

Fundación para la Innovación Agraria  
MINISTERIO DE AGRICULTURA



HORTALIZAS Y TUBÉRCULOS / TUBÉRCULOS



Resultados y Lecciones en

## Control del Tizón Tardío de la Papa

Proyecto de Innovación en

**IX Región de La Araucanía  
y X Región de los Lagos**





**Fundación para la Innovación Agraria**  
MINISTERIO DE AGRICULTURA



# Resultados y Lecciones en **Control del Tizón Tardío de la Papa**



Proyecto de Innovación en  
**IX Región de La Araucanía  
y X Región de Los Lagos**

Valorización a junio de 2008



## **Agradecimientos**

En la realización de este trabajo, agradecemos sinceramente la colaboración de los productores, técnicos y profesionales vinculados al proyecto “Pronosticadores del Tizón Tardío de la Papa” y a los participantes en las entrevistas, en especial a Ivette Acuña (INIA-Remehue).

### **Resultados y Lecciones en Control del Tizón Tardío de la Papa Proyecto de Innovación en la zona sur del país**

Serie **Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario**  
**FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA**

Registro de Propiedad Intelectual N° 182.764  
ISBN N° 978-956-328-006-7

#### ELABORACIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Marcela Salinas B., María Luisa Tapia F., Francisco Javier Albornoz G. y Fernando Cartes M.,  
Cartes y Le-Bert Cía. Ltda. (Capablanca Consultores Ltda.)

#### REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS

Francisca Fresno y Gabriela Casanova - Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

#### EDICIÓN DE TEXTOS

Gisela González Enei

#### DISEÑO GRÁFICO

Guillermo Feuerhake

#### IMPRESIÓN

Ograma Ltda.

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

# Contenidos

---

---

<b>Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas</b> .....	5
1. Antecedentes.....	5
2. El valor de la herramienta desarrollada .....	6
2.1. La innovación tecnológica.....	7
2.2. La conveniencia económica para el productor.....	8
3. Claves de viabilidad.....	8
4. Situación actual.....	8

---

<b>Sección 2. El proyecto precursor</b> .....	9
1. El entorno científico, económico y social .....	9
2. El proyecto.....	10
3. Desarrollos posteriores .....	10

---

<b>Sección 3. El valor del proyecto</b> .....	11
---	----

---

<b>ANEXOS</b>	
1. Literatura consultada.....	15
2. Documentación disponible y contactos.....	16

---



## SECCIÓN 1

# Resultados y lecciones aprendidas

El presente libro tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas sobre los sistemas de pronóstico del tizón tardío de la papa en la zona sur del país, a partir de un proyecto financiado por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA.

Se espera que esta información, que se ha sistematizado en la forma de una “innovación aprendida”,<sup>1</sup> aporte a los interesados una nueva herramienta que les permita mejorar la productividad de sus cultivos.

## ► 1. Antecedentes

Los análisis y resultados que se presentan en este documento han sido desarrollados a partir de las experiencias y lecciones aprendidas en la ejecución del proyecto (“proyecto precursor”<sup>2</sup>) “Uso de pronosticadores para el desarrollo de estrategias de manejo integrado del tizón tardío de la papa en la zona sur de Chile”, financiado por FIA y ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Remehue, entre diciembre de 2003 y enero de 2008.

El objetivo del proyecto precursor fue analizar la implementación potencial de un sistema de pronóstico y alerta del tizón tardío de la papa, tanto desde el punto de vista técnico como económico, en la IX Región de La Araucanía y X Región de Los Lagos.<sup>3</sup>

El uso de pronosticadores para la prevención de plagas y enfermedades es una herramienta de gran ayuda en el ámbito agronómico. Este tipo de herramientas permite prevenir el ataque de plagas y/o enfermedades basándose en información climática y del cultivo, con el fin de tomar las medidas pertinentes para evitar el contagio o un ataque muy severo. Así, durante las últimas décadas se han desarrollado diversos sistemas de pronóstico de las enfermedades o plagas más comunes que afectan una amplia gama de cultivos.

<sup>1</sup> “**Innovación aprendida**”: análisis de los resultados de proyectos orientados a generar un nuevo servicio o herramienta tecnológica. Este análisis incorpora la información validada del proyecto precursor, las lecciones aprendidas durante su desarrollo, los aspectos que quedan por resolver y una evaluación de los beneficios económicos de su utilización en el sector.

<sup>2</sup> “**Proyecto precursor**”: proyecto de innovación a escala piloto financiado e impulsado por FIA, cuyos resultados fueron evaluados a través de la metodología de valorización de resultados desarrollada por la Fundación, análisis que permite configurar este documento que se da a conocer. Los antecedentes del proyecto precursor se detallan en la Sección 2 de este documento.

<sup>3</sup> Corresponde a las actuales regiones de Los Ríos y Los Lagos.



En la zona sur del país, el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) es importante dada la superficie plantada y su presencia en predios de pequeños, medianos y grandes productores. En este contexto, también es relevante el tizón tardío de la papa, enfermedad causada por el hongo *Phytophthora infestans*, la cual es una de las más importantes del cultivo de la papa en el ámbito mundial. Los síntomas pueden evidenciarse en las hojas, tallo y tubérculos y el rendimiento y calidad de éstos disminuye ostensiblemente en las plantas afectadas, llegando a producirse pérdidas del 100% si el patógeno no se controla oportunamente.

El desarrollo de esta enfermedad depende, principalmente, de las condiciones ambientales, no obstante, son importantes las poblaciones del hongo en estado virulento en el cultivo y/o suelo, así como también la susceptibilidad y/o vigor de los diversos cultivares. Las condiciones óptimas para que prospere la enfermedad son alta humedad relativa (cerca al 95%) y temperaturas ambientales entre 15 y 25 °C.

## ► 2. El valor de la herramienta desarrollada

El tizón tardío de la papa es una de las enfermedades con mayor incidencia en el cultivo de esta especie en la zona sur del país, y genera importantes pérdidas a los productores debido a la disminución del rendimiento y de la calidad del tubérculo.

En la actualidad las alternativas de control se basan en la aplicación de productos químicos a intervalos regulares (aplicación por calendario fijo), generalmente una por semana, lo que conlleva al aumento de los costos de producción por concepto de mano de obra, maquinaria, combustible y pesticidas. Otra desventaja de esta práctica es el aumento de cepas resistentes a determinados fungicidas, problema asociado, generalmente, a diversos aspectos como el desconocimiento técnico de las condiciones óptimas para la proliferación del patógeno, modo de acción de los fungicidas idóneos, uso de dosis crecientes del fungicida y aumento de la frecuencia de las aplicaciones, entre otros, los que, finalmente, conducen al fracaso del control de la enfermedad.

Durante la ejecución del proyecto, el INIA propuso distintos tratamientos químicos para el control de la enfermedad, como diversos productos fungicidas y alternancia de éstos, a objeto de minimizar el riesgo de resistencia adquirida por el hongo a fungicidas (Cuadro 1).

**CUADRO 1. Alternativas de tratamientos de control químico para el tizón tardío de la papa en la zona sur del país**

Tratamiento	Producto químico
1	Aplicar Mancozeb + Látex
2	Rotar productos en el siguiente orden: Mancozeb + Látex Clorotalonil Mefenoxam + Mancozeb Zoxamide + Mancozeb Clorotalonil
3	Rotar productos en el siguiente orden: Propamocarb + Clorotalonil Clorotalonil
4	Rotar productos en el siguiente orden: Dimetomorfo + Mancozeb Clorotalonil Dimetomorfo + Clorotalonil Clorotalonil
5	Rotar productos en el siguiente orden: Cimoxanil + Mancozeb Clorotalonil Zoxamide + Mancozeb
6	Aplicar Mefenoxam + Mancozeb

Fuente: Proyecto precursor.

Sin embargo, el principal valor de la herramienta corresponde al sistema de alarma basado en las condiciones climáticas, que depende de una red de estaciones meteorológicas que registran la temperatura y humedad relativa. Cuando las condiciones ambientales son favorables para el desarrollo de la enfermedad, se emite una alerta de posibilidad de infestación y es en ese momento cuando se debe realizar la aplicación de los productos químicos. Los resultados del proyecto señalan que en una temporada de cultivo se pueden disminuir entre siete y cuatro aplicaciones, ya que éstas se realizan solamente cuando existe una verdadera amenaza de infestación.

## 2.1. La innovación tecnológica

El control de enfermedades fungosas en el cultivo de papa en la zona sur del país se realiza principalmente mediante aplicaciones en fechas calendario preestablecidas o al evidenciarse la infestación. Con el sistema de pronóstico y alerta, las aplicaciones se realizan únicamente cuando las condiciones climáticas son favorables para el desarrollo del hongo. Esta estrategia de control puede reducir el número de aplicaciones dentro de una temporada, siempre que las condiciones climáticas así lo permitan. Así, el sistema brinda tranquilidad al agricultor.

Las aplicaciones por calendario tienen la desventaja que el cultivo, bajo ciertas condiciones, puede infestarse lo que finalmente repercute en el rendimiento y calidad, aspecto que se logra cuantificar en su real dimensión solamente al efectuar la cosecha. Con el sistema de pronóstico y alertas, la incertidumbre del agricultor se reduce, ya que las aplicaciones que se efectúan son preventivas y no curativas, como es en la mayoría de los casos que se basan en aplicaciones calendario.

En el ámbito netamente tecnológico, el proyecto aporta la instalación, calibración y utilización de una red de estaciones meteorológicas, cuyos datos son integrados y analizados por un software que es, finalmente, el que emite la alerta. El agricultor puede recibir la advertencia vía teléfono o correo electrónico, según lo especifique.



## 2.2. La conveniencia económica para el productor

---

Como se mencionó anteriormente, el sistema de pronóstico y alerta de incidencia del tizón tardío puede mostrar una repercusión directa en los costos del cultivo. En temporadas donde las condiciones climáticas no son extremadamente adversas, el número de aplicaciones se puede reducir considerablemente.

Durante la ejecución del proyecto precursor, las condiciones ambientales fueron las normales para la zona y los cultivos se establecieron bajo riego; en ese escenario, las aplicaciones se redujeron de siete a cuatro por temporada. Por otra parte, como al usar esta tecnología de información las aplicaciones son de carácter preventivo, se evita la infestación del cultivo con claros beneficios sobre el rendimiento y calidad.

El costo del servicio no está definido ya que aún no se encuentra en el mercado. Por el momento se están analizando las mejores fórmulas para la conveniencia de los agricultores que lo contraten.

## ► 3. Claves de viabilidad

---

Para que el uso de un sistema de pronóstico desarrollado a partir del proyecto precursor sea óptimo y se logren los resultados esperados, es fundamental capacitar a los agricultores que se adscriban a este sistema de alerta, en el reconocimiento de los síntomas de la enfermedad, uso de pesticidas y manejo integrado utilizando la información de los pronosticadores.

Una vez adoptado el sistema de alerta del tizón tardío, para su buen funcionamiento es clave la alternancia de productos químicos con el fin de de minimizar el riesgo de resistencia adquirida por el hongo a fungicidas. En el punto 2 se detallaron las opciones de alternancia de productos diseñadas por el INIA durante la ejecución del proyecto precursor.

A fin de reducir la incidencia del tizón tardío se recomienda utilizar sólo “papa semilla de calidad controlada”, mantener una buena cobertura de los tubérculos mediante aporca, destruir el follaje antes de la cosecha, eliminar las papas infestadas, destruir las plantas voluntarias y los desechos de papa y utilizar cultivares resistentes.

## ► 4. Situación actual

---

Al momento de la valorización de este proyecto, el sistema de alerta y la red de estaciones meteorológicas aún están siendo administradas por el INIA de la IX Región de la Araucanía (Carillanca) y los ejecutores del proyecto se encuentran analizando la mejor opción para traspasar el sistema al ámbito comercial, para que cualquier usuario pueda suscribirse a él.

## SECCIÓN 2

# El proyecto precursor

## ► 1. El entorno científico, económico y social

La información evaluada en este documento corresponde a los resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto financiado por FIA “Uso de pronosticadores para el desarrollo de estrategias de manejo integrado del tizón tardío de la papa en la zona sur de Chile”, ejecutado por INIA Remehue.

El proyecto precursor surgió como una iniciativa para encontrar formas alternativas de control del tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*), así como para fomentar el manejo integrado de plagas en este cultivo en la zona sur.

El tizón tardío es una enfermedad ampliamente distribuida en el mundo. En Chile se diagnosticó por primera vez en la década de 1950, y en las zonas “paperas” del sur del país es una enfermedad de importancia que puede llegar a afectar en un 100% el rendimiento de los cultivos.



En la zona de ejecución del proyecto (IX Región de la Araucanía y X Región de Los Lagos<sup>4</sup>), el cultivo de la papa es uno de los más tradicionales y de él depende la economía familiar de un grupo importante de pequeños agricultores. Según ODEPA (2007) en la temporada 2006/2007 se establecieron 17.700 ha de papa en la Región de La Araucanía y 18.500 en la Región de Los Lagos, situándolo como el tercer cultivo en términos de superficie, después del trigo y avena.

El desarrollo de los sistemas de pronósticos utilizando software computacionales comenzó en la década de 1980 en Estados Unidos, y han tenido un amplio uso en distintos cultivos. Los más utilizados son el sistema DACOM y BliteCast, que funcionan sobre la base de información de temperaturas mínimas y máximas, precipitaciones y humedad relativa.

## ► 2. El proyecto

---

El proyecto precursor estuvo orientado a la evaluación de sistemas de pronóstico para limitar o evitar la incidencia e infestación del tizón tardío en cultivos de papa establecidos en las regiones de La Araucanía y de Los Lagos. El proyecto fue ejecutado entre diciembre de 2003 y enero de 2008

En una primera etapa se adquirieron los equipos necesarios para el montaje de estaciones meteorológicas y se compraron los computadores para el procesamiento de la información. Paralelamente se comenzó el montaje de las parcelas experimentales para la evaluación de la pertinencia del sistema de pronóstico y alarma, donde se diseñarían las alternativas de control químico. En conjunto con la Universidad de Dakota del Norte, Estados Unidos, se identificaron las distintas cepas de *P. infestans* colectadas en terreno, junto con la realización de pruebas bioquímicas para evaluar la resistencia relativa a los distintos fungicidas disponibles en el mercado.

Una vez instalada la red de estaciones meteorológicas se evaluaron los sistemas de pronóstico y las alternancias de agroquímicos para el control del hongo. En todos los casos el control del tizón de la papa utilizando el sistema de pronóstico y alerta para decidir la aplicación de los fungicidas fue similar al control obtenido por la metodología convencional (aplicación de fungicidas por calendario). Estos resultados preliminares avalan la herramienta tecnológica en desarrollo que, sumada a la efectividad en el control, resulta en la reducción del número de aplicaciones por temporada para condiciones ambientales promedio.

Las evaluaciones de campo se realizaron en distintos predios con la cooperación de la Universidad Católica de Temuco, Cooperativa Huincullican, INDAP X Región, McCain Chile, Red de Papa Los Muermos y Agrupación de Pequeños Productores Agrícolas Semillero de Chonchi. Las evaluaciones de laboratorio y la identificación de las cepas de *P. infestans* contaron con la colaboración del Laboratorio Regional Osorno del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

## ► 3. Desarrollos posteriores

---

Para continuar mejorando el sistema de pronóstico, es fundamental ampliar la red de estaciones meteorológicas, e incluso extenderla a áreas que no fueron consideradas en el proyecto precursor.

Los investigadores responsables sugieren continuar la investigación con la finalidad de desarrollar estrategias con alerta, para cultivares con distinta susceptibilidad al tizón tardío.

---

<sup>4</sup> Corresponde a las actuales regiones de Los Ríos y Los Lagos.

## SECCIÓN 3

# El valor del proyecto

Mediante entrevistas con distintos agricultores “paperos” de la zona se constató el reconocimiento al aporte que ha realizado el INIA a través de este proyecto. Tanto los pequeños como los grandes agricultores están dispuestos a pagar por el servicio de pronóstico y alerta, ya que lo perciben como una gran ventaja, que les ayudará al momento de la planificación de las labores del cultivo.

Los agricultores señalan que se sienten más tranquilos al contar con esta herramienta, ya que les permite enfrentar de mejor forma el control del tizón tardío, les da tiempo para conseguir la maquinaria necesaria para las aplicaciones de agroquímicos y les permite tomar la decisión sobre los productos más adecuados. Todo esto conlleva a la obtención de un mejor producto, con mayores volúmenes de cosecha.





# Anexos

---

Anexo 1. Literatura consultada

---

Anexo 2. Documentación disponible y contactos

---



## ANEXO 1. Literatura consultada

ODEPA. Cultivos anuales: superficie y producción. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. [En línea] <<http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servlet/contenidos.ServletDetallesScr?idcla=12&idn=1736>>. [Consulta: junio, 2008]

### Contactos

- Patricio Avilés. Sector de Auquinco, La Unión. Agricultor empresarial.
- Mauricio Schwenke. Sector Río Bueno. Agricultor empresarial.
- Teodoro Rosemberg. Los Muermos. Agricultor. Agricultura Familiar Campesina (AFC).
- Segundo Espinoza. Los Muermos. Agricultor. Agricultura Familiar Campesina (AFC).
- Elías Mansilla. Los Muermos. Agricultor. Agricultura Familiar Campesina (AFC).



## ANEXO 2. Documentación disponible y contactos

---

La publicación “Resultados y Lecciones en Pronosticadores del tizón tardío de la papa” se encuentra disponible a texto completo en el sitio de FIA en Internet ([www.fia.gob.cl](http://www.fia.gob.cl)), en la sección Banco de Negocios FIA / Modelos y planes de negocios aprendidos. En esta sección se encuentra disponible un Banco de Experiencias de Innovación financiadas e impulsadas por FIA, cuyos resultados han sido valorizados después de su término. En la ficha de cada experiencia, existe un campo de “Documentos Asociados” donde están disponibles estas publicaciones.

En la misma sección, junto con los documentos asociados, existe un campo de “Precursores” que ofrece links hacia los proyectos precursores que se encuentran en la base de datos de iniciativas apoyadas por FIA (<http://www.fia.cl/basefian/selerubros.asp>).

Desde la base de datos de iniciativas apoyadas por FIA se accederá a la ficha resumen de cada proyecto precursor con información adicional sobre éstos y los contactos de los productores y profesionales participantes. Adicionalmente, en la misma ficha resumen del proyecto precursor, se ofrece un link al SIG (Sistema de Información Geográfica) de FIA, para identificar con precisión la ubicación de los proyectos.

La documentación de los proyectos precursores a texto completo (propuesta, informes técnicos y actividades de difusión, entre otras), puede consultarse en los centros de documentación de FIA, en las siguientes direcciones:

### **Centro de Documentación en Santiago**

Loreley 1582, La Reina, Santiago. Fono (2) 431 30 96

### **Centro de Documentación en Talca**

6 Norte 770, Talca. Fonofax (71) 218 408

### **Centro de Documentación en Temuco**

Bilbao 931, Temuco. Fonofax (45) 743 348