



# Manual de Campo para el Reconocimiento del Tizón Tardío de la Papa



Autores:

- Juan Inostroza F.
- Patricio Méndez L.



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA)**  
**Centro Regional de Investigación INIA Carillanca**

**Directora Regional:**

Elizabeth Kehr M., Ing. Agrónomo M.Sc

**Comité Editor:**

José Luis Riveros F., Med. Vet. Dr. Cs

Lilian Avendaño F., Periodista

María Cecilia Inostroza, Bibliotecaria

**Autores:**

Juan Inostroza F., Ing. Agrónomo

Patricio Méndez L., Ing. Agrónomo

**ISSN 0717-4829**

**Boletín INIA N° 233**

La presente publicación fue editada en el contexto del proyecto Innova Chile de CORFO: "Fomento de Competencias de Agricultores en el Control del Tizón de la Papa". Desarrollado con aportes del Fondo de Innovación para la Competitividad del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida citando este material como fuente.

*Agradecimientos especiales a la Fitopatóloga Ivette Acuña, a los Ingenieros Agrónomos Rodrigo Bravo y Paola Ríos; y a los ayudantes de investigación Lorena Sotomayor y Héctor Pauchard.*

**Diseño y diagramación:** Ramón Navarrete Díaz

**Impresión:** Rakota Impresores

**Cantidad de Ejemplares:** 300

**Temuco, Chile – Diciembre 2011**

1.-	Introducción	5
2.-	Distribución del tizón tardío en el mundo	7
3.-	Distribución del tizón tardío en Chile	8
3.1.	Zona centro norte	8
3.2.	Zona centro sur	8
3.3.	Zona sur	9
4.-	Ciclo del tizón tardío	11
4.1.	Infección de las plantas	12
4.2.	Observación de los primeros síntomas	14
4.3.	Tizón en hoja	16
4.4.	Etapas de la infección en hojas	17
4.5.	Tizón inactivo	24
4.6.	Tizón activo	25
4.7.	Infección de los tallos	27
4.8.	Infección de los tubérculos	29
5.-	Identificación de otras enfermedades que afectan al follaje	32
5.1.	Tizón temprano	32
5.2.	Pudrición Gris	36
5.2.1	Diferencias entre tizón tardío, tizón temprano y pudrición gris (cuadro comparativo)	41
6.-	Consideraciones para el control químico del tizón	42
6.1.	De contacto	42
6.2.	Sistémicos	44
6.3.	Fungicidas de contacto	47
6.4.	Fungicidas sistémicos	48
7.-	Estrategias de control químico	49
7.1.	Estados de desarrollo y características del control	50
8.	Literatura consultada	52
9.	Glosario	53



# 1.- INTRODUCCIÓN



El tizón tardío de la papa causado por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, es una de las enfermedades más importante de la papa, en Chile como en el ámbito mundial. Su nombre deriva de las palabras griegas **Phyto=Planta** y **Phthora=destructor**; con una larga data de destrucción de cultivos, así como de intentos por controlarla.

En 1845 causó en Irlanda la destrucción total de los campos de papa, principal fuente alimenticia de ese país, produciendo una hambruna generalizada, la muerte de miles de personas y la migración de muchos sobrevivientes a otros lugares de Europa y Norte América. Desde esa fecha a la actualidad se han realizado numerosos estudios sobre la enfermedad y su control aún es difícil.

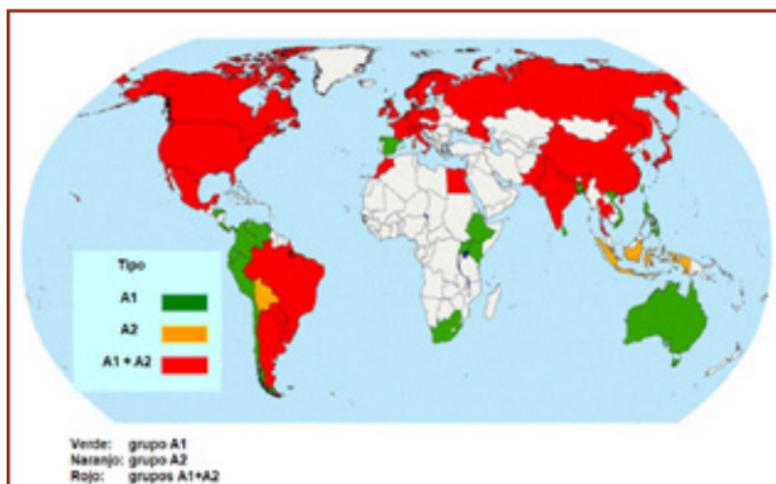
Si bien el estudio de la enfermedad tiene más de 150 años, la transferencia de los nuevos conocimientos hacia otros investigadores, profesionales del campo, técnicos y estudiantes aún sigue siendo escasa o confusa. Por otra parte, los agricultores muchas veces no identifican correctamente la



enfermedad, debido a la falta de conocimiento básico sobre el patógeno y al desconocimiento en la relación de los factores medioambientales que inciden en su desarrollo. De igual forma, enfrentados a la decisión de controlar químicamente la enfermedad, existe poca claridad sobre los productos presentes en el mercado, su modo de acción y las estrategias factibles de utilizar para un adecuado control.

El presente boletín técnico tiene por objetivo servir como una guía de campo para identificar la enfermedad, distinguiéndola de otras que tienen un efecto similar; así como ser una herramienta didáctica de capacitación a equipos técnicos, estudiantes y agricultores involucrados en el tema.

## 2.- DISTRIBUCIÓN DEL TIZÓN TARDÍO EN EL MUNDO.



Tizón Tardío es una enfermedad que presenta dos grupos de apareamiento, A1 y A2, siendo el primero el que más predomina en el ámbito mundial. El grupo A2 estuvo reportado sólo en México hasta fines de los 80's cuando se disemina rápidamente por todo el mundo, ayudando a incrementar la diversidad genética de la población de esta enfermedad en los principales países productores de papa. La presencia del grupo A2 permite una reproducción sexual del hongo, favoreciendo la sobrevivencia invernal de éste y una rápida distribución del carácter agresivo y resistente de las nuevas progenies. En Sudamérica se ha descrito la presencia del grupo A2 en Argentina, Bolivia, Brasil, Ecuador y Uruguay. En Chile se reporta a la fecha sólo el grupo A1.

### 3.- DISTRIBUCIÓN DEL TIZÓN TARDÍO EN CHILE

La enfermedad del Tizón Tardío entró a Chile en la zona sur, proveniente de Argentina en la década del 50.

Posteriormente, estudios realizados por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y la Universidad de Dakota del Norte, así como por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), concluyeron que el hongo presente en Chile es del grupo A1, compuesto por patotipos (tipos de patógenos) de baja agresividad. Sin embargo, algunos tipos de tizón se manifestaron altamente resistentes a Metalaxil y muy agresivos, lo que significa que la enfermedad debe manejarse necesariamente en forma preventiva.

Los continuos monitoreos que realiza el SAG indican que en Chile no se ha detectado la presencia de grupos de apareamientos A2.

**3.1. Zona Centro Norte.** Alta presión o presencia de la enfermedad durante toda la temporada debido a la existencia de cultivos de invierno, primavera y verano. En años de alta incidencia de la enfermedad, las plantaciones de invierno (mayo) recibieron 8 aplicaciones de fungicidas y plantaciones de junio y julio recibieron entre 10 y 14 aplicaciones. Se reporta resistencia a metalaxil desde hace más de 14 años.

**3.2. Zona Centro Sur.** Alta presión o presencia de la enfermedad debido a plantaciones de fines de invierno, primavera y verano, que mantiene el inóculo de la enfermedad en el ambiente. Si bien no se han realizado estudios se supone que existe resistencia a metalaxil.



Zona de  
producción  
comercial de  
papa.

\* Acuerdo entre la República de Chile y la República Argentina para precisar el recorrido del límite desde el Monte Fitz Roy hasta el Cerro Seward (Isla Brice, 16 de diciembre de 1986).

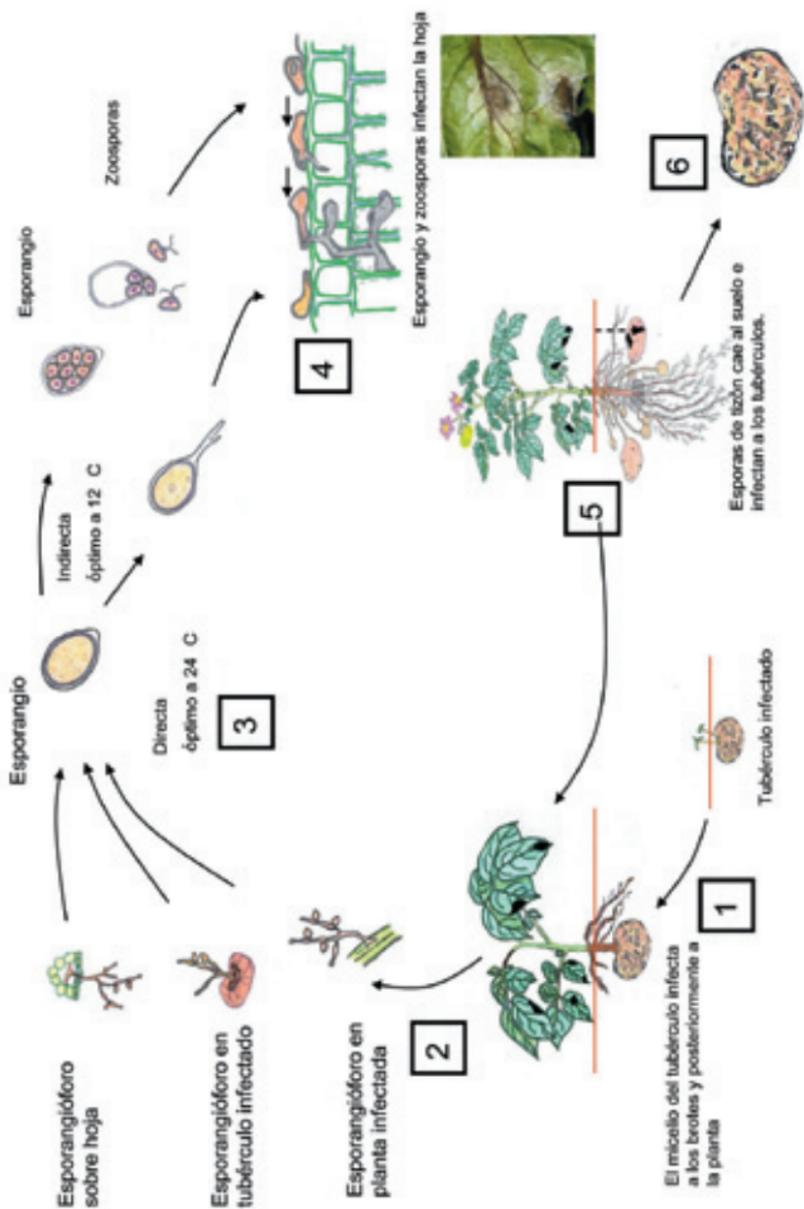


**3.3. Zona Sur.** Principal zona productora donde se concentra la producción de papa de guarda. En los últimos 10 años se ha observado una mayor presencia de la enfermedad, el control que inicialmente era fácil y efectivo se ha tornado más difícil, requiriendo varias aplicaciones durante la temporada. Estudios realizados por INIA Remehue y el SAG señalan que se han desarrollado cepas con resistencia a metalaxil.

Mapa de Chile:

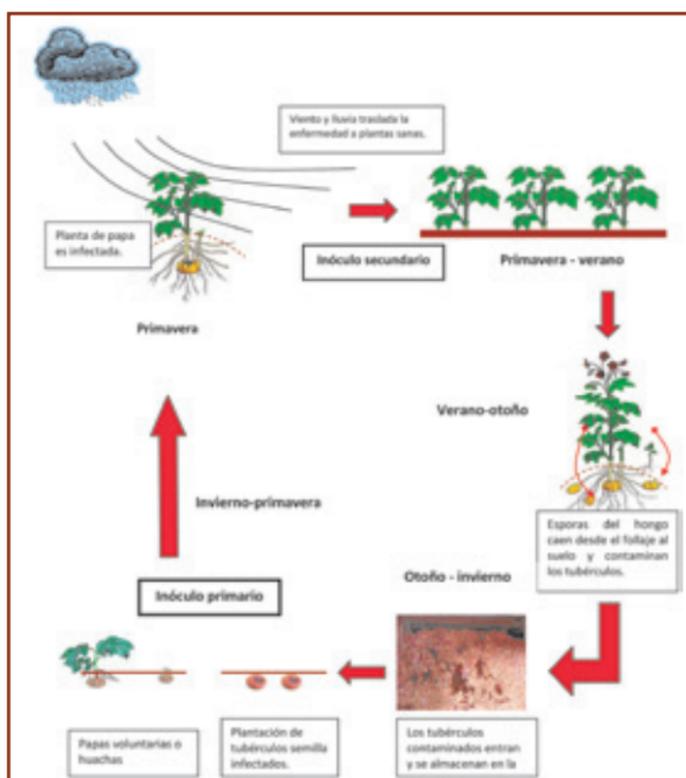
[http://antonioytrini.files.wordpress.com/2011/05/mapa\\_fisico\\_chile.jpg](http://antonioytrini.files.wordpress.com/2011/05/mapa_fisico_chile.jpg)

#### 4.- CICLO DEL TIZÓN TARDÍO.



## 4.1.- Infección de las plantas.

Donde no hay un ciclo sexual (como en Chile), la enfermedad iverna como micelio en tubérculos infectados en bodega o campo (papas voluntarias o “huachas”), tubérculos semilla o tubérculos desechados cerca de bodegas, caminos o campos de cultivo (etapa 1 del ciclo). Es decir, el hongo solamente sobrevive en tejido vivo, transformándose en fuente de propagación y constituyéndose en el **inóculo primario**.



Desarrollo de la enfermedad durante la temporada de cultivo.

En el tubérculo infectado el micelio crece alcanzando los brotes, produciendo colapso celular. Cuando el micelio alcanza la parte aérea de la planta (etapa 2 del ciclo), se forman los esporangios y las estructuras reproductivas (etapa 3 del ciclo). Éstas se dispersan por el agua de lluvia, el viento o salpicaduras a las plantas vecinas, depositándose en hojas de tallos húmedos, donde inician una nueva infección; inóculo secundario (etapa 4 del ciclo). Los esporangios se generan durante las noches húmedas y en la mañana son dispersados hacia las hojas reiniciando el ciclo.

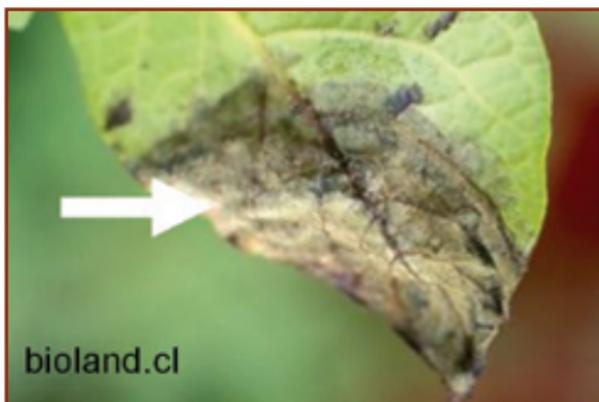


Resto de tubérculo de una planta voluntaria (papa huacha), contaminado con tizón, que infectó al follaje recién emergido.

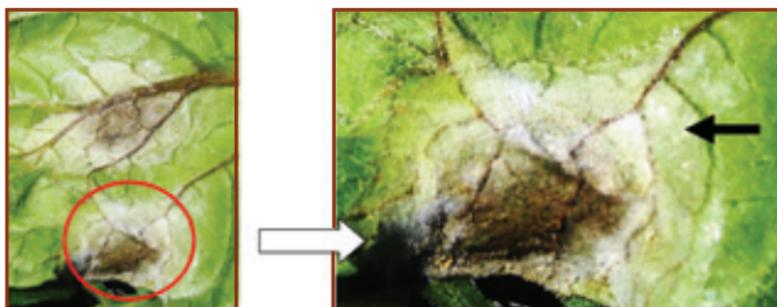
<http://www.plantmanagementnetwork.org/search/image/element/sample/blight2.jpg>

## 4.2. Observación de los primeros síntomas.

Por lo general, los primeros síntomas aparecen en los bordes de las hojas inferiores, como pequeñas manchas de color verde oscuro de aspecto “acuoso” (sensación húmeda al tacto), sólo detectables al abrir en forma manual el follaje y revisar con detenimiento. Las lesiones se expanden rápidamente, formando zonas color marrón atizonadas irregulares (etapa 2 del ciclo).



La esporulación se produce con temperaturas moderadas (entre 7° y 25°C), requiriéndose al menos de 12 hr. continuas con 90° de humedad relativa para que se produzca la infección y entre 5 a 7 días para desarrollar los primeros síntomas.



Síntoma de tizón tardío en el envés de la hoja, micelio algodonoso de color blanco.

En condiciones de alta humedad o temprano en la mañana, es posible distinguirlo como micelio (moho blanco, vellosidad o pelillo), de crecimiento aterciopelado de color blanco, en el envés o parte posterior de las hojas inferiores.

En el campo, las plantas severamente afectadas emiten un olor característico, debido a la rápida descomposición del tejido foliar. En una sola temporada de cultivo pueden producirse varias generaciones asexuales del patógeno.

### 4.3. Tizón en hoja.

El período que transcurre desde producida la infección y el desarrollo de los primeros síntomas, media entre 5 a 7 días, de acuerdo a las condiciones ambientales y la presión de la enfermedad en el medio.

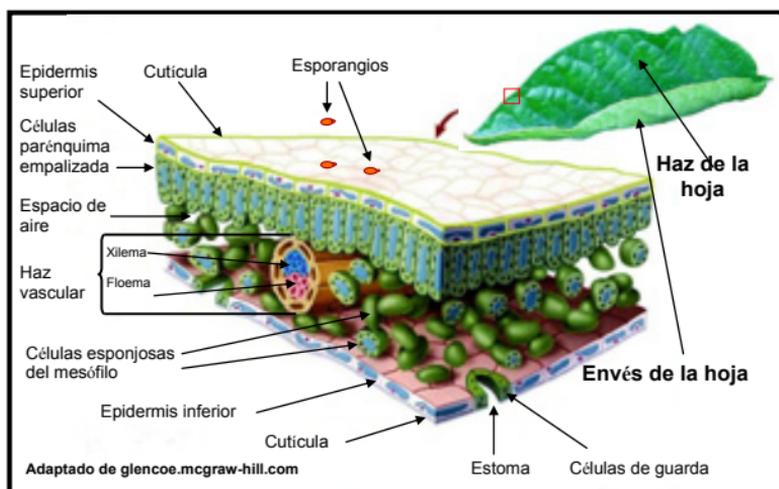
En las hojas las manchas son de color marrón claro a oscuro, de apariencia húmeda, de forma irregular, algunas veces rodeadas por un halo verde claro a amarillento; las lesiones no están limitadas por las nervaduras de las hojas. Estos síntomas se presentan inicialmente en los bordes y puntas de las hojas. Las lesiones se expanden rápidamente, se tornan marrón oscuro, se necrosan y causan la muerte del tejido.



Síntoma de tizón en el haz de la hoja o parte superior.

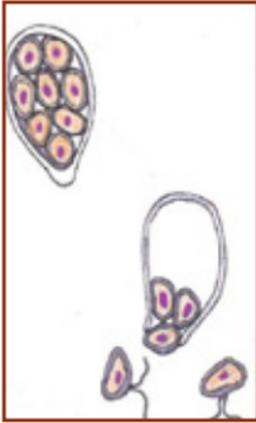
#### 4.4. Etapas de la infección en hoja.

**Día 1:** los esporangios, provenientes de plantas voluntarias o “papas huachas”, restos de plantas o de plantas enfermas, se transportan por el viento y entran en contacto con la superficie húmeda de las hojas.



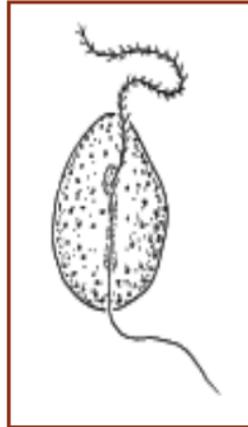
**Día 1 - 2:** los esporangios pueden ingresar a la hoja mediante dos vías; directa, formando un tubo germinal; o indirecta, formando zoosporas.

En agua libre y con bajas temperaturas (menos de 15 °C), los esporangios germinan indirectamente, produciendo alrededor de 8 - 12 zoosporas uninucleadas y biflageladas.

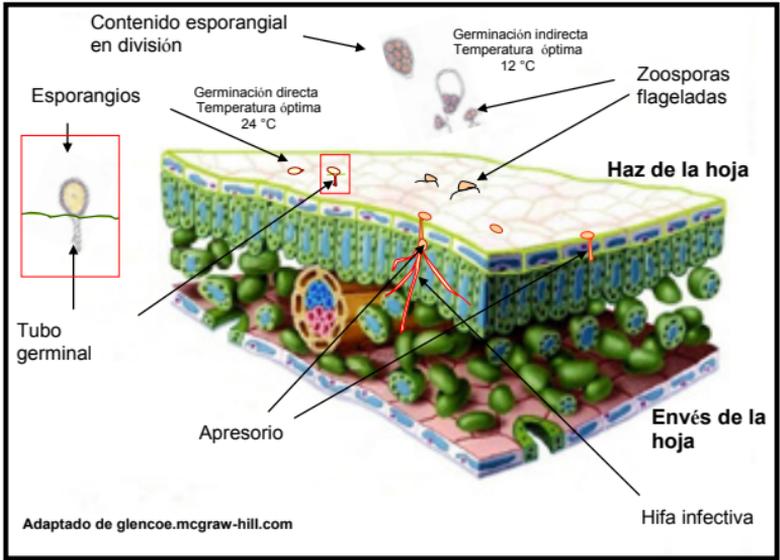


Esporangio con zoosporas en formación y liberándolas.

Zoospora biflajelada

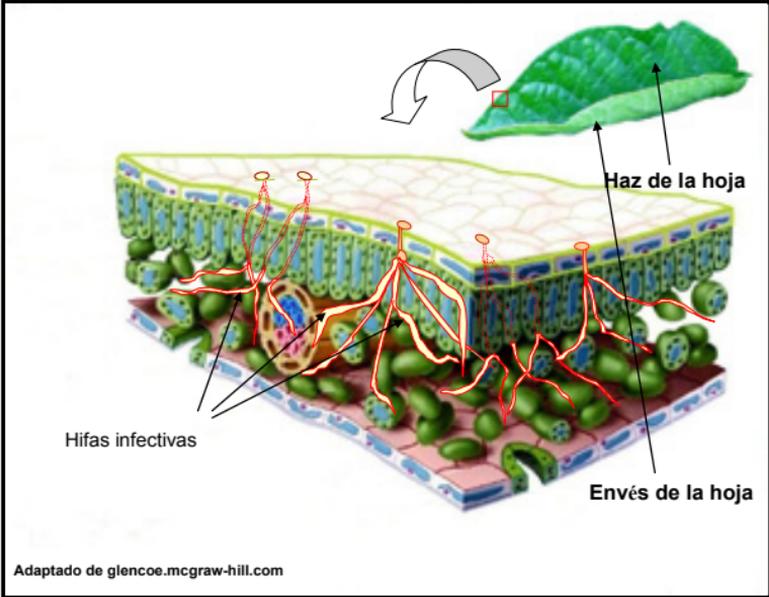


**Día 2 – 3:** las zoosporas se forman dentro del esporangio y son liberadas cuando se rompe la pared esporangial, lo cual les permite nadar libremente (sobre la superficie húmeda de las hojas). Las zoosporas se enquistan sobre superficies sólidas, es decir, se detienen, adquiriendo forma redondeada y formando una pared celular. Luego, en presencia de humedad, el tubo germinativo de los esporangios o de las zoosporas forman apresorios y mediante la hifa infectiva penetran principalmente por las células adyacentes a las células oclusivas de los estomas.

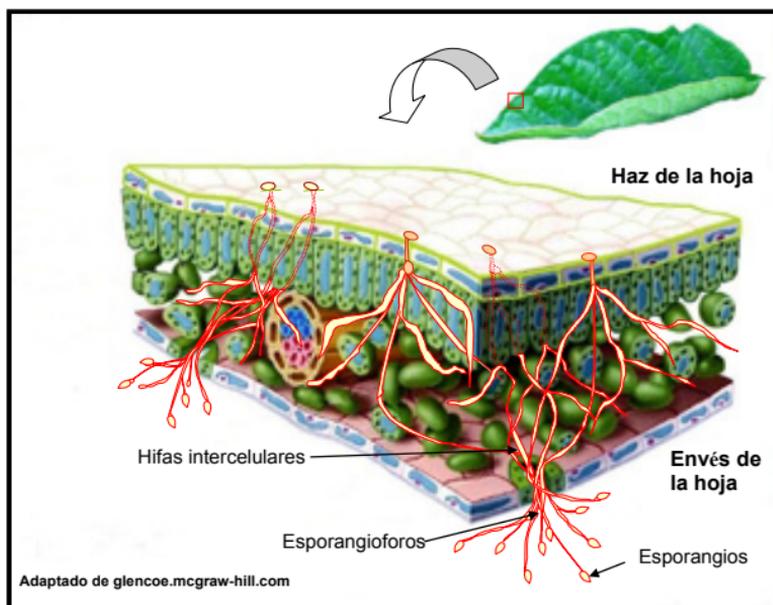


Cuando las temperaturas ambientales son más altas (mayor a 15° C), los esporangios pueden germinar sobre las hojas (germinación directa), formando un tubo germinativo y penetrando directamente a través de la cutícula, formando un micelio intercelular.

**Días 3 – 4:** invasión de hifas del hongo en el interior de la hoja.



**Días 5 – 6:** el esporangioforo del hongo (micelio blanco) sale al exterior de la hoja haciéndose visible como un “moho” o pelillo blanco, en la parte de atrás debajo de las hojas o envés.



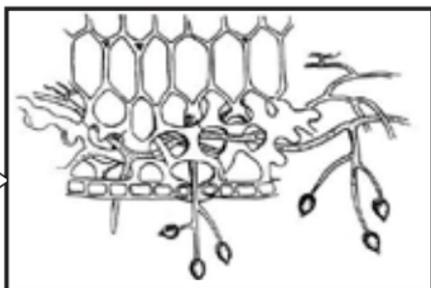
Al cabo de unos días (cuatro en condiciones óptimas: temperaturas moderadas y alta humedad) después de haberse producido la infección, emergen nuevos esporangioforos a través de los estomas y producen numerosos esporangios que infectarán otras plantas. En la superficie de las hojas (haz de la hoja), se observan las manchas oscuras y en el envés el micelio blanco, característico de la infección por tizón.

Bajo condiciones húmedas, nuevos zoosporangios y zoosporas se forman, dispersándose por agua de lluvia y viento, depositándose en hojas y tallos húmedos, produciendo una gran cantidad de nuevas infecciones durante la estación de crecimiento.

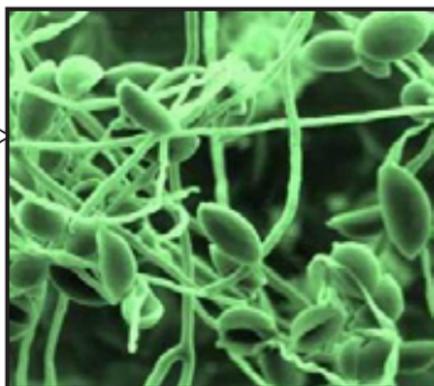


[http://www.psmicrographs.co.uk/\\_assets/uploads/potato-blight-from-fungus--phytophthora-infestans--16005e-l.jpg](http://www.psmicrographs.co.uk/_assets/uploads/potato-blight-from-fungus--phytophthora-infestans--16005e-l.jpg)

Gráfica de una sección de hoja de papa afectada por el hongo del tizón tardío, (Berkeley, 1846); muestra a los esporangioforos emergiendo por el estoma (envés de la hoja), conteniendo esporangios con forma de limón.



Micelio o pelillo, que corresponden a los esporangioforos del hongo emergiendo por el envés de la hoja (parte de atrás o posterior de la hoja).



Micrografía electrónica que muestra los esporangios con forma de limón, (Berkeley, 1846).

<http://www.afbini.gov.uk/nr06-07-266-1.jpg>

#### 4.5. Tizón inactivo.

Si a la infección le siguen condiciones de clima seco la enfermedad se detiene y permanece latente hasta que se repitan condiciones óptimas con alta humedad. En este caso, se forma un borde amarillo limón alrededor de la lesión, la cual presenta un aspecto seco donde el tizón se encuentra inactivo; al tocar la lesión y presionarla con los dedos, esta se presentará seca y se resquebrajará.



#### 4.6. Tizón activo.

Si las condiciones de humedad persisten, la enfermedad se desarrolla rápidamente y evoluciona haciendo que todo el follaje se afecte, colapse y muera. Bajo esta condición se forma alrededor de la lesión y delimitándola, correspondiente al frente de avance del hongo que separa el tejido sano del enfermo. La lesión se observa de aspecto “acuoso húmedo”. En tal caso se está frente a tizón activo.



Envés de la hoja con esporulación de color blanco (micelio del hongo).



El hongo crece y esporula en humedades relativas cercanas al 100% y temperaturas entre los 15 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 medias de 21 °C. En el sur de Chile, las condiciones climáticas óptimas para el tizón tardío son variables, de acuerdo a las condiciones de cada temporada y a las zonas geográficas.

#### 4.7. Infección de los tallos.

En los tallos se forman lesiones de color marrón púrpura ya sea por infección directa o por extensión de la lesión de los pecíolos de las hojas. Las lesiones son necróticas, alargadas de 5 – 10 cm de longitud, de color marrón a negro, generalmente ubicadas desde el tercio medio a la parte superior de la planta de consistencia vítrea.



Tallos con daño.

Cuando la enfermedad alcanza todo el diámetro del tallo, éstas se quiebran fácilmente al paso de las personas, equipos agrícolas o vientos fuertes. En condiciones de alta humedad también hay esporulación sobre dichas lesiones pero no muy profusa como se presenta en las

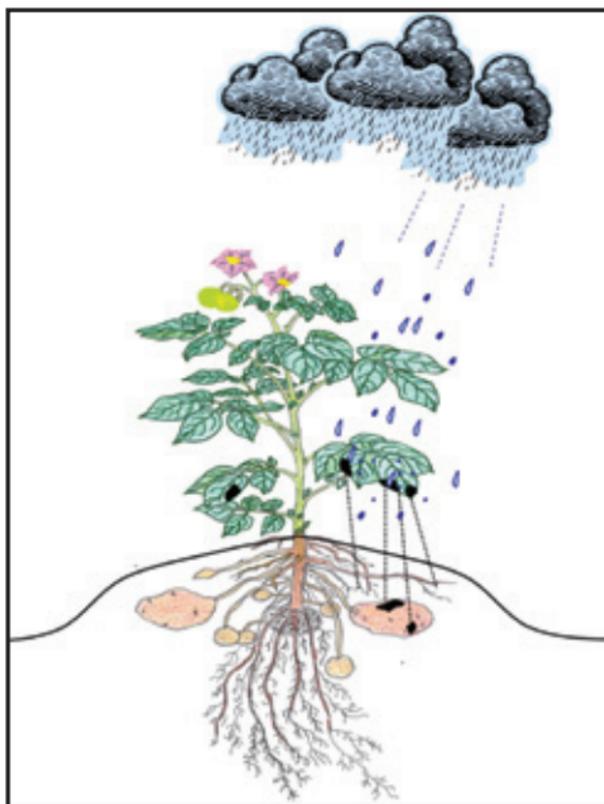
hojas. Al ser los tallos más succulentos y por la ubicación y posición dentro de la planta, el control de la enfermedad es más difícil que en infecciones de hoja.



Tallos quebrados debido al efecto del tizón.

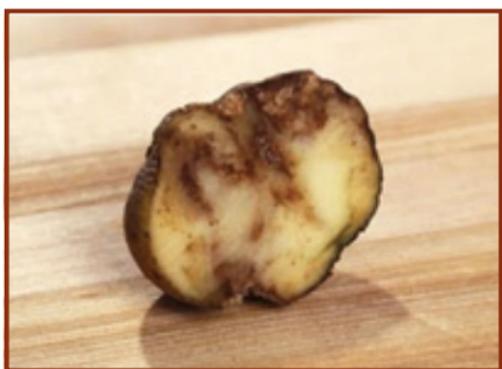
#### 4.8. Infección de los tubérculos.

La infección de los tubérculos comienza cuando en condiciones de humedad, los esporangios que se encuentran en hojas y tallos son lavados y arrastrados por la lluvia hacia el suelo, donde pueden producir zoosporas e infectar los tubérculos que se encuentran cerca de la superficie del suelo, a través de heridas o las lenticelas. Otras vías de infección de los tubérculos son: durante la cosecha, al tomar contacto con follaje enfermo o con tubérculos enfermos; durante el almacenaje y, la manipulación y selección de la semilla.



Una vez dentro de las células del tubérculo, se forman los haustorios, de la misma manera que en las hojas, y utilizan el contenido de las células como alimento. Las infecciones secundarias de otros microorganismos pueden producir pudrición de los tubérculos en el suelo o bajo condiciones de almacenamiento inadecuado.

El micelio del hongo sobrevive hasta la próxima temporada en los tubérculos semilla.



Síntomas de tizón en tubérculos de papa.

Fuente fotografías:

<http://www.flickr.com/photos/viajealperu/3907758411/>  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/tmb/9/92/Phytophthora\\_infestans-effects.jpg/800px-Phytophthora\\_infestans-effects.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/tmb/9/92/Phytophthora_infestans-effects.jpg/800px-Phytophthora_infestans-effects.jpg). Potato Blight effects. PD-USGov-USDA-ARS



Los tubérculos afectados presentan áreas irregulares, ligeramente hundidas. La piel toma una coloración marrón rojiza. Al corte transversal se pueden observar unas prolongaciones delgadas, que van desde la superficie externa hacia la médula a manera de clavijas. En estados avanzados se nota una pudrición de apariencia granular, de color castaño oscuro a pardo. En estas condiciones puede ocurrir una pudrición secundaria causada por otros hongos (*Fusarium spp.*) y bacterias (*Erwinia spp.*, *Clostridium spp.* etc), provocando la desintegración del tubérculo y haciendo difícil el diagnóstico.



## 5.- IDENTIFICACIÓN DE OTRAS ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL FOLLAJE:

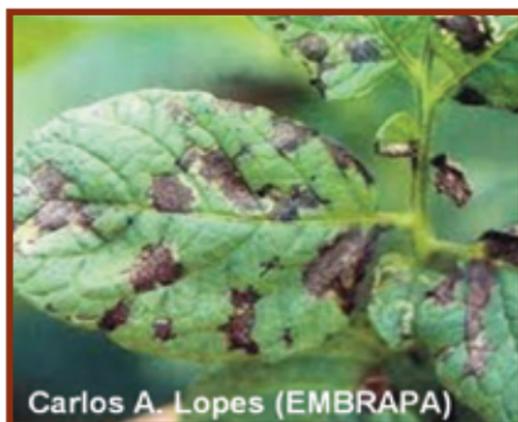
### 5.1. Tizón temprano

Causada por el hongo *Alternaria solani*. Se caracteriza por constituir un problema a fines de la estación, reportándose pérdidas en un 20 y 30% del rendimiento. Ataca el follaje y los tubérculos. Los primeros síntomas de esta enfermedad, se presentan en las hojas basales más viejas, como manchas circulares de color marrón oscuro con anillos concéntricos. Las hojas más jóvenes son más resistentes al patógeno y a medida que la planta envejece se desarrollan los síntomas típicos de la enfermedad, que por el crecimiento de las lesiones forma áreas necróticas (secas) más grandes, pero delimitadas por las venas de las hojas. La infección foliar se desarrolla con alta temperatura (25 °C) y humedad, favoreciéndose por lluvia y rocío abundante y frecuente. Bajo condiciones de sequedad, el tejido dañado cae dejando un orificio en la hoja. El patógeno (organismo que causa la enfermedad), que está en el follaje o en el suelo infecta los tubérculos al momento de la cosecha.



Hojas basales  
cercanas al suelo  
afectadas por  
*Alternaria solani*.

Detalle de hoja  
afectada por *Alternaria  
solani*, donde se apre-  
cia el frente de ataque  
de la enfermedad,  
formando lesiones  
con forma de anillos  
(secos) concéntricos.



Lesiones causadas por *Alternaria solani* en  
diferentes partes de las hojas.

***Alternaria alternata***, conocida como punteado café, es otra especie patógena (organismo que tiene la capacidad de producir una enfermedad) provocando síntomas similares al tizón temprano. La lesión producida por este hongo en las hojas comienza como pequeños puntos necróticos circulares, color marrón, que posteriormente se juntan formando lesiones más grandes con márgenes color marrón y anillos concéntricos.



Detalle de lesión causadas por *Alternaria solani*.



Detalle del crecimiento de la lesión causada por *Alternaria solani*.



Síntomas de *Alternaria solani* en la piel del tubérculo.



Síntomas de *Alternaria solani* bajo la piel del tubérculo.

## 5.2. Pudrición Gris.

Causada por el hongo *Botrytis cinerea*, enfermedad de poca importancia económica en papa, que se presenta principalmente hacia finales del período de cultivo y en plantas estresadas por otras causas (daño por herbicidas, falta de luz), debilitándolas y haciéndolas más susceptibles al ataque de otros patógenos. Produce síntomas similares a tizón tardío, pudiendo confundirse con esta enfermedad. El hongo es acarreado por el viento y la lluvia, depositándose sobre las plantas e iniciando una infección con temperaturas menores que para tizón tardío (entre 4° y 25°C).

Inicialmente afecta las flores, las cuales se pudren y muestran una esporulación de color grisáceo. Posteriormente el tejido infectado cae sobre las hojas, iniciando la infección del follaje, donde se presentan lesiones inicialmente marrón bronceado, húmeda en su inicio y delimitada por las venas. La infección se hace evidente en las partes senescentes de la planta que han sido predisuestas por un exceso de sombra o de humedad.

Es característico el desarrollo de necrosis en forma de cuña o en “V” en el extremo de los folíolos, delimitando la zona sana de la necrosada por un borde amarillo pálido.



Síntomas de *Botrytis cinerea* afectando las hojas basales afectadas por estrés por herbicida.



G. Secor y E. Banks

Síntomas de *Botrytis cinerea* afectando los extremos de los folíolos de una hoja de papa.



Síntomas de *Botrytis cinerea* afectando las hojas basales estresadas por falta de luminosidad.



Síntomas de *Botrytis cinerea* afectando las hojas basales donde se aprecia claramente el área afectada con forma de cuña amplia y un borde de ataque amplio de color amarillo limón .

En los tallos se puede producir una pudrición húmeda, generalmente asociada a una herida. Bajo condiciones de alta humedad se puede observar el color gris plomizo (nunca blanco) de la esporulación del hongo, que puede ser en el haz o envés de la hoja. Generalmente son más abundantes y densas que las fructificaciones de tizón tardío.



Tallo afectado por *Botrytis cinerea* donde se observa un micelio color gris oscuro

## 5.2.1.- Diferencias entre tizón tardío, tizón temprano y pudrición gris

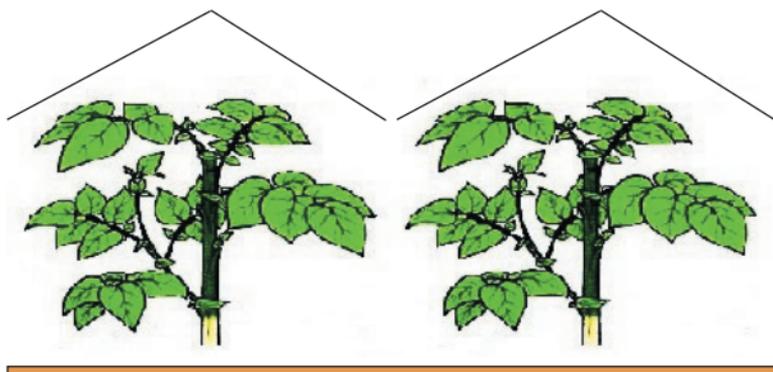
	Tizón Tardío	Tizón Temprano	Pudrición Gris
<b>Síntomas</b>	 <p>Fuente: INIA Cereales</p> <p>Los síntomas se pueden desarrollar en hojas, tallos y tubérculos, en hojas se inician lesiones de aspecto horado que a los pocos días se vuelven de color castaño cuando están secas, o negras cuando están húmedas, se hace característico en esta etapa la formación de un halo amarillento, que separa el tejido enfermo del sano.</p>	 <p>Fuente: W. DORAGOPoulos, S. NIKAS, K. KOLA, 2008</p> <p>En las hojas y en menor grado en los tallos se forman manchas pardas, angulares y necróticas que al centro tienen una zona de anillo concéntrico.</p>	 <p>Fuente: INIA Cereales</p> <p>Esta enfermedad afecta hojas, tallos y en menor grado tubérculos, es característico el desarrollo de necrosis en forma de cuña o "V" en el extremo de las hojas.</p>
	 <p>Fuente: INIA Cereales</p> <p>Por el anillo (lado posterior de la hoja), se desarrolla una costra blanca, que representa al micelio del hongo donde se generan las estructuras reproductivas, que permite su posterior diseminación.</p>	 <p>No se genera costra o micelio a nivel de hoja, cuando se generan las condiciones para ataque de la enfermedad.</p>	 <p>Para el caso de esta enfermedad en condición de alta humedad, se forma una vellosidad de color gris plomizo, que se puede ver en la cara anterior y posterior de la hoja (haz y envés)</p>
	 <p>Fuente: INIA Reservas</p> <p>A nivel de tubérculo se generan lesiones necróticas y de color marrón que penetran la superficie del tubérculo.</p>	 <p>Fuente: biotecnico.com</p> <p>Las lesiones a nivel de tubérculo comienzan con una coloración gris a púrpura tornándose oscura, circular e irregular, hundidas con bordes levantados de color marrón a púrpura, distribuidas desuniformemente en la superficie del tubérculo.</p>	 <p>La infección en tubérculos no es muy común, por lo menos no se hace evidente durante las operaciones de cosecha, pero se desarrolla durante el almacenamiento y bajo ciertas condiciones puede ser de carácter grave.</p>
<b>Condiciones propicias para desarrollo de enfermedad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura entre 15 y 25 °C</li> <li>• Humedad relativa cercana al 100%</li> <li>• Requiere 12 horas de humedad para infectar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturas altas cercanas a 20°C</li> <li>• Humedad relativa cercana al 100%</li> <li>• Senescencia de cultivo</li> <li>• Cultivo bajo condiciones extremas o estrés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturas moderadas entre 4 y 25 °C</li> <li>• Humedad relativa alta</li> <li>• Hojas con alto grado de sombra, debido a que el sol y la ventilación impiden el desarrollo de síntomas.</li> </ul>
<b>Diseminación de la enfermedad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lluvia</li> <li>• Viento</li> <li>• Mascarama</li> <li>• Transito a través del Cultivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• viento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viento</li> <li>• Lluvia</li> </ul>
<b>Fuentes de inoculación o infección</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hojas infectadas (Pudrición)</li> <li>• Plantas de papa enfermas</li> <li>• Otras Solanáceas (Tomate, Ají, Chirimó, Tomatillo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restos de Plantas</li> <li>• Tubérculos infectados</li> <li>• Cultivos cercanos</li> <li>• Otros hospederos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivos infectados</li> </ul>
<b>Control Químico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar estrategia preventiva, utilizando fungicidas de contacto o sistémicos de acuerdo a las condiciones ambientales de la temporada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso de fungicidas de contacto puede reducir la incidencia del ataque, pero la única forma de eliminar la presencia del hongo es a través del uso de fungicidas sistémicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las pulverizaciones con fungicidas preventivos pueden ser de utilidad, siempre que el follaje no reciba demasiado soltura.</li> </ul>

## 6.- CONSIDERACIONES PARA EL CONTROL QUÍMICO DEL TIZÓN.

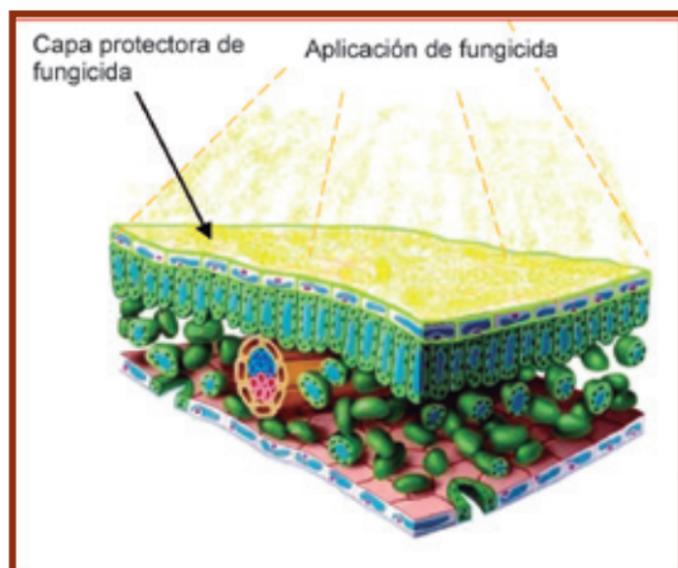
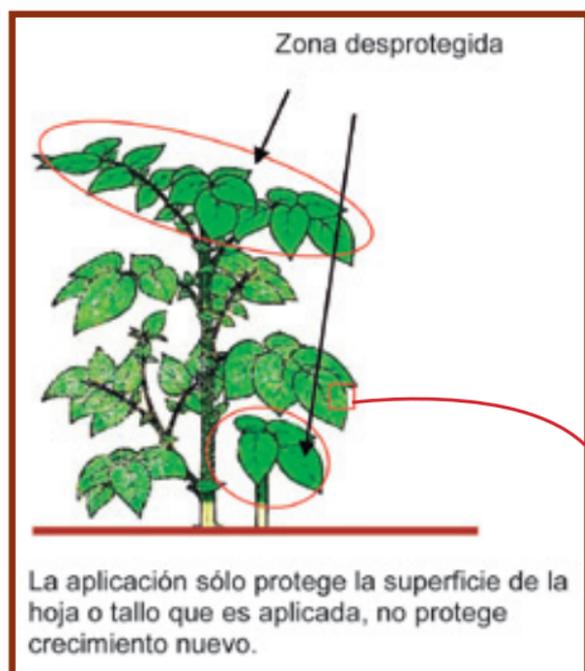
Los productos químicos que son capaces de prevenir o realizar algún tipo de control posterior a la infección del tizón, se clasifican como de contacto, sistémicos y translaminares.

### 6.1. De contacto.

Actúan sobre la superficie de la hoja (no ingresan al interior del tejido de la planta) y evitan la germinación y penetración del patógeno, disminuyendo las fuentes iniciales de la enfermedad. Son conocidos como fungicidas protectores, residuales o de contacto. Entre los más importantes se encuentran los cúpricos y los ditiocarbamatos. Sólo protegen las zonas donde se deposita el fungicida, por lo tanto, las hojas generadas después de la aspersión del producto no estarán protegidas contra el patógeno.



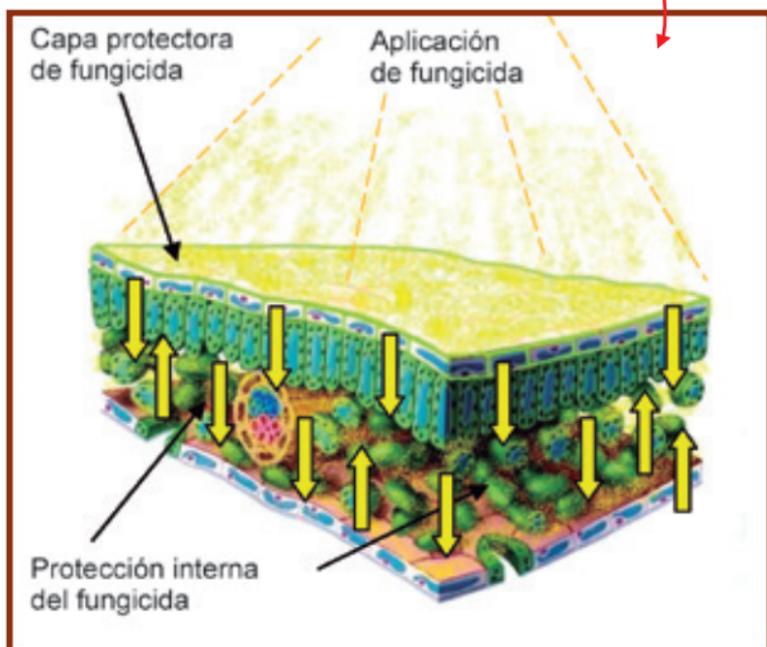
Aplicación a toda la planta, con un alto volumen de agua.



## 6.2. Sistémicos.

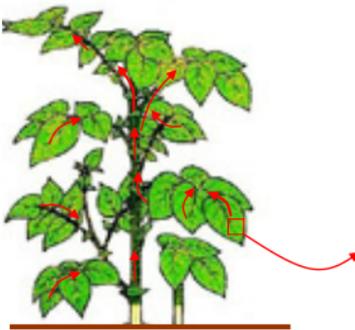
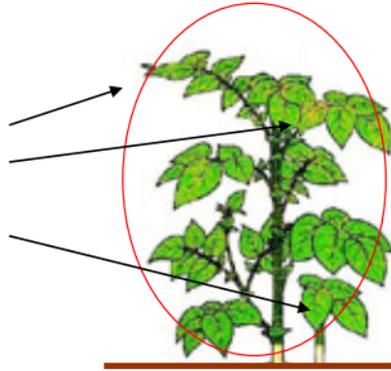
Estos productos son absorbidos a través del follaje e ingresan a los tejidos. Tienen la capacidad de atravesar la hoja (llegando al envés) y se mueven dentro de ella, protegiéndola en forma interna y externa, tanto por el haz como por el envés. Además, tienen la capacidad de trasladarse fundamentalmente en forma ascendente, vía interna a la planta, a través del sistema vascular por el xilema. Tienen la capacidad de proteger las hojas producidas después de la aplicación. Ciertos fungicidas inhiben algunas o varias etapas específicas del metabolismo de la enfermedad o patógeno. Con ciertos productos, su uso continuo ha generado la aparición de cepas resistentes a dichos fungicidas. La movilidad de estos fungicidas en la planta puede ser:

- **Translaminar:** el fungicida penetra en la hoja y se puede movilizar del haz al envés y viceversa, atravesando sus distintas capas, protegiéndola en su superficie y en forma interna. No tienen la capacidad de moverse de hoja a hoja, por lo tanto, las hojas producidas después de la aspersión del producto no estarán protegidas contra el patógeno. Estos productos son más eficientes que los de contacto, puesto que si la aplicación sólo llega a la superficie de la hoja (haz de la hoja), tienen la capacidad de atravesarla y protegerla en forma interna y por la parte de debajo de ésta (envés).

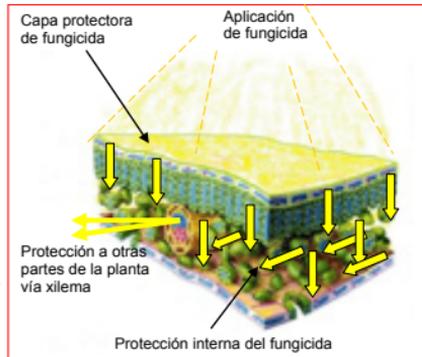


- **Acropétalo:** el fungicida puede moverse del punto donde penetra hacia arriba en la planta, y en menor medida basipétalo, hacia abajo en la planta.

Toda la planta queda protegida, incluyendo las hojas y brotes desarrollados después de la aplicación.



El fungicida se mueve a través de la lámina de la hoja y se trasloca en forma ascendente hacia el nuevo follaje sin aplicación.



El fungicida ingresa desde la superficie de la hoja hacia el interior, cubriendo la lámina y la estructura interna. De igual forma el producto se trasloca a través del xilema al resto de la planta.

### 6.3. Fungicidas de contacto.

Nombre Comercial	Ingrediente activo	Dosis	Observaciones
BRAVO 720	Clorotalonil	0,9 - 1,35 l/ha	Mayor tenacidad y redistribución, con buena adherencia al follaje.
CLOROTHALONIL 75 WG	Clorotalonil	1 - 2 l/ha	
HORTYL 50 F	Clorotalonil	2,5 - 3,5 l/ha	
GLIDER 72	Clorotalonil	0,9 - 1,35 l/ha	
PUGIL 50 SC	Clorotalonil	1,3 - 1,9 l/ha	
DITHANE NT	Mancozeb	1,5-2,5 kg /ha	Actúan durante la germinación de los esporangios y zoosporas. Son de bajo costo.
MANCOZEB 80% PM	Mancozeb	1,5-2,5 kg/ha	
MANZATE 200	Mancozeb	1,5 - 2 l/ha	
SHIRLAN	Fluazinam	0,4 - 0,6 l/ha	Alto nivel de tenacidad.
STIMO	Zoxamida, Mancozeb	2 – 2,5 kg/ha	

#### 6.4. Fungicidas sistémicos.

Nombre Comercial	Ingrediente activo	Dosis	Movilidad	Observaciones
CURZATE M-8	Cymoxanil + Mancozeb	1,5 - 2 kg/ha	Translaminar acropétalo medio. Contacto.	Persistencia limitada, pero detiene el avance de la enfermedad.
MOXAN MZ WP	Mancozeb + Cymoxanil	1,5 - 2 kg/ha	Translaminar acropétalo medio. Contacto.	
INFINITO	Propamocarb+ Fluopicolide	1,6 - 2 l/ha	Translaminar acropétalo medio.	Muy buena sistemía, recomendable para el período de floración.
CONSENTO	Fenamidone + Propamocarb	2,0-2,5 l/ha	Sistémico y translaminar.	
FORUM SC	Dimetomorfo	360 cc/ha	Translaminar acropétalo bajo	
ZAMPRO DM	Initium + Dimetomorfo	0,8 – 1 l/ha	Sistémico y Contacto.	
REVUS	Mandipropamida	0,4 - 0,6 l /ha	Translaminar y Contacto.	

## 7.- ESTRATEGIAS DE CONTROL QUÍMICO.

Esta debe considerar:

- Condiciones locales históricas de presencia y agresividad de la enfermedad.
- Tipos de fungicidas disponibles y sus características.
- Oportunidad de aplicación, según estado de desarrollo de la planta y ciclo de la enfermedad.
- Susceptibilidad de la variedad.
- Manejo agronómico (principalmente riego y fertilización con nitrógeno).

<b>Iniciar aplicación con fungicida sistémico.</b>	<b>Iniciar aplicación con fungicida de contacto.</b>
Zona con clima propicio: alta humedad y temperatura; neblinas matinales y en las tardes.	Zonas de baja humedad con buena ventilación.
Año de condiciones favorables con lluvias de primavera verano y alta temperatura.	Año seco, con escasas precipitaciones.
Producción intensiva con altos niveles de nitrógeno o bajo riego (aspersión).	Producción extensiva con niveles bajos de nitrógeno y en condición de secano.
Uso de variedades susceptibles.	Uso de variedades tolerantes o resistentes.

## 7.1. Estados de desarrollo y características del control.

<b>Etapas de desarrollo</b>	<b>Control</b>
<b>Emergencia.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Con calendario fijo de aplicaciones: aplicación preventiva 10 días después del 80% de emergencia.</li><li>- Sistema de pronosticador: con el informe de condiciones ambientales predisponentes o favorables.</li><li>- Cuando se ha detectado presencia de la enfermedad en el área.</li></ul>
<b>Crecimiento rápido.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Etapa de alta susceptibilidad por rápido crecimiento de tejido o follaje nuevo (desprotegido).</li><li>- Incorporación de productos de acción sistémica.</li><li>- Aplicación de productos sistémicos antes del cierre de hileras e inicio de floración.</li><li>- Con calendario fijo, aplicar cada 5 a 14 días, según condición de clima (favorable o desfavorable).</li><li>- Con el pronosticador, la frecuencia de aplicación depende de las alertas.</li></ul>

<p><b>Cultivo desarrollado.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etapa en que la planta termina su desarrollo vegetativo.</li> <li>- Uso de fungicidas de contacto o traslaminares (no hay crecimiento activo de las plantas).</li> <li>- Frecuencia de aplicación según condiciones ambientales.</li> <li>- Usar altos volúmenes de agua, asegurando buena cobertura y mojamiento.</li> <li>- Asegurar la aplicación a la base de los tallos.</li> </ul>
<p><b>Formación de tubérculos y producción.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En esta etapa se produce la infección de los tubérculos.</li> <li>- Uso de fungicidas de contacto o traslaminares con buena acción antiesporulante.</li> </ul>



## **8.- LITERATURA CONSULTADA.**

Acuña, I. 2010. Estrategias de control químico del Tizón tardío de la papa. In Seminario Control del Tizón tardío de la papa en la Región de La Araucanía, Temuco.

Pérez, W.; Forbes, G. 2008. Manual Técnico El Tizón de la Papa. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa.

## 9.- GLOSARIO.

**Apresorios:** órganos o hifas unicelulares laterales cortas y especializadas en la fijación que se adhieren a la cutícula del hospedante.

**Células oclusivas:** son células de la epidermis con forma de medialuna que forman el estoma y regulan el tamaño de su apertura.

**Envés de la hoja:** corresponde a la cara inferior o posterior de la hoja.

**Esporangio:** es la estructura del hongo que produce y contiene las esporas.

**Esporangioforo:** estructura con forma similar a una “rama” que en su extremo contiene innumerables esporangios.

**Espulación:** corresponde a la formación y liberación de esporas, sean éstas de hongos, bacterias o plantas.

**Estoma:** pequeños orificios o poros de las plantas localizados en la superficie de sus hojas, donde ocurre el intercambio gaseoso, con salida de oxígeno ( $O_2$ ) y entrada de dióxido de carbono ( $CO_2$ ).

**Floema:** tejido conductor encargado del transporte de nutrientes orgánicos, especialmente azúcares, hacia las partes basales subterráneas, no fotosintéticas de las plantas que se producen por la parte aérea fotosintética de la planta.



**Haustorio:** excrecencias de las hifas en los hongos parásitos, que se introducen en el huésped a partir de un diminuto agujero practicado en la pared celular y aumentando la superficie de contacto con el tejido infectado.

**Haz de la hoja:** corresponde a la cara superior de la hoja.

**Hifa infectiva:** estructura que infecta a la planta. Después de la formación de apresorios sigue la perforación de la cutícula e infección mediante la hifa infectiva que posteriormente puede formar un haustorio.

**Lenticelas:** son estructuras que aseguran la entrada de oxígeno y el intercambio gaseoso entre los tejidos internos y el exterior.

**Micelio:** es la masa o maraña ramificada de filamentos denominados hifas que constituye el cuerpo vegetativo de la mayoría de los hongos.

**Micelio intracelular:** o micelio intercelular, es el conjunto de hifas que constituye el cuerpo vegetativo del hongo que se desarrolla en el interior del hospedante y extendiéndose por sus tejidos.

**Movilidad translaminar del fungicida:** movimiento del fungicida a través de la hoja desde el haz al envés y viceversa.

**Papas huachas:** corresponde a papas voluntarias o de las temporadas anteriores que han sobrevivido durante el (los) inviernos y que brotan y emergen junto con el cultivo establecido.



**Patógeno:** organismo que produce una enfermedad.

**Patotipo:** tipo de patógeno.

**Xilema:** tejido vegetal leñoso de conducción que transporta líquidos de una parte a otra de las plantas. Traslada la savia, compuesta en su mayor parte de agua e iones inorgánicos, y algunos compuestos orgánicos, desde la raíz hacia la parte superior de la planta.

**Zoosporangios:** es un órgano en forma de bolsa donde se diferencian o desarrollan las zoosporas.

**Zoosporas:** es una espora asexual móvil de algunos hongos, producida dentro de esporangios propios, provista de flagelos para desplazarse.

