosporas. En la mayoría de las poblaciones del hongo dispersas en el mundo, la reproducción asexual es la más común, con formación de clamidosporas, la germinación directa de los esporangios, o la liberación de zoosporas. A diferencia de las oosporas que son bastante resistentes y pueden soportar inviernos fríos, las zoosporas no pueden sobrevivir por más de unas pocas horas a temperatura ambiente.

Las poblaciones que se reproducen asexualmente se conocen como líneas clonales y son poco variables. En cambio, las poblaciones que se reproducen de forma sexual son altamente variables. En términos epidemiológicos una población altamente variable es más difícil de controlar ya que potencialmente en ella se pueden generar variantes o razas más virulentas y agresivas, y desarrollar más rápido resistencia a los fungicidas.

En Chile se describe el grupo de apareamiento A1, por lo que el patógeno se reproduce en forma clonal (asexual). Sin embargo, se han producido cambios en las características de las poblaciones de *P. infestans* en Chile. Es así como en la temporada 2005-06 se presentó un ataque muy fuerte de la enfermedad en la zona sur, lo que terminó en una epifitía. El monitoreo y caracterización del agente causal dio como resultado un cambio en el genotipo predominante desde el US1 a 2-A1. Este último presenta características de resistencia metalaxilo y patotipos más virulentos y agresivos que el anterior.

Además, en la zona sur de Chile, las características meteorológicas de la época invernal permiten la presencia de restos de tubérculos de papa en el suelo de temporada en temporada dando origen a plantas voluntarias (llamadas también plantas huachas o bochen), convirtiéndose en la principal fuente del patógeno. Lo anterior, junto a los cambios en las características de patogenicidad y virulencia del patógeno y la utilización de cultivares comerciales de papa susceptibles a Tizón tardío, aumentan la probabilidad del daño potencial al presentarse las condiciones favorables para la enfermedad.

## SINTOMATOLOGÍA

El Tizón tardío puede atacar al cultivo de papa en cualquier estado de desarrollo de la planta, presentando síntomas en hojas, tallos y tubérculos. Los principales síntomas son:

Síntomas en hojas: los primeros síntomas comienzan en los bordes de las hojas inferiores de la planta, como una pudrición acuosa de color verde oscuro a café, limitada por un halo de color amarillo pálido (Foto 1). Bajo condiciones de alta humedad, sobre 80% de HR, la lesión avanza rápidamente, sin limitarse por las venas, formando zonas café atizonadas irregulares. También, en el envés de las hojas, es posible observar micelio blanco aterciopelado, especialmente temprano por las mañanas. Debido a que la enfermedad es policíclica, es decir puede presentar varios ciclos durante una temporada, se puede ver como comienzan rápidamente a desarrollarse nuevas lesiones en el resto de las plantas, para en menos de una semana afectar y colapsar completamente un cultivo, a partir de solo unas pocas lesiones en algunos folíolos.

Por el contrario, al presentarse condiciones de baja humedad relativa, el avance de la enfermedad se detiene y la lesión se vuelve de una apariencia seca y quebradiza, de un color café más claro, manteniéndose latente hasta que las condiciones favorables se vuelvan a presentar.



**Foto 1.** Síntomas de Tizón tardío en hojas. Fuente: INIA-Remehue.

Pudrición acuosa de color verde oscuro a café, limitado por halo color amarillo en hojas.

En presencia de alta humedad, el envés de la hoja presenta micelio blanco aterciopelado.

**Síntomas en tallos y brotes:** los síntomas en tallos se suelen observar hacia la parte superior de la planta, a partir del tercio medio aproximadamente. Las lesiones son necróticas de color café oscuro a negro y pueden variar desde unos pocos centímetros de longitud hasta abarcar gran parte del tallo. Cuando la lesión ha atacado el diámetro completo del tallo, este se vuelve quebradizo sobre todo al paso de personas o maquinarias de trabajo. También se puede observar esporulación del hongo bajo condiciones de alta humedad (Foto 2).



**Foto 2.** Tallo de papa afectado por tizón tardío. Fuente: I Acuña, INIA Remehue.

Lesiones necróticas de color café oscuro a negro en tallos y en brotes.

**Síntoma en tubérculos:** los síntomas se presentan como lesiones necróticas, secas y de color marrón (Foto 3), que penetran el tejido, extendiéndose desde unos pocos milímetros hasta unos 3 cm. El tejido bajo la lesión es firme, con una apariencia granulosa de color ladrillo. Algunas veces, junto con esta pudrición seca, se pueden presentar organismos secundarios, principalmente bacterias, que provocan una pudrición húmeda y un fuerte olor. La pudrición seca producida por Tizón tardío solo produce un ligero olor a vinagre. Tizón tardío no se propaga de un

tubérculo a otro en almacenamiento, pero los organismos secundarios que se desarrollan, si lo pueden hacer provocando pudriciones húmedas.

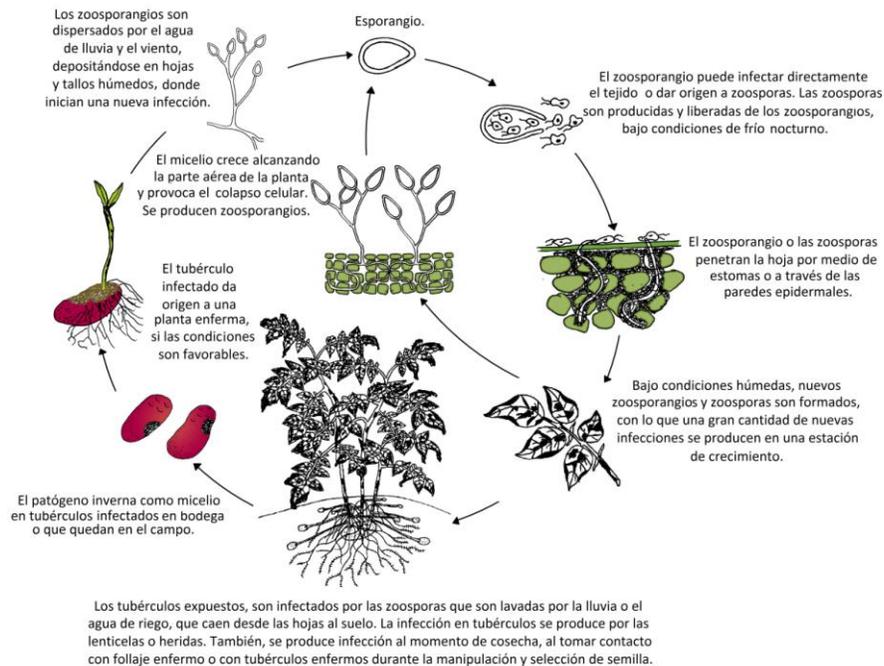


**Foto 2.** Tubérculos de papa con lesiones causadas por Tizón tardío. Fuente: INIA-Remehue.

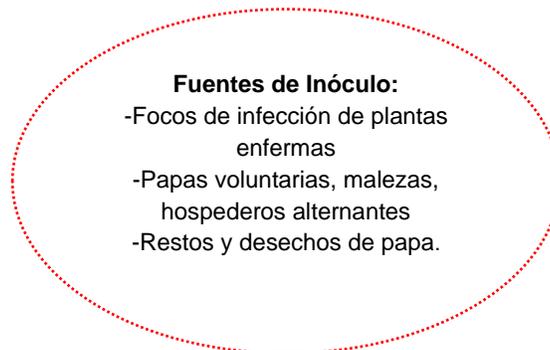
## EPIDEMIOLOGÍA Y CICLO BIOLÓGICO

Las epifitias de Tizón tardío aparecerán de acuerdo a las condiciones ambientales predominantes durante el desarrollo del cultivo. El hongo crece y esporula mejor con humedades relativas sobre el 80% y temperaturas de entre 15°C y 25°C. Las zoosporas necesitan agua libre para su germinación y penetración. Una vez que la infección se produce, la enfermedad se desarrolla más rápidamente a temperaturas de 21°C.

El patógeno sobrevive como micelio en tubérculos infectados, ya sea en la bodega o en el campo. Desde el tubérculo, el micelio crece alcanzando los brotes y produciendo colapso celular. Cuando el micelio alcanza la parte aérea de la planta, produce zoosporangios. Éstos son dispersados por el agua de lluvia y el viento, depositándose en hojas y tallos húmedos, donde inician una nueva infección. Bajo condiciones frías nocturnas, los zoosporangios pueden formar 8 zoosporas en su interior, las cuales también son infectivas. Si las condiciones de humedad prevalecen, nuevos zoosporangios y zoosporas son formados, con lo que una gran cantidad de nuevas infecciones pueden ser producidas en una estación de crecimiento. La infección de los tubérculos comienza cuando las zoosporas son lavadas por la lluvia desde las hojas y caen al suelo, donde infectan los tubérculos por las lenticelas o heridas. Los tubérculos también pueden infectarse al momento de cosecha al tomar contacto con follaje enfermo o con tubérculos enfermos durante la manipulación y selección de semilla.



**Ilustración 1.** Ciclo de *P. Infestans*. Fuente: INIA-Remehue



### PLAN DE CONTROL 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. Además, se debe tratar de buscar opciones de bajo costo y compatibles con el medio ambiente, y que sean a fines a los objetivos productivos. El control integrado contempla:

- **Eliminación de posibles fuentes de inóculo** del hongo, ya que la primera y principal fuente del hongo en las zonas productoras de papa en Chile son los tubérculos, ya sea tubérculos semillas infectados, tubérculos invernantes de plantaciones de años anteriores que dan origen a papas voluntarias o tubérculos de desecho de selección.
- **Usar TSP sanos y legales**, de origen conocido, no proveniente de plantaciones que presentaron problemas de Tizón tardío especialmente tarde en la temporada anterior. La presencia de la enfermedad tarde en la temporada es la principal causa de contaminación de tubérculos.
- **Eliminar papas voluntarias**, realizando una cosecha eficiente la temporada anterior, gran parte de los tubérculos que quedan en el suelo serán plantas voluntarias la próxima temporada.
- **Rotación de cultivos** adecuada, considerando al menos 4 años entre cultivo y cultivo. Es recomendable la rotación con cultivos competitivos, de crecimiento rápido y alta cobertura de suelo.
- **Eliminar restos de papas de almacenamiento**, cosecha y selección se debe eliminar los desechos de tubérculos, ya sea descartes de la selección al entrar o al salir del almacenamiento, tubérculos de tamaño pequeño y papas no comercializables. Estos desechos se pueden usar para alimentación animal o ser enterrados y cubiertos con plástico.
- **Prospección y eliminación de hospederos alternantes** infectados y focos de Tizón tardío, esto debido a que se disemina fácilmente por el viento y el agua de lluvia que llevan los esporangios desde plantas enfermas a plantas sanas pudiendo alcanzar grandes distancias. Por lo tanto, se debe prospectar los lugares cercanos a la plantación para detectar la presencia de Tizón tardío, tanto en plantas de papa voluntarias, como en otras solanáceas. Se debe eliminar, en lo posible, todas las plantas enfermas detectadas. La eliminación de focos de Tizón tardío se puede realizar mediante una destrucción mecánica o química aplicando desecantes.

Además, durante el desarrollo del cultivo es importante tener una estrategia de manejo preventivo de la enfermedad que evite la presencia de plantas enfermas y la contaminación de los tubérculos. Para esto se considera:

- **Utilizar cultivar resistentes**, en lo posible se recomienda la utilización de cultivares con una mejor resistencia relativa a Tizón tardío, esto evita el desarrollo de epifitias de la enfermedad y permite la utilización de un programa de control más eficiente y sustentable.
- **Evitar el exceso de humedad en el follaje**, ya que el desarrollo de Tizón tardío se favorece con condiciones de alta humedad y agua libre en el follaje, por lo que se debe favorecer una buena ventilación en el cultivo. Esto se puede lograr con un aumento de la distancia de plantación entre hilera, manejando eficientemente los sistemas de riego, evitando la producción de un follaje exuberante en las plantas

mediante el uso de fertilizantes en forma adecuada, etc. Estas medidas no solo aumentan la ventilación, sino que favorecen la cobertura del follaje en las aplicaciones de los tratamientos químicos.

- **Tratamiento químico al follaje** para evitar la presencia de la enfermedad en el cultivo, por lo tanto, el programa de manejo químico debe ser preventivo. Los controles se deben comenzar antes del cierre de hilera o al presentarse condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad, basado en la información del sistema de alerta temprana <http://tizon.inia.cl>. La estrategia debe basarse en las características de los fungicidas, la susceptibilidad del cultivar, el estado de desarrollo del cultivo y la oportunidad de la aplicación.
- **Mantener una buena cobertura de los tubérculos** con aporca ya que las Zoosporas infectan los tubérculos al ser lavadas por el agua de lluvia desde el follaje.
- **Destruir y eliminar el follaje antes de la cosecha** utilizando un producto químico (herbicida de contacto no sistémico) o por medios mecánicos (cortadora rotatoria u otro) o arranque manual ya que el follaje infectado puede contaminar las papas durante la cosecha.
- **Cosechar con ambiente seco o con suelo con muy poca humedad** y nunca realizar esta labor con lluvia o con exceso de humedad en el suelo. Si el suelo está muy húmedo y/o saturado de agua, los tubérculos se hacen más susceptibles a la infección, favoreciendo así el ingreso de las esporas móviles (zoosporas) del hongo a los tubérculos.
- **Cosechar, seleccionar y guardar sólo las papas sanas, secas y limpias**, separándolas de todos aquellos tubérculos con cortes y/o heridas, dañados por pudriciones o con lesiones necróticas. Los tubérculos dañados y enfermos pueden servir como fuente de contaminación de las papas sanas durante el período de almacenamiento.

- Eliminación de fuentes de inóculo.
  - Usar tubérculo semilla sano
  - Eliminación de papas voluntarias
  - Eliminación de desechos de papas
  - Eliminación de hospederos alternantes
- Buen manejo del cultivo
  - Considerar resistencia varietal
  - Evitar exceso de humedad en follaje
  - Tratamiento químico al follaje
  - Mantener una buena cobertura de los tubérculos con aporca
  - Destruir y eliminar el follaje antes de la cosecha
  - Cosechar con ambiente seco o con suelo con muy poca humedad
  - Cosechar, seleccionar y guardar sólo las papas sanas, secas y limpias



## BIBLIOGRAFÍA

Acuña, I., Bravo, R., 2019. Tizón tardío de la papa: Estrategias de manejo integrado con alertas temprana. Osorno, Chile. Instituto de Investigación Agropecuaria. Boletín N° 399, 136 pp

Acuña, I.; Muñoz, M.; Sandaña, P.; Orena, S.; Bravo, R.; Kalazich, J.; Tejeda, P.; Castro M.P. y C. Sandoval. 2015. Manual Interactivo de la papa INIA. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Chile. <http://manualinia.papachile.cl>

Mulder, A. and Turkensteen, L.J. (Ed.). 2005. Potato diseases: Disease, pest and defects. NIVAP Holland, Aardappel Wereld Magazine. 280 pp.

Pérez, W. y G. Forbes. 2008. El Tizón tardío de la papa. Centro Internacional de la Papa, Lima Perú. 41 pp.

Stevenson, W.; R Loria; G. Franc and D. Weingartner. 2001. Compendium of Potato Diseases. Second Edition. APS Press. St. Paul Minnesota. USA. 106pp.

### 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.**