

MINISTERIO DE AGRICULTURA



Instituto Nacional de Innovación Agraria

# LA RANCHA DE LA PAPA EN CAJAMARCA *(Phytophthora infestans)*



**MINISTERIO DE AGRICULTURA**  
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA

# **LA RANCHA DE LA PAPA EN CAJAMARCA** ***(Phytophthora infestans)***

**Ing. M.Sc. Héctor Cabrera Hoyos**

© INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA - INIA  
DIRECCIÓN DE EXTENSIÓN AGRARIA

**Diagramación e Impresión:**  
Unidad de Medios y Comunicación Técnica

**Primera Edición:**  
Agosto, 2008  
**Tiraje:** 600 ejemplares

Av. La Molina N° 1981, Lima 12 Casilla N° 2791 - Lima 1  
Telefax: 3495631 / 3492600 - Anexo 248

Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización

**Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°: 2008-09967**

# CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>II. PROBLEMÁTICA MUNDIAL.....</b>	<b>6</b>
<b>III. LA RANCHA.....</b>	<b>7</b>
3.1 Que es la rancha.....	7
3.2 Agente causal.....	8
3.2.1 Ciclo de la rancha.....	8
3.2.2 Aspectos básicos de la biología de <i>Phytophthora infestans</i> ...	9
3.2.3 Condiciones climatológicas para el desarrollo de la rancha....	9
<b>IV. SIEMBRA DE PAPA EN CAJAMARCA.....</b>	<b>10</b>
<b>V. USO DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE LA RANCHA.....</b>	<b>14</b>
5.1 ¿Qué es un fungicida?.....	14
5.2 Historia de los fungicidas sistémicos para el control de Oomycetos.....	14
5.3 Número de aplicaciones de los fungicidas.....	17
5.4 Oportunidades de aplicación de los fungicidas.....	18
5.4.1 Disponibilidad de recursos económicos.....	18
5.4.2 Experiencia personal.....	18
5.4.3 Presencia y persistencia de la enfermedad.....	19
5.5 Adaptación de las aplicaciones a contextos específicos.....	19
5.6 Adaptación de las aplicaciones a condiciones climáticas.....	21
5.7 Resistencia a fungicidas.....	21

<b>VI. ROL DEL INIA A TRAVÉS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA BAÑOS DEL INCA-CAJAMARCA .....</b>	<b>22</b>
6.1 Manejo Integrado .....	23
6.1.1 Componente genético .....	23
6.1.2 Componentes agronómicos .....	26
6.1.3 Componente químico .....	28
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>35</b>

## I. INTRODUCCIÓN

La racha de la papa (*Solanum tuberosum* L.) o tizón tardío es una enfermedad causada por el patógeno *Phytophthora infestans*, cuyo nombre proviene de las palabras griegas: PHYTO = planta, PHTHORA= destructor. Es difícil exagerar sus efectos. Debido a que el tizón tardío se disemina por esporas llevadas por el viento, esta enfermedad se desplaza rápidamente a través de las regiones productoras de papa, a menudo devastando un cultivo completo. En pocos días puede inutilizar campos donde el cultivo se encontraba sano.

Es una de las enfermedades más importantes que afecta al cultivo de la papa. En varias oportunidades la enfermedad ha alcanzado grandes proporciones y efectos desastrosos. La más documentada es la hambruna que ocasionó en Irlanda en 1845 cuando prácticamente la mitad del cultivo de papa fue destruido y al año siguiente causó la pérdida total de la producción. Cerca de un millón de personas murió como consecuencia de la hambruna y otro millón tuvo que emigrar hacia otras regiones.

No obstante la gran cantidad de conocimiento existente sobre la enfermedad, el tizón tardío continúa siendo uno de los principales factores limitantes de la producción de papa en el mundo. Si no es controlado, las pérdidas pueden llegar al 100 %, e incluso, con niveles bajos de infección, la cosecha puede resultar no apta para el almacenamiento.

El tizón tardío, empezó como una enfermedad local de los parientes silvestres de la papa y el tomate en el valle de Toluca, México. A comienzos de la década de 1950, John Niederhauser, uno de los ganadores del Premio a la Alimentación Mundial, señaló al mencionado valle como el centro de la diversidad genética del tizón tardío, teoría ampliamente aceptada hoy. Allí él descubrió dos tipos sexuales, llamados A1 y A2, que se reproducen sexual y asexualmente. Hasta entonces no se conocía la reproducción sexual del patógeno.

## II. PROBLEMÁTICA MUNDIAL

Poco pueden hacer los agricultores pobres cuando el tizón ya se ha establecido. Por décadas, los agricultores del país y los productores en gran escala de los países en desarrollo han confiado en los fungicidas y algunos han llegado a aplicar hasta 35 veces por campaña. El Centro Internacional de la Papa - CIP, estima que los agricultores en los países en desarrollo gastan US \$ 100 millones por año en controles químicos. Sin embargo, esta cifra no incluye los costos de salud y medio ambiente.

Los fungicidas usados para controlar el tizón tardío no sólo son potencialmente peligrosos y costosos, sino que también están perdiendo su efectividad. En muchos lugares *P. Infestans* ha desarrollado resistencia a los principales fungicidas. Además, han evolucionado nuevas y más virulentas variantes del hongo que pueden vencer la resistencia genética de las variedades de papa. Según los estimados del CIP, el tizón tardío ha reducido la producción global de papa en un 15 por ciento, una pérdida de \$ 2.75 mil millones al año, sólo en los países en desarrollo.

En 1996 el CIP intensificó su respuesta a la crisis del tizón tardío al organizar una red mundial de investigadores de papa, bajo el título de Iniciativa Global del Tizón Tardío (GILB, en inglés). Cuando se reúnan todos los fondos, la GILB, dispondrá de \$ 25 millones para diez años. Aproximadamente la misma proporción de fondos será compartida entre las instituciones de investigación de los países en desarrollo, las instituciones de las regiones desarrolladas y el CIP (La GILB recibió el endoso formal del Comité Asesor Técnico del GCIAI en marzo de 1997).

### **Daños estimados por tizón tardío en Latino América y el Caribe**

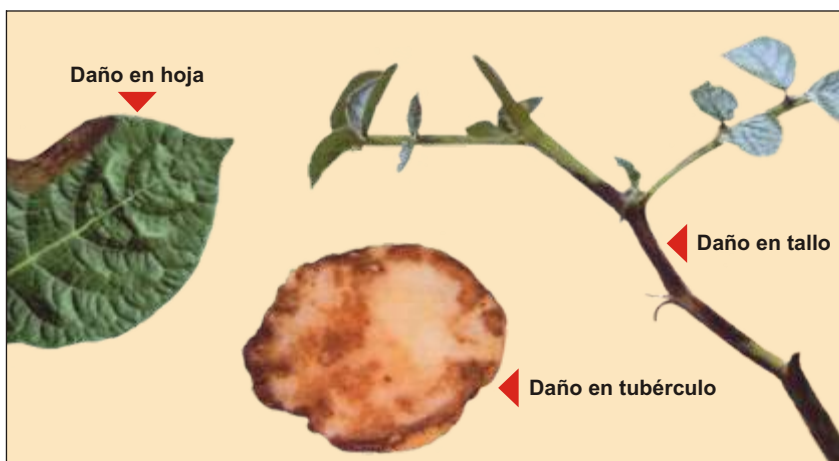
- |                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| • Pérdida del valor de producción | \$ 2 500 millones |
| • Costo de fungicida              | \$ 750 millones   |
| • Costo total del tizón tardío    | \$ 3 250 millones |



### III. LA RANCHA

#### 3.1 Qué es la rancha

- Es una enfermedad que ataca primero las hojas bajas y luego se extiende al resto de la planta, inclusive a los tallos, raíces y tubérculos.
- Los síntomas se observan como manchas negras de diferentes tamaños.
- En el envés de las hojas se ven halos blanquecinos (manchas redondeadas) que son las estructuras reproductivas del hongo.
- Puede acabar un cultivo en pocos días, ocasionando pérdidas hasta de un 100% en papa y otros cultivos como tomate.



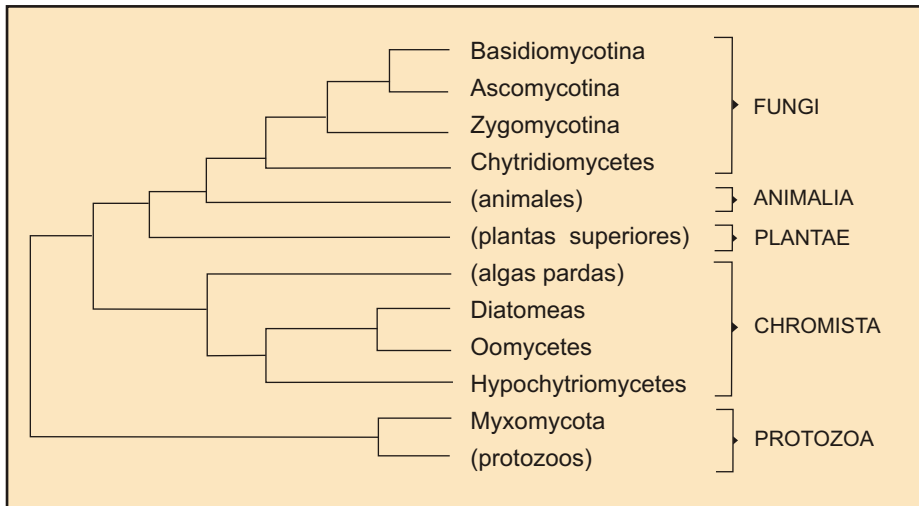
Daños de la rancha



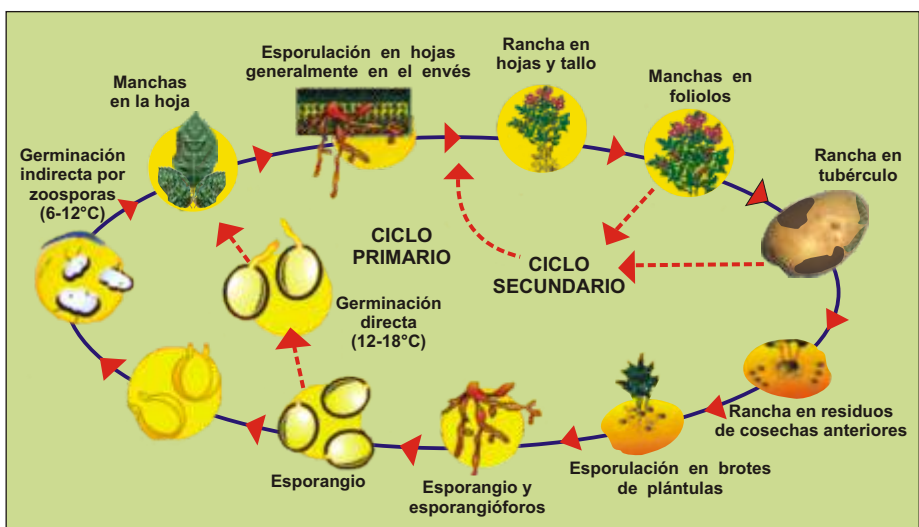
### 3.2 Agente causal

La rancha es causada por el patógeno *Phytophthora infestans*, miembro de la clase Oomycete, pertenece al reino chromista.

**Figura 1** Diagrama esquemático de las relaciones filogenéticas entre los cinco reinos de eucariotas, destacando la situación de los Oomycetes.



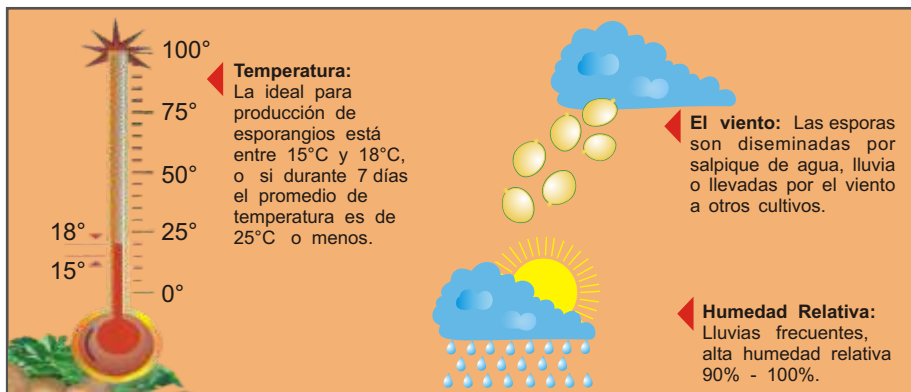
#### 3.2.1 Ciclo de la rancha



### 3.2.2 Aspectos básicos de la biología de *Phytophthora infestans*

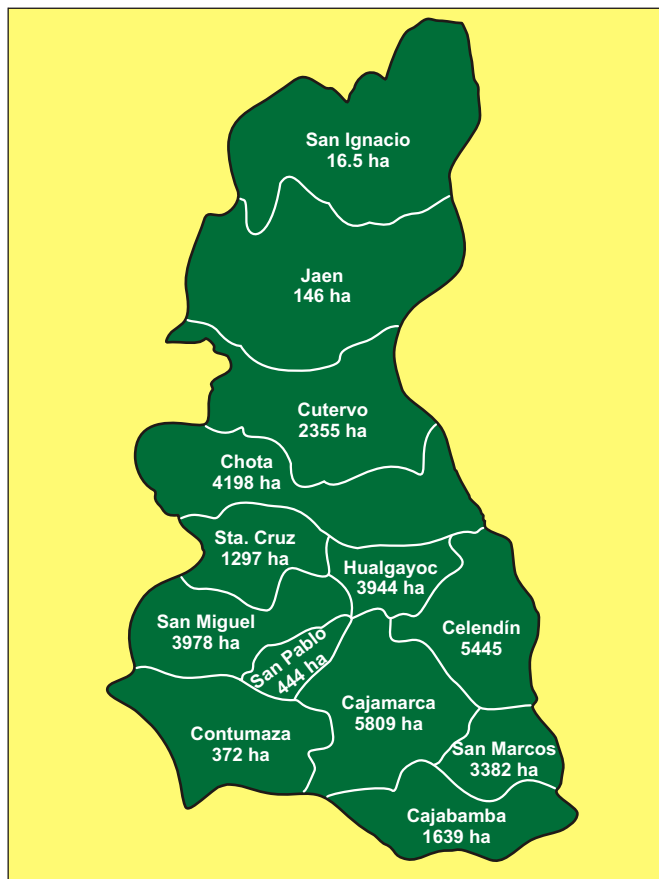
- Los esporangioforos (moho blanco) son las estructuras de propagación de los cuales salen los esporangios que se diseminan por el viento y lluvia, principalmente.
- La germinación de los esporangios depende del clima (temperaturas entre 18 a 21°C), necesitan de agua y penetran por medio del tubo germinativo perforando la pared de la célula epidérmica o por los estomas y alimentándose del protoplasma, de allí el micelio se desarrolla y se extiende intercelularmente y posteriormente sale los esporangioforos por la cara inferior de la hoja.
- Con temperaturas de 12°C y película de agua, los esporangios producen zoosporas, las que nadan, se enquistan y penetran a través de la cutícula o estomas. En este caso tenemos de 10 a 20 puntos de infección a diferencia del esporangio que tiene un punto de infección, el micelio se desarrolla en el mesofilo y sale el esporangioforos por los estomas en la cara inferior de la hoja.
- La necrosis aparece a los 6 a 7 días de la infección, aplicar aquí ya es tarde por que hay gran presión del inoculo.
- Los esporangios son arrastrados al suelo por las lluvias y afectan los tubérculos formando un tejido corchoso dependiendo del cultivar.
- La fuente más importante de contaminación es el tubérculo de las plantas voluntarias. Los esporangios persisten en el suelo de una campaña a otra.
- La zoospora es la fase sexual. No existe en el Perú y Bolivia pero si en México y Europa.

### 3.2.3 Condiciones climatológicas para el desarrollo de la rancha



#### IV. SIEMBRA DE PAPA EN CAJAMARCA

Área por provincia dedicada al cultivo de papa: 29 733,00 ha



En el cuadro 1 se muestra información de épocas de siembras por campañas, en la que se puede apreciar que las mayores siembras se realizan en la campaña grande por las condiciones de los regímenes de lluvias, épocas en las cuales por la humedad y temperatura que guardan relación con la incidencia y daños de *Phytophthora infestans*. En la campaña grande la precipitación pluvial es en promedio de 750 mm, donde es alta la humedad relativa (HR); en consecuencia, las condiciones

meteorológicas favorecen a la rancha cuando hay presencia de inóculo y en años y localidades en los que la HR es mayor a 80% durante períodos prolongados. Bazán de Segura (1950) realizó estudios de las condiciones meteorológicas indicando que si la HR nocturna es menor de 95 % y el termoperiodo es amplio no habría desarrollo de la enfermedad.

La campaña chica de papa comprende altitudes de 1 800 a 2 500 msnm. En esta campaña los campos deben disponer de irrigación pues el crecimiento y desarrollo inicial y lineal del cultivo coinciden con la ausencia de lluvias las cuales se inician normalmente cuando la plantación esta en las fases de pleno crecimiento o maduración. En consecuencia, en los cultivos de papa de estas zonas y épocas es relativamente muy bajo el nivel de incidencia y daño por *Phytophthora infestans*, sin embargo son zonas donde las bajas temperaturas en determinados meses (mayo y junio), ocasionan daños al cultivo, sobre todo en la etapa de crecimiento inicial.

Debe mencionarse que las siembras de papa que se instalan con el inicio de las lluvias tanto en las zonas bajas de la sierra como en las partes altas son altamente vulnerables a los daños por *Phytophthora infestans*.

La campaña de producción de sierra alta (2 500 a 4 000 msnm), es aquella que se realiza en áreas agrícolas de secano (dependientes del agua de lluvias) y representa el mayor porcentaje de la superficie regional de papa, aproximadamente el 85 % de la superficie. En esta zona la incidencia y los daños de rancha es determinada fundamentalmente por la altitud. La enfermedad se presenta y daña en los campos localizados entre 2 500 a 3 200 msnm cuando la pluviosidad se concentra en las etapas fenológicas del pleno crecimiento y maduración; la incidencia y daños por rancha en los campos localizados entre 3 200 a 3 600 msnm ocurre cuando existe alta pluviosidad y elevación de la temperatura; y, prácticamente no existe en los campos localizados entre 3 600 a 4 000 msnm (zonas de jalca,) acá también el principal problema lo constituye las bajas temperaturas). En esta última zona la rancha ha causado daños solamente en años de ocurrencia del fenómeno de "El Niño" (1983-84; 1997-98).

### Cuadro 1. Periodos de siembra de papa en Cajamarca

Por su ubicación geográfica y condiciones climáticas en el departamento de Cajamarca se siembra papa prácticamente durante todo el año.

Provincias	Siembra chica			Siembra grande			
	Temperatura (°C)		Precipitación (mm)	Temperatura (°C)		Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Mínima	Máxima		Mínima	Máxima		
Cutervo	8	24	100 - 600	5	20	700 - 800	70
Chota			Abril - Mayo			Noviembre - Diciembre	
Celendín			Abril - Mayo			Julio - Agosto - Setiembre	
Cajabamba			Marzo - Abril			Agosto - Setiembre - Octubre	
Santa Cruz			Abril - Mayo			Setiembre - Octubre - Noviembre	
San Miguel			Marzo - Abril - Mayo			Agosto - Setiembre - Octubre	
Huagayoc			Abril - Mayo			Noviembre - Diciembre	
San Pablo			Abril - Mayo			Setiembre - Octubre	
Contumaza			Abril - Mayo			Setiembre - Octubre - Noviembre	
Cajamarca			Mayo - Junio			Setiembre - Octubre - Noviembre	
San Marcos			Abril - Mayo			Noviembre - Diciembre	
						Octubre - Noviembre - Diciembre	

#### Fuentes:

- Programa Nacional de Investigación en Papa y Camote - INIA. Año 2000
- Comunicación del Ing. Menacho, C.E. Dpto. de Física y Meteorología, UNALM.

Dadas las condiciones agroclimáticas heterogéneas en las que se instalan los cultivos de papa, la diversidad de variedades tanto susceptibles como aquellas resistentes se hace difícil cuantificar con precisión la magnitud de la incidencia y los daños de la rancha a través de las diferentes campañas agrícolas. Para el presente documento, con el apoyo de personal de campo de las instituciones con amplia experiencia en las áreas productoras de papa de la región y la aplicación de una encuesta dirigida a los productores, dieron a conocer su estimación personal sobre el porcentaje de incidencia de la rancha en diferentes provincias; con esta información se ha elaborado el Cuadro 2 en el que se registra la superficie de papa en donde la incidencia de rancha es muy baja, baja (requiere de 2 a 4 aplicaciones de fungicidas), alta (requiere de 6 a 8 aplicaciones) o muy alta (requiere más de 14 aplicaciones).

**Cuadro 2.** Estimaciones sobre la superficie cultivada con papa (ha) en las que incide *Phytophthora infestans* en el departamento de Cajamarca.

Superficie (ha) III Censo Agropecuario	Nivel de incidencia de rancha y área (ha) afectada			
	Muy baja	Baja	Alta	Muy alta
29760	0	6735	12810	10161

Como se puede apreciar, el 34 % de la superficie destinada al cultivo de papa en Cajamarca está expuesta a niveles altos o muy altos de incidencia de *Phytophthora infestans*, lo que constituye las zonas endémicas. En otras palabras, poco menos de la mitad del área destinada a la producción de este valioso alimento se ve en la necesidad de hacer uso de no menos ocho aplicaciones de fungicidas para lograr un rendimiento económicamente rentable.

De la misma manera, tomando en cuenta las características climáticas de los diferentes distritos productores de papa en el Perú, el CIP ha hecho conocer un mapa de incidencia de la rancha en el territorio peruano. Este mapa es útil para una comprensión inicialmente general del problema, pero resulta indudable que requiere mayor precisión considerando la alta variabilidad agroclimática propias de la sierra por la cordillera andina.

## V. USO DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE LA RANCHA

Los fungicidas específicos para el control de *Phytophthora infestans*, constituyen un grupo muy importante en el mercado peruano de fungicidas; aproximadamente el 23% del monto total de ventas de fungicidas lo constituyen los fungicidas para el control de la rancha en papa.

### 5.1 ¿Qué es un fungicida?

Es un producto elaborado para prevenir y/o curar enfermedades causadas por hongos.

Los fungicidas pueden ser preventivos o curativos.

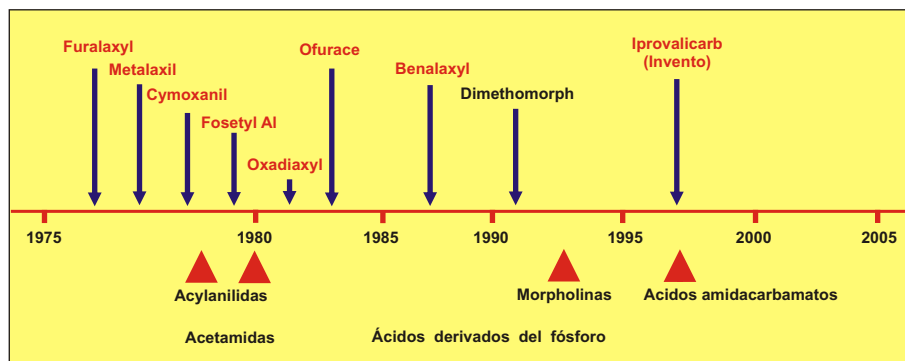
- F. Preventivos, son de contacto y se utilizan cuando:

- Hay baja presión del hongo.
- En verano.

- F. Curativos, son sistémicos y se utilizan cuando:

- Hay alta presión del hongo.
- Aparecen los síntomas.
- En invierno.

### 5.2 Historia de los fungicidas sistémicos para el control de Oomycetos



En el Cuadro 3 se pueden observar los fungicidas registrados en el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) para el control de *Phytophthora infestans* en el Perú.

Los ingredientes activos sistémicos más empleados en el departamento son el metalaxil y el cimoxanil, los cuales se presentan en el mercado en distintas mezclas, para el caso de los sistémicos y el mancozeb para el caso de los fungicidas de contacto.





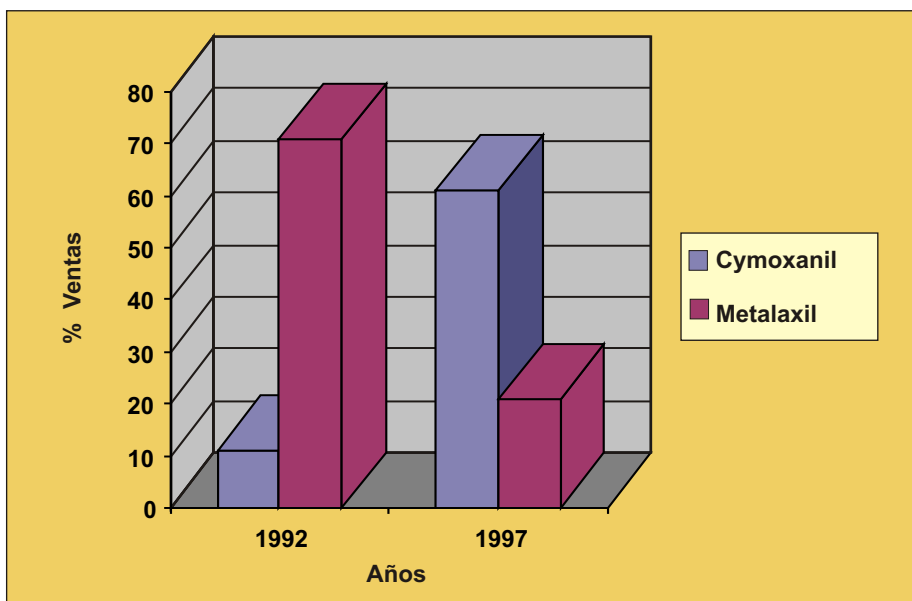
Continuación

Ingrediente Activo	Nombre Comercial	Concentración Ingrediente Activo	Dosis Producto Comercial
MANCOZEB + OFURACE	PATAFOL PLUS	64 + 6 %	2 - 3 kg/ha
MANCOZEB + DIMETHOMORPH	ACROBAT MZ	60 + 9 %	1,2 - 2,0 kg/ha
MANCOZEB + FENTINACETATO	BREMA	72,8 + 5,2 %	2 - 3 kg/ha
MANCOZEB + FOSETIL ALUMINIO	RHODAX	35 - 35 %	500- 600 g/100 l agua
MANCOZEB + METALAXIL	HIELOXIL KAMIKAZE MZ 72 PM METARRANCH MZ-58% WD RANCHAPAJ RANCOL MZ-72 RIDOMIL GOLD MZ 68WP VERANERO GOLD	64-8 % 64-6 % 48-10 % 64-8 % 64-8 % 64-4 % 64.4%	2 - 3 kg/ha
MANCOZEB + PROPAMOCARB	TATTOO - M	301,6 + 248,0 g/l	1,5 l/ha
METIRAM	POLYRAN DF	80 %	2,5 kg/ha
METIRAM + CYMOXANIL	PARALÉ DF 680	68 % + 4,8 %	0,25 kg/ 100 l agua
OXICLORURO DE COBRE	COBOX CUPRAVIT OB 21 WP OXICLOR 88 RAM-CAF 88 ROXICOP VITIGRAN CONC. OXICRON 35 OXICRON 50 CUPRESAN KUPEROX CUPRIDOR SULCOX	83 % 85 % 88 % 88 % 80 % 88 % 35 % 50 % 88 % 88 % 88 % 85 %	3 - 4 kg
PROPINEB	ANTRACOL 70 % P.M.	80 %	0,5 kg/200 l agua
PROPINEB + CYMOXANIL	FITORAZ 76 % P.M.	70 - 6 %	1,5 - 2,5 kg/ha
SALES DE COBRE + CYMOXANIL	HALEY	46 + 6 %	0,5 kg/200 l agua
SULFATO DE COBRE + NITRATO DE COBRE + FOSFATO DE COBRE	KOBRES LIQ	Sulfato de Cu Nitrato de Cu 1000g/l Fosfato de Cu Microelem. Quelat. Fitohormonas Adherentes Coadyuvantes	1-2 l/200 l agua
TOLYLFLUANID	EUPAREN MULTI 50 PM	50 %	1,5 - 2,5 kg/ha
ZIRAM	FUNGITOX 500 SC	500 g/l	2 - 3 l/ha
IPROVALICARB + PROPINEB	POSITRON 69 PM	9 % + 60 %	750 g/200 l de agua

### 5.3 Número de aplicaciones de los fungicidas

En zonas de baja presión se hace dos o tres aplicaciones con fungicidas de contacto y dos a cuatro aplicaciones con fungicidas sistémicos por campaña. En zonas y en años de muy alta presión se aplican 4 a 6 aplicaciones de fungicidas de contacto pero se hace de ocho a diez aplicaciones de fungicidas sistémicos por campaña. En general, el fungicida sistémico más empleado en estas zonas aquellos cuyos ingredientes activos son el metalaxil y cymoxanil.

Esta situación se ve reflejada en la comparación de ventas de fungicidas de 1992 y 1997 (Figura 2).



**Figura 2.** Porcentaje de ventas en el Perú de los fungicidas cymoxanil y metalaxil del año 1992 y 1997. (Fuente SENASA).

Por comunicación personal con los responsables de los centros comerciales de venta de fungicidas, se vende un promedio de 2 819 kg de Antracol y 1 089 para el caso de Fitoraz, 819 kg de ridomil y 1308 del ingrediente activo de Mancozeb por campaña, referido solo a la provincia de Cajamarca.

## 5.4 Oportunidad de aplicación de los fungicidas

En orden de importancia, la oportunidad de aplicación de fungicidas por parte de los agricultores está en función de la disponibilidad de recursos económicos, de su experiencia personal y de la presencia y persistencia de la enfermedad.

**5.4.1 Disponibilidad de recursos económicos:** Cuando existe solvencia económica el agricultor realiza las primeras aplicaciones aún cuando no se observe síntomas en la planta e, inclusive, aún cuando las condiciones climáticas no son favorables para la presencia o diseminación del patógeno; se puede decir que lo realiza por costumbre, esto es un acto bastante común en las provincias de Chota y Cutervo, donde por las condiciones favorables del clima y suelo se cultiva papa casi todo el año, por lo que constituye el principal abastecedor a los mercados regionales. En este caso, utiliza dosis bajas considerando realizar aplicaciones preventivas en las que aprovecha para añadir a la mezcla de un insecticida y/o abono foliar. Cuando no dispone de recursos económicos, realiza fumigaciones cuando observa síntomas de daño.

La mayoría de los productores de papa no cuentan con recursos económicos y buscan vía crédito (en los principales distribuidores de cada localidad), cuando observa que las condiciones climáticas favorecerán a la enfermedad o cuando se ha presentado la enfermedad.

**5.4.2 Experiencia personal:** En las zonas donde la incidencia de rancho es permanente los agricultores desarrollan criterios propios respecto a la oportunidad de fumigación y, sobre todo, respecto al modo de uso de los fungicidas (mayormente mezclados, el 72 % de productores entrevistados realizan esta práctica). En las zonas donde la enfermedad es ocasional o escasa, la mayoría de agricultores carecen de experiencia y requieren de la asistencia técnica profesional o recurren los centros de venta de agroquímicos

para encontrar alguna recomendación, sin embargo en muchos de los casos realizan aplicaciones de productos incompatibles a la enfermedad.

**5.4.3 Presencia y persistencia de la enfermedad:** Como se ha mencionado anteriormente, la gran mayoría de productores de papa de Cajamarca, inician la aplicación de fungicidas cuando se ha presentado la enfermedad o, más bien, cuando la incidencia de la enfermedad es notoria y en estado tal que puede comprometer la producción. Las siguientes aplicaciones se hacen en frecuencias de 4 a 8 días dependientes de los recursos económicos; este último aspecto determina la clase de productos empleados y, sobre todo, la frecuencia de aplicaciones.

En situaciones de carencia de recursos económicos o, en presencia de condiciones climáticas altamente favorables a la enfermedad y, de acuerdo al estado vegetativo del cultivo, algunos agricultores comprometen su producción y cuando la incidencia de la enfermedad es tan severa aceleran la cosecha.

En la mayor parte de las zonas productoras de papa del Departamento es mínima el apoyo de instituciones o técnicos encargados de brindar servicios de asistencia técnica. Estos servicios están disponibles en las capitales de departamento o provincias pero no existen o son muy ocasionales en distritos, pueblos, caseríos o comunidades campesinas. En ciertas localidades de la región se cuenta con proyectos de Organismos No Gubernamentales (ONGs) que ofrecen asistencia técnica con los inconvenientes de que su servicio puede tener cobertura geográfica limitada o la temporalidad de estos proyectos.

## **5.5 Adaptación de las aplicaciones a contextos específicos**

Al igual que lo señalado en la sección precedente, las decisiones de los agricultores respecto a aplicaciones adaptadas a contextos específicos es fuertemente determinada por su nivel de capacitación y, en consecuencia, está restringida a un bajo porcentaje de agricultores.

Se hace uso de fungicidas en función de los niveles de resistencia de los cultivares o de las condiciones climáticas prevalentes en zonas de altura más como una adaptación inconsciente que como una decisión que implique el conocimiento de las características de la enfermedad.

La adopción de cultivares y el manejo espacial de los mismos son decisiones más conscientes que la adaptación del control químico de la ranca en función del nivel de resistencia de los cultivares o del nivel supresivo de la altitud en la presencia y progreso de la enfermedad.

Algunos ejemplos de estas afirmaciones son el caso de la popularidad y dispersión de los cultivares de los años 1970 del cultivar Yungay, durante los años 90 al 2000 la puesta a disposición de los agricultores de variedades con resistencia horizontal o de ampo a la ranca. Por experiencias personales y mediante el intercambio con colegas del departamento, la variedad Yungay ocupa una superficie muy representativa, aproximadamente el 35% de la superficie cultivada, se la atribuye como razón para su popularidad considerando su potencial productivo, calidad comercial y rusticidad. Entonces, la adopción de nuevos cultivares con resistencia a la ranca se hizo principalmente por su potencial productivo la cual era, además consecuencia de su resistencia de campo a *Phytophthora infestans*, trabajo en el cual el Proyecto papa con la Unidad de Transferencia de Tecnología y Apoyo a la Extensión de la EEA Baños del Inca, viene difundiendo a través de los cursos de capacitación, días de campo, demostraciones de métodos, parcelas demostrativas y publicaciones.

Otro ejemplo es el de que los agricultores deciden instalar cultivares nativos en zonas de mayor altitud (encima de 3200 msnm) principalmente porque se reconoce su mayor requerimiento de frío antes que su mayor susceptibilidad a *Phytophthora infestans*.

Consideramos que solamente en el caso de las zonas donde la incidencia de la enfermedad es alta y, sobre todo, en las que es muy alta (zonas con menor altitud), los agricultores prefieren adoptar cultivares con

resistencia genética y son conscientes de la necesidad de un mayor número de aplicaciones químicas cuando utilizan cultivares susceptibles.

## 5.6 Adaptación de las aplicaciones a condiciones climáticas

En Cajamarca la información meteorológica es registrada por una red de estaciones a cargo del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). Lamentablemente el número y ubicación de las estaciones meteorológicas no guarda proporción con las condiciones agro ecológicas variadas del Departamento; por otro lado, como es el caso de otras instituciones públicas, el SENAMHI no cuenta con los recursos suficientes para la difusión sistemática y oportuna de sus registros meteorológicos. En la actualidad la información meteorológica no está disponible en forma gratuita y, en muchos casos, el acceso a esta requiere trámites.

La adaptación de la aplicación de fungicidas a las condiciones climáticas es más bien una decisión basada en la experiencia presente especialmente en las zonas donde la incidencia de la enfermedad es alta o muy alta. Los agricultores reconocen que las "noches lluviosas seguidas por días soleados", o en otros casos zonas con presencia permanente de neblina significa presencia de rancho y, basados en esta experiencia, inician sus tratamientos químicos a sus campos de cultivo.

## 5.7 Resistencia a fungicidas

En las provincias más productoras del cultivo de papa (Chota, Cutervo y Cajamarca), los agricultores de estas zonas de producción de papa en los que la incidencia de *Phytophthora infestans* es muy alta, insisten con aplicaciones con metalaxil realizando hasta con cinco aplicaciones por campaña de este producto, lo cual en ciertas campañas asegura buen control, sin embargo reconocen también que en muchas campañas su eficacia no es total. Publicaciones al respecto como lo indica Raymundo (1998) encontró que el 82.7% de setenta y cinco aislamientos de *P. Infestans* procedentes de Comas, Cusco y Puno eran resistentes a



metalaxil. Posteriormente Pérez y colaboradores (1999) caracterizaron 287 aislamientos de *P. Infestans* procedentes del centro y sur del Perú encontrando que los aislamientos estudiados pertenecen a tres linajes dentro de los que todos los aislamientos pertenecientes a dos linajes fueron resistentes al metalaxil.

Gamboa y colaboradores (1999) complementaron los resultados anteriores al caracterizar 307 aislamientos que allí incluían a otros procedentes del norte del Perú. Pérez et al. (2000) caracterizaron 208 aislamientos procedentes del Cusco y Puno (sur del Perú) y encontraron que todos los aislamientos procedentes del Cusco y la mitad de los procedentes de Puno mostraron resistencia al metalaxil. Otazú (2000) evaluó la eficiencia de 10 fungicidas en Huasahuasi, zona productora de papa con alta incidencia de *P. Infestans*, encontró menor eficiencia de metalaxil y demostró en laboratorio la resistencia del patógeno a este ingrediente activo.

## **VI. ROL DEL INIA A TRAVÉS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA**

La EEA Baños del Inca - Cajamarca a través del Programa Nacional de Investigación en Papa, en las últimas dos décadas ha venido realizando diversos trabajos de investigación con clones provenientes del Centro Internacional de la Papa y material generado por el propio Programa, con trabajos tendientes a la búsqueda de clones con resistencia a rancho, buena calidad culinaria y otras características deseables, trabajos que estuvieron orientados en red nacional, regional y local; principalmente en campos de agricultores con la activa participación de ellos, fruto de estos trabajos se ha contribuido en la selección de cultivares como: Perricholi, Canchán, Amarilis, Chagllina y Serranita, así como en forma directa en el lanzamiento de nuevos cultivares referidos a los genotipos: INIA301 e INIA305, y en el año 2007 la variedad INIA 310 Chucmarina, perteneciente a la población B3C1, del Centro Internacional de la Papa, en cuyos trabajos han participado destacados profesionales dedicados a este cultivo, contando siempre con el soporte

técnico del Programa Nacional de la Papa y científicos del Centro Internacional de la papa, así mismo los esfuerzos continúan orientados a la búsqueda de alternativas tecnológicas del manejo integrado de la enfermedad tendientes a una mejor producción, con menores costos y preservando el medio ambiente y la salud, dichos componentes a continuación se detalla:

## 6.1 Manejo integrado

Elementos de orden genético (variedades con resistencia a la rancha), agronómico (uso de semilla sana de procedencia conocida, prácticas culturales apropiadas y oportunas), aplicaciones de funguicidas con ingredientes activos alternados, los que constituyen componentes del manejo integrado de la rancha.

### 6.1.1 Componente genético

El uso de cultivares con niveles apropiados de resistencia genética a *Phytophthora infestans* es, sin lugar a dudas, un componente de importancia visible. En el Cuadro 5 se consigna el nivel de resistencia de los cultivares de uso comercial.

En la actualidad en el Departamento se cultiva aproximadamente 14 variedades de importancia comercial, de las cuales 05 tienen resistencia a la rancha, 04 variedades de moderadamente resistentes a susceptibles y 05 son variedades nativas, las cuales mayormente son cultivadas en zonas de baja presión del patógeno.

Como se puede observar, los cultivares de papa más sembrados en Cajamarca son susceptibles a *Phytophthora infestans* por lo que se recomienda sembrarlos preferentemente en las zonas en las que la enfermedad no se presenta o en las que su incidencia es ocasional.

Los cultivares resistentes son apreciados por los agricultores pero presentan alguna característica "desventajosa", por lo que es necesario conocer:

- **Perricholi:** Liberada en 1986 mantiene su resistencia en muchas regiones pero en zonas en las que la incidencia de la enfermedad es muy alta, el daño se manifiesta en el follaje por lo que se hace uso de control químico. Es de bajo contenido de materia seca.
- **Canchán INIA:** Liberada en 1990 como resistente; en la actualidad se comporta como susceptible: sin embargo ocupa un espacio importante en el contexto nacional, por su alta calidad.
- **Amarilis INIA:** Liberada en 1993 muestra buen nivel de resistencia pero su inconveniente comercial es la susceptibilidad al verdeamiento, sin embargo por su potencial productivo y calidad ocupa una buena superficie.
- **Chagllina:** Liberada en 1994 como resistente a ranca, susceptible al exceso de humedad y al verdeamiento, regular calidad comercial y bien productiva.
- **INIA 301:** Liberada en 1999 como resistente; regular calidad comercial.
- **INIA 305:** Liberada en 2000 como resistente; regular calidad comercial y muy productiva.
- **INIA 309 -Serranita:** liberada en 2005 como resistente; buena calidad comercial y bien productiva, tiene buena aptitud para procesamiento (hojuelas y tiras).
- **INIA 310 - Chucmarina:** liberada en 2007 como resistente; regular calidad comercial y altamente productiva.

La importancia de los cultivares resistentes se ha demostrado en diferentes experimentos. Bailón y Otazú (1987) encontraron que el cultivar resistente Perricholi produjo 8.2 veces más rendimiento que el testigo Revolución sin control químico y 3.5 veces más que el testigo con el mejor tratamiento químico. Así mismo, Gastelo y Landeo (1999) encontraron que en zonas con muy alta incidencia

de ranca los cultivares resistentes requieren solamente tres fumigaciones para un rendimiento rentable mientras que los cultivares susceptibles requieren mas de 12 a 14 aplicaciones químicas.

**Cuadro 5.** Nivel de reacción a *Phytophthora infestans* de los principales cultivares comerciales.

Cultivares	Importancia *	Reacción**
Yungay	A	S
Canchán INIA	A	S
Perricholi	A	R
Amarilis	A	R
Liberteña	B	S
Huayro	B	MS
Peruanita	B	S
Huagalina	B	S
Tumbay	C	S
Mariva	C	MS
Revolución	C	S
Amapola	C	S
María Huanca	C	T
Kori INIA	C	R
Chagllina INIA	C	MS
INIA 301	C	R
Chata Roja	C	MS
INIA305	C	R
Serranita	B	R
Chucmarina	C	R

(\*) Importancia: A =Amplia distribución geográfica; B = Regular distribución geográfica; C = Distribución geográfica regional.

(\*\*) Reacción: R = Resistente; S = Susceptible; T = Tolerancia; MS = Muy susceptible.

### 6.1.2 Componentes agronómicos

- **Manejo del tubérculo - semilla:** La selección, clasificación, reelección, desinfección y almacenamiento adecuado son recomendaciones que entre otros beneficios, se constituyen en componentes del manejo integrado de la ranca.

La selección y reelección permiten identificar, aislar y eliminar tubérculos semilla infectados; la desinfección es otra práctica del manejo de semillas que permite reducir o eliminar inóculo que pudiera estar presente en el tubérculo semilla y; finalmente, la recomendación del almacenamiento en condiciones de luz difusa al permitir mejor ventilación, reduce la eventual diseminación del patógeno hacia otros tubérculos y; al provocar verdeamiento, reduce la infección por *P. Infestans*.

- **Uso de semilla certificada:** Se recomienda el uso de semilla sana de procedencia conocida, debidamente certificada por el encargado (SENASA y/o CODESE).
- **Epoca de siembra:** Se propone a los productores, sobre todo a aquellos localizados en las zonas en las que la incidencia de la enfermedad es alta y/o muy alta (zonas endémicas), la siembra en periodos en los que sea posible evadir las condiciones meteorológicas que favorecen la incidencia y daños de ranca. También se debe considerar la dirección del viento.
- **Distanciamiento de siembra:** Se recomienda la siembra bajo distanciamientos más amplios entre surcos y dentro de surcos para favorecer una mejor ventilación de excesos de humedad de la atmósfera y del suelo. Los agricultores de zonas con alta incidencia de ranca acostumbran ampliar el distanciamiento entre plantas sobre todo para procurar menor competencia y producir mayor frecuencia de tubérculos de mayor tamaño con fines comerciales.

En general, la recomendación de incrementar los distanciamientos de siembra para reducir las condiciones favorables a la enfermedad tiene el inconveniente de reducir la población de plantas, hecho este que puede significar menor rendimiento por unidad de área.

- **Uso de fertilizantes:** Se recomienda el uso de abonos orgánicos en dosificación apropiada con los macro nutrientes NPK. Se reconoce que la sobredosis de nitrógeno incrementa la susceptibilidad a la rancha mientras que un adecuado balance con el fósforo y potasio corrige los efectos desfavorables del exceso nitrogenado.
- **Prácticas culturales:** Las labores de deshierbo, segunda aplicación de nitrógeno, aporques altos deben ser eficientes y oportunas, teniendo como consideración el cultivar (periodo vegetativo), así mismo no se debe transitar en campos donde la incidencia de la enfermedad es alto.
- **Aporque:** Se recomienda la práctica del aporque para provocar aislamiento de los tubérculos de la fuente aérea de infección. En general se recomienda doble aporque o aporques altos en zonas con fuerte incidencia de plagas insectiles, de alta pluviosidad y alta incidencia de rancha, esta práctica también favorecerá al cultivo frente a daños por insectos (gorgojos y polillas).

Egúzquiza, indica que el aporque alto puede ser una práctica innecesaria cuando se trata de tubérculos de cultivares que muestran susceptibilidad en el follaje y resistencia en los tubérculos. En este aspecto, debemos tomar en cuenta que la resistencia en tubérculos podría estar determinada por factores bióticos supresivos cuya presencia se ha evidenciado experimentalmente (Torres, 1994). Esta experimentación debe continuarse dado que estos factores bióticos pueden constituirse en un nuevo componente del manejo integrado.

- **Rotación de cultivos:** Se recomienda el establecimiento de sistemas de rotación de cultivos para reducir la presencia de inóculo en los rastrojos que quedan en el suelo. Con este mismo argumento, se recomienda retirar del campo todo resto de plantas o tubérculos infectados. Debe mencionarse que en la sierra del Perú la relación tierra/hombre es baja al igual que el tamaño de la unidad agrícola por lo que las recomendaciones de rotación son de difícil aplicación.
- **Oportunidad de cosecha:** En los cultivos que muestran daños de *Phytophthora infestans* se recomienda que la cosecha se realice adelantada con respecto a la madurez fisiológica para evitar su diseminación a la zona subterránea de tuberización.

Cuando el cultivo está próximo a la cosecha y si el nivel de incidencia de la ranca es alto se recomienda el corte del tallo y posteriormente dejar por un periodo de 15 a 20 para permitir la suberización del tubérculo y su posterior labor de cosecha, debe tenerse bien en cuenta la eliminación de los rastrojos después del corte.

- **Post cosecha:** Se recomienda procedimientos cuidadosos de selección, el menor manipuleo posible, daños físicos (golpes), de tubérculos cosechados y, sobre todo, almacenamiento en condiciones de baja humedad relativa y adecuada ventilación.

### 6.1.3 Componente químico

Constituyendo la ranca una de las enfermedades más importantes en el cultivo de papa, el uso de productos químicos para el control debe realizarse con las dosis adecuadas así como la alternancia en los ingredientes químicos, preservando en medio ambiente y sobre todo la salud.



Los agricultores de las zonas altas (jalcas) prefieren sembrar los cultivares susceptibles en los meses de ausencia de lluvias; estas siembras adelantadas se caracterizan por el hecho de que los cultivos están en madurez o inicio de maduración cuando se inician las lluvias. Dos inconvenientes para esta clase de propuesta son el hecho de que pocos agricultores disponen de terrenos con infraestructura de riego y el hecho de que en las siembras adelantadas, la cosecha debe hacerse en condiciones de lluvia, lo que determina que los tubérculos estén barrosos desmejorando su calidad comercial.

Por otro lado, el control químico tiene que ser muy eficiente y compatible con la tendencia contemporánea de reducir su uso al mínimo para evitar su impacto en el medio ambiente y en la salud humana.

Experimentos sobre estrategias de control químico del tizón realizados por el Proyecto papa y otras Instituciones durante varias campañas agrícolas en la presente década, en zonas "tizonerías" de Cajamarca, han permitido determinar y confirmar estrategias efectivas, eficientes, económicas, y sensibles con el medio ambiente y la salud humana, para el control químico del tizón tanto en cultivares susceptibles como en su integración con cultivares resistentes. Por otro lado, el control químico tiene que ser muy eficiente y compatible con la tendencia contemporánea de reducir su uso al mínimo para evitar su impacto en el medio ambiente y en la salud humana.

### **Necesidad de una estrategia de control químico**

La mayor parte del área afectada de papa por ranca, está en regiones productoras de semilla que actualmente escasamente cubren aproximadamente el 2 % de las necesidades urgentes regionales de semilla de calidad. Esta pérdida indirecta que ocasiona la enfermedad, magnifica la importancia del tizón en Cajamarca como un factor limitante en la producción y productividad del cultivo de la papa.

Como consecuencia del tizón y la falta de conocimientos para una estrategia de control químico, el agricultor ha desarrollado una cultura de evasión de la enfermedad ya sea en el tiempo, mediante la utilización de otras épocas de siembra en que no se presenta la enfermedad o lo hace con más irregularidad, o en el espacio, cultivando en las épocas de mayor incidencia del tizón, pero sembrando en las partes de mayor altitud (más de 3400 msnm) donde las temperaturas más bajas no son favorables al desarrollo de la enfermedad.

La cultura de evasión de la enfermedad implica una baja productividad del área bajo cultivo que no concuerda con la preocupación contemporánea de incrementar la productividad por razones medio ambientales y de la necesidad alimentaria presente y futura. Por lo tanto es conveniente desarrollar e implementar y capacitar al agricultor en estrategias para el control químico del tizón que le permitan incrementar la productividad del cultivo de la papa combatiendo eficientemente la enfermedad aún bajo condiciones más favorables para su desarrollo.

### **Tipos de fungicidas utilizados para el control químico del tizón**

Dos tipos de fungicidas son utilizados para el control químico del tizón, los de contacto (más propiamente no sistémicos, llamados también residuales) y los sistémicos.

**Los de contacto:** son comúnmente referidos también como fungicidas protectores o preventivos y los sistémicos como curativos. En opinión de los autores estos términos no están bien aplicados y por otro lado confunden al agricultor. Así, éstos aplican los fungicidas sistémicos sólo cuando ven los síntomas del tizón (porque los consideran "curativos"), lo cual es normalmente tarde para un buen control de la enfermedad.

Los fungicidas de contacto afectan las estructuras del patógeno en la superficie de la planta actuando en sus fases de germinación y

penetración. Una vez que el patógeno ha entrado en la planta estos fungicidas no lo afectan. Como los brotes nuevos y las partes de la planta que desarrollan luego de una aplicación deben ser protegidos y si lloviera luego de la aplicación, ésta debería repetirse; un buen control del tizón con este tipo de fungicidas sólo se logra con aplicaciones frecuentes y a intervalos cortos entre las aplicaciones. Aún bajo estas condiciones, el control podría no ser muy efectivo si es que las condiciones son muy favorables para la enfermedad y si es que las condiciones lluviosas no dejara realizar las aplicaciones en el momento oportuno.

Con los fungicidas de contacto es muy importante mantener una capa apropiada del fungicida en el follaje, tanto en el haz como en el envés de la hoja. Se necesita cubrir toda la parte aérea de la planta.

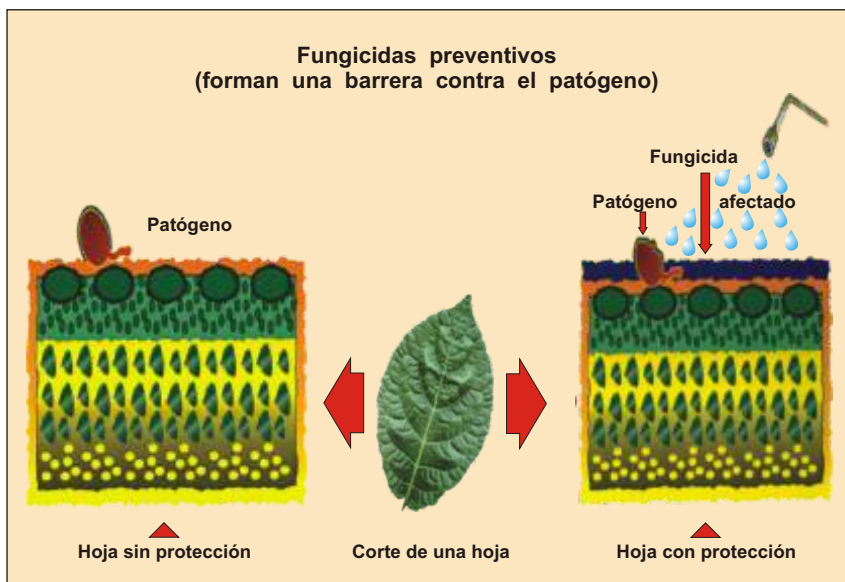
Su acción será efectiva siempre que persistan en la hoja y no sean lavados por la lluvia, es decir tengan buena tenacidad.

Las características y condiciones para la efectividad de los fungicidas de contacto, anteriormente mencionadas, además del hecho de que comúnmente el agricultor no realiza las aplicaciones debidamente por cuanto no cubre bien la planta, por desconocimiento de esta necesidad y por falta de tiempo, la eficacia de la acción de estos fungicidas es afectada en forma significativa.

**Cúpricos.** Los fungicidas cúpricos fueron los primeros en ser utilizados para el control del tizón. Los más utilizados son el caldo Bordalés y en tiempos recientes los fungicidas a base de oxiclورو de cobre y de óxido cuproso. Entre los fungicidas de contacto los cúpricos tienen la ventaja de tener una buena tenacidad.

Como desventaja tienden a retrasar el desarrollo vegetativo de la planta y por ello se recomienda su utilización después de iniciada la floración. Tienen acción en los esporangios y las zoosporas del patógeno en las que desnaturalizan enzimas de la cadena respiratoria (Schwinn and Margot. 1991).

La tendencia moderna para mejorar la efectividad de los fungicidas cúpricos ha estado orientada a reducir el tamaño de sus partículas y cristales, así como permitir que sean absorbidos por el follaje y tornarse sistémicos.

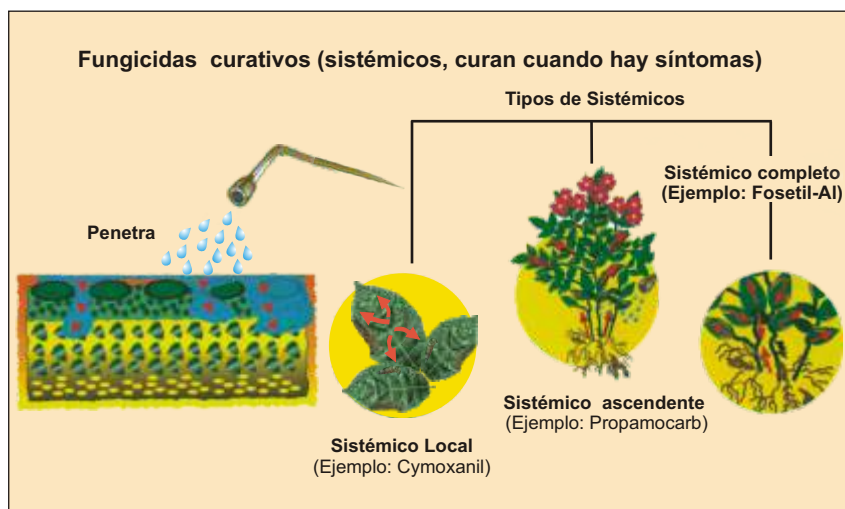


**El desarrollo de los fungicidas sistémicos** a partir de 1970 abrió una alternativa para solucionar estos problemas y llegar a un mejor control del tizón.

Los fungicidas sistémicos, penetran en la planta y se movilizan translaminarmente del haz al envés o viceversa y luego del punto donde cayeron hacia la parte superior de la planta, es decir tienen un movimiento acropétalo. Sólo uno de los fungicidas sistémicos que se utilizan para el control del tizón y que no es propiamente un fungicida, el fosetil-aluminio, se moviliza también en dirección basipétala, es decir de donde penetra hacia la parte inferior de la planta. En el caso de los fungicidas sistémicos una aplicación constante y uniforme no es tan importante como en los fungicidas

de contacto. Luego de su aplicación el fungicida sistémico penetra en la planta y se moviliza acropetalamente aún hacia partes de la planta no alcanzadas por la aplicación. El intervalo entre aplicaciones puede ser distanciado y el fungicida no es lavado por las lluvias poco después de su aplicación. Estas son las grandes ventajas de los fungicidas sistémicos sobre los fungicidas de contacto especialmente en las zonas muy favorables al tizón. Las desventajas de los fungicidas sistémicos son su mayor costo y la selección e incremento de resistencia en el patógeno cuando se les utiliza inapropiadamente.

Para manejar el problema de la resistencia a los fungicidas sistémicos, el Grupo Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Agroquímicos, ha constituido el comité de acción sobre resistencia a fungicidas (FRAC) que ha propuesto recomendaciones generales diseñadas para prevenir o demorar el problema de la resistencia. Entre éstas, una de las más importantes es la comercialización de los fungicidas sistémicos en mezclas con fungicidas de contacto.



### Aplicación de los fungicidas

En base a lo descrito anteriormente para los diferentes fungicidas que se emplean en el control del tizón, en la figura, se muestra su acción con relación a las diferentes fases del ciclo biológico de *P. Infestans*. Los fungicidas de contacto actúan sólo en las primeras horas del primer contacto del esporangio con la superficie húmeda de la hoja o de otra parte aérea de la planta de papa, en las fases de esporangio, liberación de zoosporas, germinación de zoosporas, formación del tubo germinativo, formación de apresorios, y penetración inicial. Los fungicidas cimoxanil, propamocarb y fosetil-al también actúan en estas fases. Una vez que *P. Infestans* ha penetrado en la planta actúan los translaminares en la parte de la planta donde fueron depositados por la aplicación, y los sistémicos acropétalos y basipétalos donde lograron movilizarse luego de su aplicación y penetración en la planta. Cuanto más joven, hidratada y vigorosa es la planta, la movilización de los sistémicos será mejor así como su persistencia de acción. Por ello no es aconsejable su utilización en fases tardías en el desarrollo del cultivo, aparte de que se ha observado un efecto estimulante del desarrollo vegetativo por los sistémicos acropétalos con muy buen control de la enfermedad, pero en perjuicio de una mayor producción. Los fungicidas de contacto, cimoxanil, y fosetil-al actúan también sobre los esporangióforos y esporangios que salen a través de los estomas generalmente en la cara inferior de los folíolos.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Bazán de Segura, C. 1950. Posibilidad de pronosticar la iniciación y progreso del hielto de la papa (*Phytophthora infestans*). Centro Nac. Inv. Exp. Agr. La Molina. Bol. 39:1-12.
- Bailón, Y., Otazú, V. 1987. Aspectos económicos en el control de rancha (*Phytophthora infestans*) en dos zonas con diferentes niveles de incidencia. Fitopatología 22: 59-60.
- EDIPRENSA. 2000. Vademécum Agrario. El Ingeniero Agrónomo. 3era edición. Lima-Perú.
- Cabrera H. 1993. El cultivo de papa en la región de Cajamarca. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima-Perú 128 p.
- Gamboa, E. S., Pérez, W., Nelson, R. 1999. Uso de marcadores moleculares en la caracterización de poblaciones de *Phytophthora infestans* en Perú. Fitopatología 34: 188.
- Ortiz, O., Winters, P., Fano, H. 1998/1999. La percepción de los agricultores sobre el problema de tizón tardío o rancha (*Phytophthora infestans*) y su manejo: Estudio de casos en Cajamarca, Perú. Revista Latinoamericana de la Papa. 11: 97 - 120.
- Otazú, V. 2000. Orientación en el uso del control químico de *Phytophthora infestans* a los productores de semilla de papa de Huasahuasi - Perú. Página 51 en: Memorias XIX Congreso de la ALAP, Febrero 28 - Marzo 3, 2000. La Habana - Cuba.
- Palomino, A.H. y Otazú, V. 1987. Tipos de resistencia a *Phytophthora infestans* en algunas variedades peruanas de papa. Fitopatología 22: 56.
- Pérez, W., Gamboa, S., Coca, M., Raymundo, R., Nelson, R. 1999. Characterization of *Phytophthora infestans* populations in Perú. Page 127 in: Proceedings of the Global Initiative on Late Blight (GILB) Conference. Quito - Ecuador. Vol I. L. Crisman, C. Lizarraga, eds.

- Pérez, W., Gamboa, S., Coca, M., Raymundo, R. Nelson, R. 2000. Poblaciones de *Phytophthora infestans* en el sur del Perú. *Fitopatología* 35:21.
- Raymundo, C. R. 1998. Estructura racial y reacción a metalaxil en poblaciones de *Phytophthora infestans* en cultivos de papa en Comas, Cusco y Puno-Perú. Tesis Ing. UNC Huancayo - Perú.
- SENASA. 2000. Compendio de plaguicidas agrícolas y sustancias afines registrados en el Servicio de Sanidad Agraria (SENASA). Ministerio de Agricultura, Lima-Perú.
- Torres, L., J. 1994. Supresividad del suelo al ataque de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary a tubérculos de papa. Página 16 en: VIII Congreso Internacional de sistemas Agropecuarios Andinos. Valdivia - Chile.
- Torres, H., J. 2002. Manual de las Enfermedades más importantes de la papa en el Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP), Servicio de Sanidad Agraria (SENASA), Papa Andina. Lima - Perú 58 p.
- Memorias del Taller Internacional. Complementando la Resistencia al Tizón tardío Cochabamba - Bolivia. 2001 - 201 p.
- Rojas y Alvarado. 2004 distribuidores de fungicidas, provincia de Cajamarca.