

TECNOLOGÍAS DE MANEJO DE LA “RANCHA” O TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA

(*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary)



Manual Técnico



PERÚ

Ministerio
de Agricultura

MINISTERIO DE AGRICULTURA



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Manual Técnico

TECNOLOGÍAS DE MANEJO DE LA “RANCHA” O TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary)



**LUZ NOEMI ZUÑIGA LÓPEZ
EDSON SOFONIAS ALANYA
JHERCY PEPE REYES ESPINOZA
EVELIN NATALI NINALAYA CERRON**

PROYECTO: “IDENTIFICACIÓN DE NUEVAS VARIEDADES DE PAPA CON RESISTENCIA
A EFECTOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SIERRA CENTRAL DEL PERÚ 084_PI”.

PNIA - INIA

HUANCAYO - PERÚ

2019

MANUAL TÉCNICO

TECNOLOGIAS DE MANEJO DE LA “RANCHA” O TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary)

Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA
Programa Nacional de Innovación Agraria – PNIA
Estación Experimental Agraria Santa Ana Junín – EEASA JUNIN.
Programa Nacional en Raíces y Tuberosas

HECHO EL DEPOSITO LEGAL EN LA BIBLIOTECA NACIONAL N° 2018-19762

AUTORES:

Luz Noemí Zúñiga López
Edson Sofonías Alanya
Jhercy Pepe Reyes Espinoza
Evelin Natali Ninalaya Cerrón

COLABORADORES:

Productores de las Comunidades campesinas de Huarisca, Paca, Huasahuasi, Asociación de Regantes de Huasahuasi, Comité de Productores de Huasahuasi - CODIPAPA – Huasahuasi, Instituto Superior Tecnológico de Churcampa - IST Churcampa – Huancavelica. Asociación de Regantes de Checche – Colcabamba, Tayacaja – Huancavelica.
Ing. Juana Julia Rojas Clemente
Ing. Wilmer Pérez - Centro Internacional de la Papa.

FOTOS:

Fotografías tomadas en los trabajos de investigación ejecutados en Comunidades de Junín, Huancavelica y Huánuco, por Luz Noemí Zúñiga López, Jhercy Pepe Reyes Espinoza y Edson Sofonías Alanya.

Diseño y diagramación : Luis A. Garagate Vilchez
Impreso en el Perú por : DIGICOLOR E.I.R.L.
Tiraje : 1000 ejemplares

Huancayo, Mayo 2019
Perú

Agradecimientos

A los productores de papa quienes con su experiencia y motivación por la investigación-innovación han permitido dedicar este esfuerzo para compilar las experiencias de campo en este documento. A los profesionales del INIA, del Programa de Raíces y Tuberosas a nivel nacional por la constante animación y realimentación de nuestros objetivos de investigación en la problemática de nuestros usuarios. Al Centro Internacional de la Papa (CIP), en la persona del Ing. Wilmer Pérez por la revisión y corrección al presente manual al Dr. Jorge Andrade por facilitar los resultados de Investigación SAD (Sistema de Apoyo a la toma de Decisiones). Al Programa Nacional de Innovación Agraria – PNIA por las facilidades técnico – financieras otorgadas y por confiar en nosotros que hacemos investigación al servicio de la comunidad agrícola en general.



Indice

Prólogo	6
Generalidades	8
Síntomas	8
Clasificación taxonómica	11
Ciclo de vida	12
Manejo Integrado	15
Uso de variedades resistentes	20
Resistencia horizontal y vertical	21
Uso de fungicidas	22
Sistema de apoyo a la toma de decisiones (SAD)	33
Bibliografía	35

Prólogo

EL Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) como institución estatal que genera y transfiere tecnología, tiene entre sus fines, capacitar a personal técnico, estudiantes, agricultores y profesionales del agro.

El presente manual técnico, ha sido diseñado para proporcionar información sobre las estrategias y tecnologías reportadas para el manejo de la “rancha” (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary), de la papa (*Solanum tuberosum* L.) conocida como tizón tardío, hiello fungoso, seca seca, entre otros nombres locales.

La información describe en forma clara y comprensible la sintomatología producida por la enfermedad, la clasificación taxonómica del patógeno, su ciclo de vida, el manejo integrado de la enfermedad, priorizando el uso de variedades resistentes, uso adecuado y racional de fungicidas,

de los Sistemas de Apoyo a la toma de Decisiones (SAD). El manual pretende ser una herramienta integral y flexible para capacitadores y extensionistas, con información clave que el productor de papa necesita conocer para el control y prevención de la rancha para así mejorar la competitividad de la agricultura familiar campesina andina.

La información brindada en el manual está sustentada en información actualizada y apreciaciones técnicas y conocimientos desarrollados por el personal del INIA.

Los Autores





RANCHA O TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA

GENERALIDADES

Es una de las enfermedades más devastadoras de la papa a nivel mundial que puede causar pérdidas totales del cultivo, constituyéndose así en una amenaza para la seguridad alimentaria. Es conocida también como añublo, lancha, ranza, yanarrancha, hielo, seca seca, candelilla, gota, t'ojtu y kasparilla. (Pérez y Forbes, 2008).

Es causada por un microorganismo patógeno que hasta recientemente se creyó que era un hongo y que ahora es reconocido como un organismo distinto que pertenece al reino Estramenópila, sin embargo, al igual que cualquier otro patógeno de plantas, su multiplicación y su capacidad de provocar enfermedad está condicionada por factores ambientales (Rivera *et al*, citado por Alania y Reyes 2018).

La enfermedad puede aparecer en cualquier fase fenológica de la planta y afectar todos sus órganos, desde el tallo sus hojas e inclusive el tubérculo. Es un peligro constante en condiciones de ambiente húmedo y templado por lo que los agricultores deben tener presente estas características de la enfermedad y establecer medidas de prevención y ó manejo de la enfermedad.

SÍNTOMAS

Los primeros síntomas aparecen en los bordes y en las puntas de las hojas. En el haz (parte superior) de las hojas se notan manchas de coloración marrón claro a oscuro (Fig. 2) de forma irregular que no están limitadas por las nervaduras y en algunas ocasiones presentan un borde amarillento (Fig.1).

En condiciones de alta humedad se forma una pelusilla de color blanquecina característica de la enfermedad en la cara inferior (en vez) de las hojas afectadas (Fig.3).



Fig.1 Lesiones iniciales en hojas de papa causadas por *P. infestans* Foto: INIA

A medida que avanza la infección se observa lesiones más severas en las hojas en el haz y envés (Fig. 4 y 5) y en la totalidad de las plantas de papa (Fig.6).



Fig.2 Manchas necróticas causadas por *P. infestans* Foto: INIA



Fig.3. Micelio de *P. infestans* en hojas de papa y en los tallos Foto: INIA



Fig.4. Lesiones más severas en las hojas, causadas por *P. infestans* Foto: INIA



Fig.5. Lesiones en el haz y envés de las hojas
causadas por *P. infestans*
Foto: INIA



Fig.6 . Plantas atacadas por *P. infestans*



Fig.7. Lesiones en tallo de papa,
causadas por *P. infestans*
Foto: INIA



Fig.8. Lesiones en el tallo y hojas de la planta
causadas por *P. infestans*
Foto: INIA

En los tallos aparecen manchas alargadas de 5 – 10 cm de longitud, de color marrón a negro, generalmente ubicadas en el tercio medio a la parte superior de la planta. Cuando la enfermedad alcanza todo el diámetro de los tallos, estos se quiebran fácilmente al paso de las personas, equipos agrícolas o vientos fuertes, (Fig.7 y 8).

En el tubérculo se producen manchas irregulares, duras, ligeramente hundidas de una coloración marrón rojiza y de apariencia húmeda (Fig.9 y 10).



Fig.9. Manchas irregulares y hundidas en tubérculos de las variedades Perricholi y Amarilla del Centro
Foto: INIA



Fig.10 . Lesiones sobre la superficie de los tubérculos de las Variedades Perricholi y Puka Huayro, tubérculo del lado izquierdo completamente dañado.

Al cortar los tubérculos se pueden observar unas prolongaciones delgadas que van desde la superficie externa hacia el interior del tubérculo. En estados avanzados se nota una pudrición de apariencia granular de color castaño oscuro (Fig.11 y 12)

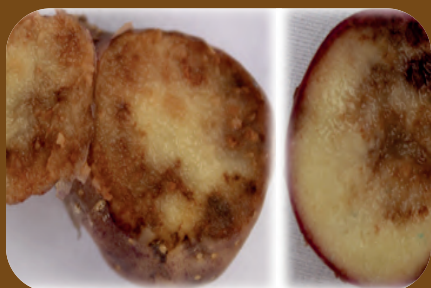


Fig.11 Lesiones necróticas que van de la superficie del tubérculo hacia el interior en las Variedades Perricholi y Puka Huayro
Foto: INIA



Fig. 12. Pudrición de color castaño oscura en tubérculos de pulpa amarilla: variedad Amarilla del Centro, por causa de *P. infestans*
Foto: INIA

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

P. infestans (Mont) de Bary, fue inicialmente descrito por Montagne en 1845 como *Botrytis infestans*, y posteriormente Anton de Bary en 1876 lo identificó como *P. infestans* (Alarcon, citado por Alania y Reyes 2018).



El género *Phytophthora* pertenece al Reino Protista (Estramenópilas) que agrupa a más de 700 especies (Jaramillo, citado por Alarcón, 2011) y al filo (“phylum”) Oomycota, el cual se caracteriza por tener zoosporas propulsadas por dos flagelos heterocontas (de diferente longitud, uno tipo látigo y el otro tipo plumilla).

No contiene pigmentos fotosintéticos y la pared celular está compuesta por celulosa. El micelio está compuesto de hifas cenocíticas (sin septas) y la reproducción se realiza por contacto gametangial (Forbes et al, citado por Alania y Reyes 2018).

Taxonomía:

Reino	: Cromista (grupo Estramenópila)
Phylum	: Oomycota
Clase	: Oomycete
Subclase	: Peronosporomycetidae
Orden	: Pythiales
Familia	: Phytiaceae
Género	: <i>Phytophthora</i>
Especie	: <i>infestans</i>
Nombre científico	: <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary

Phytophthora infestans (Mont.) de Bary es un organismo heterotálico con dos tipos de apareamiento: A1 y A2 (Alarcón, citado por Alania y Reyes 2018).

CICLO DE VIDA

El tipo de apareamiento es un tipo de compatibilidad necesario para iniciar la reproducción sexual en especies heterotálicas. A la fecha se ha reportado el grupo de apareamiento A2 en casi todo el mundo, por lo que se están generando razas más agresivas y resistentes a los fungicidas sistémicos como resultado de la reproducción sexual y también al desplazamiento del tipo de apareamiento A1 por el A2 (Alor, citado por Alania y Reyes 2018). El ciclo de la ranca involucra tanto la reproducción asexual como la reproducción sexual.

REPRODUCCIÓN SEXUAL

La diversidad genética generada por la reproducción sexual puede generar genotipos más agresivos (Forbes et al 2014) debido a la recombinación de genes y producción de Oosporas que pueden sobrevivir en el suelo o restos de plantas muertas de una temporada a otra. (Neumann y Lundstedt, citado por Alania y Reyes 2018), en este tipo de reproducción participan anteridios anfégenos y oogonios, estructuras que deben corresponder a tipos de apareamiento diferentes, debido a la condición heterotálica del patógeno (Alarcón, citado por Alania y Reyes 2018).

En agua libre y con bajas temperaturas, los esporangios germinan indirectamente produciendo alrededor de 8 - 12 zoosporas



uninucleadas y biflageladas, y cuando la temperatura es mayor a 15° C, los esporangios pueden germinar directamente, formando un tubo germinativo que penetra la epidermis de la hoja e infecta al hospedante (Pérez y Forbes, 2008).

Los esporangios de *P. infestans* son formados notoriamente en tejido infectado de ambas caras de las hojas y también en los tallos cuando ocurre humedad relativa superior a 90 %, por un mínimo de 8-10 horas acompañadas de temperaturas bajas a moderadas (18–26 °C), En estas condiciones la masa de esporangios se hace visible como un “tamo” blanco-grisáceo presente hacia la orilla de las lesiones y en el tejido verde adyacente (Pérez y Forbes, 2008).

Para que germinen los esporangios producidos en las lesiones iniciales es absolutamente indispensable la presencia de agua libre sobre la superficie de la planta; de otra manera, no germinan y en general no sobreviven más de 24 horas en condiciones secas. La germinación ocurre de dos maneras dependiendo de las temperaturas

prevalecientes, llamadas “germinación directa” y “germinación indirecta” (Pérez y Forbes, 2008).

REPRODUCCIÓN ASEXUAL

La reproducción de carácter asexual, se da por esporangios y zoosporas, las mismas que no pueden sobrevivir en el suelo o restos de plantas enfermas muertas (Neumann y Lundstedt, citado por Alania y Reyes 2018), pero en las hojas, una sola lesión puede producir hasta 300 000 esporangios en una noche (Alarcón, citado por Alania y Reyes 2018).

En agua libre y con bajas temperaturas los esporangios germinan indirectamente produciendo zoosporas, estas se enquistan en la superficie de las hojas y adquieren una forma redondeada, luego forman un tubo germinativo y penetran a la hoja por los estomas, o también pueden formar el apresorio de tal manera que la hifa de penetración ingresa directamente a través de la cutícula, una vez dentro de la planta el micelio se desarrolla intercelularmente formando haustorios dentro de las células y

a su vez generando nuevos esporangios que aparecen principalmente en el envés de las hojas (Pérez y Forbes, 2008).

La racha es una enfermedad poli cíclica es decir, tiene varios ciclos de reproducción asexual durante el ciclo de cultivo de papa y estos pueden ocurrir rápidamente en ausencia de reproducción sexual, por tanto *Phytophthora infestans* puede completar un ciclo reproductivo entre 3 y 15 días,

dependiendo de las condiciones climáticas de cada sector (Andrade-Piedra *et al.*, 2005; Pérez y Forbes, 2008).

Al presentarse una reproducción asexual es necesaria la presencia de un hospedero lo cual transforma a *Phytophthora infestans* en un parásito obligado que para sobrevivir necesita de hospederos alternativos como malezas, especies silvestres y otros cultivos (Andrade-Piedra *et al.*, 2005; Pérez y Forbes, 2008).



MANEJO INTEGRADO

Consiste en el empleo de varios métodos de control que permiten disminuir o evitar las pérdidas que ocasiona la enfermedad.

Al implementarse el manejo integrado se logra una mayor rentabilidad del cultivo además de evitar daños a la salud de los agricultores y al medio ambiente.

a) Selección adecuada de campos de cultivo

Los terrenos deben tener buen drenaje y ventilación adecuada para evitar la acumulación de humedad en el follaje y suelo.

b) Eliminación de plantas voluntarias y malezas

Se debe eliminar residuos de la campaña anterior, así como otras plantas que pueden ser reservorios de plagas y de otras enfermedades (Fig.14).

c) Adelantar época de siembra

Cuando sea posible, en áreas de producción estacional, se debe adelantar la época de siembra, especialmente en lugares donde se cultiva bajo riego para evitar la época de mayor incidencia de la enfermedad.

d) Selección de variedad

Consultar con la agencia de agricultura más cercana sobre las variedades de papa con resistencia horizontal a esta enfermedad.



Fig 14. Eliminación de plantas voluntarias, malezas y buena aireación del terreno
FOTO: INIA

Si en la zona hay mucha presencia de la enfermedad, entonces debemos procurar sembrar una variedad resistente. Si es una zona con poca presencia de la enfermedad, entonces podemos sembrar una variedad susceptible, pero debemos estar atentos a la presencia de la enfermedad, especialmente cuando se cultiva bajo sistema de riego por aspersión.

e) Selección de semilla

Se debe utilizar como semilla, los tubérculos que estén en buenas condiciones sanitarias, de preferencia que provengan de campos donde no se hubiera presentado el tizón tardío (Fig.13). Se recomienda utilizar tubérculos semilla con brotes múltiples y verdeados provenientes de almacenes de luz difusa. Es preferible tratar de no utilizar tubérculos con brotes blancos y ahilados provenientes de almacenes oscuros porque son más propensos al ataque de plagas y enfermedades.



Fig.13 Tubérculos semilla de la variedad Canchan
Foto: INIA

f) Eliminar papas voluntarias realizando una cosecha eficiente la temporada anterior, pues gran parte de los tubérculos que quedan en el suelo, serán plantas voluntarias en la próxima campaña de cultivo.

g) Eliminar restos de papas de almacenamiento, cosecha y selección (restos de la selección al entrar o al salir del almacenamiento, tubérculos de tamaño pequeño, papas no comercializables, etc.).

Se recomienda que sean enterrados, considerando la no contaminación de suelo y agua o cubiertos con plástico.

h) Prospección y eliminación de hospederos alternativos infectados y focos de rancho. Se debe recorrer los lugares cercanos a las plantaciones o cultivos de papa para detectar la presencia de rancho o tizón tardío, tanto en plantas de papa voluntarias, como en otras solanáceas, (tomates, berenjenas, malezas solanáceas como tomatillo, chamico, etc.). Se deben eliminar todas las plantas enfermas.

Usar tubérculos semilla de papa de origen conocido, no proveniente de campos de cultivo de papa que presentaron problemas de rancho o tizón tardío, especialmente aquellas donde la infección fue tardía, durante la campaña agrícola anterior, pues ésta es la principal causa de la contaminación de tubérculos.

AGROTÉCNICAS durante la siembra

a) **Siembra adecuada**

Evitar sembrar en lluvia. Esto puede promover el rápido desarrollo de las enfermedades en tubérculos infectados y la infección de los brotes recién emergidos.

b) **Distancia adecuada entre plantas y entre surcos**

Distancias adecuadas entre planta y surco disminuyen la humedad en el follaje de tal manera que se evite el desarrollo de la enfermedad (Fig.15, 16 y 17).



Fig.15. distanciamiento adecuado entre surcos.
FOTO: INIA



Fig.16 Distanciamiento adecuado entre tubérculos.
FOTO: INIA



Fig. 17 Colocación adecuada del tubérculo en el surco.
FOTO: INIA

AGROTÉCNICAS durante el desarrollo del cultivo

a) Monitoreo sistemático del cultivo y de las condiciones climatológicas para detectar a tiempo la aparición de la enfermedad.

- Eliminación de plantas hospederas de los bordes.
- Eliminación de los focos o el saneamiento de hojas y tallos afectados.
- Mantener el cultivo libre de malezas.
- Realizar el aporque oportuno para evitar que los tubérculos queden expuestos al aire. Los aporques altos y bien hechos evitan o disminuyen el contacto de los tubérculos con los esporangios de *Phytophthora infestans* que caen del follaje infectado.

b) Saneamiento, si la enfermedad aparece en pequeños focos se debe aplicar desecantes para eliminar las fuentes iniciales de inóculo. En parcelas pequeñas pueden eliminarse cuidadosamente y en forma mecánica las hojas infectadas.

c) Riegos, se debe evitar los riegos excesivos por inundación o aspersión, pues estos crean condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad o causan pudriciones de los tubérculos.

d) Nutrición de las plantas

Se debe evitar una excesiva dosis de nitrógeno debido a que incrementa la incidencia de la enfermedad.

Evitar el exceso de humedad en el follaje, se debe favorecer una buena ventilación en el cultivo.

e) Eliminación del Follaje

Destruir y eliminar el follaje antes de la cosecha, utilizando un producto químico (herbicida de contacto no sistémico) o por medios mecánicos o arranque manual, ya que el follaje infectado puede contaminar las papas durante la cosecha, especialmente en cultivos con aporque bajo o donde los tubérculos estén pobremente cubiertos con suelo.

f) Control Químico

Utilizar fungicidas solo cuando sea necesario. Se han creado diversas estrategias para su uso de acuerdo con la resistencia de la variedad de papa utilizada, sea esta susceptible, moderadamente resistente o resistente y de acuerdo al clima de la zona donde se cultiva papa (zonas con mucha o poca incidencia de racha). Se debe consultar con los especialistas antes de utilizar cualquier producto químico, especialmente consultar por el uso de productos químicos con diferentes ingredientes activos que controlan la racha sea por contacto o sistémico y se debe tomar las medidas preventivas del caso.





AGROTÉCNICAS

durante la cosecha

a) Cosecha oportuna

Se debe evitar la cosecha bajo condiciones de lluvia, porque favorece la infección de los tubérculos y posterior diseminación de la enfermedad.

b) Eliminación de tubérculos descartados

Se deben recoger todos los tubérculos descartados (podridos, dañados, etc.) y utilizarlos como fuente de alimento para cerdos, o en su efecto deben ser enterrados profundamente y se le debe aplicar cal agrícola, así se evitará que sirvan de reservorio de plagas u otras enfermedades.

Cosechar, seleccionar y almacenar sólo las papas sanas, secas y limpias separándolas de todos aquellos tubérculos con cortes y/o heridas, dañados por pudriciones o con lesiones necróticas, pues éstos pueden servir como fuente de contaminación de las papas sanas durante el periodo de almacenamiento.

c) Almacenamiento

Los tubérculos deben estar sanos. Se recomienda utilizar almacenes con luz difusa para tubérculos destinados a utilizarse como semilla, para facilitar el verdeamiento de los tubérculos.

Uso de variedades resistentes



El uso de variedades resistentes representa y significa una de las prácticas más efectivas en el manejo de rancho, debido a que las variedades resistentes genéticamente requieren un menor número de aplicaciones fitosanitarias para el control del patógeno, sin embargo, es necesario que el agricultor conozca el material genético con el que trabaja, para que pueda realizar las aplicaciones necesarias en cada variedad durante todo el ciclo del cultivo.

En el caso de variedades resistentes, no se debe dejar que la epidemia alcance más del 0.5 % antes de intervenir; es decir, cuando se encuentra un par de manchas en pocas plantas en un radio de diez metros o no más de dos lesiones por diez metros de hilera (Pérez y Forbes, 2008).

El uso de variedades resistentes, permite reducir los costos de producción, cuidar la salud del agricultor y de los consumidores, y la del ambiente (Revelo et al., 1997; Oyarzún et al., 2002).



RESISTENCIA

VERTICAL Y HORIZONTAL

Según Adillah *et al.*; Kim *et al.*; Zhu *et al.*, citado por Rubio *et al.* (2016)). La resistencia vertical también es conocida como resistencia cualitativa o resistencia específica y la resistencia horizontal como resistencia cuantitativa, resistencia general, resistencia parcial o resistencia de campo.

Las variedades de papa con resistencia vertical son aquellas que solo resisten a ciertas razas del patógeno. Estas plantas no muestran manchas necróticas y las plantas presentan una apariencia totalmente sana. Esta resistencia es de corta duración, debido a que se producen mutaciones en el patógeno para vencer esta resistencia (Pérez y Forbes, 2008).

Las variedades de papa con resistencia horizontal son aquellas que resisten a todas las razas del patógeno y presentan pequeñas manchas necróticas en las hojas, cuyo desarrollo es restringido (Fig.18 y 19). Esta resistencia es más duradera y más útil que la anterior (Pérez y Forbes, 2008).

En la actualidad se sabe que los genes mayores o genes R están involucrados en todos los tipos de resistencia por lo que se está tratando de generar variedades con una combinación de varios genes mayores y menores, a lo cual se le ha llamado construir pirámides de genes (Adillah *et al.*, Kim *et al.*, Zhu *et al.*, citado por Rubio *et al.* 2016). Algunas variedades viejas poseen una combinación de genes mayores y menores, las cuales fueron generadas por métodos tradicionales, han demostrado que tienen una resistencia duradera (Grünwald *et al.*, y ; Rietman *et al.*, citado por Rubio, 2016).



Fig. 18. Evaluación de resistencia de plantas de papa a *P. infestans*. FOTO: INIA



Fig.19. Resistencia horizontal de plantas de la nueva variedad de papa INIA 326 Shulay a *P. infestans*. FOTO: INIA

USO DE FUNGICIDAS

Involucra la utilización de productos químicos utilizados para eliminar o evitar la infección y/o el desarrollo del patógeno, sin embargo cabe mencionar que la racha no siendo causado por un hongo, el control se realiza con un fungicida. Como todo producto químico, debe ser utilizado con precaución para evitar cualquier daño a la salud humana, de los animales y del medio ambiente.

¿Cómo actúa el fungicida?

Los fungicidas de contacto afectan las estructuras del patógeno en la superficie de la planta solamente en la fase de germinación y penetración y necesitan varias aplicaciones a lo largo de la campaña.

Los fungicidas sistémicos, penetran en la planta y se movilizan en las dos caras de las hojas y se trasladan normalmente hacia arriba y no son lavados por la lluvia. En general, los fungicidas actúan sobre partes del ciclo vital del patógeno, como la germinación del esporangio y las zoosporas, el desarrollo del micelio, de la pared celular.

LOS PRODUCTOS USADOS PARA CONTROLAR LA RANCHA SON CLASIFICADOS POR SU MODO DE ACCIÓN:

DE CONTACTO

Llamados también protectores o residuales, actúan solamente sobre la superficie de la planta donde el fungicida ha sido depositado y evitan la germinación y penetración del patógeno a las células, disminuyendo las fuentes iniciales de la enfermedad.

Por ello se recomienda a cubrir la mayor parte de la planta con este tipo de productos. Entre los más importantes se encuentran los cúpricos y los ditiocarbamatos. Al proteger solo las zonas donde se



Fig. 20. Evaluación de la resistencia de plantas de papa a *P. infestans* en campos del INIA



Fig.21. variedad Canchan susceptible a *P. infestans*
FOTO: INIA



Fig.22. Evaluación de la resistencia a *P. infestans*.
FOTO: INIA



deposita el fungicida, las hojas producidas después de la aspersión del producto no estarán protegidas contra el patógeno.

Por lo que es recomendable que al utilizarlo se cubra toda la planta completa o al menos una gran parte de ella. No se recomienda su uso si se ha producido la liberación de las esporas del patógeno.

SISTÉMICOS

Estos productos químicos son absorbidos a través del follaje o de las raíces y se movilizan a toda la planta. La translocación se realiza en forma ascendente y a veces descendente, por vía interna a través del xilema y del floema.

Tienen la capacidad de proteger las hojas producidas después de la aplicación. Inhiben algunas o varias etapas

específicas del metabolismo del patógeno y se utilizan regularmente cuando las plantas ya están enfermas. Normalmente este tipo de productos se absorbe mediante las raíces o el follaje y se va desplazando por toda la planta (Pérez y Forbes, 2008).

TRANSLAMINARES

Estos productos denominados también sistemáticos, tienen la capacidad de moverse del lado superior de la hoja al inferior, pero no de hoja a hoja, por lo que las hojas producidas después de la aspersión del producto no estarán protegidas contra el patógeno.

Afectan varias etapas de la vida del patógeno. Normalmente este tipo de productos se absorbe mediante las raíces o el follaje y se va desplazando por toda la planta. En el cuadro 1 se observa los grupos de fungicidas más utilizados en el control de rancho.

Grupo de Fungicidas	Grupo Químico	Ingredientes Activos	Modo de acción	Movilidad							
Fenilamidas	Acylalaninas	Benalaxyl	Interfiere con la síntesis del RNA ribosomal	Sistémico	Biofungicida microbiano	Bacillus sp y los fungicidas lipopeptidos producidos	Bacillus subtilis syn. B. amyloliquefaciens* strain QST 713 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> strain FZB24 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> strain MB1600 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> strain D747	Inhibidores de la síntesis de los lípidos y membrana celular	Sistémico		
		Benalaxyl-M (Kiralaxyl)									
		Furalaxyl									
		Metanaxyl									
		Metanaxyl-M (mefenoxam)									
Butyrolactone	Ofurace										
Oxazolidine	Oxadixyl										
Hidroxi-(2-amino) pirimidinas	Hidroxi-(2-amino) pirimidinas	Bupirimato Dimethirimol Ethirimol	Inhibe el ensamblaje de la α -tubulina en la mitosis	Sistémico	Extracto de la planta	Hidrocarburos terpénicos y alcoholes terpénicos	Extracto de <i>Melaleuca alternifolia</i> (árbol del té)	Entra en contacto con las esporas impidiendo su germinación o desarrollo	Contacto		
Heteroaromaticos	Isoxazoles	Himexazol									
Acidos Carboxilicos	Isotiazolonas	Octilinona									
	Ácidos Carboxylicos	Acido Oxolinico									
Benzamidas	Toluamides Metilbenzamidas	Zoxamide		Contacto	Cianoacetamida-oximas	Acetamidas	Cymoxanil	Desconocido	Translaminar Sistémico		
N-Phenyl Carbamatos	N-Phenil Carbamates	Diethofencarb		Fosfonatos	Organofosfato	Fosetyl-Al					
Thiazole Carboxamida	Thylamino-Thiazol Carboxamida	Ethaboxam		Inorgánico	Inorgánico	Cobre (sales diferentes)					
Phenylureas	Phenylureas	Penycuron		Inorgánico	Inorgánico	Azufre					
Benzamides	Pyridinylmethyl-Benzamides	Fluopicolide		Dithiocarbamatos y relacionados	Dithiocarbamatos y relacionados	Ferbam / Mancozeb Maneb / Metiram Propineb / Thiram Zineb / Ziram					
Fungicidas Qol 3	Imidazolinona	Fenamidone	Inhíbe la inhibe la respiración en lugar Qo (fuera de la quinona)	Translaminar	Phthalimidas	Phthalimidas	Captan / Captafol Folpet Chlorothalonil	Actividad multisitio	contacto		
Fungicidas Qi4	Cyanoimidazol	Cyazofamid	Inhíbe la respiración en lugar Qi (dentro de la quinona)	Contacto	Choronitriles (Phthalonitriles)	Choronitriles (Phthalonitriles)	Dichlofluuanid				
Fungicidas C55	Diarylamina	Fluazinam	Detiene la producción de energía celular	Contacto	Sulfamidas	Sulfamidas					
Fosforotiolatos & Ditiolanos	Dithiolano	Isoprothiolane	Afecta la síntesis de la membrana celular y fosfolípidos	Sistémico	Guanidinas	Guanidinas	Guazatin Iminoctadine			Modificación de la localización celular de proteínas.	Translaminar
Phosphoro-Thiolatos	Quinazolinona	Proquinazid			Triazinas	Triazinas	Anilazine			Inductores de las defensas en la planta	sistémico
Dithiolanas	Dithiolanas	Isoprothiolane			Quinonas (Anthraquinonas)	Quinonas (Anthraquinonas)	Dithianon				
Heteroaromaticos	1,2,4-Thiadiazole	Etridiazole			Quinoxalinas	Quinoxalinas	Chinomethionat Quinomethionate				
Carbamatos	Carbamatos	Iodocarb / Propamocarb Prothiocarb			Maleimida	Maleimida	Fluoroimide				
				U9	Acylpicolide	Fluopicolide					
					Benzo-thiadiazol BTH	Benzo-thiadiazol BTH	Acibenzolar-S-methy	Inductores de las defensas en la planta	sistémico		
					Benzisothiazol	Benzisothiazol	Probenazole (también actividad antibacterial y antifungal)				
					Thiadiazole - Carboxamida Compuesto natural	Thiadiazole - Carboxamida Polisacáridos Laminarin					
					Extracto de plantas	Mezcla compleja, Extracto de etanol	Extracto de Reynoutria sachalinensis				

¿Qué criterios se deben tener para aplicar fungicidas?

El uso de fungicidas siempre debe ser recomendado por un profesional o un técnico capacitado. Siempre debemos leer la etiqueta del producto, allí se encuentran las recomendaciones de uso, las dosis recomendadas y los momentos oportunos de aplicación.

Muy importante es notar el color de la banda que tiene la etiqueta, esto nos indicará el peligro para la salud humana.

El correcto diagnóstico de la enfermedad permitirá estar seguros que las manchas presentes en nuestro campo son las causadas por la racha, de lo contrario podríamos estar aplicando fungicidas en forma innecesaria e ineficientemente. Debemos tener en cuenta que hay otros patógenos que producen manchas necróticas como se observa en la figura 23.



Fig.23. manchas necróticas causados por otros hongos
FOTO: INIA

Cuadro 2. Criterios para decidir la aplicación de fungicidas para el control de racha

Menos aplicación de fungicidas (-)	Más aplicación de fungicidas (+)
Poca racha en campos vecinos	Mucha racha en campos vecinos
Variedad resistente	Variedad susceptible
Clima desfavorable para la racha (seco y frio)	Clima favorable para la racha (lluvioso y tibio)

Fuente: Noé Fernández Northcote (Comunicación Personal)

¿Cuándo debemos empezar a aplicar fungicidas?

La Mancha es una enfermedad que se desarrolla muy rápido por lo que es mejor realizar aplicaciones preventivas, es decir antes que aparezcan las manchas necróticas, especialmente cuando se cultivan variedades susceptibles.

¿Qué fungicida debemos aplicar?

Por su mayor efectividad se recomienda empezar las aplicaciones con un fungicida sistémico especialmente cuando nuestras variedades son susceptibles y las condiciones climáticas son propias para el desarrollo de la enfermedad.

Se pueden emplear distintos fungicidas de contacto, distintos fungicidas sistémicos, incluso se pueden alternar productos con diferente ingrediente activo, pero nunca se debe utilizar el mismo fungicida sistémico más de cuatro veces en la misma estación de cultivo (Pérez y Forbes, 2008).

Por su característica de permanecer solo sobre el área aplicada, los fungicidas de contacto pueden ser lavados por las lluvias con mayor facilidad que los sistémicos y/o translaminares y disminuir su efectividad contra el patógeno, por lo que tiene que realizarse aplicaciones con mayor frecuencia.

¿Cuánto fungicida debemos aplicar?

Se deben utilizar las dosis recomendadas por los fabricantes del producto. Si utilizamos dosis menores a la recomendada, la enfermedad no es bien controlada.

¿*Phytophthora infestans* puede llegar a ser resistente a los fungicidas?

Sí, por su corto ciclo de vida *Phytophthora infestans* puede producir mutaciones y llegar a ser resistente especialmente a los fungicidas sistémicos como metalaxyl (Cuadro 3).

El uso indiscriminado y continuo de un solo fungicida en extensas áreas de cultivo contribuye a generar problemas de resistencia a este tipo de fungicida.

La resistencia ocurre cuando el patógeno llega a ser insensible a un fungicida y el control de la enfermedad en campo se ve disminuido e incluso en algunos casos resulta ser completamente ineficaz.

Cuadro 3. Resistencia de *Phytophthora infestans* a fungicidas

Clase de fungicida	Ingrediente activo	Nivel de riesgo
Fenilamidas	Metalaxil	Alto
	metalaxyl-M	Alto
	Furalaxyl	Alto
	Oxadyxyl	Alto
	benalaxyl	Alto
	Ofurace	Alto

¿Qué podemos hacer para evitar que ocurra la resistencia a los fungicidas?

- Usar variedades de papa resistentes a la enfermedad.
- Evitar el uso de un solo tipo de fungicida especialmente sistémico.
- Procurar el uso de fungicidas de distinto tipo e incluso alternar fungicidas de contacto y luego sistémicos o usar mezclas de fungicidas de ambos tipos.
- Complementar el control de la rancho con prácticas de manejo integrado de la enfermedad.

Cuadro 4. Resumen de las características de los fungicidas

	Contacto	Sistémico
¿Con qué otros nombres se les conoce?	Protectores o preventivos	Curativos
¿Cómo actúan en la planta?	Protegen sólo la parte que es asperjada, no penetran a la planta	Penetran a la planta y se movilizan a toda la planta (sistémicos) o del haz al envés de las hojas (translaminares)
¿Cómo actúan sobre <i>Phytophthora infestans</i>?	Evitan que los esporangios germinen y penetren a la planta	Evitan que los esporangios germinen y penetren a la planta, si el patógeno está dentro de la planta afectan su desarrollo retardando o a veces eliminándolo
¿Cuándo se aplican?	Cuando no hay muchas lluvias Antes que aparezcan manchas necróticas	Cuando hay muchas lluvias Cuando se observan las manchas necróticas
¿Son lavados por la lluvia?	Sí	No*
¿<i>Phytophthora</i> puede crear resistencia a este producto?	No	Sí, a algunos fungicidas como el metalaxyl
¿Cuál es el costo?	Bajo	Alto

Basado en: J. Andrade, 2007. Módulo 4. Controlemos el tizón tardío de la papa usando fungicidas. Centro Internacional de la Papa – Quito

*Un fungicida sistémico puede ser lavado, si la lluvia cae inmediatamente después de realizarse la aspersión.

E-PNIA-002 (2018), describe los estándares ambientales para manejo y uso seguro de agroquímicos:

Buenas prácticas en el manejo de agroquímicos:

Los usos de agroquímicos representan un riesgo a la salud y al ambiente si no se cuenta con un manejo adecuado.

Asegúrese que el producto cuenta con registro sanitario del SENASA que indica la clave de autorización del producto para su uso en las plagas y enfermedades referidas en la etiqueta.

Lea cuidadosamente la etiqueta, esta contiene indicaciones de uso en caso de primeros auxilios, métodos de preparación y por sobre todo vigile la fecha de caducidad del producto.

Solo acepte el producto en su envase original. Solicite y tenga archivado en el lugar de almacenamiento del agroquímico la hoja de datos de seguridad del producto, esta le ayudará a conocer y reducir los riesgos asociados del producto y que puedan producir daños a la salud y al ambiente (Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA .2018 Estándares ambientales para manejo y uso seguro de agroquímicos: UAFSI/PNIA Rev. 01 / 12/01/2018. Lima).

Almacenamiento de productos agroquímicos

- Contar con un área específica
- Deben guardarse según su tipo, herbicidas, fungicidas, plaguicidas y fertilizantes, no se deben guardar juntos sino por separado.
- Los líquidos deben guardarse en la parte

baja y los sólidos en la parte superior. De igual forma los más tóxicos en la parte inferior y los menos tóxicos en la parte superior., debidamente señalizados rotulados y etiquetados.

- No se permite el almacenamiento con insumos de nutrición vegetal.
- Los almacenes deben ser construidos con materiales no absorbentes y no inflamables, además deben estar bien ventiladas y con una buena iluminación.
- Se debe mantener orden y limpieza en forma adecuada y permanente.
- Deben estar alejadas de áreas donde exista concentración de personas y de animales, fuentes de agua y donde se almacenen o preparen alimentos, granos, semillas y forrajes.
- Deben contar con extintores contra incendios y otros equipos para combate de incendios como costales de arena o cilindros.
- Deben contar con equipos en casos de derrames como arena, aserrín, recogedor, bandejas y bolsas plásticas gruesas.
- Los productos agroquímicos deben guardarse en sus empaques originales y deben de conservarse intactas las etiquetas
- En caso de contar con productos a granel se deben etiquetar los envases con los que se manejan
- Debe hacerse un inventario que contenga fecha de caducidad de cada producto, además de un listado de números de emergencias.
- El almacén debe estar señalizado y fuera del alcance de menores de edad, bajo llave, la llave la debe manejar un adulto debidamente capacitado en el manejo de las sustancias agroquímicos.

Preparación de Mezclas

Se debe contar con un área específica para la preparación de mezclas, utilizando equipos de protección personal siguiente:

- Mameluco o ropa de trabajo impermeable
- Lentes de seguridad
- Sombrero y gorra con protección hasta el cuello (Tipo Árabe)
- Guantes de jebe o nitrilo
- Mascarillas doble vía con filtros
- Botas impermeables de jebe, utilice las botas con medias de algodón.
- Nunca utilice equipos de protección de algodón o tela
- Utiliza polo y pantaloncillos cortos debajo de la ropa de trabajo impermeable.

Nunca utilice las manos para hacer la mezcla o tocar con la mano libre el agroquímico, no se toque los ojos o la boca mientras se encuentre en el área de trabajo.

Si ocurre un derrame sobre la piel debe lavarse inmediatamente con abundante agua y jabón.

Está prohibida la presencia de personas ajenas dentro de la zona de preparación del agroquímico, mujeres embarazadas, menores de edad, así como de comer, beber o fumar, masticar chicles o escupir.

En caso de sentirse mal, por haber ingerido accidentalmente el agroquímico, consulte la hoja de seguridad o la etiqueta del producto y siga las instrucciones.

Todas las etiquetas o marbetes tienen en su parte inferior una banda de color que identifica la categoría toxicológica del producto fitosanitario con una leyenda de advertencia a saber:

Color de la banda	Clasificación de la OMS (Organización Mundial de la Salud)	Clasificación del Peligro
ROJO	Ia Producto sumamente peligrosos	MUY TOXICO
ROJO	Ib Producto muy peligroso	TOXICO
AMARILLO	II Producto Moderadamente Peligroso	NOCIVO
AZUL	III Producto peligroso	CAUTELADO
VERDE	IV Producto que normalmente no ofrecen peligro	CAUTELADO

*Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA .2018
Estándares ambientales para manejo y uso seguro
de agroquímicos: UAFSI/PNIA Rev. 01 / 12/01/2018.Lima. Pag. 05.*

Las etiquetas se dividen en cuatro secciones: almacenamiento, manipuleo, y aplicación, recomendaciones de seguridad e higiene y advertencias sobre riesgos ambientales.

“Siempre se debe leer las etiquetas antes de usar el agroquímico”

En la etiqueta del producto se indica el nombre comercial con que es vendido, el ingrediente activo del que está fabricado y la lista de plagas que controla. Además se indica en que cultivos y cuando se debe usar, que protección se necesita al manipular, aplicar y almacenar el producto, además de posibles daños a animales y al medio ambiente.

Hay plaguicidas con diferentes nombres comerciales pero que tienen la misma sustancia o ingrediente activo y combaten a la misma plaga.

Desecho de envases de agroquímicos

Secuencias de pasos

Triple lavado para envases con capacidad menor o igual a 20 litros

- Inmediatamente después del vaciado del envase, colocarlo en posición vertical invertida sobre la boca de la bomba de aplicación durante 30 segundos o hasta que el goteo sea bastante espaciado. El periodo de 30 segundos comienza a ser contado después de que el flujo del líquido en la boca del envase ya no sea continuo.
- Volver el envase a la posición normal y colocar agua limpia en su interior, en un volumen correspondiente al 25% de la capacidad del envase.
- Cerrar el envase con la tapa original apretándola lo suficiente para evitar que el líquido se salga, agitarlo en todos los sentidos durante 30 segundos.
- Abrir el envase y colocar agua del lavado en la bomba de aplicación esperando por 30 segundos o hasta que el goteo sea bastante espaciado. El periodo de 30 segundos comienza a ser contado después de que el flujo del líquido en la boca del envase ya no sea continuo.
- Repetir los pasos del 2 hasta el 4 por 2 veces más.

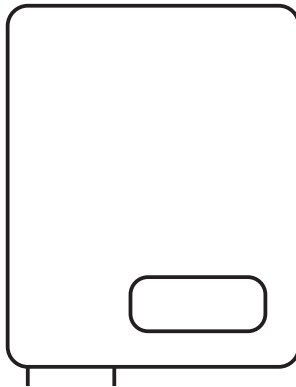
Triple lavado para envases con capacidad mayor a 20 litros

- Inmediatamente después del vaciado del envase, colocarlo en posición vertical invertida sobre la boca de la bomba de aplicación durante 30 segundos o hasta que el goteo sea bastante espaciado. El periodo de 30 segundos comienza a ser contado después de que el flujo del líquido en la boca del envase ya no sea continuo.
- Añadir el agua de lavado en un volumen correspondiente al 25% de la capacidad del envase, colocar la tapa, apretarla adecuadamente para evitar que el líquido se salga, rodarlo por el suelo durante aproximadamente 30 segundos.
- Completar la agitación elevando alternadamente los extremos del envase, apoyando uno de ellos en el suelo; esta operación debe hacerse durante 30 segundos.
- Abrir el envase y colocar agua del lavado en la bomba de aplicación esperando por 30 segundos o hasta que el goteo sea bastante espaciado. El periodo de 30 segundos comienza a ser contado después de que el flujo del líquido en la boca del envase ya no sea continuo.
- Repetir los pasos del 2 hasta el 4 por 2 veces más.

Procedimiento de agitación para cada uno de los diferentes tipos de envases

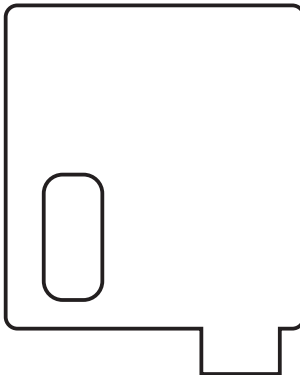
1. Los envases de asa que no estén bloqueados deben ser colocados de acuerdo con lo siguiente:
 - o Los envases fabricados con asa lateral (Fig. 1) se deben colocar de manera que la abertura y el asa estén perpendiculares al suelo, visto el envase de frente.

Los envases fabricados con asa en la parte superior se deben colocar de manera que el lado de la abertura esté hacia abajo y perpendicular al suelo (Fig. 2) con el asa paralela al suelo, visto el envase de frente.



Asa y abertura
perpendiculares
al suelo

Fig. 1
Envase con
asa lateral



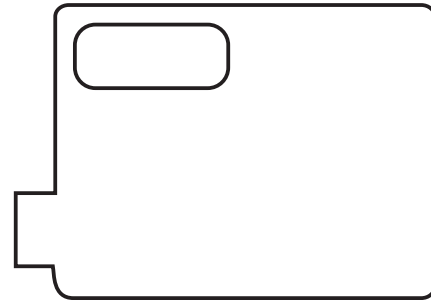
Abertura
perpendicular
al suelo

Fig. 2
Envase con
asa superior

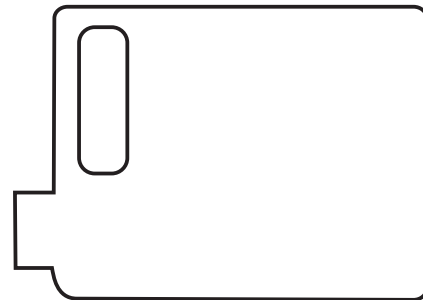
2. Pasados 5 segundos de iniciado el periodo de vaciado, girar el envase 90 grados en sentido del reloj, de manera que el lado de la abertura del envase quede paralelo al suelo.

o Los envases fabricados con asa lateral (Fig. 3) se deben colocar de manera que la abertura y el asa estén paralelos al suelo, visto el envase de frente.

Los envases fabricados con asa en la parte superior se deben colocar de manera que el lado de la abertura esté hacia abajo y paralela al suelo (Fig. 4) con el asa perpendicular al suelo, visto el envase de frente.

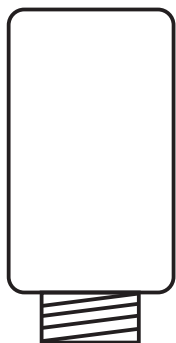


Asa y abertura paralelas al suelo
Fig. 3 Envase con asa lateral

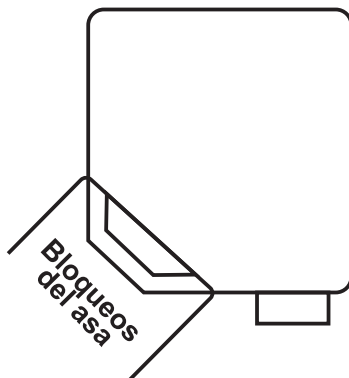


Abertura paralela al suelo
Fig. 4 Envase con asa superior

3. Mantener el envase en esa posición por 5 segundos y luego girar de nuevo a la posición original de vaciado (Figuras 1 y 2).
4. A los 15 segundos de iniciado el vaciado, girar el envase de manera que la abertura quede perpendicular al suelo (Fig. 3 y 4).
5. A los 15 segundos de iniciado el vaciado, girar el envase de nuevo a la posición original de vaciado (Fig. 1 y 2).
6. En el caso de los envases sin asa (Fig. 5) o con asa bloqueada (Fig. 6), se debe mantener el lado de la abertura del envase paralelo al suelo en el inicio del periodo de vaciado, procediéndose a girar alternadamente.



Asa y abertura paralelas al suelo
Fig. 3 Envase con asa lateral



Abertura perpendicular al suelo
Fig. 4 Envase con asa bloqueada

7. Drenado del envase: colocar el envase en posición vertical invertida y dejar escurrir durante 30 segundos, luego de remover el contenido original o el agua de lavado. El periodo de 30 segundos comienza a ser contado después de que el flujo del líquido en la boca del envase ya no sea continuo.
8. Agua de lavado: es necesario conocer el volumen de agua acumulada o recolectada de los envases; éste puede ser determinado por procedimientos volumétricos o gravimétricos y debe tener una precisión de +0.1 %.



Los envases de agroquímicos usados, NO podrán ser reutilizados, NO podrán ser quemados, NO podrán ser enterrados en el campo y NO podrán ser abandonados en el campo.

SISTEMA DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES (SAD) EN EL MANEJO INTEGRADO DE LA RANCHA O TIZÓN TARDÍO

El Centro Internacional de la Papa con sede en Perú y Ecuador, ha desarrollado el sistema de apoyo a la toma de decisiones (SAD) para el manejo de la rancha o tizón tardío causado por *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary en el cultivo de papa.

El sistema involucra tres factores relacionados al desarrollo de la enfermedad: al patógeno, el hospedante o planta susceptible y el ambiente favorable. Estos factores se relacionan con el triángulo de la enfermedad (Agrios, 2017), considera: patógeno virulento, hospedante o planta susceptible y ambiente favorable (Fig. 24), se describe los factores que determinan el desarrollo de la enfermedad y en la Fig. 25, se indican los factores que considera el SAD.

El SAD está compuesto por tres herramientas circulares. Una herramienta de color verde para las variedades con alto nivel de resistencia (escala de susceptibilidad 0, 1, 2), amarillo para las variedades con nivel de resistencia intermedio (escala de susceptibilidad 3,4,5) y rojo para las variedades susceptibles a rancha o tizón tardío (escala de susceptibilidad



Fig. 24. Triángulo de la enfermedad; factores que determinan el desarrollo de la enfermedad. Agrios 2017



Fig. 25. Factores que determinan el desarrollo de la enfermedad, que determina el SAD.

6,7,8,9,10). (Fig. 26, Fig. 27 y Fig. 28).

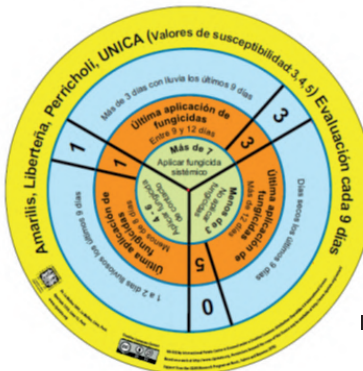
Si se analizan los colores de las herramientas, estas tienen los colores de un semáforo, así las variedades susceptibles (color rojo) son las que más cuidado deben tener, las intermedias (color amarillo), un cuidado intermedio y las resistentes (color verde) un bajo cuidado debido a que la planta tiene su propio sistema de defensa.

Cada herramienta circular tiene indicado el período

en el que se deben hacer los monitoreos de la enfermedad: cada 7 días en variedades susceptibles (color rojo), cada 9 días en variedades moderadamente resistentes o intermedio (color amarillo) y 12 días en variedades resistentes (color verde).

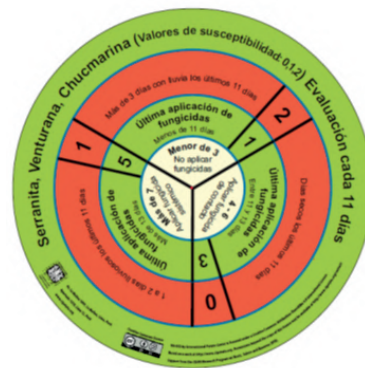
En cada herramienta hay tres círculos concéntricos: uno relacionado al número de días lluviosos ocurridas durante 7, 9 o 12 días dependiendo de la variedad, el segundo círculo relacionado al número de días después de realizada la última aplicación de fungicidas y el tercero con los criterios para decidir la aplicación de fungicidas. Los dos primeros círculos concéntricos internos tienen tres alternativas, cada una de ellas con un valor predeterminado y el tercero tiene tres posibilidades: No aplicar ningún fungicida, aplicar un fungicida de contacto y aplicar un fungicida sistémico.

En la fecha de evaluación se selecciona una opción en cada círculo concéntrico interno y se suman los valores pre-determinados. Con la sumatoria obtenida, puede observarse en el último círculo concéntrico interno las tres posibilidades sumatoria igual o menor a tres (no aplicar), sumatorias entre 4 a 6 (aplicar fungicida de contacto) y sumatorias mayores de 7 (aplicar fungicida sistémico).



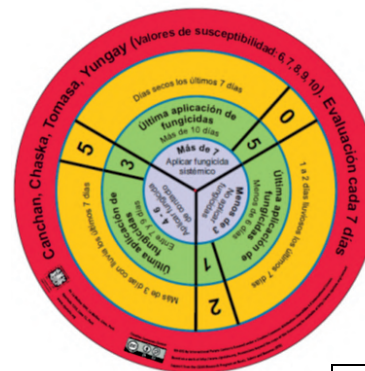
Niveles	Factores
1	Variedades
2	Días de lluvia
3	Ultimo día de aplicación
4	Recomendación

Fig. 27. Herramienta circular para las variedades con nivel intermedio de resistencia, variedades con escala de daño por rancho 3, 4, 5, (CIP).



Niveles	Factores
1	Variedades
2	Días de lluvia
3	Ultimo día de aplicación
4	Recomendación

Fig. 26. Herramienta circular para las variedades con alto nivel de resistencia calificadas con escala 0, 1, 2, (CIP).



Niveles	Factores
1	Variedades
2	Días de lluvia
3	Ultimo día de aplicación
4	Recomendación

Fig. 28. Describe la herramienta para variedades con nivel de resistencia bajo esto es variedades susceptibles, con niveles de daño por rancho en las escalas 6, 7, 8, 9 y 10 (CIP).

BIBLIOGRAFIA

Agrios, G.N. 2017. Fitopatología, www.infoagronomo.net Fitopatologia - PDF.

Agrios, G. N. 2011. Fitopatología. 5ª edición, Ed. LIMUSA México. pp 64-117 y 310-323.

Alania, E. y Reyes, J. 2018. Evaluación Agronómica, Fisiológica y de Aptitud Industrial en Clones Promisorios de Papa (*Solanum Tuberosum* L.) con resistencia a rancha en dos localidades de Huánuco (Tesis Profesional). Huánuco, Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Alarcón, N. 2011. Caracterización de la diversidad genética de *Phytophthora Infestans* (Mont.) de Bary en Chapingo, México (Tesis Doctoral). México :Universidad Autónoma de Chapingo).

Andrade - Piedra, J. L., Hijmans, R. J., Forbes, G. A., Fry, W. E., and Nelson, R. J. 2005. Simulation of Potato late blight in the Andes. I: Modification and parameterization of the LATEBLIGHT model. *Phytopathology* 95:1191-1199.

Centro Internacional de la Papa - CIP. Lima, Perú. Sistema de Apoyo a la Decisión SAD.

Centro Internacional de la Papa – CIP. Manejo integrado del tizón tardío. Hoja divulgativa No.4. Elaborado por Perez, W. y Forbes, G. Lima, Perú.

Centro Internacional de la Papa – CIP. Lima, Perú. Sistema de Apoyo a la Decisión SAD.

Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA 2018 Estándares ambientales para manejo y uso seguro de agroquímicos: UAFSI/PNIA Rev.01 / 12/01/2018. Lima

Ninalaya, E. 2018. Tesis: Identificación de Nuevas Variedades de papa con Resistencia Genética a efectos del Cambio Climático.

Oyarzún, P., Gallegos, P., Asaquibay, C., Forbes, G., Ochoa, J., Paucar, B., Prado, M., Revelo, J., Sherwood, S. y Yumisaca, F. 2002b. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. En: El cultivo de la papa en el Ecuador. Pumisacho, M. y Sherwood, S. (eds.). Quito. INIAP, CIP, pp.85-169.

Pérez, W. y Forbes, G. 2008. Manual Técnico: El Tizón Tardío de la Papa. Centro Internacional de la Papa (CIP) Lima, Perú 39 p.

Revelo, J., Andrade - Piedra, J. y Garcés, S. 1997. El tizón tardío o lancha de la papa problema permanente de los agricultores. En: Memorias del Curso "Manejo integrado de las principales plagas y enfermedades del cultivo de papa". Quito, Ecuador 3 al 5 de junio de 1997. 92 p.

Román, A. 2014. Modos y mecanismos de acción de los fungicidas. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Agronómicas Escuela de Ingeniería Agronómica - Ecuador.

Rubio, O., Cadena, M. y Flores, R.. (2016). Comparación de la resistencia horizontal y vertical contra el tizón tardío de la papa en Toluca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*: 7 (4).

MINISTERIO DE AGRICULTURA



PROGRAMA NACIONAL DE RAÍCES Y TUBEROSAS - PNR y T

Estación Experimental Agraria Santa Ana - Junín

Teléfono: (064) 246206

e-mail: santaana@inia.gob.pe

Fundo Santa Ana s/n
Hualahoyo Km. 8 El Tambo - Huancayo

www.inia.gob.pe