

01 ABR 2008

1561

17:50



INFORME FINAL TÉCNICO Y DIFUSION

EJECUTOR:	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA)
NOMBRE DEL PROYECTO:	USO DE PRONOSTICADORES PARA EL DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE MANEJO INTEGRADO DEL TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA EN LA ZONA SUR DE CHILE
CODIGO:	FIA-PI-C-2003-1-A-17
Nº INFORME:	INFORME FINAL
PERIODO :	DICIEMBRE DEL 2003 HASTA DICIEMBRE DEL 2007
NOMBRE Y FIRMA COORDINADOR PROYECTO:	IVETTE ACUÑA BRAVO

USO INTERNO FIA	
FECHA RECEPCION	

INDICE

<u>CONTENIDO</u>	<u>PÁG.</u>
I. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
II. RESUMEN EJECUTIVO.....	2
III. INFORME TÉCNICO.....	3
1. Objetivos del proyecto.....	3
2. Metodología del proyecto.....	4
i. Implementación de una red de estaciones meteorológicas.....	4
ii. Evaluación de alternativas de control integrado.....	5
- Evaluación de resistencia varietal.....	5
- Red de información de presencia inóculo.....	7
- Caracterización y monitoreo de poblaciones de <i>P. infestans</i>	7
- Calibración de alerta temprana y estrategias químicas.....	17
iii. Validación del sistema de pronóstico con la red de usuarios.....	27
- Uso del sistema de alertas.....	27
- Evaluación de la efectividad del sistema de alerta.....	27
- Evaluación de la utilidad de alarmas.....	28
3. Actividades del proyecto.....	29
4. Resultados del proyecto.....	34
1. Implementación de una red de estaciones meteorológicas.....	34
2. Evaluación de alternativas de control integrado.....	40
3. Validación del sistema de pronóstico con la red de usuarios.....	72
5. Fichas técnicas y análisis económico.....	84
6. Impactos y logros del proyecto.....	90
7. Problemas enfrentados durante el proyecto.....	95
8. Otros aspectos generales.....	98
9. Conclusiones y recomendaciones.....	98
IV. INFORME DE DIFUSIÓN.....	100
V. ANEXOS.....	110
VI. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	



I. ANTECEDENTES GENERALES

- **Código: FIA-PI-C-2003-1-A-17**
- **Nombre del Proyecto: Uso de pronosticadores para el desarrollo de estrategias de manejo integrado del tizón tardío de la papa en la zona sur de Chile**
- **Regiones de Ejecución: Regiones de Los Lagos, de Los Ríos y de la Araucanía**
- **Agente Ejecutor: Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA**
- **Agente(s) Asociado(s):**
 - **Laboratorio Regional SAG Osorno, Servicio Agrícola y Ganadero**
 - **Universidad Católica de Temuco**
 - **INDAP Región de Los Lagos**
 - **Red de papa Los Muermos**
 - **Agrupación de pequeños agricultores semillero de Chonchi**
 - **Cooperativa Huncullican**
 - **Juan Enrique Luer**
 - **Sociedad Agrícola Chelle Ltda.**
 - **Complejo Educacional Cristo Rey, Teodoro Schmidt (Se incorpora mas tarde al proyecto)**
 - **Municipalidad de Teodoro Schmidt (Se incorpora mas tarde al proyecto)**
 - **SOQUIMICH S.A. (Se incorpora mas tarde al proyecto)**
 - **BayerCropscience S. A. (Se incorpora mas tarde al proyecto)**
 - **Mc Cain Chile (por cierre de empresa en Chile se retira del proyecto)**
- **Coordinadora del Proyecto: Ivette Acuña Bravo**
- **Costo Total: \$ 286.921.122 Programado
\$ 286.909.401 Real**
- **Aporte del FIA: \$99.998.401 (34.85%) Programado
\$99.986.680 (34.85%) Real**
- **Período de Ejecución: Diciembre de 2003 a Diciembre de 2007**

II. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto “USO DE PRONOSTICADORES PARA EL DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE MANEJO INTEGRADO DE TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA EN LA ZONA SUR DE CHILE”, código FIA-PI-C-2003-1-A-17, cuyo objetivo fue el de Implementar un Sistema de Manejo Integrado de Tizón Tardío de la Papa basado en el uso de pronosticadores ha concluido exitosamente.

Durante la ejecución del proyecto se implementó una red de estaciones meteorológicas y procesamiento de datos para pronóstico de tizón tardío en la zona sur de Chile. Actualmente, el sistema de alerta puede acceder a través de una plataforma de información de tizón tardío en la página web <http://www.inia.cl/temcheue/tizon/>. La página ofrece información general sobre la enfermedad, su manejo y el pronóstico de tizón tardío para 8 sitios de las regiones de Los Lagos y La Araucanía. El sistema de alerta temprana de tizón tardío fue validado por sus usuarios(as) con una muy buena satisfacción y confianza del cliente.

Igualmente, se realizó estudios de manejo integrado de tizón tardío, obteniendo como resultado la caracterización de las poblaciones del hongo, clasificación de la susceptibilidad relativa de los cultivares comerciales de papa en el país y estrategias de manejo químico con uso de pronosticadores. Se detectó líneas avanzadas del programa de mejoramiento de papa de INIA con muy buena resistencia a tizón tardío. Como resultado de este proyecto se logró establecer los protocolos mundialmente utilizados de caracterización de *P. infestans* en los laboratorios de INIA. Mediante esta metodología se determinó un cambio en las poblaciones de *P. infestans* en los últimos años en la zona sur de Chile, expresada como resistencia a metalaxil y diferente patrones genéticos.

En cuanto a las actividades de capacitación y difusión se realizaron seminarios, días de campo y charlas para la difusión del sistema de alarmas y capacitaciones a agricultores/as y personas interesadas. Además se presentaron trabajos en Congresos científicos relacionados y publicaciones tanto científicas como divulgativas.

Sin embargo, a pesar de la gran cantidad de actividades desarrolladas en este proyecto, aún es necesario fortalecer la red de estaciones para una mejor cobertura del sistema de alerta en todas las zonas paperas de importancia y mejorar los sistemas de envío de alertas al usuario(a) para tener un acceso más rápido a la información. Adicionalmente, se debe estudiar alternativas de financiamiento del sistema de alerta que de continuidad y calidad al servicio. El financiamiento de un sistema de alerta en otros países se realiza mediante auspicio de empresas privadas o pago de suscripción de acceso. Igualmente, es necesario contar con un monitoreo de *P. infestans* a nivel país para detectar introducciones del hongo. Esto especialmente considerando que de acuerdo a los datos de caracterización de las poblaciones del hongo, éstas sufrieron cambios en los últimos años en resistencia a metalaxil y patrón genético. Esto afectará las estrategias tradicionales de manejo de la enfermedad, por lo que es necesario continuar con una fuerte capacitación en el manejo del tizón tardío y fortalecer el desarrollo y uso de variedades de papa resistentes a tizón tardío.

Finalmente, es interesante destacar que frente al uso de manejo integrado se debe enfatizar en la importancia de implementar y fomentar el uso de las normativas de Buenas prácticas agrícolas, BPA, en el cultivo de papa, paralelo a lo anterior, considerando que el manejo de los problemas sanitarios, especialmente tizón, contempla el uso de agroquímicos.

III. INFORME TÉCNICO

1. Objetivos del Proyecto:

Objetivo general:

Implementar un Sistema de Manejo Integrado de Tizón Tardío de la Papa basado en el uso de pronosticadores

Objetivos específicos:

1. Implementar una red de estaciones meteorológicas y procesamiento de datos para pronóstico de tizon tardio en zonas paperas importantes de la zona sur.
2. Evaluar alternativas de control integrado del Tizon tardio basados en la resistencia de los cultivares, poblaciones del patógeno, control químico y grados de severidad acumulados
3. Validar el sistema de pronósticos con la red de usuarios asociados del sistema.
4. Capacitar a los usuarios asociados en el reconocimiento de la enfermedad, uso de pronosticadores y manejo integrado

En este informe se presenta la metodología y los resultados de cada una de las actividades realizadas, basadas en el cumplimiento de los objetivos de este proyecto.



2. Metodología del Proyecto:

Con el objetivo de implementar en la zona sur el sistema de manejo integrado de tizón tardío de la papa basado en el uso de pronosticadores se desarrolló una serie de actividades para la formación de una red de estaciones meteorológicas, obtención y procesamiento de datos, calibración de sistemas de alerta de tizón tardío, evaluación de alternativas de manejo integrado para las recomendaciones complementarias al uso del sistema de pronóstico, validación del servicio de alerta y capacitaciones a los usuarios(as) en el manejo integrado de esta enfermedad.

A continuación se describe detalles de la metodología utilizada:

1. Implementación de una red de estaciones meteorológicas y procesamiento de datos para pronóstico de tizón tardío:

Para la construcción de la red agro meteorológica, se realizó un catastro de las estaciones meteorológicas disponibles para su uso en el proyecto y su utilidad por estar localizadas en zonas de importancia en el cultivo de papa.

Los criterios utilizados fueron los siguientes:

- Que las estaciones estuvieran operativas y con los sensores adecuados para las mediciones necesarias.
- Que fuera posible comunicarla mediante telefonía móvil para la colección diaria de datos, desde el punto de vista de agregar hardware de comunicación necesario, y que la zona donde estuviera emplazada tuviera cobertura de telefonía celular.
- Adquisición de nuevas estaciones a través del proyecto para cubrir zonas paperas de importancia. Estas estaciones además de cumplir con los requisitos previos, debían ser instaladas en lugares que tuvieran la seguridad necesaria para no sufrir daños o robos por personas externas al proyecto.

Las estaciones meteorológicas utilizadas para la formación de la red fueron en su gran mayoría estaciones INIA ya establecidas (Carahue, Carillanca, Osorno, Purranque). Sin embargo, a través del proyecto se adquirieron 2 estaciones HL20 las que fueron ubicadas en Los Muermos y Chiloé. Igualmente, se unieron a la red algunas estaciones privadas, como la estación del Liceo Cristo Rey en Teodoro Schmidt, UCT en Pillanlelbun, Soquimich en Osorno y BayerCropsciences en Auquenco. En un inicio se consideró estaciones de propiedad de McCain Chile, pero éstas presentaron problemas de comunicación, además que esta empresa cerró sus oficinas en el país.

Para establecer esta red fue necesario:

- 1.-Chequear la recepción de señal para la transmisión de datos en el lugar que funciona o se instala la estación de la cual se obtendrán los datos
- 2.- Identificar el tipo de hardware que se requiere instalar en cada punto dependiendo de las condiciones del área y de la estación meteorológica de que se disponga especialmente de su capacidad de comunicarse mediante el módulo de comunicación de que se disponga (módulo de



comunicación, teléfono celular, panel solar, batería, regulador de carga, antena de señal para el celular etc.)

3 Desarrollo del hardware de comunicación para instalar en las estaciones meteorológicas y en el servidor para traer los datos al servidor central.

4.- Procesar los datos recibidos y almacenarlos en la base de datos además de dejarlo disponible a los usuarios en los formatos que el proyecto establece.

5.- Habilitación del software para hacer envíos de información a los usuarios que defina el proyecto en forma automática, procediendo para ello a adaptar el software desarrollado en INIA Quilamapu para este tipo de trabajos.

Estas estaciones meteorológicas fueron interconectadas a través de un sistema de telefonía móvil con el objetivo de recolectar los datos climáticos de temperatura, humedad relativa y precipitaciones con una frecuencia diaria de bajada de los datos desde las estaciones al servidor y acorde a las exigencias del modelo de alerta de enfermedades.

Los datos una vez traspasados al servidor central en INIA-Remehue se procesan mediante el modelo Blitecast modificado según la calibración y validación resultado de este proyecto. La información de cada unidad productiva con estación meteorológica está disponible a través de la página web <http://www.inia.cl/remehue/tizon/>, donde el usuario puede acceder a su unidad y corroborar las condiciones de pronóstico para el tizón tardío. Esta información es complementada con información general sobre manejo integrado de la enfermedad.

2. Evaluación de alternativas de control integrado del Tizón tardío basados en la resistencia de los cultivares, poblaciones del patógeno, control químico y grados de severidad acumulados.

El sistema de pronóstico indica las condiciones predisponentes para el desarrollo de tizón tardío, sin embargo es necesario conocer otros factores de la epidemiología de Tizón tardío en la zona sur para complementar el manejo integrado de la enfermedad y ofrecer recomendaciones adecuadas. Así es necesario conocer la susceptibilidad del cultivar utilizado; presencia de inóculo, las características de la población del patógeno; las estrategias de manejo químico disponibles, etc. También es de utilidad determinar cual es el modelo de pronóstico de tizón tardío que más se adecua al manejo y objetivo de producción de papa en la zona sur, su calibración y validación.

Evaluación de resistencia varietal

La resistencia varietal es un parámetro importante en la determinación de las recomendaciones asociadas a la alarma de cada sector y un indicador de las variaciones poblacionales del agente causal.

Se evaluó la resistencia relativa a Tizón tardío de algunos cultivares comerciales y clones avanzados de papa. Para esto se establecieron unidades experimentales utilizando al menos 15 cultivares comerciales más usados por agricultores de la zona y algunas líneas avanzadas del programa de mejoramiento de INIA. Estas parcelas establecieron bajo condiciones de riego para favorecer el ataque de la enfermedad y no fueron tratadas con fungicidas. Esta unidad se realizó

en INIA-Remehue en Osorno, en el Centro Experimental de INIA-Tranapunte en Carahue y en el Centro Experimental INIA Butalcura en Castro, durante las 4 temporadas del proyecto. Las plantas de papa se evaluaron de acuerdo a la incidencia de la enfermedad en una según el porcentaje de follaje dañado según la escala del Centro Internacional de la Papa (CIP).

Estos experimentos fueron establecidos en un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. La unidad experimental o parcela fue de 45 plantas distribuidas en 3 hileras a 0.75 cm de distancia y 15 plantas sobre hilera a una distancia de 0.3 cm. Durante la temporada los cultivares fueron evaluados para la presencia de tizón tardío en el follaje determinando el porcentaje de follaje dañado por la enfermedad y el AUDPC (Area Under the Disease Progress Curve).

En el análisis estadístico se usó el software Statistical Analysis System (SAS) (SAS/STAT™, 1988), Análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba F para medir las diferencias significativas de los tratamientos y se calculó las Diferencias Mínimas Significativas (LSD, $p=0.05$) entre medias.

Los cultivares a evaluar son los siguientes:

Cultivares o clones avanzados INIA	Lugar de evaluación		
	INIA Remehue	INIA Butalcura	INIA Tranapunte
	Osorno	Castro	Carahue
1 Pukara	X	X	X
2 Ona	X	X	X
3 Karu	X	X	X
4 Yagana	X	X	X
5 Pehuenche	X	X	X
6 Ranger Russet	X	X	X
7 Atlantic	X	X	X
8 Shepody	X	X	X
9 Desireé	X	X	X
10 Asterix	X	X	X
11 Monalisa	X	X	X
12 Cardinal	X	X	X
13 Amadeus	X	X	X
14 Granola	X	X	X
15 Rosara	X	X	X
16 Rx 90020-9	X	X	X
17 R 91193-1	X	X	X
18 R 91015-20	X		X
19 R 91034-6	X		X
20 R 90029-241	X		X
21 R 89063-59	X		X
22 R A448-1	X		



23	R 89063-84	X	X	X
24	Rodeo	X	X	X
25	Red Scarlet	X	X	X
26	Bintje	X	X	X
27	R 90213-55	X		
28	R 87009-28	X		
29	RA 362-35	X		
30	RA 110-5	X		
31	R 91011-1	X		

Red de información de presencia de inóculo

Para complementar las recomendaciones de manejo integrado de tizón tardío asociado a pronosticadores es necesario conocer si hay presencia de inóculo del agente causal al darse las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad. Esta información es fundamental para dar la recomendación más adecuada de tratamiento químico de acuerdo a la superficie, objetivo de la producción y condición económica del agricultor.

En las 3 primeras temporadas del proyecto, esta red estuvo compuesta por el equipo técnico a cargo de la validación y calibración de la estrategia de manejo de tizón tardío y por el equipo encargado de la prospección y recolección de muestras para la colección de *P. infestans*. Así los equipos técnicos visitaron las zonas en estudio, determinaron los niveles de daño de la enfermedad, y tomaron muestras para ser enviadas a los laboratorios del SAG ó INIA.

De igual modo a medida que los asociados(as) y otras personas en general conocían nuestro proyecto, comenzaron a contactarse con el grupo de trabajo para informar de la situación de la enfermedad en cada zona. En última temporada del proyecto (2006-07), se presentó una epifitía de tizón tardío, por lo que muchos productores se contactaron con el grupo para informar sobre la situación y pedir consejo. En la temporada siguiente, 2007-08, el contacto fue on line a través de la página web de tizón tardío (<http://www.inia.cl/remehue/tizon>). La información se recibió y se comunicó en los comentarios de la alerta de tizón.

En el proyecto se planteó la idea de construir mapas digitales regionales de la evolución de la presencia de la enfermedad durante la temporada, con el objetivo de determinar la frecuencia y rapidez de la dispersión del tizón en la zona sur, además de informar respecto a las zonas más propensas al ataque de esta enfermedad y la estrategia adecuada de manejo para cada sector. Sin embargo, esto no se realizó por diferentes motivos, uno de los cuales es el uso de la información. Experiencias similares en otros lugares inducen a la especulación de precios y castigo a sectores afectados por la enfermedad.

Caracterización y monitoreo de poblaciones de *P. infestans*

Con el objetivo de conocer la estructura de las poblaciones del *P. infestans* y establecer un sistema que permita monitorear los posibles cambios genéticos en sus poblaciones y la posible entrada del grupo de apareamiento A2, los cuales influirán directamente en las estrategias de



manejo integrado del patógeno usando pronosticadores, se desarrollaron actividades de caracterización de aislamientos del hongo las primeras temporadas, para posteriormente mantener un monitoreo de *P. infestans*.

Para esto se realizaron las siguientes actividades:

Recolección y aislamiento de P. infestans.

El estudio incluyó aislamientos de *P. infestans* colectados durante las temporadas 2003-04 y 2004-05 en las áreas de cultivos de papa de las regiones de Los Lagos, Los Ríos y de la Araucanía. Durante el período Enero a Abril de cada año se realizaron prospecciones a cultivos de papa en estas regiones. Dichas prospecciones abarcaron un total de 5 localidades de la región de la Araucanía (Carahue. Pto Saavedra – Teodoro Smith- Freire y Tolten) y 3 comunas de la región de Los Ríos (Valdivia- Paillaco- Río Bueno) y 7 comunas de la Región de Los Lagos (Osorno- Río Negro- Pto Varas- Pto Montt- Castro- Ancud y Palena) . La prospección estuvo dirigida al muestreo de plantas con síntomas de tizón tardío. Se consideró un tamaño máximo 5 plantas por muestra (predio prospectado) Las plantas fueron identificadas indicando: Nombre del predio, nombre del productor, superficie del cultivo, nombre de la variedad y ubicación geográfica. Los sitios de muestreo fueron georeferenciados mediante sistema GPS, indicando las coordenadas para su ubicación geográfica. Una vez recolectadas las muestras fueron derivadas al Laboratorio Regional SAG Osorno para el diagnóstico y aislamiento de *P. infestans*.

Se evaluaron 3 métodos para aislar *P. infestans* a partir de todas las muestras positivas recepcionadas en el Laboratorio SAG Osorno. Aislamiento directo en medio de cultivo, aislamientos indirecto a partir de rodajas de papa y aislamiento indirecto a partir de tubérculos enteros de papa. En los 3 métodos se utilizaron dos medios de cultivo selectivo descritos por Forbes (1997) Agar V8 y Agar centeno (AC) ambos contenidos en placas Petri de 9 cm de diámetro y suplementados con los siguientes antibióticos: rifampicina (20mg/L), sulfato de polimixina B (50 mg/L) y ampicilina (200 mg/L).

El método que dio mejores resultados fue el Aislamiento indirecto a partir de rodajas de papa. Este método está basado en una modificación de la metodología descrita por Goodwin *et al* (1998). Para este propósito se seleccionaron tubérculos de papa sanos de tamaño mediano de la variedad Bintje, altamente susceptible a este patógeno, estos fueron lavados y desinfectados en una solución de hipoclorito de sodio al 10% por 5 minutos, posteriormente con un cuchillo flameado en alcohol de 70° se procedió a partir transversalmente cada tubérculo en varias rodajas de aproximadamente 0,5 cm de grosor. A partir de cada muestra de follaje positiva con esporulación del patógeno, se procedió a cortar 3 trozos de aproximadamente 2 cm² desde la zona de avance del tejido infectado, cada trozo fue depositado individualmente en la parte central de la medula de una rodaja de papa, cubriéndola posteriormente con otra rodaja del mismo tamaño. Una vez realizado este procedimiento las 2 rodajas con el tejido enfermo en su interior fueron ubicadas en una placa Petri estéril vacía e incubadas en oscuridad a 18° C por 4 días para favorecer la colonización del patógeno en el tejido de las rodajas, totalizando 3 placas por cada muestra positiva. Al cabo de este período se procedió a separar las rodajas exponiendo



hacia la superficie la cara interna donde se ubicó el trozo de tejido enfermo. Estas fueron ubicadas individualmente al interior de una cámara húmeda confeccionada en una placa Petri con una rejilla plástica y papel filtro estéril humedecido. Las cámaras húmedas fueron incubadas en oscuridad a 18° C por 3 días para favorecer la esporulación del hongo sobre la rodaja, totalizando 6 rodajas por cada muestra positiva. Transcurrido este período las rodajas fueron examinadas bajo una lupa estereoscópica visualizando la presencia de esporangios del hongo sobre su superficie, seleccionando 3 rodajas por cada muestra positiva. A partir de cada rodaja se procedió a extraer bajo una cámara de flujo laminar los esporangios presentes sobre el tejido, realizando 4 siembras equidistantes con una aguja estéril por cada rodaja en una placa con medio de cultivo V8 y AC, totalizando 12 siembras en medio V8 y 12 siembras en medio AC para las 3 rodajas de cada muestra positiva. Posteriormente los cultivos fueron incubados en oscuridad a 18°C por 4 a 7 días hasta la obtención de colonias del hongo.

Una vez transcurrido el período de incubación de los cultivos, se procedió a revisar bajo una lupa estereoscópica las colonias desarrolladas, seleccionando aquellas de crecimiento lento, de coloración blanca con presencia de esporangios del hongo. A partir de la zona de avance de las colonias seleccionadas se realizó traspaso de micelio con esporangios a medio de cultivo V8 y AC con el objeto de obtener cultivos puros del patógeno. Estos fueron incubados en oscuridad a 18°C por 4 a 7 días.

Una vez obtenidas las colonias puras del patógeno, se transfirió desde estas, micelio con esporangios a 3 tubos con agar centeno inclinado (sin antibióticos ni fungicidas), los tubos fueron incubados en oscuridad a 18°C hasta que el micelio colonizó toda la superficie del agar. Transcurrido este período los tubos fueron sellados con parafilm y almacenados en oscuridad a 12°C pasando a constituir el cepario de *P. infestans*. Cada aislamiento obtenido de cada una de las muestras positivas pasó a constituir una cepa del hongo con su respectiva identificación, la cual está siendo mantenida en triplicado en la colección de este patógeno. Igualmente los aislamientos fueron guardados en tubos eppendorf con agua destilada, donde en los tubos se puso trozos del hongo.

Como parte del monitoreo del hongo, en la temporada 2007-08 se realizaron algunos aislamientos desde follaje con síntomas.

Debido a una epifitía de tizón tardío presentada en la temporada 2006-07, la cual afectó casi al 80% de las plantaciones de papa de la zona sur, produciendo más del 50% de pérdidas, se realizó una tercera colección de *P. infestans*, con el objetivo de determinar si este grave ataque fue debido a cambios en la población del hongo. Esta colección la realizó el Servicio Agrícola y Ganadero y el INIA, utilizando la misma metodología de recolección y purificación descrita más arriba. Se recolectaron 45 aislamientos desde la Región de la Araucanía y Los Lagos. Para esto se solicitó a FIA la utilización de los fondos de Imprevistos del proyecto. La metodología para la colección fue la misma que la utilizada en las dos colecciones anteriores.

Evaluación de resistencia a metalaxil

Se determinó el crecimiento *in vitro* de 251 cepas de *P. infestans*, de las colecciones 2003-05 y 20 aislamientos de la colección 2006-07, frente a distintas concentraciones de metalaxil técnico



95%, gentilmente donado por ANASAC S.A., de acuerdo a la metodología descrita por Deahl (1993). Para este propósito a partir de la zona intermedia de cada colonia del hongo de 10 días de edad se extrajeron cilindros de micelio de 5 mm de diámetro con un sacabocado, estos fueron ubicados individualmente al centro de una placa Petri de 9 cm de diámetro que contiene Agar Centeno suplementado con cinco concentraciones de metalaxil (0.0-0.1-1.0-10.0 y 100.0 $\mu\text{g/ml}$). Se realizó una placa por cada concentración y aislamiento del hongo. El ensayo fue ejecutado en tres repeticiones realizando dos mediciones perpendiculares del diámetro de crecimiento de la colonia después de 10 días de incubación a 18°C en oscuridad. Las mediciones fueron expresadas como porcentaje de crecimiento de la cepa del hongo sobre el medio suplementado con las distintas concentraciones de metalaxil en relación al crecimiento del hongo sin metalaxil (control 0 $\mu\text{g/ml}$).

Los aislamientos fueron clasificados como resistentes o sensibles a metalaxil de acuerdo a la clasificación descrita por Deahl *et al.* (1993) usando 10 $\mu\text{g/ml}$ como valor crítico de acuerdo a la siguiente escala:

Resistentes a metalaxil: Si la colonia presenta un crecimiento superior al 60% respecto al control sin metalaxil

Medianamente resistentes a metalaxil: Si la colonia presenta un crecimiento entre un 10% y 60% respecto al control sin metalaxil

Sensibles a metalaxil: Si la colonia presenta un crecimiento inferior al 10% respecto al control sin metalaxil

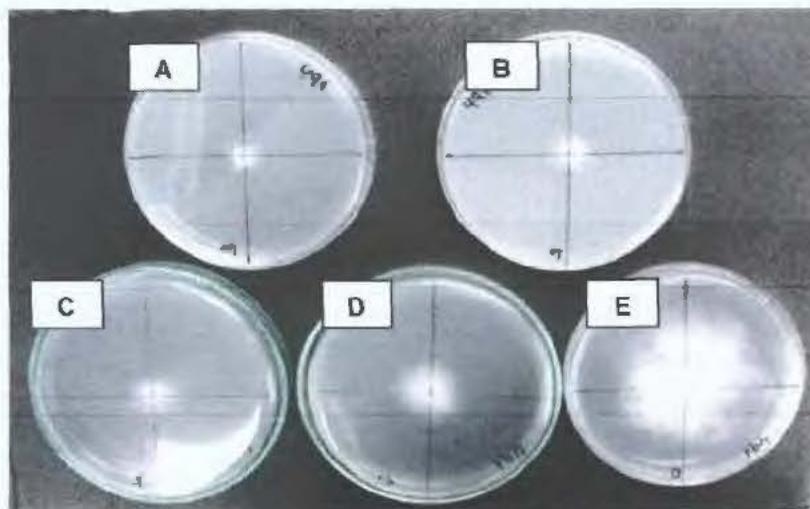
Se determinó para cada aislamiento del hongo la concentración de metalaxil que inhibe el 50% del crecimiento (EC 50), la cual fue calculada en base al método descrito por Miller *et al.* (1998) que define la regresión entre el crecimiento micelial relativo versus la concentración de metalaxil



Extracción de discos de micelio de *P. infestans* a partir de colonias de 10 días de edad para la prueba de resistencia a metalaxil



Siembra de discos de micelio de *P. infestans* sobre medio AC suplementado con metalaxil



Crecimiento de un aislamiento de *P. infestans* en medio agar centeno (AC) suplementado con 100 µg/ml (A), 10 µg/ml (B), 1,0 µg/ml (C), 0,1 µg/ml (D) y 0 µg/ml de metalaxil respectivamente.

Identificación de grupos de apareamiento

Dado que es importante evitar el eventual ingreso al país de biotipos de *P. infestans* del grupo de apareamiento A2, esta actividad se realizó en el Laboratorio de Plant Pathology de la Universidad de North Dakota (USA) para la colección 2003-05. Esta actividad se ejecutó con la colaboración y el aporte del Dr Gary Secor y la Ing Agr. MSc. Viviana Rivera. El tipo de compatibilidad se determinó de acuerdo a la metodología empleada por Deahl et al (1991). Para esto se inoculó centralmente placas conteniendo medio agar centeno tipo b, con cilindros (5 mm) colonizados por micelio de cada aislamiento de *P. infestans* con tipo de apareamiento desconocido, el cual fue confrontado en lados opuestos de la placa a una distancia de 2 cm. con cilindros colonizados por micelio de aislamientos previamente identificados como A1 (PI 272 US1; A1) ó A2 (PI 369-3 US8; A2). Pares de placa de cada aislamiento fueron incubadas a 18 °C por un período entre 10 y 15 días para luego determinar microscópicamente la presencia de oosporas en la interfase de la zona de avance de ambas colonias. La formación de oosporas en presencia del aislamiento control A2, indicó el tipo de apareamiento A1 en el aislamiento de tipo de compatibilidad desconocido, de igual forma, si la formación de oosporas ocurre en presencia de A1 el aislamiento desconocido fue calificado como A2. Para confirmar la formación de estructuras de origen sexual se confrontaron los testigos definidos como A1 y A2. Para la identificación de grupos de apareamiento de la colección 2006-07, se enviaron 20 aislamientos al Laboratorio de Fungicidas de la Dra. Marie-Pascale Latorse de BayerCropscience en Francia (Service Fongicide Labo 129, 14-20 rue Pierre Baizet, 69009 LYON). Se adjunta protocolo e informe de resultados en Anexo.



Determinación de niveles virulencia

Las razas patogénicas o patotipos de *P. infestans* se determinan estableciendo la relación virulencia/avirulencia en distintos clones de papa que contienen diferentes genes mayores R de resistencia a tizón tardío. Esta batería de clones de papa con genes R conocidos ó diferenciales fueron importados desde Fargo, North Dakota, EE.UU. en el mes de Julio de 2004. El material ingresó como plántulas in Vitro provenientes de cultivo de tejido, con 2 copias por planta y los respectivos certificados fitosanitarios.

Los clones con genes R para tizón tardío se mantienen como plántulas in vitro y además como plántulas bajo el método de crecimiento de Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH). Los clones Wis R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11; R1.2.3.4 y Craig's Royal (control susceptible) serán utilizados en las pruebas de virulencia.

El método de multiplicación SAH consiste en transplantar la parte apical y el segundo nudo de plántulas in vitro (desinfectados con DG-6, solución desinfectante al 0.5%), a recipientes plásticos transparentes (con orificios en la tapa) que contienen arena estéril, luego de ser trasplantadas las plántulas se riegan con solución SAH, se tapan, se identifican y se mantienen en una sala adaptada con luz y temperatura adecuada para su crecimiento. Estas plántulas SAH se multiplican periódicamente, a partir del apical, para mantener un stock permanente y llevar a invernadero para comenzar las pruebas de virulencia.

Para mantener estas plántulas en el laboratorio e invernadero es necesario cumplir con la normativa sobre "Manual de procedimiento para la importación de material como cultivo in vitro" según la Resolución 633/03 y 3486/03 de Marzo del 2003, del Servicio Agrícola y Ganadero, SAG.



Multiplicación de plántulas diferenciales in Vitro e invernadero

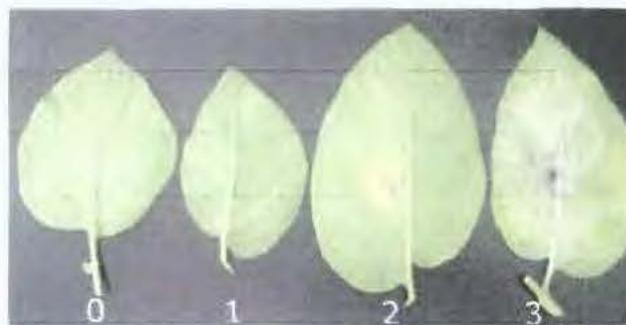


Los 11 clones diferenciales y Craig's Royal, multiplicados bajo el método SAH, fueron llevados a invernadero en distintas fechas consecutivas con el fin de tener plantas con el estado desarrollo requerido para realizar las inoculaciones in vitro, esto es desde hojas completamente expandidas hasta inicio de floración.

Para la estandarización del método se utilizaron hojas desarrollados de plántulas Craig's Royal, cultivar susceptible a todos los genes de virulencia del hongo, las que se obtuvieron desde plantas del invernadero el mismo día de la inoculación. Las muestras de hojas se llevaron al laboratorio en una caja plástica humedecida para mantenerlas frescas. Se seleccionaron hojas con 3 folíolos completamente desarrollados. En las cajas ya preparadas (toalla húmeda al fondo y una rejilla encima) se depositaron las hojas con el envés hacia arriba, en cada caja se tenían 4 hojas, 3 para inocular con el hongo y 1 como testigo. Esta se consideró una repetición. El testigo se inóculo con agua estéril. Se eligieron 4 aislamientos (19; 77; 94; 99) para la estandarización del método. Se evaluaron 3 concentraciones del hongo (10^3 , 10^4 y 10^5 zoosporas por ml) y 3 repeticiones cada uno. Una vez preparado el stock de zoosporas, se realiza un conteo microscópico utilizando un hemacitómetro. Se estandariza la concentración a utilizar mediante diluciones. Una vez listas las concentraciones se procede a depositar una gota (30 ul) del inóculo sobre cada uno de los folíolos, 3 por hoja, según tratamiento, luego las 36 cajas se tapan y se incuban en una habitación ambientada con aire acondicionado a 18°C y con luz artificial permanente, por 7 días. Se determinó, que las pruebas de virulencia se desarrollarían con concentraciones de 3×10^4 zoosporas/ml.

Para la determinación de los patotipos de los aislamientos de las colecciones 2003-05 y 2006-07, se utilizaron folíolos de los distintos diferenciales (R1 al R11), más un testigo positivo (Craig's Royal con el hongo) y un testigo negativo (Craig's Royal con agua). Cada uno de los aislamientos del hongo a evaluar se preparó como ya se describió previamente. Se utilizó un inóculo de 3×10^4 zoosporas/ml. Una vez inoculados los folíolos se dejaron en una habitación acondicionada a 18°C y con luz natural, durante siete días.

Después de la incubación las hojas fueron evaluadas según la escala descrita en la siguiente foto:



- 0= Sin síntomas
- 1= Hipersensibilidad.
- 2= Lesión de tizón < 1 cm, sin esporulación
- 3= Lesión de tizón > 1 cm, con esporulación



La foto muestra la cámara Neubauer en el microscopio utilizada para contar zooporas (1), rayado Neubauer con esporangios y zooporas en observación (2), hoja esporulada después de una inoculación (3), distintas imágenes de zooporas y esporangios al microscopio(4)



La foto muestra las plántulas en invernadero (1), recolección de hojas en invernadero (2), las cajas en incubación en sala con luz a 18°C (3), hojas con síntomas de necrosis después de 7 días de incubación (4) y escala de evaluación de 0 a 3 de izquierda a derecha, donde 0= Sin síntomas, 1= Hipersensibilidad, 2= Lesión de tizón < 1 cm, sin esporulación, 3= Lesión de tizón > 1 cm, con esporulación (5).

Posteriormente, los datos fueron estandarizados para determinar la sintomatología predominante en los diferenciales y los patotipos del hongo presentes. Se consideró una reacción positiva las evaluaciones 2 y 3, mientras que negativas las evaluaciones 0 y 1. Por lo que, basados en los 11 diferenciales se determinó en cuales diferenciales se presentaron reacciones positivas para cada aislamiento, determinándose este como un patotipo. Se calculó la frecuencia de aislamientos con un mismo patotipo, la complejidad de los patotipos y los genes de virulencia predominantes en la población.

Identificación molecular

La caracterización molecular de los aislamientos de *P. infestans* se realizaron mediante análisis de isoenzimas y de polimorfismos de ADN mediante marcadores microsatélites (SSR). Estas evaluaciones se llevaron a cabo en INIA-Remehue. Se utilizaron en total 282 aislamientos de *P. infestans* de la colección 2003-08, colectados en las diferentes temporadas en el sur de Chile. Como estándares se incluyeron 12 muestras de ADN de *P. infestans* enviadas por el Scottish Crop Research Institute (SCRI). Recientemente, se agregaron estándares provenientes de México, enviados por el Dr. Hector Lozoya, de la Universidad de Chapingo, y de Estados Unidos, enviados por el Dr Gary Secor de la Universidad Estatal de Dakota del Norte. De estos aislamientos se obtuvo solo micelio y ADN liofilizado, no infectivo.

El micelio de *P. infestans* se obtuvo según Goodwin y col (1987) desde cultivos de caldo de arveja. Una vez crecido el micelio colectado este se filtró y lavó con agua destilada desionizada estéril. El micelio recuperado se colocó en tubos centrifuga de 2 ml y se liofilizó durante 24.

El ADN genómico se obtuvo por extracción orgánica (fenol/cloroformo) y precipitación alcohólica utilizando un protocolo adaptado de Goodwin et al (1992), a partir de micelio liofilizado. El ADN obtenido se disolvió en 50 μ l de TE y se almacenó a -20°C . Para determinar la calidad del ADN extraído se realizó electroforesis en gel de agarosa al 0,8 %. El ADN se observó por fluorescencia en transiluminador con luz UV. La cantidad de ADN se determinó por absorbancia a 260 nm, en un espectrofotómetro. Todas las muestras fueron estandarizadas a una concentración de 20 ng/ μ l, para posteriormente ser ocupadas en la técnica PCR. (Sambrook y Russell, 1991)

Reacciones microsatélites (SSRs). La amplificación de ADN microsatélites se realizó según Lees y col. 2006, en base a protocolos y partidores enviados por Scottish Crop Research Institute (ver siguiente cuadro), con algunas modificaciones realizadas en laboratorio de Biotecnología de INIA-Remehue, utilizando la técnica reacción en cadena de la polimerasa (PCR). La mezcla de PCR consistió en 20 ng/ μ l de ADN genómico, 1X de buffer PCR (20 mM Tris, pH 8,0; 50 mM KCl; 2 mM MgCl_2), 0,125 mM de cada dNTP, 5 μ mol de cada partidor y 1U de enzima Taq polimerasa, para un volumen final de 20 μ l por reacción. La amplificación se desarrolló en un termociclador PTC100 MJ Research con el siguiente programa de PCR: 30 ciclos a 94°C por 1 min, temperatura de alineamiento: 58°C por 2 min, y 72°C por 1 min 30 s, finalmente un ciclo a 72°C por 5 min. Esta reacción se realizó con cada uno de los partidores seleccionados.

Marcadores microsatélites (SSR) y secuencias nucleotídica de partidores, tamaño del producto PCR esperado y número de alelos encontrados en aislamientos de *P. infestans*

Marcador SSR	Repetición en tandem	Secuencias Partidores	Longitud producto (pb)	N° alelos
Pi 02	(TG) ₁₁	F. CAGCCTCCGTGCAAGA R. AAGGTGCGCGAAGACC	154	8
Pi 04	(GT) ₆	F. AGCGGCTTACCGATGG R. CAGCGGCTGTTTCGAC	170	4
Pi 16	(GA) ₇	F. CACAGCACGCGGAATC R. ACGCCGAGTGTCTGA	177	3
Pi 26	(GT) ₉	F. GCAGTAGCCGTAGTCCTCAG R. GTTCCAAATCGTCAACCAAC	172	NT
Pi 33	(CAG) ₅	F. TGCCGACGACAAGGAA R. CGGTCTGCTGCTGCTC	203	3
Pi 56	(AT) ₁₀	F. ACAACTACTTATCGGCGTGC R. AGTAGGCTTCACGACCAGC	176	2
Pi 66	(GT) ₇	F. ACCGACAGCTTCTGAAACC R. AAAATAAGAAGAGATTGGTGCC	153	2
Pi 70	(AGG) ₈	F. ATGAAAATACGTCAATGCTCG R. CGTTGGATATTTCTATTTCTTCG	195	3

Fuente: Lees y col, 2006

La separación de los fragmentos amplificados se realizó por electroforesis en geles denaturantes de poliacrilamida al 6% (20:1; acrilamida: bisacrilamida), corridos a 1500 V por 3 horas. Para estimar el tamaño de los productos de PCR se utilizó un patrón de peso molecular Gene Ruler™ 50 pb DNA ladder. Los fragmentos de ADN SSRs fueron detectados a través de tinción con solución sales de plata.



Detección de isoenzimas GPI y PEP. Se evaluaron dos sistemas isoenzimáticos, peptidasa (PEP) y glucosa-6- fosfato isomerasa (GPI), que según según Forbes G. 1997, en geles de almidón y de poliacrilamida, para las temporadas 2003/05 y 2006/07, respectivamente

Análisis de datos: El patrón de bandas (alelos) obtenidos para cada microsatélite e isoenzima fue observado directamente en geles para cada genotipo de *P. infestans* y registrado en una matriz binaria en donde las bandas presentes se les asignó el valor 1 y a las ausentes el valor 0. El tamaño relativo de los alelos se determinó por comparación de movilidad en el gel con el marcador de tamaño molecular Gene Ruler™ 50 pb DNA Ladder, en el caso de los SSR, y para las isoenzimas estimó la migración relativa cada alelo desde el origen hasta donde migró. Los datos resultantes de los marcadores moleculares, isoenzimas y microsatélites, se ingresaron a una planilla de datos para luego estimar la similitud genética entre los genotipos de *P. infestans* utilizando el coeficiente de similitud SMC (Simple Matching Coefficient). En una tabla se ordenaron los distintos genotipos identificados y se compararon su frecuencia según la temporada de colección y lugar de colecta

Calibración de alerta temprana y desarrollo de estrategias de manejo químico con uso de pronosticadores

La planificación y el diseño de las parcelas se discutieron anualmente considerando los resultados de la temporada previa, el objetivo de producción, los cultivares más importantes y el sistema productivo de la localidad donde se establecieron las unidades productivas. Los diseños fueron enviados en el mes de Julio anualmente a cada uno de los encargados de las Unidades productivas, quienes se encargaron de coordinar la preparación de suelo y establecimiento de las unidades experimentales.

INIA-Remehue: evaluación de pronosticadores con riego y sin riego, resistencia varietal y estrategias químicas. Encargada: Ivette Acuña

Pindabue (SOQUIMICH): evaluación de pronosticadores. Encargado: Pablo Rosas.

INIA- La Pampa: evaluación de pronosticadores. Encargada: Ivette Acuña.

INIA-Butalcura: evaluación de pronosticadores. Encargado: Patricio Corvalan

Los Muermos: evaluación de pronosticadores. Encargada: Ivette Acuña

INIA-Tranapunte: evaluación de Pronosticadores, resistencia varietal y evaluación de control químico. Encargado: Juan Inostroza.

Pillalelbun (UCT): evaluación de pronosticadores. Encargado: Jaime Solano.

Puerto Saavedra: evaluación de pronosticadores. Encargado: Juan Inostroza

Hualpín: evaluación de pronosticadores. Encargado: Juan Inostroza.

Teodoro Schmidt, Liceo Cristo Rey: evaluación de pronosticadores. Encargados: Christian Bravo y Nayip Bravo.

INIA-Carillanea: evaluación de pronosticadores. Encargado: Juan Inostroza

Estos experimentos fueron establecidos en un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. La unidad experimental o parcela fue de 45 plantas distribuidas en 3 hileras a 0.75 cm de distancia y 15 plantas sobre hilera a una distancia de 0.3 cm. Durante la temporada los tratamientos fueron evaluados para la presencia de tizón tardío en el follaje determinando el porcentaje de follaje dañado por la enfermedad y el AUDPC (Area Under the Disease Progress Curve). A la cosecha se determinó la incidencia de tizón tardío en tubérculos y rendimiento según calibre.

En el análisis estadístico se usó el software Statistical Analysis System (SAS) (SAS/STATTM, 1988), Análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba F para medir las diferencias significativas de los tratamientos y se calculó las Diferencias Mínimas Significativas (LSD, $p=0.05$) entre medias. Los valores de índice de daño serán transformados mediante raíz cuadrada de x y los valores de porcentajes con arcoseno de la raíz cuadrada de $(X/100)$.

Calibración de sistema de alarmas

Para calibrar el sistema de alerta temprana se llevaron a cabo evaluaciones de incidencia y severidad de tizón tardío en parcelas experimentales de papa establecidas en las diferentes localidades donde se ubicaba una de las estaciones meteorológicas parte del proyecto o los datos de éstas podían extrapolarse a esta ubicación.

Los lugares de evaluación fueron:

- INIA-Remehue (Osorno, X región): Temporada 2004-05 y 2005-06, cultivar Yagana, riego.
- INIA-La Pampa (Purranque, X región): Temporada 2004-05 y 2005-06, cultivar Yagana, riego.
- INIA-Butalcura (Castro, X región): Temporada 2004-05 y 2005-06, cultivar Desirée, secano.
- Los Muermos (Predio Sr. Teodoro Rosemberg, Los Muermos, X región): Temporada 2004-05 y 2005-06, cultivar Desirée, secano.
- SOQUIMICH-Pindahue (Osorno, X región): Temporada 2005-06, cultivar FL20, riego.
- INIA-Tranapunte (Carahue, IX región): Temporada 2004-05 y 2005-06. Cultivar Desirée, secano.
- Puerto Dominguez (Predio Agricultor C. Huincullican, Saavedra, IX región, UCT): Temporada 2004-05, cultivar Desirée, secano.
- Puerto Saavedra (Predio Sr. Juan E. Luer, Saavedra, IX región): Temporada 2004-05, 2005-06, cultivar Desirée y Kart, secano.
- Hualpín (Predio Sr. Pablo Serra, Teodoro Schmidt, IX región): Temporada 2004-05 y 2005-06, cultivar Atlantic, riego.
- Teodoro Schmidt (Liceo Cristo Rey, Teodoro Schmidt, IX región): Temporada 2004-05 y 2005-06, cultivar Desirée, secano.
- INIA-Carillanca (Temuco, IX región): Temporada 2004-05 y 2005-06, cultivar Desirée, riego.
- EE. Pillanllenbun, UCT (Temuco, IX región): Temporada 2005-06, cultivar Desirée, riego.

Durante la temporada 2004-05 se evaluaron los siguientes tratamientos en cada unidad:



T1. Testigo sin aplicación. Permite evaluar el nivel de enfermedad de la temporada, inicio de síntomas y curva de progreso de la enfermedad.

T2. Aplicación a calendario fijo (siempre protegido). Permite medir el mejor control alcanzado, utilizando productos preventivos de contacto (Mancozeb, Clorotalonil)

T3. Aplicación según alarma. Permite evaluar la efectividad de la alarma para predecir condiciones. En este momento se contaba solo con el sistema de alerta DACOM a través de la colaboración con Plant plus on line de Holanda, quienes accedieron a evaluar este sistema en Chile. Los datos meteorológicos eran enviados vía correo electrónico a Holanda, posteriormente mediante una página web se accedía a la información de alertas.

T4. Tratamiento químico variable (evaluación de otras alternativas químicas por calendario fijo).

Dado que las estaciones meteorológicas en ese entonces no estaban conectadas, se estimó que los pronósticos dados por el sistema DACOM para INIA-Remehue e INIA-Carillanca podrían evaluarse en las respectivas unidades de la Región de Los Lagos-Ríos y de la Araucanía. Por lo que al momento de presentarse una alarma en estas lugares se avisó a los encargados de las parcelas para su aplicación.

En la temporada 2005-06 las estaciones estaban conectadas en red por lo que se pudo trabajar con datos meteorológicos locales. Además, se tuvo acceso a otros modelos de pronóstico para evaluar.

Los datos meteorológicos fueron obtenidos mediante conexión de telefonía móvil o Internet mediante e-mail. Los datos fueron procesados en el servidor de INIA-Remehue utilizando el software Castor 2.0 para los modelos de Blitecast y Negfry. Para el modelo DACOM, la información meteorológica fue enviada vía e-mail a Holanda, donde mediante una página web se recibía la información de alarmas. Igualmente, para este último, fue necesario mandar información respecto al estado de desarrollo de las plantas, densidad del cultivo, crecimiento de las plantas y presencia de tizón tardío. Esta información era enviada por los encargados de las unidades de evaluación a INIA-Remehue, desde donde fue redirigida a Holanda. Esta actividad se realizó con cierta frecuencia, sin embargo no con la sistematicidad semanal como se requería. No todos los encargados de las parcelas enviaron la información necesaria. Esta fue una de las limitantes prácticas del sistema DACOM.

Adicionalmente, durante esta temporada el modelo del sistema Blitecast fue calibrado de acuerdo al comportamiento de la enfermedad.

Cuando algún modelo marco una alarma, esta fue informada a los encargados de las unidades vía telefonía móvil, fija o correo electrónico. Los encargados eran responsables de realizar las aplicaciones según el programa.

Las alarmas para los sectores de Saavedra y Hualpin fueron evaluadas con datos meteorológicos de las estaciones de Tranapunte y Teodoro Schmidt, respectivamente.

Los tratamientos a evaluar fueron los siguientes:

Tratamiento	Observaciones	Dosis (PC./ha)
1 Sin Aplicación	Aplicar agua	
2 Aplicación a calendario fijo		
a. Mancozeb	Preventiva a los 60 días post plantación. Si hay presencia de Tizón tardío en el sector aplicar antes. Igualmente aplicar si la entre hilera se va a cerrar antes de 60 días.	2.0 K
b. Bravo	Aplicar 10 días después de la aplicación de Mancozeb y de ahí cada 10 días.	1.5 L
3 Pronosticador I. Blitecast		
a. Mancozeb	Preventiva a los 60 días post plantación. Si hay presencia de Tizón tardío en el sector aplicar antes. Igualmente aplicar si la entre hilera se va a cerrar antes de 60 días.	2.0 K
b. Bravo	Aplicar cuando el pronosticador lo indique. Se avisará vía teléfono o correo electrónico.	1.5 L
4 Pronosticador II. Negfy		
a. Mancozeb	Preventiva a los 60 días post plantación. Si hay presencia de Tizón tardío en el sector aplicar antes. Igualmente aplicar si la entre hilera se va a cerrar antes de 60 días.	2.0 K
b. Bravo	Aplicar cuando el pronosticador lo indique. Se avisará vía teléfono o correo electrónico.	1.5 L
5 Pronosticador III. Dacom		
a. Mancozeb	Preventiva a los 60 días post plantación. Si hay presencia de Tizón tardío en el sector aplicar antes. Igualmente aplicar si la entre hilera se va a cerrar antes de 60 días.	2.0 K
b. Bravo	Aplicar cuando el pronosticador lo indique. Se avisará vía teléfono o correo electrónico.	1.5 L

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta temporada, la temporada 2006-07 no se establecieron parcelas de calibración en las diferentes unidades productivas. Sin embargo se validó el sistema de alerta Blitecast calibrado con algunos directamente con agricultores(as) asociados al proyecto. Adicionalmente, en la EE. Pillanlelnbún se realizó un experimento para la evaluación del control de tizón tardío con aplicaciones a calendario fijo ó según alerta Blitecast ambos con productos preventivos, en 7 diferentes cultivares de papa.

Tratamientos de Calibración del sistema de alarmas y su interacción con cultivares.
Pillanlelbun, UCT, IX región, 2006-07

Tratamientos	
Cultivar	Aplicación
1 Desiree	Calendario Fijo
2 Desiree	Alarma
3 Yagana	Calendario Fijo
4 Yagana	Alarma
5 Karu	Calendario Fijo
6 Karu	Alarma
7 Pukará	Calendario Fijo
8 Pukará	Alarma
9 Michuñe azul	Calendario Fijo
10 Michuñe azul	Alarma
11 Clavela	Calendario Fijo
12 Clavela	Alarma
13 Cardinal	Calendario Fijo
14 Cardinal	Alarma

Calendario fijo: Aplicación de Manzate (Mancozeb) en dosis de 2kg PC /ha al los 60 días o cierre de hilera. Posteriormente, Bravo (Clorotalonil) en dosis de 1.5 l PC /ha cada 10 días.

Alarma: Aplicación de Manzate (Mancozeb) en dosis de 2kg PC /ha al los 60 días, cierre de hilera o a la primera alarma. Posteriormente, Bravo (Clorotalonil) en dosis de 1.5 l PC /ha según aviso de alarma.

Evaluación de tratamientos químicos

Es necesario realizar evaluaciones de eficiencia de control y estrategias de uso de los diferentes fungicidas que están en el mercado para el control de tizón tardío que ayude a determinar una recomendación basada en el producto adecuado en una determinada zona, objetivo de producción, cultivar y tamaño de la explotación con la utilización de pronosticadores. Para esto se establecieron parcelas experimentales evaluando alternativas de productos, dosis, paquetes de manejo preventivo, actividad curativa, fechas de aplicación y costos. Estas parcelas se establecieron anualmente en INIA-Remehue y en algunas temporadas en el CEE INIA Tranapunte.

Para establecer estos experimentos se utilizó cultivares susceptibles a la enfermedad, inóculo natural y se favoreció el desarrollo de la enfermedad con riego.

Los productos evaluados en diferentes temporadas y estrategias fueron:

Tratamiento		Dosis
Producto Comercial (p.c.)	Ingrediente activo (i.a.)	(p.c./ha)
Manzate	Mancozeb	2.0 kg
Dithane	Mancozeb	2.0 kg
Pomarsol forte	Thiuram	2.0 kg
Caldo Bordeles	Sulfato de Cobre	3.0 kg.
Bravo	Clorotalonil	1.5 L
Hortyl	Clorotalonil	2.16 kg
Stimo	Zoxamide + Mancozeb	2.5 kg
Shirlan	Fluazinam	0.5 L
Acrobat Mz	Dimetomorf + Mancozeb	2.0 kg
Forum	Dimetomorfo	0.36 L
Tatto C	Propamocarb HCL + Chorotalonil	2.5 L
Comet + Mancozeb	Pyraclostrobin + Mancozeb	0.5 L + 2.0 kg
Melody med	Iprovalicarb + Mancozeb	2.0 kg
Metalaxil MZ	Metalaxil + Mancozeb	2.0 kg
Curzate Mz	Cymoxanil + Mancozeb	2.0 kg
Fosfimax + Vitalem Forte	Fosfito de K + L aminoácidos	1.0 L + 0.6 L
Galben M	Benalaxil + Mancozeb	2.5 kg
Ridomil Gold Mz	Mefenoxam + Mancozeb	2.5 kg
Testigo	x	x

En la temporada 2003-04 se realizaron parcelas experimentales con el objetivo de determinar la eficacia de control de los fungicidas a evaluar, esto es la aplicación a calendario fijo del mismo producto durante la temporada, determinando el nivel de control sobre la enfermedad. Al mismo tiempo se establecieron experimentos para evaluar estrategias de manejo químico, mediante aplicaciones preventivas (previo inicio de síntomas) ó curativas (inicio de síntomas).



Tratamientos estrategias de manejo químico Temporada 2003-04

Trat.	Productos		Dosis (p.c./ha)	Aplicación de fungicida
	(p.c.)	(i.a.)		
1	Manzate	Mancozeb	2.0 Kg	Antes cierre de hiera
	Manzate	Mancozeb	2.0 Kg	20 días después
	Manzate	Mancozeb	2.0 Kg	20 días después
2	Ridomil Gold Mz	Mefenoxam + Mancozeb	2.5 Kg	Antes cierre
	Ridomil Gold Mz	Mefenoxam + Mancozeb	2.5 Kg	20 días después
	Ridomil Gold Mz	Mefenoxam + Mancozeb	2.5 Kg	20 días después
3	Manzate	Mancozeb	2.0 Kg	Antes cierre de hiera
	Bravo	Chlorotalonil	1.5 L	20 días después
	Bravo	Chlorotalonil	1.5 L	20 días después
4	No aplicación	x	x	Esperar síntomas
	Ridomil Gold Mz	Mefenoxam + Mancozeb	2.5 Kg	20 días desde cierre hileras
	Ridomil Gold Mz	Mefenoxam + Mancozeb	2.5 Kg	20 días después de aplicar
5	Manzate	Mancozeb	2.0 Kg	Antes cierre de hiera
	No aplicación	x	x	Esperar síntomas
	Ridomil Gold Mz	Mefenoxam + Mancozeb	2.5 Kg	40 días después de aplicar
6	Testigo	x	x	No aplicación

Se realizaron en total 3 aplicaciones por tratamiento, cv Yagana, INIA-Remehue

Dado los resultados de la temporada anterior, durante la temporada 2004-05 se realizaron 2 experimentos para la evaluación de estrategias de manejo de fungicidas para el control de tizón tardío, en un cultivar Yagana (susceptible). En general las estrategias tendieron a la aplicación de un producto en forma preventiva antes del cierre de la hilera para protección de hojas basales, para continuar con aplicaciones preventivas con productos de contacto como Thiuram, Clorotalonil, Mancozeb, Dimetomorpho-mancozeb, Sulfato de cobre, Zoxamide-mancozeb, o bien aplicaciones curativas al inicio de síntomas con productos como Mefenoxam, Metalaxil, Cimoxanilo o Dimetomorpho-mancozeb. Posteriormente, en floración se aplicó productos preventivos con efectos sobre tizón tardío y temprano. El objetivo es evaluar las alternativas que se puedan complementar con un sistema de alarmas, especialmente posterior al cierre de hilera.



Tratamientos estrategias de manejo quimico Temporada 2004-05.

Producto Comercial	Ingrediente Activo	Dosis (kg-L pc/ha)	Fechas de aplicación
Tatto C	Propamocarb + Clorotalonil	2.5	Antes cierre hilera
T1 Pomarsol Forte	Thiuram	2	Presencia enfermedad en la zona
Melody Med	Iprovalicarp + Mancozeb	2	Aplicación cada 10 días
T2 Pomarsol Forte	Thiuram	2	Antes cierre hilera
Bravo	Clorotalonil	1.5	Presencia enfermedad en la zona, Aplicación cada 10 días
T3 Manzate*	Mancozeb	2	Antes cierre hilera, Presencia enfermedad en la zona Aplicación cada 10 días
Manzate	Mancozeb	2	Antes cierre hilera
T4 Ridomil Gold MZ	Mefenoxan + Mancozeb	2.5	Presencia enfermedad en la zona
Bravo	Clorotalonil	1.5	Aplicación cada 10 días
T5 Manzate	Mancozeb	2	Antes cierre hilera
Curzate	Cymoxanil + Mancozeb	2	Presencia enfermedad en la zona
Bravo	Clorotalonil	1.5	Aplicación cada 10 días
T6 Testigo			

*Aplicado con Bond 210cc/ha

Se realizaron 5 aplicaciones por tratamiento, cv Yagana, INIA-Remehue



Tratamientos estrategias de manejo temporada 2004-05

Producto Comercial	Ingrediente Activo	Dosis (Kg o L pc/ha)	Fechas de aplicación
T1 Melody Med	Iprovalicarb+ Mancozeb	2	Aplicación preventiva
Pomarsol Forte	Thiuram	2	15 días después
Tatto C	Propamocarb + Clorotalonil	2.5	Cada 10 días
T2 Acrobat MZ	Dimetomorf + Mancozeb	2	Aplicación preventiva
Bravo	Clorotalonil	1.5	Cada 10 a 15 días
T3 Pomarsol Forte	Thiuram	2	Aplicación preventiva
Hortyl	Clorotalonil	1.5	Cada 10 a 15 días
T4 Acrobat MZ	Dimetomorf + Mancozeb	2	Aplicación preventiva
Comet + MZ	Pyraclostrobin + Mancozeb	0.5 + 2.0	15 días después
Manzate	Mancozeb	2	Cada 10 días
T5 Caldo Bordeles	Sulfato de Cu	3	Aplicación preventiva
T6 Stimo	Zoxamide + Mancozeb	2.5	Aplicación preventiva
Mancozeb	Mancozeb	2	15 días después
Stimo	Zoxamide + Mancozeb	2.5	Cada 10 días
T7 Pomarsol forte*	Thiuram	2	Aplicación preventiva
T8 Manzate	Mancozeb	2	Aplicación preventiva
Metalaxil MZ	Metalaxil + Mancozeb	2	15 días después
Hortyl	Clorotalonil	1.5	Cada 15 días
T9 Testigo			

*Aplicado con Induce 100cc/100L.

Se realizaron 5 aplicaciones por tratamiento, cv Yagana, INIA-Remehue.

En la temporada 2005-06 y 2006-07 se plantearon experimentos de estrategias de manejo químico con uso de pronosticadores. Para esto, se establecieron experimentos bajo condiciones de riego y seco. En seco se evaluó estrategias de tratamientos químicos bajo un sistema de calendario fijo y un sistema con alarma Blitecast con umbrales de 80% Humedad relativa y 18 grados de severidad acumulados. En condiciones de riego por aspersión se evaluó tratamientos a calendario fijo, alarma Blitecast con umbrales de 80% Humedad relativa y 18 grados de severidad acumulados y alarma Blitecast con umbrales de 70% Humedad relativa y 15 grados de severidad acumulados y cambios en días favorables. Esto último dado que bajo riego existen condiciones más favorables para la enfermedad. Se utilizó los cultivares Yagana y Desirée. Durante la temporada 2005-06 no se presentó un buen ataque de tizón tardío en la zona, por lo que no se pudo evaluar el efecto de los tratamientos. Sin embargo, durante la temporada 2006-07, se desarrolló una epifitía de la enfermedad en la zona sur, lo que permitió realizar una buena valuación de la incidencia y severidad de la enfermedad para cada estrategia.



Tratamientos de Estrategias de manejo químico con uso de pronosticadores Temporada 2006-2007.

	Tratamiento			Aplicación
	Producto comercial (PC)	Ingrediente activo (ia)	Dosis (PC/ha)	
1, 8 y 15	Manzate + Bond	Mancozeb + Latex	2.0 kg + 280 cc	A los 60 días o al cierre de hilera Posteriormente, cada 10 días o según alarma
2, 9 y 16	a. Manzate + Bond	Mancozeb + Latex	2.0 kg	Aplicación a los 60 días o al cierre de hilera.
	b. Bravo	Clorotalonil	1.5 l	Cada 10 días ó según alarma
	c. Ridomil Gold MZ	Mefenoxan + Mancozeb	2.5 kg	Plena flor ó según alarma
	d. Stimo	Zoxamide + Mancozeb	2.5 kg	Postfloracion ó según alarma
	e. Bravo	Clorotalonil	1.5 l	Senescencia ó según alarma
3, 10 y 17	a. Tattoo C	Propamocarb + Clorotalonil	2.5 l	Aplicación a los 60 días o al cierre de hilera.
	b. Bravo	Clorotalonil	1.5 l	Cada 10 días ó según alarma
	c. Tattoo C	Propamocarb + Clorotalonil	2.5 l	Plena flor ó según alarma
	d. Bravo	Clorotalonil	1.5 l	Cada 10 días ó según alarma
4, 11 y 18	a. Acrobat	Dimetomorfo + Mancozeb	2.0 l	Aplicación a los 60 días o al cierre de hilera.
	b. Bravo	Clorotalonil	1.5 l.	Cada 10 días ó según alarma
	c. Forum + Clorotalonil	Dimetomorfo + Clorotalonil	360cc + 1.5 l	Plena flor ó según alarma
	d. Bravo	Clorotalonil	1.5 l	Cada 10 días ó según alarma
5, 12 y 19	a. Curzate al cierre hilera	Cimoxanil + Mancozeb	2.0 kg	Aplicación a los 60 días o al cierre de hilera.
	b. Bravo	Clorotalonil	1.5 kg	Cada 10 días ó según alarma
	c. Stimo	Zoxamide + Mancozeb	2.5 kg	Senescencia ó según alarma
6, 13 y 20	a. Ridomil Gold Mz	Mefenoxan + Mancozeb	2.5 kg	Aplicación a los 60 días o al cierre de hilera.
	b. Bravo	Clorotalonil	1.5 l	Cada 10 días ó según alarma
	c. Shirland	Fluazinam	0.5 l	Senescencia ó según alarma
7, 14 y 21	a. Stimo	Zoxamide + Mancozeb	2.5 kg	Aplicación a los 60 días o al cierre de hilera.
	b. Bravo alternado Dithane NT	Clorotalonil ó Mancozeb	1.5 l ó 2.0 kg	Cada 10 días ó según alarma
	c. Stimo	Zoxamide + Mancozeb	2.5 kg	Senescencia ó según alarma
22	Testigo absoluto			Aplicación con agua

Tratamiento 1 al 7 se aplicaron en una estrategia a calendario fijo (CF), los tratamientos 8 al 14 fueron aplicados al presentarse alarma Blitecast con umbrales de 80% de humedad relativa y 18 grados de severidad acumulados (Alarma 1) y los tratamientos 15 al 21 fueron aplicados al presentarse alarma Blitecast con umbrales de 80% de humedad relativa, 15 grados de severidad acumulados y cambios en días favorables (Alarma 2), más 2 testigos absolutos. En seco solo se evaluará tratamientos 1 al 14, más dos testigos absolutos

Los testigos absolutos no tuvieron aplicación de fungicidas. En riego fueron los tratamientos 22 y 23, en seco los tratamientos 15 y 16.

3. Validación del sistema de pronósticos con la red de usuarios(as) asociados al proyecto.

Esta actividad tiende a validar técnicamente el uso masivo del sistema, que los asociados(as) y usuarios(as) potenciales del sistema lo conozcan, lo evalúen, lo utilicen y expresen sus comentarios, de modo de detectar la potencialidad del servicio de pronóstico de tizón tardío en el futuro.

Uso del sistema de alarma por usuarios de la red en las diferentes áreas

Las últimas temporadas del proyecto se puso a disposición de los usuarios(as) (asociados(as) al proyecto y otros) el sistema de alarmas de tizón. El objetivo fue que los usuarios/as conozcan el sistema, reciban recomendaciones y valoren su utilidad en el control del tizón tardío. Los usuarios/as recibieron la información disponible respecto a las condiciones predisponentes en las zonas donde están las estaciones meteorológicas. Esta información fue complementada con recomendaciones específicas de manejo integrado de tizón tardío incluyendo aplicación de productos químicos, según condiciones de inóculo del patógeno, cultivar, manejo cultural, etc., especialmente en la primera etapa del cultivo.

En la temporada 2006-07, se trabajó con 25 personas. Este contacto fue personificado, utilizando telefonía, dado que se ha comprobado que este es el sistema más expedito de contactar a los agricultores del sur. En los sectores asociados a pequeños agricultores(as), los encargados(as) de la actividad realizaron un seguimiento de lo ocurrido post-alarma. En los sectores de agricultores(as) medianos a grandes, ellos(as) fueron contactados directamente. Posteriormente, solo se realizaba un aviso de alarma, esto con el fin de determinar la utilidad de la información para la toma de decisiones en el manejo de la enfermedad.

En la temporada 2007-08, el sistema de alerta estuvo disponible como marcha blanca solo a través de la página web (<http://www.inia.cl/remehue/tizon>). Esta página cuenta con información sobre la enfermedad, reconocimiento de síntomas, fotografías, manejo y alertas por localidad. Para tener acceso a esta página se necesita un registro previo y una clave de acceso. En la sección de gráficos de alertas por localidad se redacta, cada ciertos días una recomendación de manejo según la localidad, desarrollo estimado del cultivo y condición de la enfermedad en la zona.

Evaluación de la efectividad del sistema de alarmas

En las temporadas 2006-07 y 2007-08 del proyecto, se evaluó in situ la incidencia de tizón tardío en los asociados(as) del proyecto y usuarios(as) del sistema de alerta. Para esto durante el mes de Diciembre y Enero de cada temporada se visitó a los agricultores(as), se evaluó el sistema de manejo de la enfermedad, se discutió estrategias de control y uso de alertas. Esta evaluación sirvió para constatar la efectividad de la alerta tanto en el sector donde está ubicada la estación meteorológica y como para zonas más alejadas respecto a la ubicación de ésta.

Evaluación y utilidad del sistema de alarmas por parte del usuario

Esta actividad es complementaria a la anterior, en la cual se evalúa la opinión de los usuarios/as del sistema, su apreciación en cuanto a las ventajas y desventajas de su uso, recomendaciones y potencialidad de usar y el sistema como servicio a futuro. Esta se realizó a través de encuestas. Para realizar la encuesta se construyó un cuestionario para establecer algunos parámetros productivos, como también, la opinión de los agricultores respecto a la utilización del sistema de alerta y su efectividad como instrumento de apoyo a la toma de decisiones para el control del tizon tardío



3. Actividades del Proyecto:

ACTIVIDADES PROGRAMADAS DEL PROYECTO					
Objetivo	Actividad	Descripción	Fecha Inicio Fecha término Programado	Fecha Inicio Fecha Término real	Comentarios
1	1	Adquisición de equipamiento	Diciembre 2003 Junio 2004	Diciembre 2003 Junio 2005	La compra de los equipos tomó más tiempo del esperado dado que las cotizaciones se demoraron en llegar. Además, el 2005, BayerCropscience realizó un aporte al proyecto para la compra de una estación Campbell Cientific que reemplazó a una de las estaciones de la red con problemas de comunicación.
1	2	Instalaciones de estaciones y servidores	Diciembre 2003 Diciembre 2004	Diciembre 2003 Diciembre 2005	Durante el 2006 se instaló la estación Campbell. Además una de los MODEM en una de las estaciones debió ser reemplazado por destroz.
2	1	Diseño y establecimiento de parcelas experimentales para la evaluación del pronóstico	Diciembre 2003 Diciembre 2006	Diciembre 2003 Diciembre 2006	Se cumplió con lo establecido
2	2	Evaluación de resistencia relativa a Tizón tardío de cultivares de papa.	Diciembre 2003 Mayo 2007	Diciembre 2003 Mayo 2007	Se cumplió con lo establecido
			Diciembre 2003	Diciembre 2003	Esta actividad es



2	3	Implementación de una red de información para la presencia de inóculo.	Junio 2007	Marzo 2008	continua, durante la temporada 2007-08 funcionó a través de la página web del proyecto
2	4	Recolección de aislamientos de <i>P. infestans</i> .	Enero 2004 Mayo 2005	Enero 2004 Mayo 2005 Diciembre 2006 Mayo 2007 (*)	La colección 2003-05 se realizó de acuerdo a lo planificado. Dado el ataque de tizón tardío en la temporada 2006-07, se solicitó a FIA el uso de los montos de imprevistos para una nueva colección (*)
2	5	Caracterización de <i>P. infestans</i> . Resistencia a Metalaxil.	Mayo 2005 Diciembre 2005	Mayo 2005 Enero 2006 Junio 2007 Marzo 2008(*)	Se cumplió con lo establecido
2	6	Caracterización de <i>P. infestans</i> . Identificación de grupos de apareamiento.	Mayo 2005 Diciembre 2005	Mayo 2005 Diciembre 2006 Junio 2007 Marzo 2008(*)	Los aislamientos fueron enviados a EE.UU para la colección 2003-05 y a Francia para la del 2006-07. Los informes llegaron más tarde.
2	7	Caracterización de <i>P. infestans</i> . Importación de clones de papa con genes R y multiplicación.	Enero 2004 Agosto 2004	Enero 2004 Octubre 2004	Se cumplió con lo establecido
2	8	Caracterización de <i>P. infestans</i> . Determinación de niveles de virulencia.	Agosto 2004 Mayo 2006	Agosto 2004 Enero 2007 Agosto 2007 Diciembre 2007(*)	Al principio se necesitó estandarizar la metodología según condiciones de la infraestructura existente, por lo que tomó más tiempo del planificado para caracterizar la primera colección.
2	9	Caracterización de <i>P. infestans</i> . Identificación molecular.	Septiembre 2004 Agosto 2006	Septiembre 2004 Abril 2007 Febrero 2008 Marzo 2008(*)	Fue necesario estandarizar la metodología y capacitar al personal, por lo que para la primera colección tomó más tiempo del



					planificado. Igualmente, para la colección 2006-07, fue necesario esperar muestras estándares enviadas desde México y EE.UU. para la comparación de las poblaciones.
2	10	Caracterización de <i>P. infestans</i> . Monitoreo de poblaciones de <i>P. infestans</i>	Octubre 2006 Septiembre 2007	Octubre 2006 Marzo 2008	Se cumplió con lo establecido. La actividad continuó en la temporada 2007-08.
2	11	Evaluación de tratamientos químicos de control de tizón tardío.	Diciembre 2003 Mayo 2007	Octubre 2006 Mayo 2007	Se cumplió con lo establecido
2	12	Calibración del sistema de alarmas de tizón tardío.	Diciembre 2003 Mayo 2007	Diciembre 2003 Mayo 2007	Se cumplió con lo establecido. Adicionalmente, la temporada 2007-08 se repitió un experimento en INIA Remehue. En el informe se comentan algunos resultados.
3	1	Uso del sistema de alarma por usuarios de la red en las diferentes áreas	Octubre 2005 Marzo 2007	Mayo 2006 Marzo 2008	El sistema de alarma tomó una temporada más de lo planificado en estar disponible para los usuarios, dado que la red no estaba disponible y se estaba modificando los modelos de procesamiento de datos online.
3	2	Evaluación de la efectividad del sistema de alarma	Febrero 2006 Mayo 2007	Mayo 2006 Marzo 2008	Esta actividad se pudo realizar una vez que el sistema estaba en uso
3	3	Evaluación y utilidad del sistema por parte	Marzo 2006 Mayo 2007	Junio 2006 Marzo 2008	Esta actividad se pudo realizar una vez que el sistema estaba en uso.



		del usuario			
4	1	Día de campo	Enero 2004 Enero 2007	Enero 2004 Marzo 2007	Se cumplió con lo planificado. Se realizaron charlas en una gran cantidad de días de campo ya sea del proyecto o asociados a otras actividades.
4	2	Asistencia a congresos	Octubre 2004 Septiembre 2007	Marzo 2004 Noviembre 2007	Se cumplió con lo planificado. Se presentaron 14 trabajos en congresos científicos nacionales e internacionales
4	3	Seminarios	Agosto 2005 Octubre 2007	Septiembre 2005 Noviembre 2007	Se cumplió con lo planificado. Se presentaron trabajos relacionados al proyecto en 4 seminarios de organización del proyecto o asociados.
4	4	Página web	Octubre 2005 Septiembre 2007	Agosto 2005 Marzo 2008	La página se comenzó a planificar y preparar a tiempo, sin embargo solo pudo estar disponible en la temporada 2007-08, dado que se preparó una plataforma de información que trabaje directamente desde el servidor central.
4	5	Publicaciones	Julio 2006 Septiembre 2007	Septiembre 2004 Marzo 2008	Se publicaron 3 informativos relacionados al proyecto, con financiamiento del proyecto y otras fuentes. Además se publicó un artículo científico en Applied Plant Research 12, 2007, con los principales resultados de este proyecto. Igualmente, está en edición un manual de



4. Resultados del Proyecto:

A continuación se presentan los principales resultados del proyecto según objetivo, actividad y resultado esperado.

1. Implementar una red de estaciones meteorológicas y procesamiento de datos para pronóstico de tizón tardío en zonas paperas importantes de la zona sur

Actividad 1.1. Adquisición de equipamiento		
Lugar de ejecución	INIA-Remehue INIA-Quilamapu	Fecha inicio: Diciembre 2003 Fecha término: Abril 2006
Resultado esperado: Identificar, cotizar y adquirir los equipos meteorológicos, hardware y de comunicación.		

Durante la ejecución del proyecto se adquirió equipamiento para fortalecer la implementación de la red meteorológica, procesamiento de datos y comunicaciones. Además, se adquirió equipos de laboratorio para la ejecución de las actividades relacionadas a la caracterización de *Phytophthora infestans*.

El primer paso fue obtener cotizaciones de proveedores, considerando una serie de requisitos:

Estaciones meteorológicas: Para realizar las cotizaciones que permitan definir la adquisición de las estaciones meteorológicas se definió lo siguiente:

1. Las estaciones deben cumplir con los requerimientos para implementar el modelo de alerta temprana para tizón tardío y deberían tener la flexibilidad para adaptarse a nuevos requerimientos de datos a recolectar para otros modelos de alerta temprana.
2. Para el tizón tardío, la estación debe tener a lo menos los siguientes sensores: sensor de temperatura y humedad relativa del aire, velocidad del viento, radiación, pluviometría, sensor de humedad de hoja.
3. La estación se debe alimentar por medio de paneles solares y baterías que permitan ser instaladas en sectores sin energía eléctrica.
4. Deben tener la posibilidad de establecer comunicación remota para la bajada de los datos desde un servidor central.
5. El sistema de comunicación debe permitir comunicarse por medio del uso de tecnología GSM, que corresponde a la tecnología utilizada por las redes de ENTEL y Telefónica, las cuales tienen cobertura en los sitios de interés.
6. Debe disponer de un software que permita establecer la comunicación entre el servidor central y la estación meteorológica.
7. Debe ajustarse a los presupuestos de que dispone el proyecto.
8. Calidad y cercanía del servicio de post venta.

Bajo estos criterios y especialmente los costos de las estaciones, se adquirieron 2 estaciones modelo HL20 que ofrecía AMBIMET. Igualmente, la Ilustre Municipalidad de Teodoro Schmidt compró una estación modelo HL10 para ponerla a disposición del proyecto.

Unidades de comunicación: Se adquirieron tres unidades de comunicación consistentes en módems BLUTREEWIRELESS modelo M2M Express, junto a sus respectivas antenas para establecer la comunicación con las estaciones meteorológicas in situ y el servidor en INIA-Remehue.

Computadores: Se adquirieron 2 PC, uno para ser utilizado como servidor el otro como PC de desarrollo y procesamiento de datos. Las características de los computadores adquiridos son: Servidor: disco duro de 80 Gb con una RAM de 512 y una velocidad de 3.06 Ghz, Pentium 4. PC Datos: disco duro de 40 Gb con una RAM de 256 y una velocidad de 2.26 Ghz, Pentium 4.

Panel solar, marco de panel solar, regulador de carga, batería: Se adquirió 2 unidades de cada uno de estos equipamientos, los cuales se utilizaron para completar la red de estaciones meteorológicas.

Datalogger CR1000 Campbell Cientific y sensores: La empresa BayerCropscience S.A. se unió al proyecto el año 2005, realizando un aporte en efectivo. Con este financiamiento se adquirió 2 datalogger CR 1000 y sensores de temperatura y humedad relativa. Estos se utilizaron para completar la red de estaciones meteorológicas programadas en el proyecto, especialmente para los sitios donde las estaciones existentes no permitían comunicación inalámbrica.

Respecto a las demás adquisiciones el estado de avance es el siguiente:

Cámara de electroforesis: Se realizó la compra de este equipo a Equilab Ltda. La cámara está en el laboratorio de Biotecnología de INIA Remehue, y está siendo utilizada para la caracterización de los genotipos de *P. infestans* de las colecciones 2003-04, 2004-05 y 2006-07.

Centrífuga: Se adquirió este equipo, quedando en comodato en el Laboratorio Regional del Servicio Agrícola y Ganadero, para la realización de los trabajos de aislamiento y purificación de las poblaciones de *P. infestans*.

La adquisición de este equipamiento consideró un gasto de \$10 808 000 como aporte FIA. Además de aporte de BayerCropscience S.A. de \$2.435.260.

Los equipos adquiridos por FIA están en comodato con INIA-Remehue.



Actividad 1.2. Instalaciones de estaciones y servidores

Lugar de ejecución: Regiones de Los Lagos, Los Ríos y La Araucanía
Fecha inicio: Diciembre 2003
Fecha término: Abril 2006

Resultado esperado: Estaciones meteorológicas establecidas y servidores instalados

Al finalizar este proyecto la red de estaciones meteorológicas para alerta de tizón tardío está configurada con el equipamiento que se muestra en el siguiente Cuadro:

Región	Localidad	Marca estación	Conexión	Estado	Comunicación	Observación
La Araucanía	INIA-Carillanca (Vilcún)	Campbell	Internet	En red	Cable 485	Los datos se bajan de la estación a un computador de Carillanca y se envían a Remehue por e-mail
	Teodoro Schmidt	HL-10	Celular Telefónica	En red	Bluetree con chip de Telefónica	La información se baja al servidor del sistema
	INIA-Tranapuente (Carahue)	Campbell CR10X	Celular ENTEL	En red	Bluetree con chip de ENTEL	La información se baja al servidor del sistema
	EE. UCT (Pillanlelbuñ)	HOBO Weather-H21	Computador de bolsillo	En red	Internet	Los datos se bajan de la estación con el uso de un computador de bolsillo (Palm) y se envían a Remehue por e-mail
Los Lagos y Los Ríos	INIA-Remehue (Osorno)	Campbell CR10X	Celular ENTEL	En red	Bluetree con chip de ENTEL	La información se baja al servidor del sistema
	SQM Remehue (Osorno)	Davis Vantage pro	Celular ENTEL	No conectada	Bluetree con chip de ENTEL	Esta estación es privada, por lo que su continuidad en el sistema dependerá de

						los propietarios
INIA-La Pampa (Purranque)	Campbel 1 CR1000	Celular ENTEL	En red	Bluetree con chip de ENTEL	La información se baja en forma remota	
Los Muermos	HL-20	Celular ENTEL	En red	Bluetree con chip de ENTEL	La información se baja en forma remota	
INIA-Butalcura (Castro)	HL-20	Celular TELEF ONICA	En red	Bluetree con chip de Telefónica	La información se baja en forma remota	
Bayer Cropsience (La Unión)	Metos	Internet	En red	Internet	La información se obtiene de tablas en internet. Esta es una estación privada, por lo que su continuidad en el sistema dependerá de sus propietarios.	
INIA-Remehue	PC Genérico o Servidor	Celular ENTEL	En red	Bluetree con chip de ENTEL	Concentra y procesa los datos.	

Como se puede observar la red meteorológica está compuesta por 11 estaciones, de las cuales 9 están conectadas por telefonía móvil o con envío de datos por Internet. La estación Hobo, perteneciente a la Universidad Católica de Temuco en Pillanelbun, no pudo ser conectada via estos sistemas y necesita de un operador con computador de bolsillo para bajar los datos todos los días. De modo que la factibilidad que esta estación continúe en la red dependerá del mejoramiento de su sistema de comunicación.

Igualmente, las estaciones pertenecientes a SOQUIMICH y BayerCropsience S.A., dado que son privadas, su continuidad como parte de la red de estaciones para alerta de tizón tardío dependerá de sus propietarios. Sin embargo, la estación de SOQUIMICH en la última temporada (2006-07) presentó problemas de calibración y compatibilidad con el MODEM utilizado, por lo que no se pudo obtener datos de calidad para procesamiento.

Adicionalmente, el servidor instalado en INIA-Remehue está instalado y funcionando sin problemas. En la última temporada los datos de las estaciones conectadas se obtuvieron y procesaron sin problema. El sistema de alerta temprana para tizón tardío se validó con agricultores en la temporada 2006-07 con buen éxito y en la temporada 2007-08 está funcionando online y abierto a los usuarios.



Actividad 1.3. Validación, adaptación y establecimiento de redes de comunicación y procesamiento de datos.

Lugar de ejecución:	Regiones de Los Lagos, Los Ríos y Araucanía	Fecha inicio: Enero 2004 Fecha término: Septiembre 2007
Resultado esperado: Redes de comunicación y procesamiento de datos funcionando		

Actualmente se cuenta con una red de estaciones meteorológicas automáticas (EMAs) que abarcan las principales zonas productoras de papa de las regiones de Los Lagos y La Araucanía.

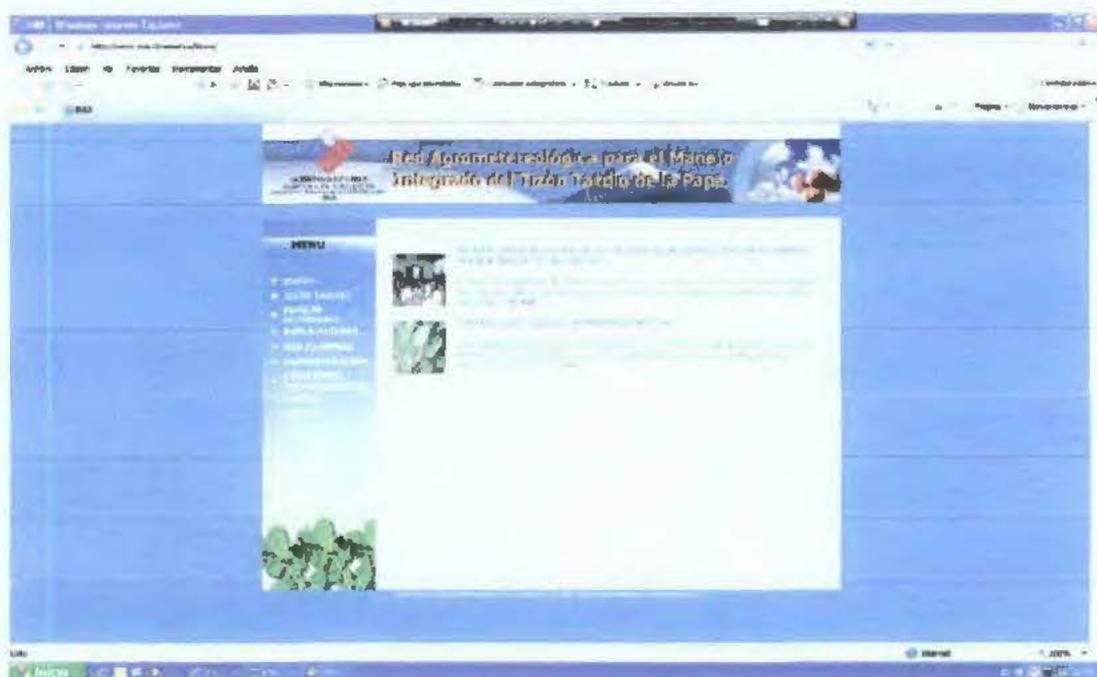
La red de estaciones actualmente esta compuesta por 4 estaciones en la X Región en las comunas de Dalcahue, Chiloé, Sector Los Canelos en Los Muermos, La Pampa en Purranque, Remehue en Osorno; y 3 en la IX Región en las comunas de Vilcun, Teodoro Schmit, Carahue.

Además durante la ejecución del proyecto se contó con estaciones en Rapaco en la comuna de La Unión X Región y Pillalelbun en Temuco. Hoy no se cuenta con estas estaciones ya que al no poder operarse por telefonía celular representan un problema operativo en la colección diaria de datos.

En efecto el conjunto de EMA's que están operativas actualmente se comunican mediante telefonía celular a un servidor donde se compilan los datos meteorológicos, se validan y se procesan en el modelo de alerta de tizón.

Para el procesamiento de los datos se utiliza un software desarrollado en el proyecto que permite homologar y validar los datos meteorológicos y realizar el procesamiento de los mismos bajo el modelo Blitecast y así generar la información de pronóstico y alerta temprana. Este software esta desarrollado en Visual Basic y permite publicar la información rápidamente en Internet minimizando la intervención de usuarios, ahorrando tiempo y disminuyendo la posibilidad de errores.

El proceso de publicación de los datos y la información de pronóstico se realiza en el sitio web www.inta.cl/remehue/tizon del cual se presenta la pagina de inicio a continuación.



En este sitio web se ha volcado gran parte de la información generada por el proyecto y otras de interés generada por otros investigadores en centros de investigación internacionales

La información de pronóstico de las condiciones de las condiciones para la aparición de la enfermedad se presenta en la sección "ver alarmas" para lo cual hay que registrarse. El registro es con fines de contabilizar el número y tipo de usuarios que consultan la pagina.

Al momento de la redacción de este informe se cuenta con el registro 112 usuarios descontados los tres usuarios administradores del sitio. Entre estos se encuentran agricultores (de todos los estratos), autoridades del ministerio de agricultura en la X Región, funcionarios de INDAP, profesionales asesores de agricultores, etc.

Durante la temporada 2007/2008, la información se ha generado diariamente y ha quedado disponible para los usuarios registrados en el sistema. Este se presenta por estación meteorológica y según un calendario de fechas de emergencia en un formato grafico con las recomendaciones generales dadas por un especialista

2. Evaluar alternativas de control integrado del Tizón tardío de la Papa basado en el uso de pronosticadores.

Actividad 2.1. Diseño y establecimiento de parcelas experimentales para la evaluación del pronóstico.		
Lugar de ejecución:	Regiones de Los Lagos, Los Ríos y Araucanía	Fecha inicio: Diciembre 2003 Fecha término: Octubre 2006
Resultado esperado: Parcelas experimentales diseñadas y establecidas.		

Para cada temporada agrícola de ejecución del proyecto (2003-07) se planificó y estableció parcelas experimentales en las localidades comprometidas en el estudio de acuerdo a los objetivos del proyecto

Evaluación de resistencia varietal: Se establecieron parcelas experimentales con el objetivo de evaluar la resistencia varietal de cultivares comerciales y de líneas avanzadas del programa de mejoramiento de INIA. Las parcelas fueron establecidas durante 4 años en 3 localidades: INIA-Tranapunte, INIA-Remehue e INIA-Butalcura, utilizándose un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones.

Evaluación de control químico: Se establecieron parcelas experimentales en INIA-Remehue e INIA Tranapunte para evaluar la eficiencia de control relativa de diversos funguicidas disponibles en el mercado para el control de tizón tardío. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones.

Estrategias de manejo químico: En las últimas temporadas del proyecto se establecieron parcelas experimentales en INIA-Remehue, INIA Tranapunte y en la estación experimental de la UCT, Pillanlelbun, para evaluar diferentes estrategias de control químico que lleven a un control más eficiente, económico y sustentable del tizón tardío, con uso de pronosticadores. Los experimento utilizaron un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones

Calibración de pronosticadores: Durante tres temporadas se evaluó el sistema de pronóstico estableciendo parcelas experimentales para calibrar, evaluar y determinar la eficiencia de los sistemas de alarma en INIA-Remehue (Osorno), INIA-La Pampa (Purranque), INIA-Butalcura (Castro), Los Muermos, INIA-Tranapunte (Carahue), Puerto Domínguez, Puerto Saavedra, Hualpin, Teodoro Schmidt e INIA-Carillanca

En cada una de estas localidades las parcelas estuvieron en un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones.

Los diseños de las parcelas experimentales fueron propuestos por la coordinadora del proyecto y discutidos y consensuados pro el equipo técnico. El establecimiento, evaluación y manejo de cada una de las unidades experimentales estuvo a cargo de la persona designada y descrita en el proyecto en cada ubicación.



Actividad 2.2. Evaluación de resistencia relativa a Tizón Tardío de cultivares de papa.

Lugar de ejecución	INIA-Tranapunte INIA-Remehue INIA-Butalcura	Fecha inicio: Diciembre 2003 Fecha término: Mayo 2007
---------------------------	--	--

Resultado esperado: Conocimiento de la resistencia relativa a tizón tardío de los principales cultivares comerciales

Durante las temporadas 2004-05, 2005-06 y 2007-08 se establecieron parcelas experimentales en INIA Remehue (Osorno), INIA-Tranapunte (Carahue) e INIA Butalcura (Castro) para la evaluación de cultivares comerciales de papa y líneas avanzadas del programa de mejoramiento de papa del INIA.

Se evaluaron los siguientes cultivares:

Cultivares o clones avanzados INIA	Lugar de evaluación		
	INIA Remehue	INIA Butalcura	INIA Tranapunte
	Osorno	Castro	Carahue
1 Pukara	X	X	X
2 Ona	X	X	X
3 Karu	X	X	X
4 Yagana	X	X	X
5 Pehuenche	X	X	X
6 Ranger Russet	X	X	X
7 Atlantic	X	X	X
8 Shepody	X	X	X
9 Desiree	X	X	X
10 Asterix	X	X	X
11 Monalisa	X	X	X
12 Cardinal	X	X	X
13 Amadeus	X	X	X
14 Granola	X	X	X
15 Rosara	X	X	X
16 Rx 90020-9	X	X	X
17 R 91193-1	X	X	X
18 R 91015-20	X		X
19 R 91034-6	X		X
20 R 90029-241	X		X
21 R 89063-59	X		X
22 R A448-1	X		

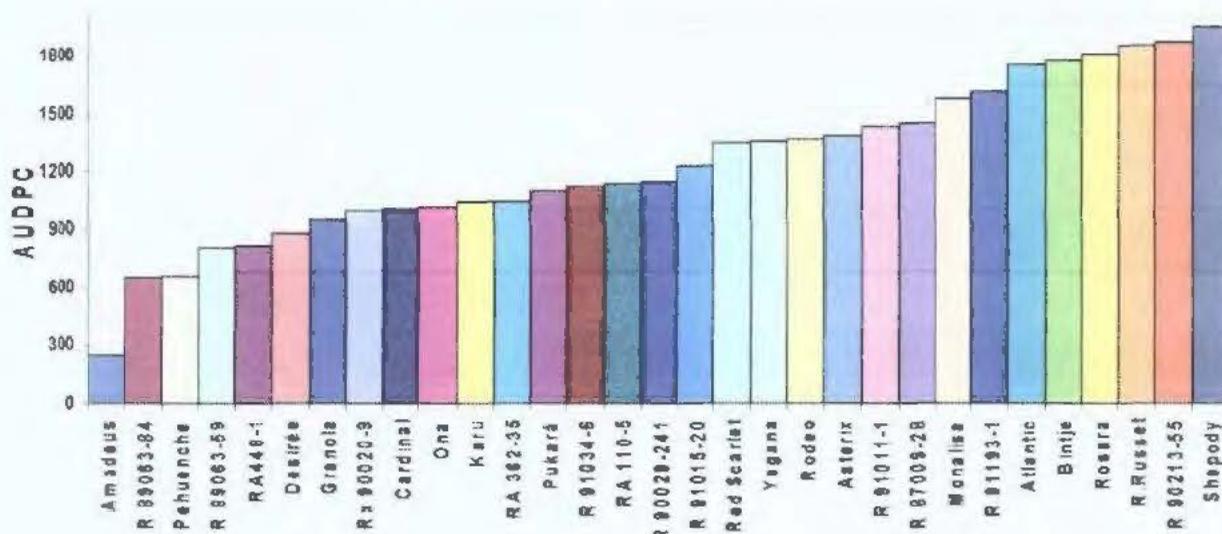


23	R 6384	X	X	X
24	Rodeo	X	X	X
25	Red Scarlet	X	X	X
26	Bintje	X	X	X
27	R 90213-55	X		
28	R 87009-28	X		
29	RA 362-35	X		
30	RA 110-5	X		
31	R 91011-1	X		

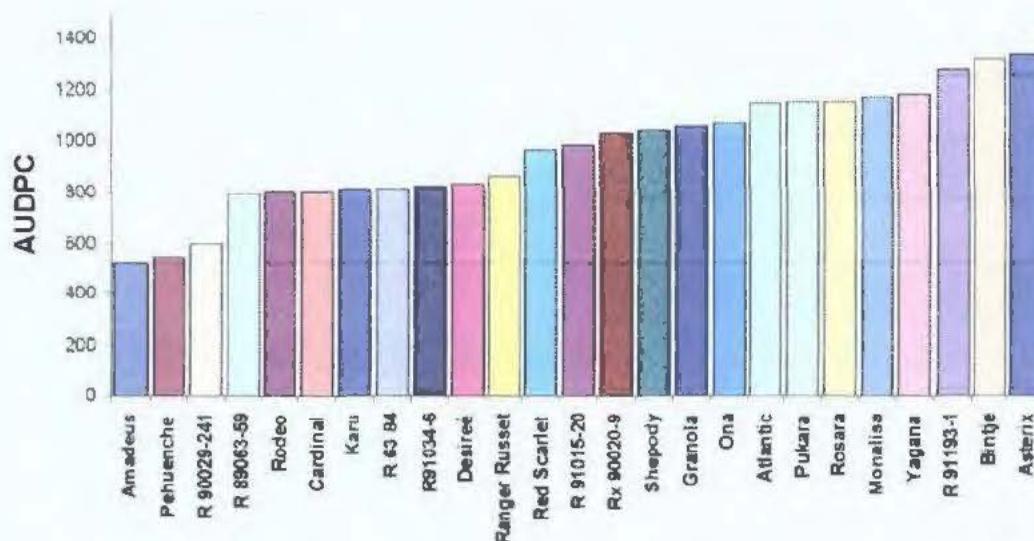
Durante cada temporada los cultivares fueron evaluados para la incidencia y severidad de tizón tardío en el follaje determinando el porcentaje de follaje dañado por la enfermedad de acuerdo a la escala CIP (Henfling, 1987), para luego determinar el AUDPC (Area Under the Disease Progress Curve) (Campbell and Madden, 1990). La evaluación se realizó bajo condiciones de infección natural. La comparación de cultivares se realizó mediante análisis de varianza y comparación de media (LSD $p=0.05$).

Durante los periodos de evaluación la incidencia y severidad de Tizón tardío fue variable según zona y temporada. Incluso en la temporada 2005-06 en Osorno la enfermedad se presentó tan tardíamente (fines de Febrero-Marzo), que las plantas estaban muy maduras y se escaparon a la infección. A diferencia en la última temporada 2006-07, la incidencia fue bastante alta en toda la zona sur, por lo que los cultivares mostraron diferencias significativas entre ellos.

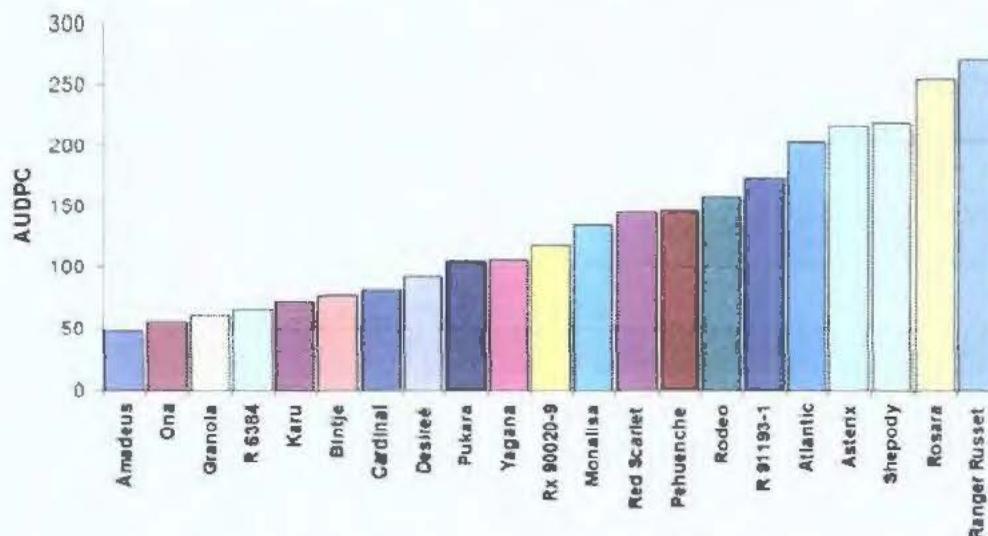
A continuación se muestra los valores de AUDPC de la última temporada para los cultivares evaluados en Osorno, Carahue y Castro



Resistencia relativa a Tizón Tardío en cultivares de papa y líneas avanzadas del programa de mejoramiento de INIA, expresada como AUDPC en parcelas experimentales en INIA-Remehue, Osorno, Provincia de Osorno, temporada 2006-07. LSD=271.52



Resistencia relativa a Tizón Tardío en cultivares de papa y líneas avanzadas del programa de mejoramiento de INIA, expresada como AUDPC en parcelas experimentales en INIA-Tranapunte, Carahue, Provincia de Cautin, temporada 2006-07. LSD=367.81.



Resistencia relativa a Tizón Tardío en cultivares de papa y líneas avanzadas del programa de mejoramiento de INIA, expresada como AUDPC en parcelas experimentales en INIA-Butalcura, Castro, Provincia de Chiloé, temporada 2006-07. LSD= 89.82

Durante todas las temporadas de estudio, los cultivares Amadeus, Pehuenche y la línea R8906384 mostraron una muy buena resistencia a la enfermedad. Estos cultivares aunque presentaron presencia de tizón tardío, relativamente fue menos que otros cultivares. Igualmente, al considerar la susceptibilidad, Shepody fue una de las más susceptibles. El cultivar Yagana presentó una alta susceptibilidad también, sin embargo fue variable según la zona de evaluación. Desirée, el cultivar de más superficie en Chile, siendo un cultivar que bajo condiciones favorables para tizón tardío presenta daños de esta enfermedad, relativamente se clasificó de susceptibilidad media a baja.

Cabe destacar que Shepody y Yagana son cultivares utilizados para producción agroindustrial en la zona sur, con un manejo que implica riego por aspersión, altas fertilizaciones nitrogenadas y largos periodos de producción. Dado esto, los productores deben fortalecer sus estrategias de manejo. A diferencia, Desirée es un cultivar que generalmente se maneja bajo condiciones de secano y producciones para consumo fresco. Dado estos resultados, en la última temporada del proyecto se evaluaron experimentos considerando los factores de susceptibilidad, estrategias de manejo químico y riego. Estos resultados se comentan más adelante en este informe.



Actividad 2.3. Implementación de una red de información para la presencia de inóculo.

Lugar de ejecución:	Regiones de Los Lagos, Los Ríos y Araucanía	Fecha inicio: Diciembre 2003 Fecha término: Diciembre 2007
Resultado esperado: Presencia de inóculo de <i>Phytophthora infestans</i> informada durante la temporada de cultivo.		

Durante la temporada 2003-04 se prospectaron 313 estaciones de la IX y X región abarcando la totalidad de los sectores de la Décima Región desde Valdivia hasta Chaitén mientras que en la IX región se prospectaron las comunas de Carahue, Pto Saavedra, Fresia, Toltén y Teodoro Schmidt correspondientes a la oficina SAG Imperial, determinándose en todas ellas la presencia de inóculo de *P. infestans*.

Durante la temporada 2004-05 se prospectaron un total de 346 estaciones en ambas regiones, detectándose también la presencia de inóculo en todos los sectores prospectados de estas regiones. Esta información permitió el monitoreo de la enfermedad en 659 estaciones de ambas regiones, información que se encuentra georeferenciada para ambas temporadas

En la temporada 2005/06 se trabajó con los agricultores y asociados del proyecto, quienes utilizaron el sistema de pronóstico esa temporada. Ellos estuvieron alerta para la primera detección de la presencia de síntomas de la enfermedad. Las condiciones para el desarrollo de tizón tardío se presentaron tarde en la temporada, por lo que gran parte de las plantaciones escaparon al ataque de la enfermedad. Sin embargo, en las zonas de calibración de las alarmas, los participantes del proyecto estuvieron atentos a la aparición de los primeros síntomas, los cuales se presentaron a mediados de Febrero en la mayoría de las localidades.

La presencia de tizón tardío fue tarde en la temporada en la mayoría de los sectores, por lo que al momento de presentarse los primeros síntomas en la zona sur, gran parte de los papales ya estaban senescentes. Sin embargo, la enfermedad se presentó epidémicamente muy rápido, desde mediados de Febrero, secando violentamente las plantas. En algunos sectores de la IX región se presentó tizón tardío a mediados de Enero, sin embargo la enfermedad se detuvo dado las condiciones de altas temperaturas predominantes.

En la temporada 2006/07, se trabajó con una muestra de agricultores/as y asociados del proyecto, quienes utilizaron el sistema de pronóstico esta temporada como herramienta de apoyo para tomar decisiones de control de tizón tardío. Personal de INIA estuvo en contacto con ellos mediante telefonía y correo electrónico, para la detección de la presencia de síntomas de la enfermedad y el aviso del estado de las alarmas. Se considera que este fue un año de epifitía de la enfermedad, ya que se presentó en toda la zona sur con características de mucha agresividad. Cabe destacar que la enfermedad se presentó temprano en la temporada, especialmente en primores plantados en Agosto y Septiembre, con una gran incidencia a fines de Diciembre y Enero.

Es así como, la presencia de tizón tardío fue tarde en la temporada 2005-06. Esto probablemente favoreció la presencia de inóculo del hongo temprano en la temporada 2006-07. Lo cual junto a condiciones favorables para la presencia del hongo, determinó el desarrollo de epifitias de tizón tardío en cultivos primoros. Se detectó condiciones favorables, o sea altas temperaturas mínimas (mayores a 7°C) y precipitaciones mayores a 3 cm en 7 días consecutivos) a fines de Octubre y Noviembre. Esta condición de ataque dejó disponible, inusualmente, una alta presión de inóculo desde muy temprano en la temporada para cultivos de plantación normal y tardía. Además, se destaca una sintomatología la enfermedad diferente de lo usualmente descrito en la zona. Se apreció un alto ataque de tallo y brotes. Esto fue importante en la consideración de las características del patógeno durante la temporada, dado su alta patogenicidad y virulencia.

Durante la temporada se recibió constantemente información de presencia de la enfermedad en los diferentes sectores de la zona sur, comenzando fuertemente en la Isla de Chiloé a mediados de Diciembre y siguiendo hacia el norte, con un pick a mediados de Enero. Esta información coincidió con las condiciones favorables detectadas por el sistema de pronóstico de tizón tardío (Ver Anexos)

La sintomatología en su inicio se asoció principalmente a brotes y tallos para luego presentarse en follaje. Al momento de la cosecha se detectó una gran cantidad de tubérculos afectados por la enfermedad.



Sintomas predominantes de tizón tardío al inicio de la temporada



Situación de tizón tardío en la provincia de Chiloé a mediados de Enero de 2007. Predomina el síntoma en tallos y brotes.

En la temporada 2007-08 la condición de tizón tardío fue variable, presentándose nuevamente un ataque fuerte temprano en la zona costera de la región de la Araucanía. Sin embargo, dado que las condiciones del verano fueron muy cálidas y secas, la enfermedad se presentó en forma moderada en el resto de la zona sur. La información de la evolución de la enfermedad en los diferentes sectores se obtuvo a través del sistema de alerta online en la página web <http://www.inia.cl/remchue/tizon>. Esta página cuenta con la alternativa de "contacto", donde el usuario puede enviar información a los administradores. Al realizar un seguimiento de la condición de las alertas dadas por el sistema y la presencia de la enfermedad, en un 100% de los casos coincidió con lo detectado por la alerta. Cuando se presentó alerta alta o extrema, 5 a 7 días después se recibía la información de la detección de los primeros síntomas de la enfermedad.

El sistema de alerta fue capaz de detectar con bastante exactitud la presencia de la enfermedad en los diferentes sectores. Sin embargo, hay que tener presente que es necesario que esta información esté apoyada por una estrategia de manejo que asegure la sanidad del cultivo, especialmente, considerando los cambios en las poblaciones del hongo detectadas en este estudio.

Actividad 2.4. Recolección de aislamientos de *P. infestans*.

Lugar de ejecución	Regiones de Los Lagos, Los Ríos y Araucanía	Fecha inicio: Enero 2004 Fecha término: Febrero 2008
---------------------------	--	---

Resultado esperado: Recolección de aislamientos de *P. infestans* representativas de la IX y X región realizadas.

La recolección de aislamientos de *P. infestans* estuvo a cargo principalmente de funcionarios SAG de estas regiones de los siguientes Proyectos técnicos: Vigilancia Fitosanitaria, Certificación de Semillas y Proyecto FNDR "Control de enfermedades de la papa". Al igual profesionales y agricultores asociados al proyecto enviaron muestras a los laboratorios regionales del SAG e INIA para la colección.

En la temporada 2003-04, de un total de 25 y 135 muestras positivas a tizón tardío de tejido de la IX y X región, se aislaron 9 y 90 aislamientos de *P. infestans*, respectivamente. Solo se logró un 61.8% de éxito en los aislamientos del hongo, ya que la metodología aún no estaba evaluada. Sin embargo, en la temporada 2004-05, de un total de 68 y 118 muestras de la IX y X región, se logró aislar 43 y 108 aislamientos, o sea un éxito de 81.2%.

Por lo tanto, la metodología de muestreo, aislamiento y purificación para coleccionar *P. infestans* fue estandarizada e incorporada a los protocolos de los laboratorios de SAG e INIA.

Se comprometieron un total de 250 aislamientos para formar el cepario de *P. infestans* y realizar la caracterización de las poblaciones de este hongo en el sur de Chile. Se completó en un 100%. Adicionalmente, en la temporada 2005-06, se colectó un muestreo de un agricultor de la X región con problemas de manejo y resistencia de campo a Mefenoxan (Ridomil Gold Mz). Este aislamiento presentó características distintivas respecto a los otros, como se describe en la sección de caracterización.

Igualmente, en la temporada 2006-07, se realizó otra colección del hongo, dado que la enfermedad estaba atacando fuertemente en gran parte de las zonas paperas de la zona sur, con sintomatologías diferentes, mucho ataque en tallos y brotes, con un desarrollo muy rápido y sin buena respuesta a control químico. Esto hacía sospechar de la presencia de poblaciones nuevas del hongo. Se colectaron 40 aislamientos entre la IX y X región. Esta colección fue ejecutada por SAG e INIA.

La colección de *P. infestans* se encuentra en los ceparios del SAG y de INIA.

Cantidad de aislamientos en el cepario de *P. infestans*.

Temporada	IX Región	X Región	Total
2003-04	9	90	99
2004-05	43	108	151
2005-06		1	1
2006-07			45



Actividad 2.5-10. Caracterización de <i>P. infestans</i> y monitoreo.		
Lugar de ejecución	SAG-Osorno INIA-Remehue	Fecha inicio: Mayo 2004 Fecha término: Abril 2006
Resultado esperado: Colección de <i>P. infestans</i> caracterizada para resistencia a Metalaxil, genes de virulencia, genotipos y grupos de apareamiento		

Resistencia a metalaxilo

Los aislamientos de *P. infestans* fueron evaluados para la resistencia a Metalaxil in Vitro, la determinación del grupo de apareamiento, frecuencia de patotipos y las características genéticas con marcadores isoenzimáticos y microsatélites.

Los aislamientos fueron clasificados como resistentes o sensibles a metalaxil de acuerdo a la clasificación descrita por Deahl *et al.* (1993) usando 10 µg/ml como valor crítico de acuerdo a la siguiente escala:

Resistentes a metalaxilo: Si la colonia presenta un crecimiento superior al 60% respecto al control sin metalaxil

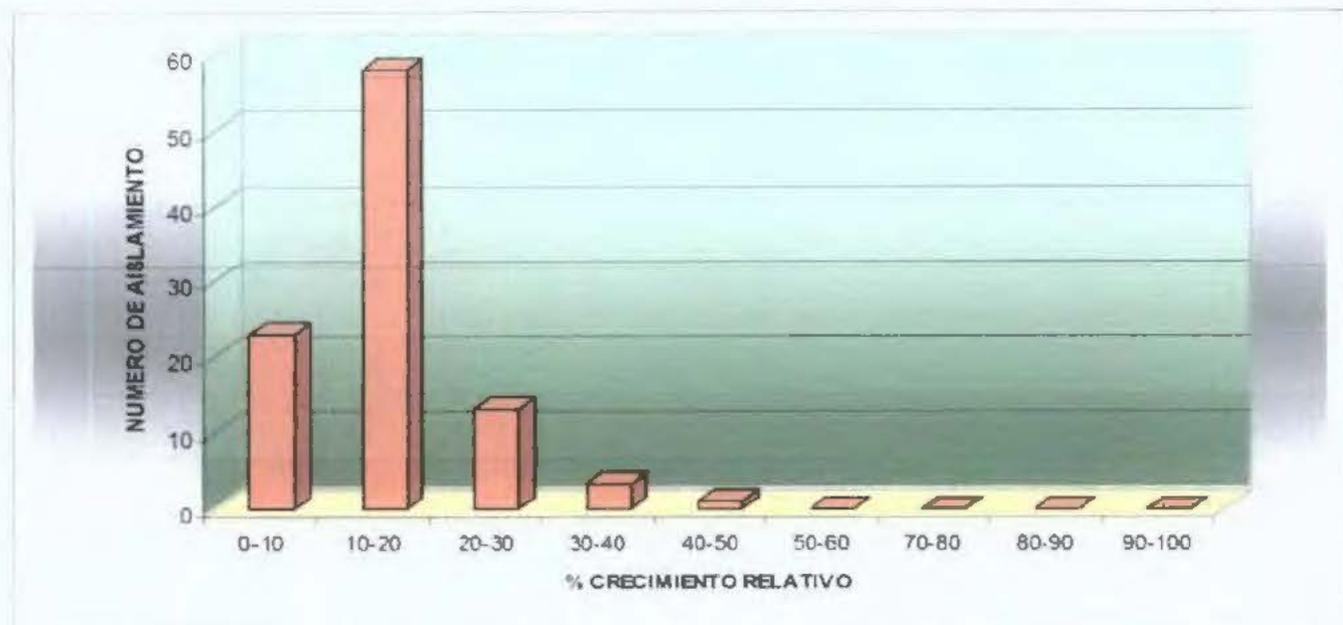
Medianamente resistentes a metalaxilo: Si la colonia presenta un crecimiento entre un 10% y 60% respecto al control sin metalaxil

Sensibles a metalaxilo: Si la colonia presenta un crecimiento inferior al 10% respecto al control sin metalaxil

Se determinará para cada aislamiento del hongo la concentración de metalaxil que inhibe el 50% del crecimiento (EC 50), la cual será calculada en base al método descrito por Miller *et al.* (1998) que define la regresión entre el crecimiento micelial relativo versus la concentración de metalaxil

Los resultados obtenidos en las pruebas de evaluación de resistencia *in vitro* a metalaxilo, para la colección 2003-04 demostraron que los 98 aislamientos evaluados no fueron resistentes a este fungicida, determinándose que 23 aislamientos del hongo fueron sensibles a metalaxilo, presentando un crecimiento inferior al 10% del testigo, mientras que los restantes 75 aislamientos evaluados fueron medianamente resistentes con porcentajes de crecimiento relativo que oscilaban entre un 10% y 50% del testigo.

Cabe señalar que del total de aislamientos clasificados como medianamente resistentes un 60% presentaban un crecimiento inferior al 20% del testigo siendo bastante sensible a este fungicida, y sólo una cepa del hongo creció sobre el 40% del testigo.



Distribución de frecuencia en función del porcentaje de crecimiento relativo (respecto al testigo) de 98 aislamientos de *P. infestans* sobre medio Agar centeno suplementado con 10 de µg/ml de metalaxil. Temporada 2003-04.

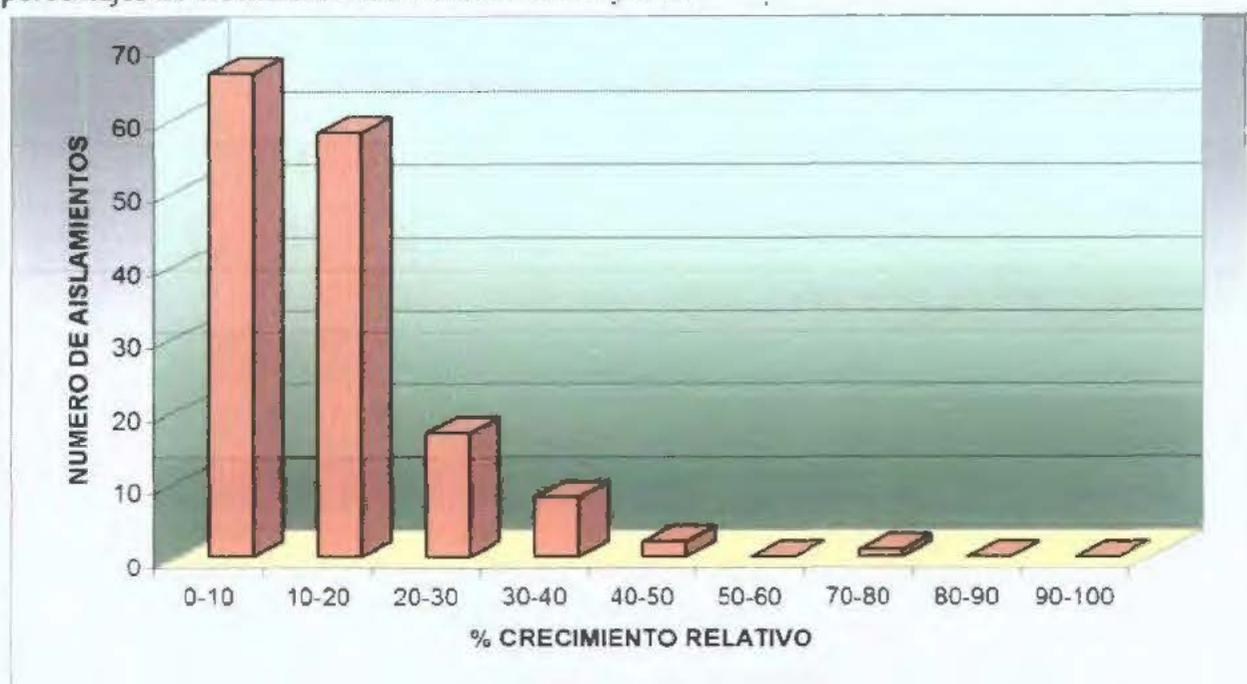
Al determinar la EC50 de cada uno de los aislamientos de *P. infestans* evaluados se obtuvo que un 98% de los aislamientos fueron inhibidos al 50% de su crecimiento con concentraciones de metalaxilo que oscilaban entre 0,06 y 0,1 µg /ml, estos valores se encuentran en el rango de 0,0002 y 0,1 ppm determinado por Power *et al* (1995) para aquellos aislamientos de *P. infestans* sensibles a este fungicida.

Distribución del EC 50 de 98 aislamientos de *P. infestans* en términos de frecuencia y porcentaje. Temporada 2003-04

EC50 µg /ml metalaxilo	Frecuencia de aislamientos	Porcentaje de aislamientos
0,06	39	39,8
0,07	39	39,8
0,08	11	11,22
0,09	5	5,10
0,1	2	2,04
0,23	1	1,02
3,01	1	1,02

Sólo dos aislamientos del hongo fueron inhibidos al 50% de su crecimiento con concentración de metalaxilo superiores a 0,1 µg/ml, siendo 3,01 µg/ml el valor EC50 máximo determinado en este estudio.

La misma evaluación para los aislamientos de la temporada 2004-05 demostraron que de los 152 aislamientos evaluados 66 aislamientos del hongo equivalentes al 43,4% del total fueron sensibles a metalaxilo, presentando un crecimiento inferior al 10% del testigo, mientras que 85 aislamientos evaluados, equivalentes al 55,9% fueron medianamente resistentes con porcentajes de crecimiento relativo que oscilaban entre un 10% y 50% del testigo, sólo un aislamiento del hongo (correspondiente al 0,7% del total) presenta resistencia al fungicida metalaxil con porcentajes de crecimiento relativo entre un 70 y 80%.



Distribución de frecuencia en función del porcentaje de crecimiento relativo (respecto al testigo) de 152 aislamientos de *P. infestans* sobre medio Agar centeno suplementado con 10 de µg/ml de metalaxil. Temporada 2004-05.

Los resultados obtenidos en la determinación del EC50 para estos muestran que 145 fueron inhibidos al 50% de su crecimiento con concentraciones de metalaxilo inferiores a 0,1 µg ia/ml, EC50 característico de aislamientos de *P. infestans* sensibles a este fungicida (Power *et al* ,1995). De los restantes aislamientos evaluados esta temporada, 7 cepas resultaron medianamente resistentes a metalaxilo, 6 de las cuales fueron inhibidas al 50% de su crecimiento con concentraciones de metalaxilo inferiores a 1 µg ia/ml, y 1 cepa fue inhibida al 50% de su crecimiento con una concentración de 27,7 µg ia/ml. Mientras que un aislamiento evaluado (cepa N° 221 proveniente del sector Los Muermos Décima Región) presenta una alta resistencia a metalaxilo con un EC50 de 100 µg ia/ml



Distribución del EC 50 de 152 aislamientos de *P. infestans* en términos de frecuencia y porcentaje. Temporada 2004-05

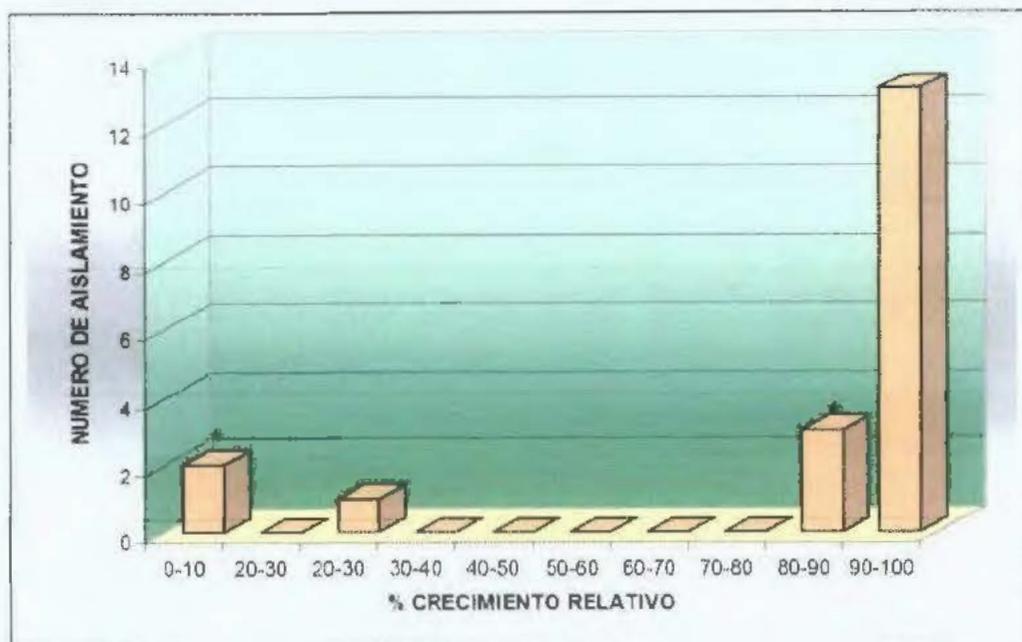
EC50 $\mu\text{g/ml}$ Metalaxilo	Frecuencia de aislamientos	Porcentaje de aislamientos
<0,01	145	95,4
0,196	1	0,66
0,263	1	0,66
0,432	1	0,66
0,595	1	0,66
0,843	1	0,66
27,791	1	0,66
100	1	0,66

Los resultados de EC50 obtenidos durante estas dos temporadas del Proyecto, permiten concluir que de los 250 aislamientos de *P. infestans* evaluados 241 cepas (correspondientes al 96,4%) fueron sensibles a este fungicida siendo inhibidas al 50% de su crecimiento con concentraciones de metalaxilo inferiores a 0,1 $\mu\text{g ia/ml}$, 8 cepas (equivalentes al 3,2%) presentaron una baja resistencia a este fungicida siendo inhibidas al 50% de su crecimiento con concentraciones de metalaxilo inferiores a 27,7 $\mu\text{g ia/ml}$ y una cepa (equivalente al 0,4%) presenta una alta resistencia a metalaxilo con un EC50 de 100 $\mu\text{g ia/ml}$.

Los bajo valores de EC50 obtenidos para los aislamientos de *P. infestans* evaluados y la poca variación entre estos valores, mostraba que las poblaciones del hongo en la Novena y Décima región de Chile eran bastante uniformes y altamente sensibles a metalaxilo, aún cuando la temporada 2004-05 se presentó algunos aislamientos resistentes.

En la temporada 2005-06, el aislamiento obtenido (denominado 251) fue clasificado como resistente a metalaxilo con un 80% de crecimiento respecto al testigo en concentraciones de 10 $\mu\text{g/ml}$, y un EC50 de 100 $\mu\text{g/ml}$. Como se indica más adelante, este aislamiento muestra además características genotípicas diferentes a las poblaciones previas.

De la colección de *P. infestans* 2006-07 a la fecha se han evaluado 20 individuos, de los cuales el 94,1% fueron resistentes a metalaxilo y un 5,9% medianamente resistentes. Esto indica un cambio extremo en esta característica de la población de *P. infestans* en la zona sur. Dado los resultados de temporadas anteriores y el manejo de la enfermedad a nivel de agricultor, esto era esperable. Sin embargo, la presencia de estos individuos pudo verse favorecida por las condiciones predisponentes para la enfermedad en la temporada 2006-07 y el exceso de uso del fungicida por parte de los agricultores. Como se discutirá más adelante, esto además se puede deber a cambios genéticos de la población.



Distribución de frecuencia en función del porcentaje de crecimiento relativo (respecto al testigo) de aislamientos de *P. infestans* sobre medio Agar centeno suplementado con 10 de µg/ml de metalaxil. Temporada 2006-07. *Aislamientos en rango 0-10 corresponde a estándares sensibles de temporada 2004-05. Un aislamiento en rango 80-90 corresponde a estándar resistente (cepa 251, temporada 2005-06).

Reducción de crecimiento respecto al testigo para concentraciones entre 0 y 100 µg/ml de metalaxilo de la colección 2006-07 de *P. infestans*

Cepa	0.0	0.1	1.0	10.0	100.0
16*	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0
42*	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0
251*	0.0	13.3	13.3	13.3	37.8
252	0.0	3.3	5.0	6.3	12.5
253	0.0	0.4	0.8	6.3	22.9
254	0.0	0.0	0.8	6.3	18.8
255	-	-	-	-	-
256	0.0	4.4	-	4.4	34.3
257	0.0	1.3	6.3	9.8	20.8
258	0.0	6.3	6.3	6.3	15.0
260	0.0	0.0	0.0	16.0	31.8
261	0.0	13.9	15.1	13.4	17.9
262	0.0	4.6	5.4	6.3	30.0
263	0.0	46.4	61.8	72.7	80.0
264	0.0	1.5	5.3	6.3	21.5



270	0.0	3.8	3.5	7.5	17.5
272	0.0	0.8	0.0	6.3	16.3
273	0.0	1.5	3.2	3.4	27.1
274	0.0	1.7	8.3	6.3	27.1
276	0.0	6.3	6.3	6.3	30.0

* Estándares para susceptibilidad y resistencia a Metalaxilo. La mayoría de estos aislamientos presentó una reducción de crecimiento respecto al testigo menor al 40 % incluso en 100 ppm, por lo tanto para el cálculo de EC50 será necesario evaluar concentraciones mayores a 100 ppm.

Identificación de grupos de apareamiento

Dado que en Chile no está descrito el grupo de apareamiento A2 de *P. infestans*, se tomó la decisión de no importar estándares A2 para hacer esta prueba en Chile. Por lo tanto, los aislamientos fueron enviados a North Dakota State University (NDSU) para ser analizados para determinación de grupos de apareamiento utilizando la metodología descrita previamente. Para esto se transfirieron los aislamientos placas con agar centeno. Se incubaron por 15 días a 15°C en oscuridad, luego, un trozo de agar tomado de la orilla de la colonia fue transferido a una placa con el mismo medio, el trozo de agar fue colocado un lado del plato, opuesto a este se puso un trozo de agar conteniendo micelio de *P. infestans* grupo de apareamiento A1 (PI 272 US1, A1) como control, lo mismo fue hecho para el grupo de apareamiento A2 (PI 369-3 US-8, A2). Después de 15 días de incubación a 15°C en oscuridad, los platos fueron examinados por la presencia de oosporas usando un stereoscopio a 10x de magnificación. Los aislamientos que produjeron oosporas cuando son apareados con A1 fueron denominados A2, y los aislamientos que produjeron oosporas cuando son apareados con A2 fueron denominados A1.

Los resultados de las pruebas de apareamiento realizadas en NDSU, Fargo, U.S.A., de 108 aislamientos de *P. infestans* colectados en Chile durante la temporadas 2003/04, 2004/05 y 2005/06, fueron clasificados como pertenecientes al grupo de apareamiento A1.

La colección 2006-07 fue enviada al Laboratorio de BayerCropscience, Lyon Francia para análisis de grupos de apareamiento. Fueron enviados 20 aislamientos representativos. Todos fueron clasificados como A1 (informe de resultados en Anexo).

Por lo tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos, en la zona sur de Chile no se ha detectado aún la presencia de grupos de apareamiento A2. Por lo que la epifitía de la temporada 2006-07 no fue debido a cambios en la población por presencia de grupos A2 y multiplicación sexual del hongo. Sin embargo, si se pueden presentar cambios en las poblaciones por nuevas introducciones de grupos A1.

Determinación de patotipos y genes de virulencia

La prueba para determinación de genes de virulencia que poseen los aislamientos de *P. infestans* se realiza inoculando plantas diferenciales de papa y determinando su reacción de compatibilidad o incompatibilidad. Estas plantas de papa diferenciales contienen diferentes combinaciones de los 11 genes R de resistencia a *P. infestans*.



Los materiales con genes R fueron importados desde Fargo, ND, EE.UU, en Julio del 2004. Las muestras entraron con todos los certificados fitosanitarios pertinentes como plántulas en cultivo in vitro. Se trajo 2 copias de cada clon. Los materiales fueron manejados en el laboratorio de cultivos de tejido de INIA Remehue para su mantención y multiplicación.

Los materiales solicitados corresponden a los siguientes genotipos denominado "full set":

Genotipos con un gen de resistencia R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11; más el susceptible universal R0 (Craig's Royal). Genotipos con 2 genes de resistencia R1.R2, R1.R3, R1.R4, R2.R3, R2.R4 y R3.R4. Genotipos con tres genes de resistencia R1.R2.R3, R1.R2.R4, R1.R3.R4 y R2.R3.R4 y un genotipo con cuatro genes de resistencia R1.R2.R3.R4.

Los resultados de las evaluaciones de virulencia realizadas para las colecciones de las temporadas 2003-04 y 2004-05 con un total de 214 aislamientos analizados se describen 69 diferentes patotipos, predominando con mayor frecuencia R10,11; R1,4,5,10,11 y R1,5,10,11. Igualmente, se puede determinar que los aislamientos son complejos, predominando los individuos con 2, 4 y 5 genes. Adicionalmente, los genes más frecuentes son los 10 y 11, presentes en el 93.9 y 97.2 % de la población, respectivamente.

Esta situación es destacable para una población de multiplicación clonal, dado la determinación de solo individuos de grupos de apareamiento A1. Hay estudios que explican esta complejidad a la presencia de diversidad del hospedero. En Chile esta situación podría darse dado la presencia de *Solanum* nativas.

Al evaluar la población de la colección 2007-08 se consideraron 41 aislamientos, describiéndose un total de 6 diferentes patotipos (ver gráfico), mucho menos cantidad que las temporadas anteriores, sin embargo los aislamientos son más complejos, presentando entre 9 y 10 genes de virulencia. Adicionalmente, se presentan casi todos los genes de virulencia con alta frecuencia (> 70%), excepto el los genes 6 (9.8%), 2 (19.5%) y 9 (0%). La ausencia del gen 9 coincide con resultados previos. La complejidad de los patotipos puede deberse a que las condiciones ambientales fueron muy favorables para la enfermedad esta temporada, por lo tanto favoreció la presencia de razas muy patógenicas.

En general, el hecho de encontrar poblaciones de *P. infestans* muy complejas en el sur de Chile, es destacable para una población de multiplicación clonal, dado la determinación de solo individuos de grupos de apareamiento A1. Hay estudios que explican esta complejidad a la presencia de diversidad del hospedero. En Chile esta situación podría darse dado la presencia de *Solanum* nativas.

Complejidad de los patotipos presentes en la población de acuerdo a la cantidad de genes de virulencia presentes por aislamiento, temporadas 2003-05 y 2006-07

Cantidad de genes en este aislamiento	Cantidad de aislamientos	
	2003-05	2006-07
1	3	0
2	42	0
3	25	0
4	42	0
5	42	0
6	33	1
7	12	9
8	11	21
9	4	8
10	0	2
11	0	0

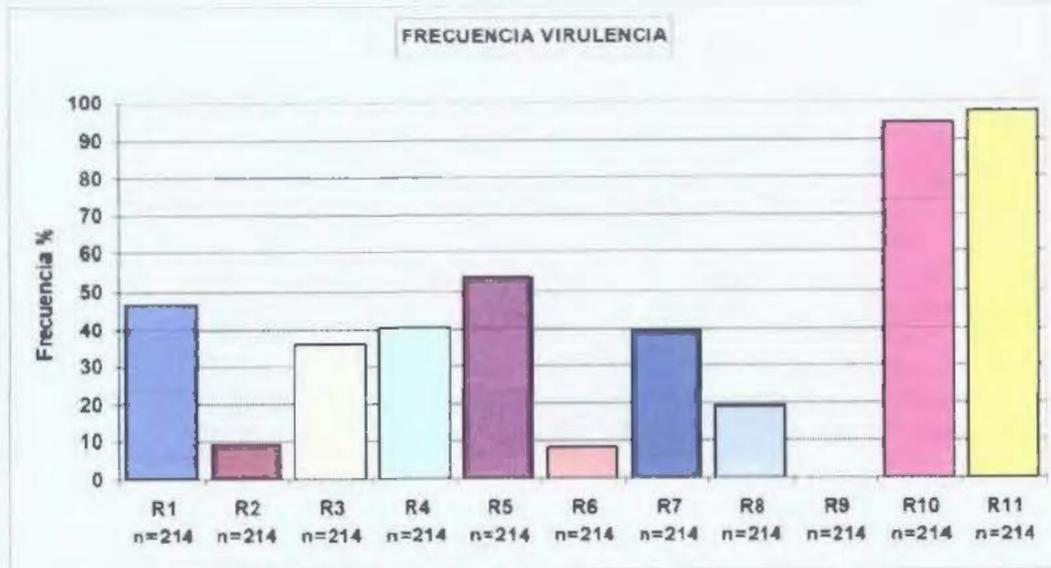
Aislamiento 251 incluido en colección 2003-05

Genes de virulencia y su presencia en la población, temporadas 2003-05 y 2006-07

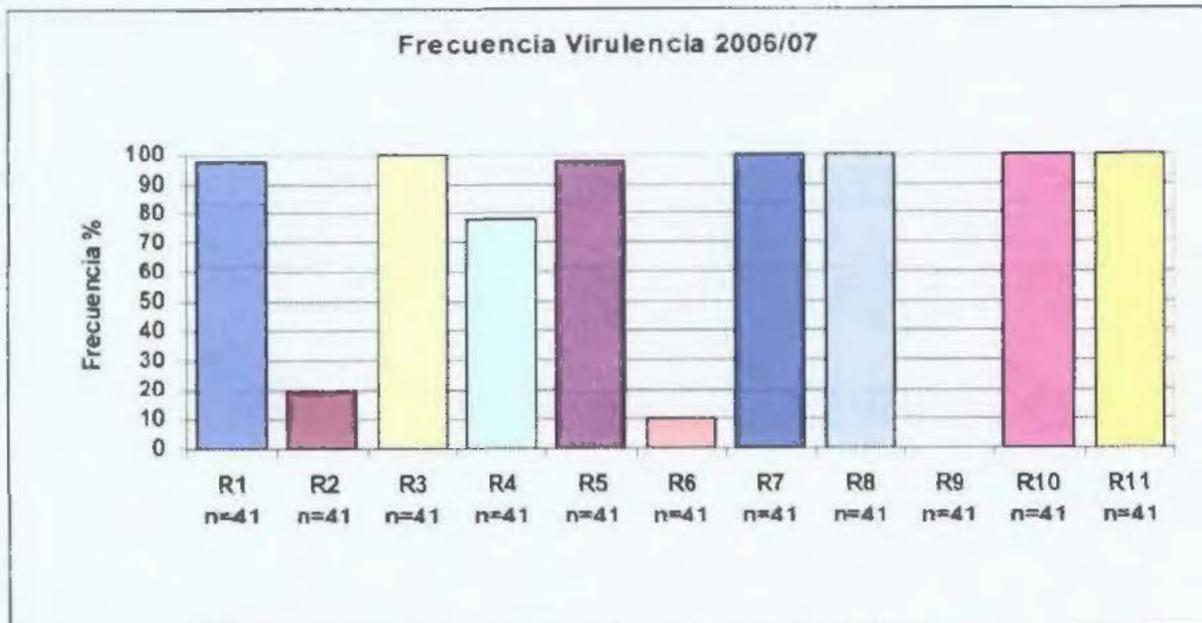
Gen de virulencia	Aislamientos con el gen* 2003-05		Aislamientos con el gen* 2006-07	
	(Unidades)	(%)	(Unidades)	(%)
1	100	46.7	40	97.6
2	20	9.3	8	19.5
3	76	35.5	41	100.0
4	86	40.2	32	78.0
5	114	53.3	40	97.6
6	18	8.4	4	9.8
7	83	38.8	41	100.0
8	41	19.2	41	100.0
9	0	0.0	0	0
10	201	93.9	41	100.0
11	208	97.2	41	100.0

*Un individuo puede presentar más de un gen de virulencia.

Aislamiento 251 incluido en colección 2003-05



Frecuencia de virulencia en la población de P. infestans, temporadas 2003-04 y 2004-05



Frecuencia de virulencia en la población de P. infestans, temporada 2006-07

Caracterización molecular

La caracterización molecular de los aislamientos de *P. infestans* mediante análisis de isoenzimas y polimorfismos de ADN detectados por marcadores microsatélites (SSR) se resumen en el siguiente cuadro. De acuerdo a su patrón de alelos para 10 loci (Gpi, Pep, Pi02, Pi16, Pi70, Pi26, Pi33, Pi56, Pi66 y Pi04) se detectaron 16 genotipos diferentes. Durante las dos primeras temporadas 2003/04 y 2004/05 los genotipos 1 y 2 son los que mostraron las más altas frecuencias. Con respecto al genotipo 1, los genotipos 2 al 14 se diferenciaron por uno o más alelos en los loci Pep, Pi02 y/o Pi16. Salvo el genotipo 2 que presentó una alta frecuencia en la primera temporada, todos se presentaron en una muy baja frecuencia. La situación es bastante diferente en la última temporada 2006/07 donde los aislamientos predominantes de las dos temporadas anteriores prácticamente desaparecieron, siendo reemplazados en su totalidad por un genotipo muy distinto (aislamiento 15), que difiere en 7 loci con 10 alelos diferentes respecto al genotipo 1. Este genotipo 15 se detectó por primera vez, un solo aislamiento, durante la temporada 2004/05 en la localidad de Quilanto (aislamiento 251).

Genotipos y frecuencia de genotipos de *P. infestans* en el sur de Chile durante las temporadas 2003/04, 2004/05 y 2006/07

Genotipo	Gpi	Pep	Pi02	Pi16	Pi70	Pi26	Pi33	Pi56	Pi66	Pi04	Distancia	Temporada Frecuencia de genotipos		
												2003/04 n=90	2004/05 n=156	2006/07 n=36
1	86/100	78/100	161/161	172/170	191/194	171/174	203/203	178/178	155/152	172/163	0	74%	71%	0%
2	86/100	78/100	161/157	172/170	191/194	171/174	203/203	178/178	155/152	172/163	1	17%	4%	0%
4	86/100	78/100	161/161	173/171	191/194	171/174	203/203	178/178	155/152	172/163	1	3%	3%	0%
5	86/100	78/100	161/161	170/168	191/194	171/174	203/203	178/178	155/152	172/163	1	2%	0%	0%
6	86/100	78/78	161/161	172/170	191/194	171/174	203/203	178/178	155/152	172/163	1	1%	0%	0%
7	86/100	100/100	161/161	172/170	191/194	171/174	203/203	178/178	155/152	172/163	1	1%	1%	0%
8	86/100	78/100	P.C	172/170	191/194	171/174	203/203	178/178	155/152	172/163	2	1%	2%	0%
9	86/100	78/100	162/158	173/171	191/194	171/174	203/203	178/178	155/152	172/163	4	0%	1%	0%
10	86/100	78/100	P.C	173/171	191/194	171/174	203/203	178/178	155/152	172/163	4	0%	1%	0%
11	86/100	78/100	162/159	173/171	191/194	171/174	203/203	178/178	155/152	172/163	3	0%	2%	0%
12	86/100	78/100	162/158	172/170	191/194	171/174	203/203	178/178	155/152	172/163	2	0%	2%	0%
13	86/100	78/100	162/159	172/170	191/194	171/174	203/203	178/178	155/152	172/163	2	0%	6%	0%
14	86/100	78/100	162/162	173/171	191/194	171/174	203/203	178/178	155/152	172/163	4	0%	8%	0%
15	100/100	82/111	163/150	183/172	197/194	181/178	203/203	178/178	155/152	172/163	10	0%	1%	97%
16	100/100	82/111	163/150	183/172	197/194	181/178	203/203	178/178	155/152	172/163	9	0%	0%	3%

Los cambios en estas poblaciones pueden deberse a varias razones, entre las cuales se puede inferir en nuevas introducciones del hongo en los últimos años a la zona sur o al país. Estas poblaciones pueden haber estado en baja frecuencia, sin embargo, dado las condiciones ambientales muy favorables para el desarrollo de tizón tardío presentes en la temporada 2006-07, se favoreció la predominancia de esta población especialmente dada por el manejo a nivel de agricultor, los cuales aplicaron excesivamente productos químicos curativos, especialmente con



activos del grupo de las acilalaninas (metalaxil, mfenoxan, benalaxil). Esto favoreció esta población resistente a metalaxil y de virulencia compleja. Esto también explica el cambio en la sintomatología de tizón tardío en las últimas temporadas, es decir ataques en tallos y brotes temprano en la temporada. Para ratificar esta inferencia es necesario continuar con el monitoreo del hongo, determinando el comportamiento bajo otras condiciones ambientales y manejo, es decir años de condiciones no favorables para tizón, manejo sin pesticidas, otros cultivares y hospederos. Además se debe complementar con estudios de poblaciones en otras zonas del país.

Monitoreo

Durante el desarrollo de este proyecto se estandarizaron metodologías de diagnóstico y caracterización de *P. infestans* con protocolos utilizados a nivel mundial. Esta ayudará en el monitoreo de las poblaciones de este patógeno en Chile y la detección oportuna de sus cambios poblacionales, de modo de tomar medidas preventivas basadas en información científica. Adicionalmente, la información generada, al usar protocolos internacionales, es reconocida por grupos científicos internacionales, lo que favorece el intercambio de información y su comparación.



Actividad 2.11-12. Calibración de alerta temprana y desarrollo de estrategias de manejo químico con uso de pronosticadores

Lugar de ejecución:	INIA-Remehue INIA-Tranapunte Unidades productivas IX y X región	Fecha inicio: Diciembre 2003 Fecha término: Junio 2007
Resultado esperado: Sistema de alerta de tizón tardío calibrado y estrategias de manejo químico evaluadas.		

Calibración del sistema de alerta

Durante la temporada 2004-05 se establecieron parcelas de calibración del sistema de alerta en diferentes localidades de la IX y X regiones. Estas parcelas se establecieron en condiciones de manejo similares a las efectuadas por los agricultores en cada sector. Se utilizó el sistema DACOM Plan plus online para dar las alertas utilizando la información de la estación de INIA Carillanca para alertas de la IX región y las de INIA Remehue para la X región, dado que la red aún no estaba conectada. En general las parcelas sin riego presentaron una menor incidencia de la enfermedad, pero en todas las localidades, con algunas excepciones, todos los tratamientos fueron mejor que el testigo. De acuerdo a los resultados, bajo las condiciones de esa temporada las alertas, aún cuando no se utilizaba información in situ, lograron disminuir la cantidad de aplicaciones en algunos sectores. Pero como se discutirá más adelante, en la cantidad de aplicaciones probablemente hubo un efecto de la efectividad del sistema de alerta utilizado.

Esta temporada al tratar de mandar avisar la alarma muchas veces se presentaron una serie de problemas, entre los cuales el medio de comunicación y la disponibilidad de tiempo fue limitante, por ejemplo:

- a) El aviso se realizó por correo electrónico, pero éste correo no era leído a tiempo por los usuarios
- b) El aviso no llegó a la persona encargada.
- c) Muchas veces las parcelas estaban lejos de la persona encargada, por lo que la aplicación no se realizó en forma inmediata.
- d) Las parcelas fueron establecidas en diferentes épocas por lo que los estados de desarrollo de las plantas fueron diferentes.
- e) Las instrucciones de seguimiento de las parcelas no fueron entendidas por los usuarios.

Porcentaje de follaje dañado por tizón tardío y AUDPC en plantas de papa cv Yagana. Sistema Calibración. INIA-Remebue, Osorno, X Región. 2004-05

Tratamiento	Follaje dañado (%)						AUDPC
	Fechas de Evaluaciones						
	14-Ene	18-Ene	7-Feb	14-Feb	25-Feb	3-Mar	
1 Sin Aplicación	7.0b	5.0b	14.0c	34.2c	91.2c	95.0b	1589.5a
2 Aplicación a calendario fijo	0.0a	1.2a	0.5a	2.2a	17.5a	31.2a	282.5c
3 Aplicar pronosticador	0.0a	1.0a	0.5a	6.2b	15a	37.5a	311.7bc
4 Aplicación alternativa pronosticador	0.0a	1.0a	2.0b	7.0b	29b	45.0a	462.2b
<i>Prueba F</i>	146.4	4.8	36.0	40.3	41.1	108.5	51.7
<i>Probabilidad</i>	0.0001	0.0297	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

AUDPC: Area Bajo la Curva de Desarrollo de la Enfermedad. Cifras seguidas por igual letra no son estadísticamente diferentes al 5% LSD. Tratamiento 2 recibió 6 aplicaciones, tratamientos 3 y 4 recibió 5 aplicaciones. Producción bajo riego.

Porcentaje de follaje dañado por tizón tardío y AUDPC en plantas de papa cv Yagana. Sistema Calibración. Predio Sr. Rosemberg, Los Muermos, X Región. 2004-05

Tratamiento	Follaje dañado (%)					AUDPC
	Fechas de Evaluaciones					
	10-Ene	21-Ene	31-Ene	10-Feb	21-Feb	
1 Sin Aplicación	1.0b	5.0b	9.0c	7.2c	17.0c	303.2a
2 Aplicación a calendario fijo	0.0a	0.2a	0.1a	0.0a	5.0a	0.5c
3 Aplicar pronosticador	0.0a	0.3a	0.1a	0.2a	0.0a	3.5c
4 Aplicación alternativa	0.0a	0.3a	2.2b	3.0b	0.0b	79.1b
<i>Prueba de F</i>	2.9	16.7	87.7	50.0	269.6	97.7
<i>Probabilidad</i>	0.0937	0.0005	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

AUDPC: Area Bajo la Curva de Desarrollo de la Enfermedad. Cifras seguidas por igual letra no son estadísticamente diferentes al 5% LSD. Todos los tratamientos recibieron 6 aplicaciones. Producción seco.

Porcentaje de follaje dañado por tizón tardío y AUDPC en plantas de papa cv Desirée Sistema Calibración. INIA-Carillanca, Temuco, IX Región. 2004-05

Tratamiento	Follaje dañado (%)							AUDPC
	Fechas Evaluaciones							
	24-Ene	7-Feb	16-Feb	2-Mar	7-Mar	17-Abr	28-Abr	
1 Sin Aplicación	3.5c	6.7*	12.5*	23.0*	27.5*	39b	60.0b	2103 a
2 Aplicación a calendario fijo	0.2a	4.5	9.5	17.0	23.7	29a	37.5a	1722 b
3 Aplicar pronosticador	1.2ab	5.7	11.2	20.7	27.0	31a	41.2a	1770 b
4 Aplicación alternativa	1.2b	5.5	10.2	16.7	25.0	33a	43.7a	1722 b
<i>Prueba de F</i>	8.5	2.5	2.6	2.2	0.6	7.7	14.5	8.4
<i>Probabilidad</i>	0.0054	0.1220	0.1156	0.1636	0.6139	0.0075	0.0009	0.0056

AUDPC: Area Bajo la Curva de Desarrollo de la Enfermedad. Cifras seguidas por igual letra no son estadísticamente diferentes al 5% LSD. Tratamiento 2 recibió 6 aplicaciones, tratamientos 3 y 4 recibió 5 aplicaciones. Producción bajo riego.



Porcentaje de follaje dañado por tizón tardío y AUDPC en plantas de papa cv Desiree. Sistema Calibración, Huincullican-UCT, Puerto Dominguez, Saavedra, IX Región. 2004-05

Tratamiento	Follaje dañado (%)					AUDPC
	Fechas de Evaluaciones					
	23-Nov	3-Dic	13-Dic	23-Dic	2-Ene	
1 Sin Aplicación	0.0 *	2.5*	15.6b	54.4b	74.3b	1161.0a
2 Aplicación a calendario fijo	0.6	2.5	2.8a	26.2ab	26.2a	480.0b
3 Aplicar pronosticador	0.0	2.5	2.5a	21.8a	43.7a	520.0b
4 Aplicación alternativa calendario fijo	0.6	2.5	2.8a	21.2a	35.0a	475.0b
<i>Cv</i>	3.8	0.0	6.3	19.6	24.7	44.7
<i>Prueba de F</i>	0.6	0.0	6.4	3.3	5.2	5.2
<i>Probabilidad</i>	0.6310	0.0000	0.0128	0.0699	0.0233	0.0239

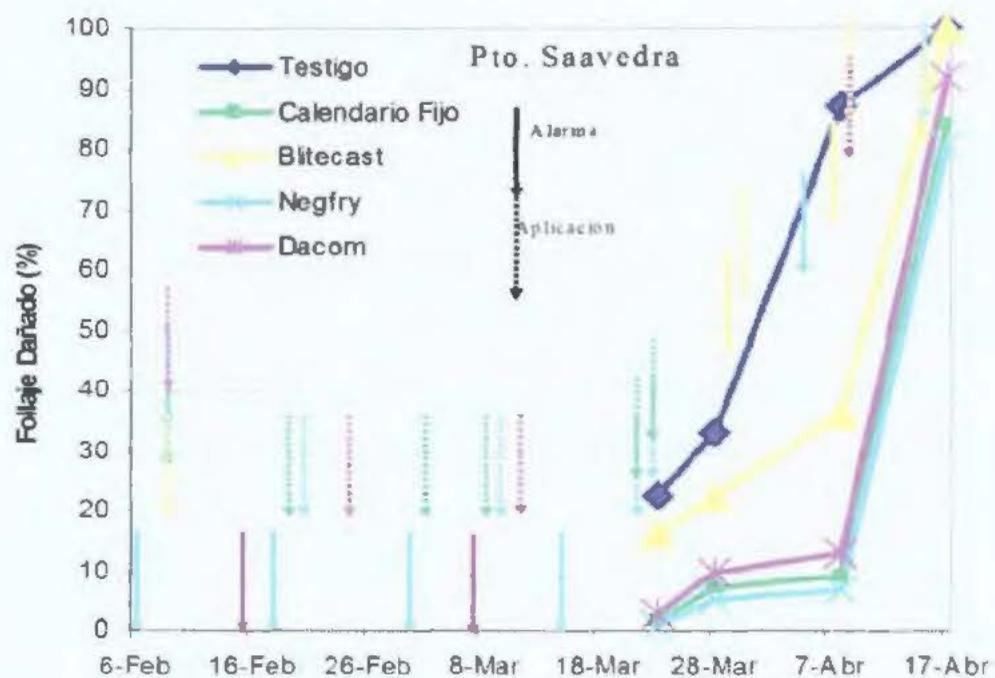
AUDPC: Area Bajo la Curva de Desarrollo de la Enfermedad

Cifras seguidas por igual letra no son estadísticamente diferentes al 5% LSD

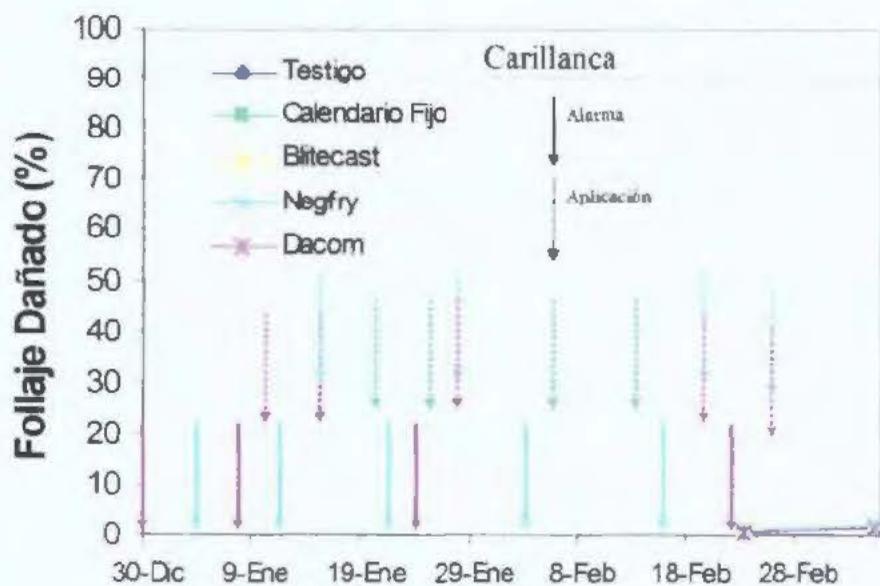
Tratamiento 2 y 4 recibió 5 aplicaciones, tratamientos 3 recibió 3 aplicaciones. Producción secano

En la temporada 2005-06 se evaluaron 3 modelos de alarmas (Blitecast, Negfry y DACOM plant plus) un tratamiento a calendario fijo y testigo sin aplicación de fungicida. Estos tratamientos se evaluaron en 11 localidades de la IX y X región. Esta vez se utilizó información meteorológica de las estaciones en las unidades productivas.

En general las alarmas presentaron diferencias en la sensibilidad de detección, esto es mientras algunas indicaron momentos críticos de control varias veces en la temporada, otros presentaron muy pocas o ninguna. También, los síntomas de la enfermedad se presentaron tarde en la temporada, mediados de Febrero, por lo que algunas parcelas experimentales escaparon al ataque. De los tres sistemas evaluados, los modelos de DACOM plant plus y Negfry indicaron un mayor número de condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad, sin embargo, el que detectó la presencia de la enfermedad más puntualmente fue Blitecast (ver gráficos). Se debe destacar, que a pesar de una mayor organización con los asociados del proyecto, muchas de las aplicaciones correspondientes no se realizaron a tiempo por problemas de llegada de la información meteorológica desde las localidades para el procesamiento (algunas estaciones no estaban conectadas vía telefonía), o bien retraso en las aplicaciones por lluvia, comunicación con el encargado, etc. Esto resultó en que el modelo Blitecast en algunas localidades no pudo controlar bien la enfermedad. Por lo tanto, para continuar con la calibración de alertas en las próximas temporadas se decidió utilizar solo Blitecast, pero con algunas modificaciones en los umbrales de humedad relativas y grados de severidad para tener un sistema más estricto.



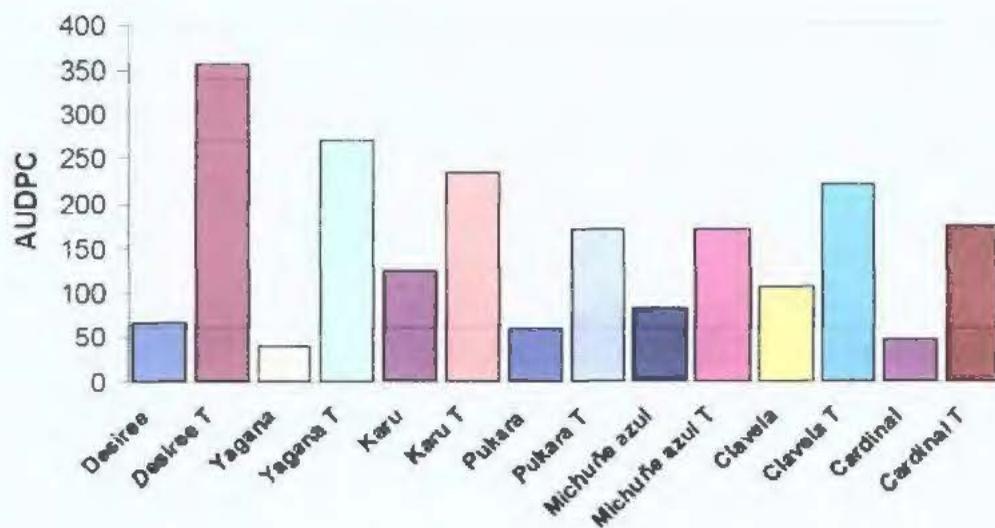
Desarrollo de tizón tardío, alarmas y aplicación de fungicida. Saavedra. 2005-06



Desarrollo de tizón tardío, alarmas y aplicación de fungicida. Carillanca. 2005-06



En la temporada 2006-07 se realizó un experimento de calibración en la EE. Pillanlelún de la UCT. Se utilizaron 7 cultivares, los cuales fueron tratados con aplicaciones preventivas según alarma Blitecast, y se comparó el nivel de control respecto al testigo. Se observó que el nivel de daño que se presentó en los diferentes cultivares es diferente significativamente, siendo los más susceptibles Desiree, Yagana y Karu, y los más resistentes Pukará, Michuñe azul y Cardinal. Respecto al nivel de control de tizón tardío obtenido con las aplicaciones, en general se logró controlar eficientemente la enfermedad, resultando en control estadísticamente significativo en los cultivares más susceptibles de este experimento como lo fue Yagana, Desiree y Karu. Por lo tanto, se puede comentar que la susceptibilidad del cultivar es importante en la determinación del nivel de control químico de la enfermedad. Este es un factor a considerar en las estrategias de manejo integrado.



Nivel de daño de tizón tardío, expresado como AUDPC, en 7 cultivares de papa con control químico según alerta y sin control.

Alarma: Aplicación de Manzate (Mancozeb) en dosis de 2kg PC /ha al los 60 días, cierre de hilera o a la primera alarma Blitecast. Posteriormente, Bravo (Clorotalonil) en dosis de 1.5 l PC /ha según aviso de alarma Blitecast.

Testigo: Sin aplicación de fungicida. Anova $p=0.0011$, $LSD=143.08$

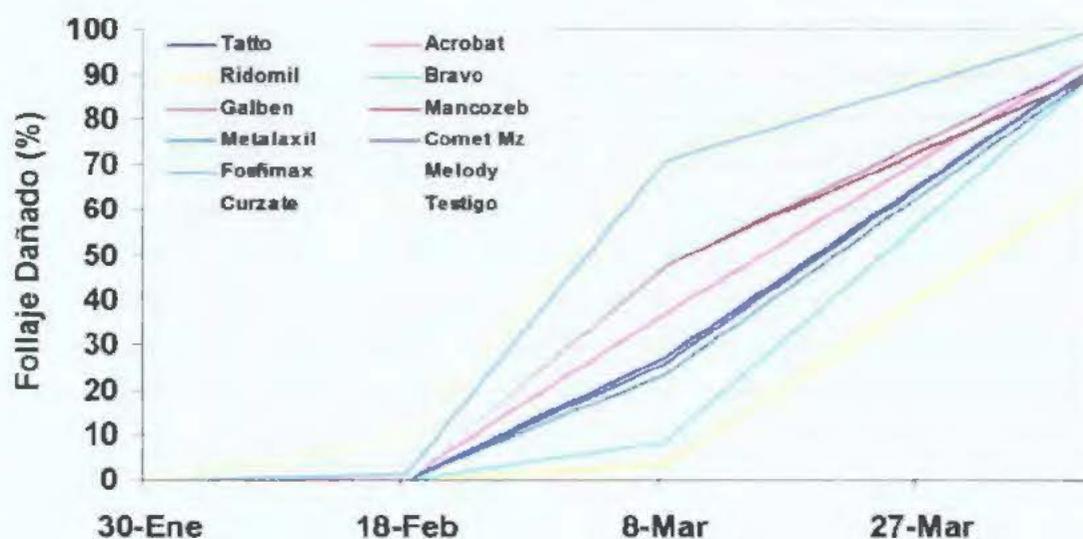
Estrategias de manejo químico con uso de pronosticadores

Durante el desarrollo de este proyecto se evaluaron diferentes alternativas de manejo químico, basada en productos disponibles en el mercado y registrados para el control de tizón tardío en papa. Al inicio se evaluó eficiencia de control de estos diferentes productos y sus combinaciones. Como se observa en los siguientes gráficos, la mayoría de los productos presentó un efecto de control superior al testigo sin aplicación. Destaca la eficiencia de control

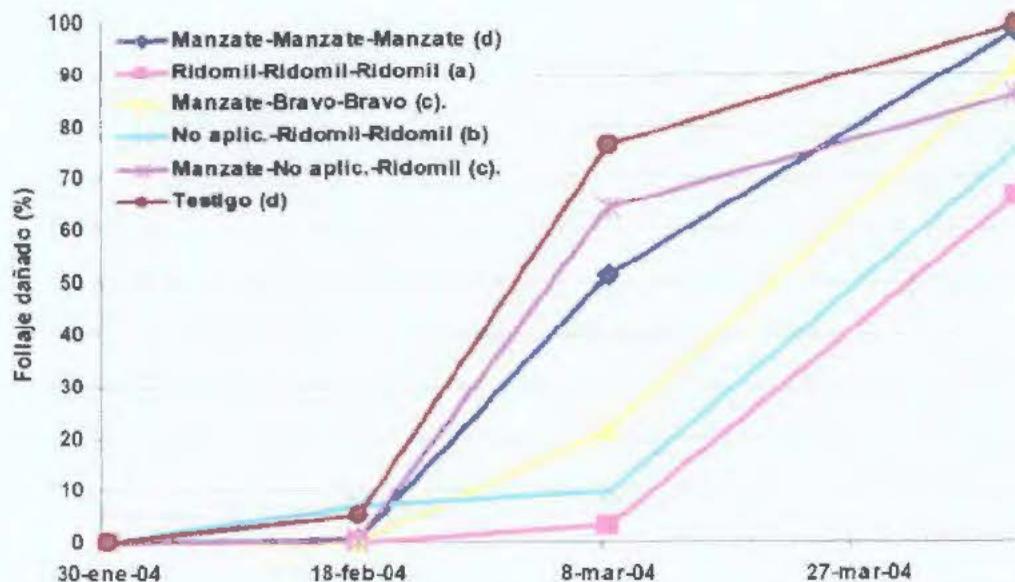
de productos con ingrediente activo en base a acilalaninas (metalaxil, mefenoxam, benalaxil). Esto concuerda con la susceptibilidad a metalaxilo encontrada en los aislamientos de las temporadas 2003-05.



Tratamiento de Ridomil (a) y Testigo (b) a mediados de Marzo.



Desarrollo de tizón tardío en follaje de plantas de papa cv Yagana tratadas con diferentes fungicidas. INIA-Remehue, X región. 2003-04. Aplicaciones: 30 Enero, 18 Febrero y 8 de Marzo.



Desarrollo de tizón tardío en follaje de plantas de papa cv Yagana tratadas con diferentes estrategias de aplicación de fungicidas. INIA-Remehue, X región. 2003-04. Aplicaciones: 30 Enero (cierre de hilera), 18 Febrero y 11 Marzo. Anova $p=0.0001$, tratamientos con igual letra en paréntesis, no son estadísticamente diferentes.

En las dos últimas temporadas del proyecto se realizaron experimentos con el objetivo de evaluar estrategias de manejo químico utilizando el sistema de pronóstico en 2 cultivares comercialmente importantes, uno susceptible (Yagana) y otro más resistente (Desirée), bajo condiciones de riego y secano. En la temporada 2005-06 no se presentaron condiciones favorables para tizón tardío, por lo que los tratamientos no mostraron buenos resultados. Este experimento se repitió en la temporada 2006-07. Los resultados se muestran en los siguientes cuadros y gráficos. Además, en esta ocasión se evaluó un modelo de alerta para condiciones de riego (alarma 2 ó Blitecast 2) y el modelo previamente calibrado (alarma 1 o Blitecast 1). El modelo de riego consideraba la disminución en los umbrales necesarios para detectar condiciones para tizón tardío.

Se puede observar que la incidencia y severidad de la enfermedad fue bastante alta, siendo los testigos en todos los casos estadísticamente diferentes a los tratamientos con aplicación de productos químicos. Igualmente, se puede apreciar que la severidad de la enfermedad fue mayor bajo condiciones de riego que secano en ambos cultivares y que Yagana se comporta más susceptible que Desirée.

Adicionalmente, se puede comentar que los tratamientos químicos bajo condiciones de secano controlaron igualmente la enfermedad aplicados a calendario fijo que aplicados bajo condiciones de alarma 1. Sin embargo, bajo condiciones de riego, en general la alarma 1 presentó una mayor severidad de la enfermedad que las aplicaciones a calendario fijo o con alarma 2.



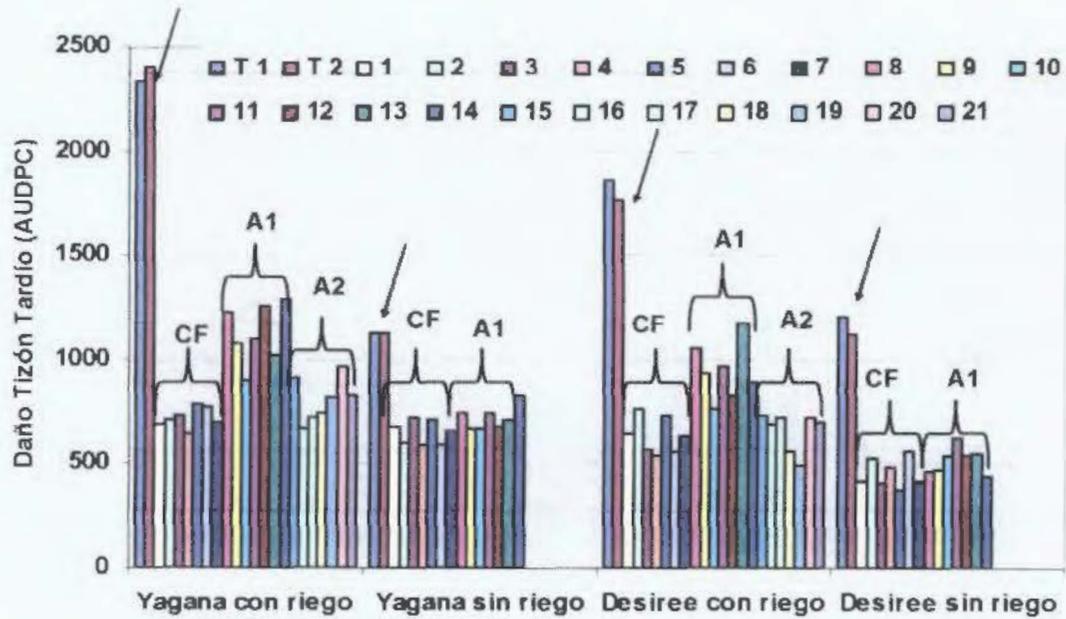
Respecto a los tratamientos químicos se encuentran algunas diferencias significativas para algunos de ellos, pero en general, todos los tratamientos a calendario fijo fueron estadísticamente iguales entre sí.

Igualmente, los tratamientos químicos aplicados a Calendario fijo comparados con las aplicaciones según alarma 1 presentaron similares respuestas. Esto es destacable ya que este último tuvo solo 4 aplicaciones, versus 7 del primero.

Bajo riego, la condición es diferente, las aplicaciones según alarma 1 presentó mayor incidencia y solo algunos tratamientos fueron estadísticamente iguales a las aplicaciones a calendario, especialmente los que consideraban productos sistémicos. Los tratamientos bajo alarma 2 fueron similares a los bajo calendario fijo. El primero tuvo 6 aplicaciones y el segundo 7.

Los rendimientos de las respectivas parcelas se muestran más abajo. En general los rendimientos totales y comerciales fueron mayores en las parcelas con riego. Sin embargo, éstos están relacionados al nivel de daño de tizón tardío en cada tratamiento, especialmente en las parcelas con riego, donde los testigos presentaron diferencias significativamente menores. Las parcelas de secano no presentaron diferencias entre tratamientos, probablemente, dado que el nivel de daño de tizón fue menor.

Concluyendo, aplicaciones según la alarma 1 y la alarma 2 bajo condiciones de secano y riego, respectivamente, lograron controlar la enfermedad de igual forma que aplicaciones a calendario fijo, con menos aplicaciones de producto. Además, bajo una buena estrategia, como las evaluadas en este experimento, y apoyado por un sistema de alerta, todos los productos fueron eficientes, especialmente bajo condiciones de secano. Sin embargo, para condiciones de riego aún es necesario continuar con las calibraciones del sistema. Este experimento se repitió la temporada 2007-08, los datos aún están en análisis, pero resultados fueron similares a la temporada anterior para condiciones de secano, sin embargo, bajo condiciones de riego los resultados no presentaron un buen control con la alerta. Cabe destacar que esta temporada las condiciones para tizón tardío no se presentaron favorables, sin embargo el experimento bajo riego consideró riego por aspersión cada 3 días para inducir síntomas dados las condiciones de sequía de la temporada, lo que favoreció en extremo las condiciones para la enfermedad. Usualmente, a nivel de agricultor(a) las frecuencias no son mayores a 7 días. Por lo tanto, es necesario seguir calibrando el sistema de alerta para condiciones de secano.



Daño de tizón tardío en papa cv Yagana y Desirée bajo riego y secano, manejado con diferentes estrategias de manejo químico.

Flecha indica testigo absoluto sin aplicación, CF: Aplicaciones a calendario fijo (7 aplicaciones), A1: Aplicaciones según alarma Blitecast 1 (4 aplicaciones), A2: Aplicaciones según alarma Blitecast 2 (6 aplicaciones).

Yagana-riego: ANDEVA $p=0.0001$; LSD= 252.81, $p=0.05$.

Yagana-secano: ANDEVA $p=0.0001$; LSD=144.96, $p=0.05$.

Desirée-riego: ANDEVA $p=0.0001$; LSD= 256.59, $p=0.05$.

Desirée-secano: ANDEVA $p=0.0001$; LSD= 160.38, $p=0.05$.



Vista general de las parcelas experimentales. INIA-Remchue, 2006-07

Rendimiento comercial y total de los cultivares Yagana y Desireé bajo diferentes estrategias de manejo químico con condiciones de riego y seco. INIA-Remehue 2006-07

Tratamiento		Rendimiento (t/ha)							
		Yagana riego		Desireé riego		Yagana seco		Desireé seco	
		Comercial	Total	Comercial	Total	Comercial	Total	Comercial	Total
Calendario	1	40.1 abcd	46.8 abcd	58.6 a	62.3 a	26.0 *	33.9 *	35.7 *	40.9 *
Fijo	2	42.2 abc	47.3 abcd	48.9 bcd	52.6 abcd	25.8	33.4	39.3	43.4
	3	42.6 abc	48.7 abc	47.0 bcde	50.5 bcde	32.2	38.4	39.4	43.1
	4	43.9 ab	49.4 a	51.6 abcd	57.2 abcd	29.7	36.5	33.2	38.2
	5	40.8 abcd	46.5 abcd	50.3 abcd	52.6 abcd	32.4	37.5	40.6	44.1
	6	42.0 abc	49.7 a	52.1 abcd	54.2 abcd	31.6	38.7	35.0	40.3
	7	44.5 a	51.5 a	53.1 abcd	55.7 abcd	30.0	37.0	33.9	38.1
	Alarma 1	8	34.5 cde	40.3 cdefg	46.0 cdef	48.2 cdef	23.7	33.1	37.3
9		34.6 cde	30.4 defg	52.5 abcd	55.8 abcd	27.5	36.0	38.2	42.5
10		42.6 abc	50.1 a	46.6 bcde	50.6 bcde	29.6	39.4	38.4	43.9
11		35.1 bcdef	40.7 bcdef	49.5 abcd	51.8 abcde	28.0	37.6	33.8	40.0
12		27.6 fgh	35.3 fgh	44.2 defg	47.6 defg	31.5	43.1	39.4	43.2
13		32.1 efgh	36.6 efgh	37.0 fg	39.0 fg	25.0	33.4	38.7	42.8
14		36.1 bcdef	40.8 bcdef	52.8 abcd	55.4 abcd	32.1	38.2	39.5	42.8
Alarma 2		15	40.7 abcde	44.7 abcde	45.8 cdef	49.1 bcde			
	16	41.3 abcd	46.9 abcd	51.7 abcd	55.2 abcd				
	17	43.4 ab	49.1 ab	55.9 ab	57.5 abc				
	18	43.1 abcd	47.4 abcd	52.0 abcd	55.6 abcd				
	19	45.0 a	49.8 a	46.8 bcde	51.9 abcd				
	20	44.4 abc	48.1 abc	54.6 abc	58.2 ab				
	21	40.5 abcde	44.6 abcde	53.9 abc	57.2 abcd				
Testigo	22	27.2 gh	32.2 gh	35.2 g	38.2 g	23.3	34.5	34.1	37.4
	23	23.8 h	30.1 h	38.9 efg	42.7 efg	25.4	32.1	32.6	36.3
<i>Cv</i>		16.54	13.53	13.86	13.37	23.73	18.66	11.32	10.73
<i>Prueba de F</i>		3.66	4.16	3.01	2.88	0.89	0.73	1.67	1.3
<i>Probabilidad</i>		0.0001	0.0001	0.0003	0.0003	0.5807	0.7440	0.0935	0.2422

Cifras seguidas por igual letra en cada columna son estadísticamente iguales LSD $p=0.05$.

3. Validar el sistema de pronóstico con la red de usuarios asociados del sistema

Actividad 3.1 a 3.3. Uso del sistema de alarma por usuarios de la red en las diferentes áreas, evaluación de efectividad y utilidad.		
Lugar de ejecución:	Regiones de Los Lagos, Los Ríos y Araucanía	Fecha inicio: Mayo 2006 Fecha término: Diciembre 2007
Resultado esperado: Sistema de pronóstico de tizón tardío validado por usuarios asociados del proyecto.		

Uso del sistema de alerta

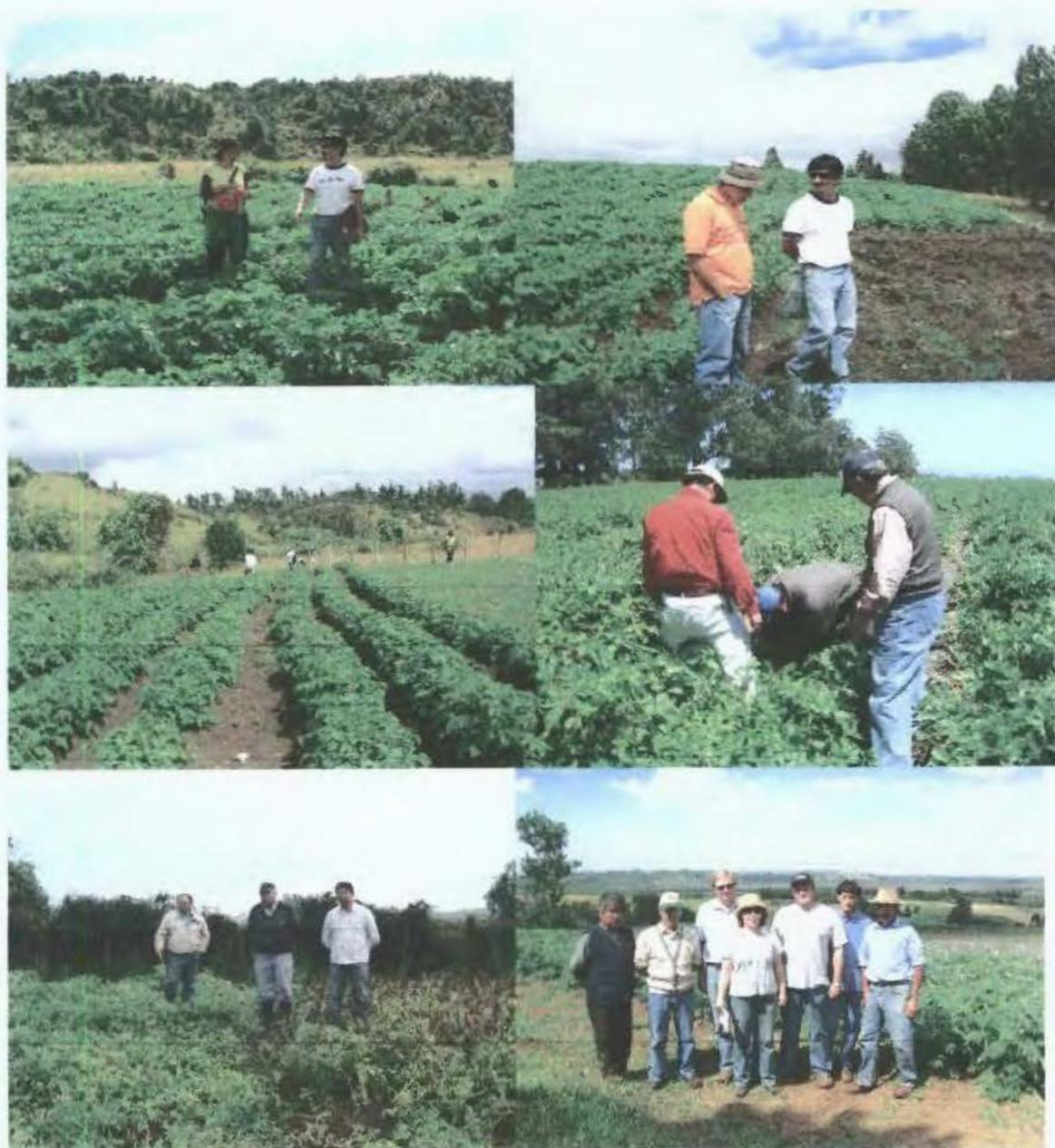
En el cuadro siguiente se muestra la lista de usuarios/as del sistema de alarmas para cada sitio de evaluación durante la temporada 2006-07. Estas personas fueron contactadas telefónicamente para obtener información del cultivo y manejo sanitario. Se les informó semanalmente respecto al sistema de pronóstico y aviso de alarmas. Durante el mes de diciembre y mediados de Enero fueron contactados e instruidos respecto al uso del sistema de alarmas. Se respondieron sus dudas. Posteriormente, Enero-Marzo, solo se les enviaba un aviso de la situación de la alerta, con el objetivo que ellos o ellas tomaran decisiones con la información recibida.

Igualmente, durante el mes de enero se realizó una visita a cada uno de ellos para determinar el modo de uso del sistema, seguimiento de instrucciones y el nivel de control de la enfermedad. Parte de estas visitas también sirvieron para la toma de muestras de tizón tardío para la colección de *P. infestans* 2006-07.

Esta visita se repitió en la temporada 2007-08 para detectar el uso de la página web con las alertas, su interpretación y aplicabilidad. En esta oportunidad nos acompañó el Dr. Gary Secor, profesor de la Universidad del Estado de Dakota del Norte, asesor del proyecto, quien estaba en el país haciendo un viaje sabático.

La mayoría de los usuarios había visitado la página y la información le sirvió para comenzar con sus aplicaciones. Sin embargo, se detectó confusión respecto a la ejecución de programa de manejo basado en las alertas, principalmente por desconocimiento en las propiedades de los fungicidas disponibles en la zona y la visita o comentarios de asesores, generalmente asociados a distribución y venta de productos. Igualmente, dado la utilidad del sistema para los agricultores la temporada anterior, muchos expresaron su confianza en el sistema de pronóstico.

En anexos se muestra la lista de registros de usuarios(as) del sistema de alerta de tizón tardío en las temporadas 2006-07 y 2007-08.



Visita a los usuarios de la red de alarmas durante temporada 2006-07.



Visita a usuarios de la red de alarmas durante temporada 2007-08

Efectividad del sistema

Durante las visitas a terreno en las temporadas 2006-07 y 2007-08 se pudo constatar el uso del sistema de alarmas, siendo en general exitoso para el usuario. El nivel de éxito de la oportunidad de aplicación se detectó claramente en la incidencia de la enfermedad en los papales al momento de la visita. La incidencia detectada al momento de la visita varió entre 0 y 50%, en la temporada 2006-07 y 5 a 10% en la temporada 2007-08. En general el mayor éxito se detectó



en aplicaciones 1 ó 2 días después del aviso de la alarma y en la planificación previa basado en la información de alertas. Esto fue notorio en la última temporada, donde los productores(as) estaban asustados de la enfermedad dado la epifitia del año anterior

Sin embargo, Algunos usuario/as presentaron problemas prácticos en su implementación, dado diferentes motivos:

1. Desconfiar del sistema. El agricultor al no ver síntomas en sus plantas asume que no hay problema. Esto especialmente en la temporada 2006-07
2. No disponer de equipos de aplicación de pesticidas en el momento oportuno.
3. No disponer de financiamiento para aplicación.
4. Tener los sistemas de riego instalados que impiden el paso de la maquinaria de aplicación.
5. Aplicación deficiente o pérdida de efectividad del activo utilizado.
6. Acceso a Internet
7. Uso del producto químico no adecuado para el estado de desarrollo de la planta, eficiencia o costo.

A pesar de esto se detectó una gran confianza en el sistema de pronóstico por parte de los usuarios, sin embargo aún falta difusión en temáticas de interpretación y aplicabilidad eficiente.

Utilidad del sistema

Para evaluar la utilidad del sistema de alarma por parte de los productores(as) se aplicó un cuestionario que permitiera inferir su percepción y la experiencia que ellos(as) tuvieran respecto a la efectividad del sistema de alerta.

De esta manera, se encuestó a 11 productores que utilizaron el sistema de alerta. Estos 11 productores agrupan 267 has del cultivo en la temporada 2006/2007 y en promedio cada uno tiene 24 has de papa. Dentro de este grupo de productores hay agricultores grandes con altos niveles tecnológicos y productores pequeños pertenecientes a la AFC de la IX y X regiones.

El 54 por ciento de los productores produce sin riego, y el rendimiento promedio es de 24 t/ha con un rango que van desde 15 t/ha a 52 t/ha. El destino de la producción señalado por los productores, es semilla, venta de consumo fresco y venta de uso industrial, abarcándose el conjunto de propósitos de uso de la papa en el país.

Respecto a las alarmas de alerta en esta temporada 2006-07 en promedio dicen haber recibido 4 alertas, 10 productores señalaron que la alarma les permitió controlar la enfermedad y 3 declaran que alguna oportunidad recibió la información tarde.

A continuación se muestran gráficos con las respuestas dadas por los agricultores(as) respecto a la experiencia que tuvieron ellos con el uso del sistema de alerta temprana.

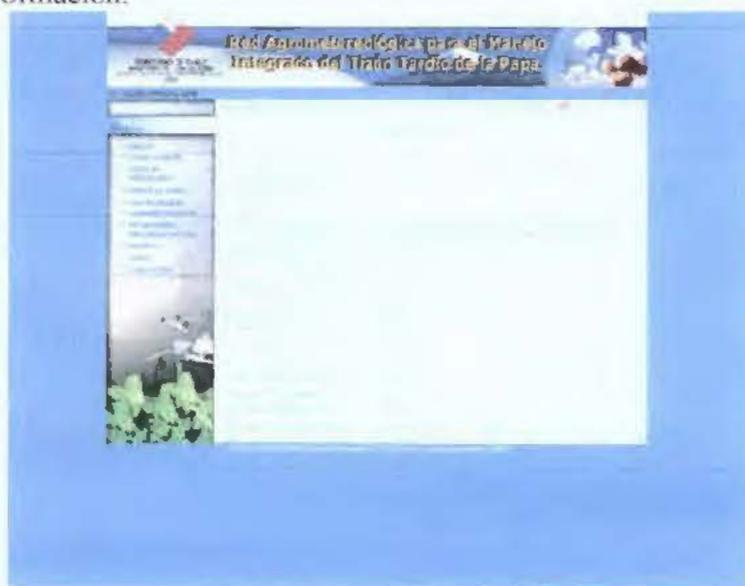
Pregunta:

Comentarios de las respuestas preliminares.

1. Los agricultores sienten que el sistema de alerta les ayudo de mejor forma a controlar la enfermedad en su cultivo
2. En el caso que no fue oportuno se debió a que la siembra fue más temprana (agosto) y la estación estuvo disponible para las siembras de octubre.
3. Como medio de apoyo a la toma de decisiones los agricultores lo encuentra adecuado, de tal forma que lo quieren volver a utilizar y lo recomiendan para otros agricultores
4. La aceptación de los agricultores tienen sus causas en que fue un buen predictor de la aparición de Tizón Tardío (pregunta 14) y realizaron aplicaciones más certeras que les permitió superar sin mayores problemas el ataque de Tizón Tardío observado en la temporada 2006/07.
5. Se espera informar la opinión del conjunto de los productores en el informe final con un análisis más acabado de los resultados y con ellos proyectar la utilización de la red de alerta temprana.

Para la temporada 2007-08, el sistema de alerta se encontraba disponible en la página web <http://www.mia.cl/remehue/tizon>. El acceso solo se realizaba a través de suscripción lo cual daba derecho a una clave de acceso. Durante la temporada se inscribieron 120 personas, quienes principalmente de acuerdo a los datos recolectados al momento de la inscripción, eran agricultores empresariales, asesores técnicos de AFC, asesores de empresas de distribución de insumos y profesionales de instituciones agrícolas. Dado esto, se estima que gran parte de la información y uso de las alertas tuvo una cobertura mucho mayor en la zona sur. Al finalizar la temporada se realizará una encuesta vía correo electrónico para determinar la efectividad del sistema en esta temporada.

En general los comentarios han sido muy positivos, y los usuarios utilizan la información tanto para hacer un programa de aplicaciones, como para tomar decisiones en el momento. Sienten confianza en la información.



Lista de registro de suscriptores a la página web de alerta de tizón y el número de visitas realizadas



RESULTADOS ESPERADOS EN EL PROYECTO

Obj Esp	Resultado	Indicador	Meta Final	Resultado logrado	
1	Sistema de redes agroclimáticas operativo con la información necesaria para los requerimientos del programa computacional de pronóstico	Datos climáticos por estación procesados	Datos climáticos del 90% de las estaciones procesado por el sistema de programa de pronóstico	La red agrometeorológica está compuesta por 11 estaciones, sin embargo se procesan datos de 9 estaciones para el sistema de pronóstico, debido a que las otras 2 no se pueden conectar vía telefonía móvil.	100%
1	Sistema de pronóstico calibrado para determinar las condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad	Porcentaje de control por predicción de la enfermedad en las unidades productivas	Sistema de pronóstico de tizón eficiente en predecir y controlar la enfermedad en un 90% de las unidades	El sistema de pronóstico fue evaluado en 11 unidades durante el transcurso del proyecto. En las dos últimas temporadas se validó con usuarios(as). De acuerdo a la evaluación experimental y la satisfacción del cliente mediante encuesta, el sistema predijo muy exactamente la enfermedad, y quienes siguieron las instrucciones lograron controlar el tizón tardío.	100%
2	Alternativas de control integrado basadas en resistencia relativa, presencia de inóculo, control químico y calibración de unidades de severidad evaluado para las condiciones de la IX y X región y disponibles para los usuarios	Información disponible de resistencia relativa, presencia de inóculo, efectividad del control químico y optimización de los grados de severidad	Información de experimentos evaluado, analizado y aplicado en las recomendaciones del 90% de los usuarios del proyecto	La información de los resultados del proyecto fueron presentadas en muchos días de campos, charlas, seminarios, congresos, workshop, publicaciones de prensa, informativos, artículos científicos y manual. Además, la página web del proyecto cuenta con información sobre la enfermedad y su manejo. Sin embargo, aún falta	100%



				difusión y capacitación respecto al correcto uso de la información.	
2	Sistema de monitoreo y detección oportuna de cambios en las poblaciones de <i>P. infestans</i> implementado	Sistema de monitoreo de poblaciones de <i>P. infestans</i> implementado para zonas paperas importantes de la IX y X región	Sistema de prospección y monitoreo de <i>P. infestans</i> implementado para 5 zonas paperas importantes de la IX y X región.	Los laboratorios de INIA y SAG trabajaron para establecer un sistema de prospección y monitoreo de tizón tardío en la zona sur. Igualmente, el laboratorio de INIA Remehue tiene la capacidad de evaluar y caracterizar poblaciones de <i>P. infestans</i> según los protocolos internacionales.	100%
3	Estrategia de manejo integrado de tizón tardío con el uso de pronosticadores implementado	Porcentaje de usuarios asociados al proyecto validando el servicio	80% de los usuarios asociados al proyecto validando el servicio	El servicio de pronóstico fue validado con 25 agricultores(as) asociados al proyecto, con muy buenos resultados y comentarios. En la última temporada el servicio de pronóstico de tizón tardío contó con 120 suscripciones. Muchos de los productores(as) asociados implementaron un manejo integrado de la enfermedad en su cultivo, pero se necesita enfatizar en este tema todavía	100%
3	Servicio de pronóstico de tizón tardío disponible en la zona sur	Información de sistema de pronóstico disponible	Página web	La página web del proyecto está activa desde el inicio de la temporada 2007-08, con toda la información de las alertas para tizón tardío de los sitios en red meteorológica. Esta página además posee información sobre manejo integrado y links a publicaciones y otras páginas relativas al tema de tizón tardío. Esta página estaba comprometida para	100%



				la temporada anterior, sin embargo se estuvo trabajando adicionalmente en el procesamiento a través de un servidor central para el servicio de alerta. Esto tomo más tiempo de lo presupuestado	
3	Uso eficiente y racional de pesticidas para el control de tizón tardío	Porcentaje de diferencia de rendimiento	20% de disminución de pérdidas	El grado de disminución de pérdidas debido a uso de pesticidas en el control de tizón tardío dependerá de las condiciones predisponentes para la enfermedad, es así como bajo condiciones favorables se logra disminuir las pérdidas en más de 20%. Sin embargo, bajo condiciones no predisponentes las pérdidas son bajas por lo que un control eficiente no se detecta tan claramente en el rendimiento. Sin embargo, el sistema de pronóstico claramente influye en los costos de control de la enfermedad, no tanto por disminución en la cantidad de aplicaciones, sino en la aplicación oportuna de los pesticidas y la posibilidad de uso de pesticidas preventivo de menor costo. Sin embargo, en las evaluaciones, se detectó que en un año no tizonero se pueden ahorrar hasta 4 aplicaciones.	100%
		Número de aplicaciones	5 aplicaciones en condiciones predisponentes 1 aplicación en año no predisponente		
3	Sistema de pronóstico utilizado por agricultores	Número de agricultores que utilizan el sistema	50 agricultores utilizando el sistema	Actualmente hay 120 personas registradas en el sistema de pronóstico de tizón tardío online	100%



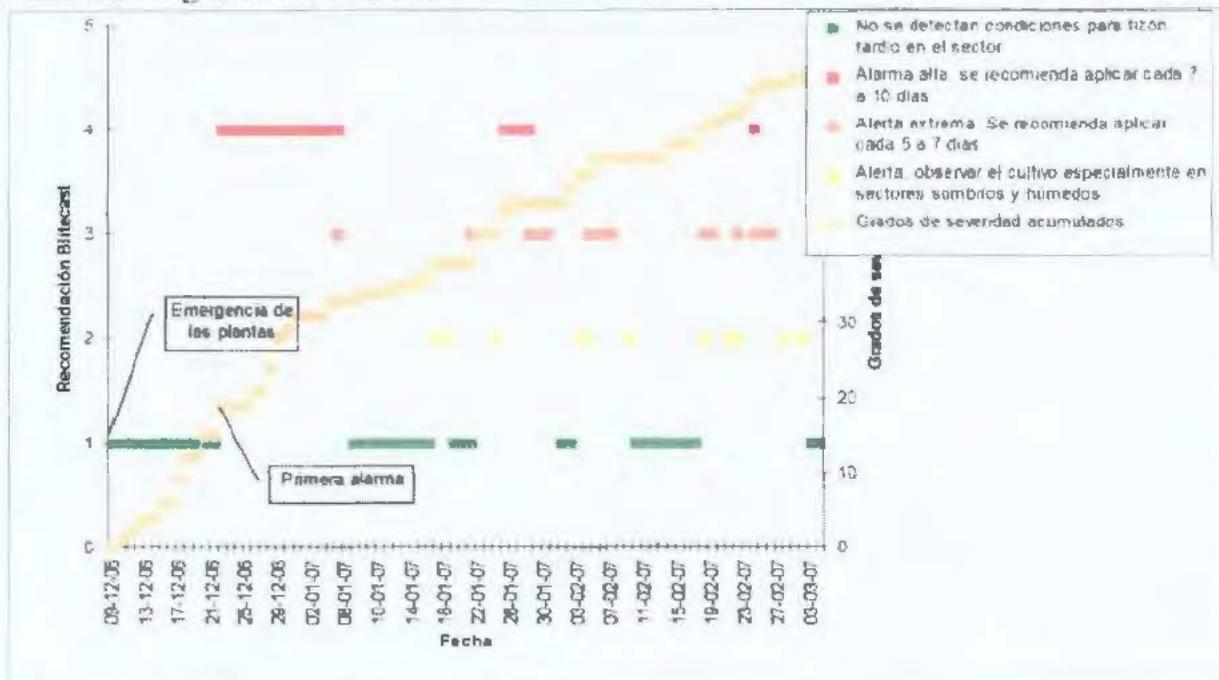
		eficientemente			
4	Capacitación a los usuarios asociados, profesionales, técnicos, estudiantes y agricultores en el reconocimiento de tizón tardío, manejo integrado y uso de pronosticadores	Asistentes a las actividades programadas	170 personas en días de campo-curso 150 personas en seminario 120 personas en congreso	Durante el proyecto se realizaron seminarios, días de campo, charlas con una excelente asistencia (Información de asistentes en informes correspondientes). Se presentaron 14 trabajos relacionados a este proyecto en congresos tanto nacionales como internacionales, con asistencia de más de 100 personas cada uno.	100%
4	Página web activa con el servicio de pronóstico para tizón tardío de los sectores con unidades productivas del proyecto	Página web activa	Página web activa disponible con información de pronóstico de 9 unidades productivas del proyecto	El sistema de pronóstico funciona como una plataforma de servicio en la página web http://www.inia.cl/remehuetizon .	100%
4	Publicaciones de informativo, manual y artículo científico	Cantidad de publicaciones	1 informativo con 5000 copias 1 manual con 500 copias 1 artículo científico	Se publicaron 3 informativos relacionados a este proyecto (títulos en sección difusión). Uno está en prensa. Se elaboró un manual de tizón tardío. Este manual a la fecha está en edición y prensa. Se publicó un artículo científico en Applied Plant Research. Special Report N° 12, 2007	100%



5. Fichas Técnicas y Análisis Económico:

El análisis económico realizado corresponde a una comparación entre diferentes experiencias de utilización del sistema de alerta para el control del tizón tardío en la temporada 2006/2007 llevada a cabo por tres productores de la comuna de Los Muermos. Las alertas utilizadas fueron en base a los datos registrados en la estación meteorológica ubicada en el sector Los Canelos en la comuna mencionada.

Las condiciones de alerta en que estuvo el cultivo en la zona de Los Muermos es la que se muestra en el gráfico a continuación.



En el se puede ver que a partir de una fecha de emergencia dada en la primera quincena de diciembre las condiciones para el desarrollo de la enfermedad avanzaron rápidamente dándose la primera alarma cerca del día 20 del mismo mes. Estas condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad se mantuvieron con mayor o menor grado desde ese momento en adelante, por lo cual, los manejos realizados fueron determinantes en el éxito del cultivo en la temporada 2006/2007.

Los casos analizados se muestran en el siguiente cuadro. Corresponden a pequeños agricultores que son parte del GTT de Los Muermos y están localizados en diversas localidades de la comuna. Como se ve en el siguiente cuadro la superficie y fechas de plantación es variable.

En el mismo cuadro, se puede ver el número de aplicaciones necesarias en cada tipo de agricultor. Los que hicieron menos aplicaciones, (casos 1 y 2) hicieron el control químico de



acuerdo al sistema de alarma, no obstante tener dificultades tales como disponibilidad de equipos adecuados.

En el caso 3, el agricultor no pudo realizar las aplicaciones de acuerdo al sistema de alarma por diversas dificultades, por lo cual la enfermedad le afectó en el cultivo viéndose en la obligación de realizar 6 aplicaciones.

Ubicación geográfica casos evaluados, cultivares, fecha de plantación y número de aplicaciones para controlar tizón tardío durante la temporada 2006/07.

Caso	Sector	Varietal	Superficie (ha)	Fecha plantación	Nº Aplicaciones para control TT
1	Cuesta la Vaca	Karú- INIA	6,0	10/10/2006	3
1	Cuesta la Vaca	Pukara-INIA	5,0	10/10/2006	3
2	Canelos	Karú- INIA	2,5	27/10/2006	3
3	Chelles	Karú- INIA	5,0	08/12/2006	6
3	Chelles	Pukara-INIA	5,0	08/12/2006	6

El detalle de las fechas de aplicaciones y productos utilizados se puede ver en los siguientes 2 cuadros. Como se puede ver en el caso 3 que realizó más aplicaciones, este productor comenzó el control químico la segunda quincena de enero y donde las estrategias preventivas no tuvieron el efecto esperado ya que la enfermedad ya había incidido en su cultivo en forma significativa, por lo cual tuvo que hacer aplicaciones de productos curativos y combinarlos con productos preventivos y con ello aumentar los costos de producción.

Fechas aplicación desde Diciembre 2006 a Marzo 2007

Caso	cv	APLICACIONES						Desecante
		1º	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	
1	Karú	30 Dic.	16 En.	23 En.	s/a	s/a	s/a	26 En.
1	Pukara	30 Dic.	16 En.	23 En.	s/a	s/a	s/a	26 En.
2	Karú	23 Dic.	24 En.	s/a	s/a	s/a	s/a	25 En.
3	Karú	24 En.	26 En.	10 Feb.	20 Feb.	2 Mar.	10 Mar.	18 Mar.
3	Pukara	24 En.	26 En.	10 Feb.	20 Feb.	2 Mar.	10 Mar.	18 Mar.

Abreviatura: s/a Sin aplicación fungicida



Productos fitosanitarios, número y fecha de las aplicaciones

Caso	cv	APLICACIONES y FUNGICIDAS						COSTO (\$/ha)
		1ª	2º	3ª	4º	5ª	6ª	
1	Karú	Ridomil	Bravo+ Forum	Bravo+ Forum	s/a	s/a	s/a	128.960
1	Pukara	Ridomil	Bravo+ Forum	Bravo+ Forum	s/a	s/a	s/a	128.960
2	Karú	Bravo	Bravo	S/a	s/a	s/a	s/a	43.843
3	Karú	Bravo	Ridomil	Forum	Acrobat	Curzate	Curzate	202.151
3	Pukara	Bravo	Ridomil	Forum	Acrobat	Curzate	Curzate	202.151

El caso 1 realizó 3 aplicaciones, sin embargo, al aplicar una combinación de productos más cara el costo por hectárea del control químico del tizón tardío sumó \$128.960/ha y en el caso 2, \$43.843/ha. Es decir, una diferencia de \$85.117/ha.

En el caso 3, el número de aplicaciones realizadas y la combinación de productos químicos utilizados llevó al productor a tener un costo/ha de \$202.151, lo que significa un monto de \$158.308 más respecto al productor que tuvo una mejora y más oportuno control.

Para tener una relación de la eficiencia económica de cada una de las estrategias se compara el costo/ha versus el rendimiento obtenido, haciendo el alcance que en algunas medidas de manejo los productores pueden haber realizado labores en forma diferente. No obstante esto, el cultivo de cada uno difiere en forma significativa en el control de tizón tardío. Así se puede ver que el rendimiento mayor lo tuvo el caso 1 en relación al caso 2, pero con 18 días más de cultivo, y estos dos anteriores, mayor que el agricultor caso 3. El productor 1 tuvo un costo de \$3.341/t en el cultivar Karú y \$3096/t en Pukara; el caso 2 tuvo un costo/t de \$1.260, y el caso 3 tuvo un costo de \$6.738/t.

Rendimiento (t/ha) según calibre y Número días plantación a secado follaje

Caso	Variedad	Nº Días al desecado	RENDIMIENTO (t/ha)		
			Total	Consumo	Semilla
1	Karú	108	38,0	11,4	26,6
1	Pukara	108	41,0	12,0	29,0
2	Karú	90	34,8	6,8	28,0
3	Karú	101	30,0	6,9	23,1
3	Pukara	101	30,0	6,9	23,1

Por otra parte, en el caso de los resultados experimentales, se realiza un análisis similar. En este se comparan los promedios de las diferentes estrategias de control químico del tizón tardío. Las estrategias de control fueron "Calendario fijo", vale decir, aplicaciones de fungicidas con una



periodicidad fija a través de la temporada “Sistema de alerta temprana”, realizada mediante aplicaciones en la oportunidad en que el modelo Blitecast validado, indicaba la oportunidad en que existieron condiciones adecuadas para el desarrollo de la enfermedad; y el “Testigo” donde no se realizaron aplicaciones de protección del cultivo contra tizón tardío. Para cada estrategia se establecieron ensayos con dos cultivares diferentes: Yagana-INIA (como cultivar susceptible) y Desiree (como cultivar medianamente resistente) bajo riego y sin riego.

En la condición sin riego en la temporada 2006/2007 que fue de condiciones favorables para la enfermedad el número de aplicaciones a calendario fijo ascendió a 7, bajo el sistema de alerta 4, y por supuesto, el testigo no tuvo aplicaciones. El costo/ha promedio del control químico bajo “calendario fijo” fue de \$124.000/ha y bajo el “Sistema de Alerta” fue de \$79.274/ha, siendo los rendimientos entre ambos tratamientos sin diferencia significativa, pero diferentes entre cultivares y con un incremento en los costos de producción en la estrategia a “calendario fijo” de \$44.726/ha

Rendimiento promedio de los tratamientos sin riego (resultados de ensayo en la temporada 2006/2007)

Tratamiento	Cultivar	Rendimiento (t/ha)	Numero de aplicaciones	Costo/ha del tratamiento (\$)
Calendario fijo	Desiree	36,8	7	124.000
	Yagana	29,7	7	124.000
Alerta	Desiree	38	4	79.274
	Yagana	28,2	4	79.274
Testigo	Desiree	34,1	Sin aplicaciones	---
	Yagana	23,4	Sin aplicaciones	---

Bajo la condición con riego, los rendimientos fueron mayores y significativamente diferentes al testigo. Bajo riego se realizaron las estrategias a “Calendario fijo”, “alerta con umbral de 18 grados de severidad” que es el umbral de alarma utilizado en la condición sin riego y “Alerta con umbral de 15 grados de severidad”, es decir, mas sensible ya que bajo riego se inducen mejores condiciones para el desarrollo de la enfermedad. Como se puede ver, el numero de aplicaciones bajo riego en “alerta con 15 grados de severidad” es casi igual que ha calendario fijo, y superior a “alerta con umbral en 18 grados de severidad”. Por esta razón el costo/ha de “calendario fijo” es levemente superior a “alerta con umbral en 15 grados de severidad”, siendo el primero. \$124.000/ha y el segundo \$109.343/ha, es decir un ahorro de \$14.657/ha.



Rendimiento promedio de los tratamientos con riego (resultados de ensayo en la temporada 2006/2007).

Tratamiento	Cultivar	Rendimiento (t/ha)	Numero de aplicaciones	Costo/ha del tratamiento (\$)
Calendario fijo	Desiree	54,9	7	124.000
	Yagana	48,6	7	124.000
Alerta con umbral en 18 Grados de Severidad	Desiree	49,8	4	79.274
	Yagana	40,5	4	79.274
Alerta con umbral en 15 Grados de Severidad	Desiree	55,0	6	109.343
	Yagana	47,3	6	109.343
Testigo	Desiree	38,2	Sin aplicaciones	---
	Yagana	32,3	Sin aplicaciones	---

Los resultados preliminares para la temporada 2007/2008 se pueden ver en el cuadro siguiente. En el no se presentan rendimientos puesto que este dato no se ha obtenido al momento de la redacción de este informe.

No obstante esto, se puede decir que en la temporada 2007/2008, no ha tenido condiciones importantes para el desarrollo de la enfermedad por lo cual el control químico mediante el sistema de alarma ha sido más económico que la temporada anterior. Como se puede ver, bajo "calendario fijo" se realizaron 10 aplicaciones con un costo de \$177.140/ha y bajo el "Sistema de Alerta" se realizaron 2 aplicaciones con un costo de \$35.428/ha, lo que representa un ahorro de \$141.712/ha.

Resultados preliminares de la temporada 2007/2008 (no se han cosechado las parcelas por lo tanto no existe todavía el dato de rendimientos)

Tratamiento	Cultivar	Rendimiento (t/ha)	Número de aplicaciones	Costo/ha del tratamiento (\$)
Calendario fijo	Desiree	No se ha evaluado	10	177.140
	Yagana	No se ha evaluado	10	177.140
Alerta	Desiree	No se ha evaluado	2	35.428
	Yagana	No se ha evaluado	2	35.428
Testigo	Desiree	No se ha evaluado	Sin aplicaciones	---
	Yagana	No se ha evaluado	Sin aplicaciones	---

De estos resultados se puede concluir, que para la protección adecuada del cultivo para el control del Tizón Tardío, el cultivar utilizado es una variable importante ha considerar:

- Cultivares susceptibles van a ser más afectados a pesar del control químico, que cultivares menos susceptibles
- Dentro de estrategias de control químico, aquellas basadas en el “Sistema de Alerta Temprana” son más económicas que aquellas realizadas a calendario fijo.
- Bajo riego se inducen condiciones favorables para el desarrollo del hongo, por lo cual el uso de “alerta temprana” se puede acercar en costo a una estrategia de “calendario fijo”.
- De la experiencia en campos de agricultores documentada, aquellos productores que realizaron el control químico con sistema de alerta en forma oportuna tuvieron resultados de menor costo de producción que aquellos que no realizaron oportunamente el control.
- En temporada de bajas condiciones para el desarrollo de la enfermedad como el 2007/2008, el “sistema de alerta temprana” produjo un 75 % menos aplicaciones y un 80 % menos de costo/ha en aplicaciones de fungicidas.

Por otra parte, respecto a los impactos esperados en el proyecto se puede decir lo siguiente:

a) Aumento del margen bruto mediante el aumento de rendimiento y la reducción de los costos de producción. Mediante este impacto se aumenta la competitividad del rubro papa.

- Efectivamente, el uso de sistema de alerta permite tener un costo de producción menor ya que el número de aplicaciones es menor y existe la posibilidad de utilizar productos preventivos que son menos costosos que aquellos curativos, que son los que tradicionalmente han utilizado los productores.
- Al reducir el costo de producción, la posibilidad de aumentar el margen bruto se incrementa.
- Con ello se incrementa la competitividad de los productores.

b) Aumento de la calidad de papa producida, ya que un ataque temprano producirá tubérculos de menor calibre y, también, aumenta las posibilidades de pudrición en almacenamiento.

- La magnitud del ataque en la temporada 2006/2008, permite señalar que ante ataques de similares proporciones los productores que utilizaron el sistema de alarma mantuvieron la calidad del producto sino también mantuvieron rendimientos adecuados. Aquellos productores que no utilizaron ninguna medida de control tuvieron pérdidas importantes en sus cultivos, tanto en rendimiento como calidad.



6. Impactos y Logros del Proyecto:

Impactos Productivos, Económicos y Comerciales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Formación de empresa o unidades de negocio	No hay	No hay	
Producción (<i>por producto</i>)	No aplica	No aplica	
Costos de producción	\$122.250 por ha en control de tizón tardío	\$43.843 por ha en control de tizón tardío	\$78.408 por ha
Ventas y/o Ingresos			
<i>Nacional</i>			
<i>Internacional</i>			
Convenios comerciales			

Impactos Sociales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Nivel de empleo anual			
Nuevos empleos generados			
Productores o unidades de negocio replicadas			

Impactos Tecnológicos

Logro	Numero			Detalle
	Nuevo en mercado	Nuevo en la empresa	Mejorado	
Producto				
Proceso				
Servicio	En formación			El sistema generado en el proyecto permitirá prestar servicio de pronóstico a agricultores para lo cual se están apalancando recursos para ampliar la red de estaciones y mejorar las posibilidades de comunicación directa con los agricultores mediante las diversas tecnologías de información.

			Además, se están generando proyectos para ampliar el número de aplicaciones de los datos agrometeorológicos para la generación de información útil para los agricultores de la zona sur de Chile.
--	--	--	---

Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Patentes		
Solicitudes de patente		
Intención de patentar		
Secreto industrial		
Resultado no patentable	X	El modelo utilizado para el pronóstico de tizón tardío es de uso público y esta publicado. Sólo fue modificado en el sistema.
Resultado interés público	X	

Logro	Número	Detalle
Convenio o alianza tecnológica		Dado los resultados del proyecto, y su presentación en congresos y reuniones científicas, se realizaron contactos con especialistas tanto de Europa, EE.UU. como Latinoamérica para intercambio de protocolos y vistas de capacitación y asesorías. Es así como se presentaron proyectos de internacionalización de proyectos para traer a Chile al Dr. Walter Stevenson y Gary Secor, y se hacer una pasantía en Toluca, México.
Generación nuevos proyectos		Basado en la existencia de una red meteorológica se está trabajando en propuestas orientadas a la utilización de esta información para otros servicios, ya sea otras patologías en papa, otros cultivos u otras aplicaciones como es riego y alerta de sequía.

Impactos Científicos

Logro	Número	Detalle (Citas, título, descripción)
Publicaciones	6	Se presentan en informe de difusión
(Por Ranking)		
Eventos de divulgación científica	35	Se presentan en informe difusión



Integración a redes de investigación		Resultados de este proyecto se presentaron en el Workshop EUCABLIGHT, que une a investigadores de Europa y otros países en torno a Tizón tardío y su agente causal. Chile se integró oficialmente al trabajo con este grupo.
--------------------------------------	--	--

Impactos en Formación

Logro	Numero	Detalle (Título, grado, lugar, institución)
Tesis pregrado	5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Marian Martinez Sandoval. Ingeniería en Alimentos, Universidad de Los Lagos. Contribución de marcadores genéticos en los sistemas de control del tizón tardío en <i>Solanum tuberosum</i> para el uso agroindustrial. 2007. 2. Roberto Rivera Pedreros, Agronomía, Universidad Católica de Temuco. Evaluar el efecto de la utilización de fungicidas de contacto sobre el control del tizón tardío de la papa bajo las condiciones ambientales de la localidad de Puerto Dominguez IX región. Evaluar el efecto de diferentes intervalos de aplicaciones preventivas de fungicidas sobre el control del tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) de la papa. 2006. 3. Eric Arias Quezada. Agronomía, Universidad Católica de Temuco. Validación y evaluación de alarmas para el control del tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) de la papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) en el sector de Pillanlelún de la Araucanía. 4. Daniela Celis Cofré. Ingeniería en Alimentos, Universidad de Los Lagos. Monitoreo de poblaciones de <i>Phytophthora infestans</i> mediante marcadores moleculares para mejorar la calidad de la papa en la agroindustria. En desarrollo. 5. Pilar Flores Negrón. Agronomía. Universidad Austral de Chile. Factibilidad de la implementación de pronosticadores automatizados para controlar el tizón tardío de la papa en la zona sur de Chile. Estudio de casos. 2007
Tesis postgrado	1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alvaro Espinoza Fuerte. Programa postgrado de Maestría en Producción vegetal, Universidad Austral de Chile. Variación en las poblaciones de <i>Phytophthora infestans</i> durante el ciclo del crecimiento del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) en la zona Sur de Chile. En desarrollo.
Pasantías		A mediados del 2004 se realizó una gira tecnológica



		<p>financiada por FIA: Mejorando la calidad sanitaria de la papa con la incorporación de nuevas tecnologías de manejo productiva, FIA-GI-V-2004-1-A-009 para visitar el estado de Dakota del Norte en EE.UU, con el objetivo de conocer el sistema de pronóstico de la Universidad del Estado y la utilización por productores.</p> <p>A fines del año 2006 se trajo a 2 consultores especialistas en tizón tardío de la papa. El Dr. Walter Stevenson de la Universidad de Wisconsin EE.UU y al Dr. Gary Secor de la Universidad del estado de Dakota del Norte. Su pasantía fue financiada por la propuesta FIA: Desafíos del rubro papa: calidad y diversificación de productos. FIA-CD-V-2006-1-A-04011 AL 21 DE Diciembre de 2006</p> <p>Durante mayo del 2007, se presentó los principales resultados de este proyecto en el EUCABLIGHT workshop, realizado en Bologne Italia. En esta reunión se hicieron diferentes contactos con científicos relacionados a la investigación en Tizón tardío en Europa y EE.UU. Además, se pudo visitar los laboratorios de investigación de la Universidad de Bologne.</p> <p>Durante Agosto del 2007 se realizó una pasantía en Toluca México financiada por la propuesta FIA: Variación poblacional de <i>Phytophthora infestans</i> en especies silvestres de <i>Solanum</i> y su relación con la estrategia de manejo integrado de tizón tardío” FIC-FP-L-2007-1-A-002. Universidad Autónoma de Chapingo México. Programa Internacional Cooperativo del Tizón Tardío de la Papa, PICTIPAPA A C. 21 de julio al 5 de agosto de 2007</p> <p>Durante Septiembre de 2007 se realizó una MISION TECNOLOGICA financiada por INNOVA-CHILE 207-6444: “Alternativas tecnológicas de sistemas de alertas para la prevención y manejo de enfermedades en el cultivo de la papa, Alemania, Holanda y Bélgica, para una estadía en Europa por 10 días para conocer el manejo de alertas para tizón.</p>
Cursos de capacitación		Como resultado de la pasantía en México, se ofreció un curso de capacitación 12 fitopatólogos del SAG, sobre reconocimiento y manejo de <i>P. infestans</i> , con el objetivo de

7. Problemas Enfrentados Durante el Proyecto:

- **Legales**

<i>Problema</i>	<i>Medida correctiva</i>
Internación de aislamientos de <i>P.infestans</i> a EE.UU.	La Universidad de North Dakota acreditó ante el APHIS-USA que sus laboratorios reúnen las características de bioseguridad para realizar trabajos de investigación con cepas provenientes de otros países. Se enviaron 250 aislamientos para análisis. Sin embargo, para el envío de aislamientos de la colección 2006-07 este permiso no se pudo renovar, por lo que los aislamientos fueron enviados a Francia para la detección de grupos de apareamiento.
Cumplimiento con el Manual de procedimiento para la importación de material como cultivo in vitro. Resolución 633/03, 3486/03. Esto obligó a realizar modificaciones a la infraestructura de invernadero y manejo de laboratorio para cumplir con lo requerido.	Los cambios se realizaron y las plantas entraron en Junio de 2004.
Retraso en traspaso de plantas al invernadero porque se tuvo que enviar muestras al SAG central para chequeo de plántulas para viroide. Existió confusión de tamaño muestra y pérdida de muestra enviada	Las plantas fueron enviadas nuevamente.
Pérdidas de aislamientos en el proceso de Internación de estándares de <i>P. infestans</i> A1 desde México para pruebas de caracterización molecular.	Los aislamientos fueron solicitados nuevamente al Dr. Hector Lozoya de la Universidad de Chapingo. Llegaron a INIA Remehue en Febrero de 2008.

- **Técnicos**

<i>Problema</i>	<i>Medida correctiva</i>
Se determinó que las estaciones UMetos aportadas por McCain y la estación Oregon de propiedad del agricultor Juan Enrique Luer, no se podían conectar para obtener los datos en forma remota	Implementar la red meteorológica con una estación Campbell ubicada en la Estación Experimental Butalcura de INIA en Chiloé. Posteriormente BayerCropscience realizó un aporte para la compra de una nueva estación.



	Igualmente se realizó un convenio con SOQUIMICH S.A. disponer de los datos de una estación meteorológica ubicada en Pindahue, Osorno.
Al inicio de la propección y recolección de muestras de tizón tardío para aislamiento, se detectó una rápida descomposición y contaminación de las muestras en el Laboratorio del SAG, producto del alto grado de humedecimiento del follaje en terreno	Se desarrollo un nuevo protocolo para el envío de muestras y procesamiento en laboratorio.
Para la realización de las pruebas de resistencia a Metalaxil (Actividad 2.5) no se contaba con Metalaxil de alta pureza ya que este producto no esta disponible para su venta en el comercio.	Se recurrió a la empresa ANASAC en Stgo Chile la cual cuenta con una fabrica de formulación de fungicidas la cual facilito este fungicida
Las estaciones deben ser llamadas en forma manual.	Se incorporó al servidor una interfaz que permita automatizar el proceso de recolección de datos en las estaciones que están comunicadas por telefonía móvil.
El software Wisdom para la generación de alertas en base a información meteorológica tiene como limitante que los datos hay que incorporarlos en forma manual	Se utilizará el software Castor desarrollado por el CIP que permite la importación de datos en forma masiva sin tener que introducirlos en forma manual. Además, algunos de los modelos incorporados en Castor se programaran en la pagina web, de manera de hacer más rápido el procesamiento y se validarán sus resultados.
Se dificultó la recuperación de algunas cepas mantenidas en cepario	Se incorporo como método alternativo de conservación de cepas de <i>P. infestans</i> en cepario, la utilización de viales con agua y discos de micelio obtenidos de los cultivos puros del hongo en agar centeno, garantizando de esta forma la mantención de las cepas del hongo a través de un tercer método alternativo de conservación
La estación Davis de la UCT en Puerto Dominguez presentó problemas con los sensores, los cuales no se pudieron reparar	Se utilizará la estación HOBO que está ubicada en el sector de Pillanlelbuln en la IX región. Las parcelas de calibración se establecerán en el predio experimental de la UCT ubicado en la zona.
Por la diversidad de estaciones las tablas de datos tienen diversas formas en su	En la programación del software se ha implementado un proceso de homologación



configuración	de tablas de acuerdo a un patrón común.
Se presentaron problemas de conexión con red mediante telefonía móvil. Hay momentos en que el módem no se puede conectar a la red, probablemente por compatibilidad y señal. Esto ha implicado pérdida de datos meteorológicos.	Se estudia la forma de solucionar este problema. La pérdida de datos meteorológicos se está supliendo con datos de estaciones cercanas o se promedian datos.
Durante la temporada 2005-06, las parcelas experimentales para la evaluación de estrategias de manejo químico y resistencia varietal no se pudieron evaluar, dado que el tizón tardío se presentó tarde en la temporada por lo que se escaparon al ataque. No se obtuvo información en la temporada. Por lo que se retrasa la obtención de datos claves para el desarrollo de estrategias de manejo.	Se repitió el experimentos en la próxima temporada, considerando diferentes fechas de plantación
Algunas estaciones presentaron problemas con sensores. Esto produjo un retraso en la colección de datos temprano en la temporada, según lo programado.	Se realizó una calibración y mantención de estaciones. Se debió comprar algunos sensores y enviar a reparar algunas estaciones. Se trabajó temprano en la temporada solo con estaciones funcionales.
Al inicio de la temporada 2006-07 el tizón tardío se presentó muy temprano en la temporada, antes que el sistema de alarma estuviera en 100% de capacidad, por lo que en algunos sectores no se pudo detectar las condiciones presentes en Agosto y Septiembre	Se obtuvo datos de estaciones cercanas provenientes de otras fuentes para corroborar el sistema de alarmas.

• Administrativos

En general no se presentaron problemas administrativos graves. Sin embargo, se realizaron algunos cambios en la itemización del proyecto tanto de los aportes FIA como contraparte, para un manejo financiero más expedito. Se incorporaron al proyecto nuevos asociados. Se alejaron del proyecto algunos integrantes del equipo técnico, pero fueron reemplazados por otros participantes

En algunas oportunidades los informes del proyecto tomaron más de 4 meses en ser revisado por la fuente de financiamiento (FIA), esto implicó que no se podía solicitar la cuota correspondiente, provocando un saldo negativo en el periodo de trabajo.

Además, a principios del 2007 se elevó una solicitud a FIA para la utilización de los fondos de imprevistos con el fin de caracterizar una nueva colección de *P. infestans*. Esta fue aceptada y se otorgó un aplazamiento de la finalización del proyecto para terminar con la caracterización de la colección 2006-07, la cual se presenta en este informe.

- **Gestión**

No se presentaron problemas de gestión en este semestre. El grupo técnico se reunió periódicamente ya sea en Carillanca, Tranapunte o Remehue, para organizar las diferentes actividades propuestas. Sin embargo, se produjeron problemas de comunicación rápida para información de alarmas con los usuarios del sistema antes de la disponibilidad de la página web. Considerando que generalmente se tiene buen acceso a ellos o ellas a través de telefonía celular, se les avisó las alarmas mediante un llamado telefónico.

8. Otros Aspectos de Interés

Dado que el proyecto finalizó se está realizando gestiones para la implementación del servicio del sistema de alertas en forma masiva. Esto dado la importancia del tizón tardío, lo exitoso de los resultados y la necesidad de información que tienen los agricultores, especialmente los de AFC. El servicio debe ampliarse para cubrir con la red de estaciones todos los sectores paperos de importancia en toda la zona sur, esto es VIII a la X región, para esto se requiere financiamiento para equipos y operación.

Adicionalmente, esta red agrometeorológica podría ser utilizada como base datos y uso en otros sistemas, como modelos de riego y sequía.

9. Conclusiones y Recomendaciones:

- **Técnico:** El proyecto puede ser catalogado como muy exitoso. Se logró reunir información para desarrollar programa de manejo integrado de tizón tardío, caracterizar a la fecha de las poblaciones de *P. infestans*, establecer los protocolos para caracterización del hongo y contar con un sistema de pronóstico de tizón tardío. Sin embargo, es necesario fortalecer la red de estaciones para una mejor cobertura del sistema de alerta en todas las zonas paperas de importancia y mejorar los sistemas de envío de alertas al usuario para tener un acceso más rápido a la información. Además es recomendable avanzar en un solo patrón de estaciones o en su defecto a aquellas estaciones que permitan la comunicación remota para minimizar la necesidad de un operador que baje los datos. Durante el desarrollo de los experimentos de manejo integrado se detectó el efecto de muchas otras variables en la expresión de la enfermedad que necesitan ser estudiadas, entre esas el riego y la fertilización.



Igualmente, es necesario contar con un monitoreo de *P. infestans* a nivel país para detectar introducciones del hongo. Esto especialmente considerando que de acuerdo a los datos de caracterización las poblaciones del hongo sufrieron cambios en los últimos años en resistencia a metalaxil y patrón genético. Esto afectará las estrategias tradicionales de manejo de la enfermedad, por lo que es necesario continuar con una fuerte capacitación en el manejo del tizón tardío. Esto además enfoca y fortalece la idea del desarrollo de variedades de papa resistentes a tizón tardío, para lo cual se deben fortalecer los programas de mejoramiento. En este proyecto se detectó material del programa de mejoramiento de INIA con características de resistencia interesante.

- **Económico:** El sistema de alerta es un sistema que necesita financiamiento para su funcionamiento. Hay costos operacionales que deben ser financiados. Por lo tanto se debe determinar acciones futuras, ya sea mediante auspicio, pago por suscripciones, o aportes de otras fuentes.
- **Gestión:** El financiamiento de un sistema de alerta en otros países se realiza mediante auspicio de empresas privadas. Este auspicio debería estar disponible para que diferentes empresas lo apoyen, sin embargo, muchas veces las empresas privadas requieren publicidad a cambio. Esto necesita ser evaluado para no identificarse con alguna empresa en especial y no favorecer publicitar que produzca confusión en las recomendaciones del sistema, por ejemplo un determinado agroquímico.
Finalmente, es interesante destacar que frente al uso de manejo integrado se debe enfatizar en la importancia de implementar y fomentar el uso de las normativas de Buenas prácticas agrícolas, BPA, en el cultivo de papa, paralelo a lo anterior, considerando que el manejo de los problemas sanitarios, especialmente tizón, contempla el uso de agroquímicos



IV. INFORME DE DIFUSIÓN

Difusión de los resultados obtenidos. Se adjunta información en anexos difusión y transferencia.

○ Presentaciones en congresos

1. Acuña, I., Bravo, R., Sagredo, B., Gutiérrez, M., Maldonado, I., Inostroza, J., N. Gaete, N., Secor, G., Rivera, V., Solano, J., Bravo, C., de la Barra, R., Kalazich, J., Rojas, J., Vera, C. y Vilches, R. 2004. Uso de pronosticadores para el desarrollo de estrategias de manejo integrado del tizón tardío de la papa en la zona sur de Chile. XXI Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP), 7 al 12 de Marzo de 2004, Hotel Villa del Río, Valdivia, Región de Los Ríos.
2. Acuña, I., Bravo, R., Sagredo, B., Gutiérrez, M., Maldonado, I., Inostroza, J., Gaete, N., Secor, G., Rivera, V., Solano, J., Bravo, Ch., De La Barra, R., Kalazich, J., Rojas J., y Vera, C. 2004. Uso de pronosticadores para el desarrollo de estrategias de manejo integrado del tizón tardío de la Papa en la zona sur de Chile. XIV Congreso de la Sociedad Chilena de Fitopatología, 30 de Noviembre al 3 de Diciembre del 2004, Universidad de Talca.
3. Acuña, I., Inostroza, J., De La Barra, R., Sagredo, B., Kalazich, J., Bravo, R., Vargas, M., y Uribe, M. 2004. Resistencia relativa al Tizón Tardío de cultivares comerciales de papa bajo condiciones climáticas de la X Región de Chile. XIV Congreso de la Sociedad Chilena de Fitopatología, 30 de Noviembre al 3 de Diciembre del 2004, Universidad de Talca.
4. Gutierrez, M., Acuña, I., Asenjo, C., Mancilla, S., Rivera, V., y Secor, G. 2005. Aislamiento de poblaciones de *Phytophthora Infestans* desde cultivos de Papa del Sur de Chile y Evaluación In Vitro de resistencia a Metalaxilo. (Isolation of *Phytophthora infestans* population in potato crops from southern Chile and *in vitro* testing for resistance to Metalaxyl). XIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Fitopatología, 19 al 22 de Abril del 2005. Argentina, Ciudad de Carlos Paz, Córdoba.
5. Gutierrez, M., Acuña, I., Rivera, V., Secor, G. Asenjo, C., y Mancilla, S. 2005. Aislamiento de poblaciones de *Phytophthora Infestans* desde cultivos de papa del sur de Chile, Determinación *In Vitro* de Grupos de Apareamiento y resistencia a Metalaxilo. XIII Congreso de la Sociedad Chilena de Fitopatología, el 15 y 18 de Noviembre del 2005, Arica.
6. Martinez, M., Acuña, I., y Sagredo, B. 2005. Caracterización de la población de *Phytophthora Infestans* de las regiones IX y X de Chile, Mediante Isoenzimas y Microsatélites". XIII Congreso de la Sociedad Chilena de Fitopatología, 15 y 18 de Noviembre del 2005, Arica.
7. Acuña, I., Sagredo, B. Gutiérrez, M., Secor, G. Rivera, V., Martinez, M., Mancilla, S. y Asenjo, C. 2006. Caracterización de las poblaciones de *Phytophthora infestans* de la zona



- sur de Chile. En: Mora-Aguilar, R. y H. Lozaya-Saldaña. Memorias del XXII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la papa (ALAP). Congreso Internacional John S. Niederhauser, 30 de Julio al 4 de Agosto de 2006. Toluca, México. C16.
8. Acuña, I., Gutiérrez, M., Sagredo, B., Mancilla, S., Secor G., y Rivera, V. 2006. Virulencia y patotipos de *Phytophthora infestans* en la zona sur de Chile. Libro resúmenes. XVI Congreso de la Sociedad Chilena de Fitopatología, La Serena, entre el 14 al 17 de Noviembre del 2006. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Intihuasi. P.45.
 9. Acuña, I., Bravo, R., Inostroza, J., Gaete, N., Maldonado, I., y Vargas, M. 2006. Evaluación de un sistema de pronóstico para tizón tardío de la papa en la zona sur de Chile. Libro resúmenes XVII Congreso de la Sociedad Chilena de Fitopatología, La Serena, 14-17 de Noviembre de 2006. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Intihuasi. P.45.
 10. Acuña, I., Bravo, R., Inostroza, J., Gaete, N., Maldonado, I., Solano, J., Bravo, C., Vargas, M., Corvalán, P., y Pauchard, H. 2006. Evaluación y calibración de un sistema de pronóstico como herramienta de apoyo para el control de tizón tardío de la papa en la zona sur de Chile. Libro de Resúmenes XI Reunión Nacional de la Papa: Desafíos del rubro papa: Calidad y Diversificación. Hotel Cabañas del Lago, 13, 14 y 15 de diciembre de 2006. Puerto Varas, X Región, Chile.
 11. Sagredo, B., Acuña, I., Gutiérrez, M., Secor, G., Rivera, V., Martínez, M., Mancilla, S. y Asenjo, C. 2006. Caracterización de las poblaciones de *Phytophthora infestans* de la zona sur de Chile. Libro de Resúmenes XI Reunión Nacional de la Papa: Desafíos del rubro papa: Calidad y Diversificación. Hotel Cabañas del Lago, 13, 14 y 15 de diciembre de 2006. Puerto Varas, X Región, Chile.
 12. Gaete, N., Bravo, R., Maldonado, I., Acuña, I., Inostroza, J., Vargas, M., Valdebenito, A., y Pouchard, H. 2006. Red agrometeorológica para la alerta temprana de tizón tardío. Libro de Resúmenes XI Reunión Nacional de la Papa: Desafíos del rubro papa: Calidad y Diversificación. Hotel Cabañas del Lago, 13, 14 y 15 de diciembre de 2006. Puerto Varas, X Región, Chile.
 13. Acuña, I., Bravo, R., Sagredo, B., Gutiérrez, M., Maldonado, I., Gaete, N., Inostroza, J., Secor, G., Rivera, V., Kalazich, J., Solano, J. y Rojas, J. 2007. Use a forecast system to develop integrated pest management strategies for late blight in southern Chile. EuroBlight workshop: Potato Late Blight Network for Europe. 2- 5 May 2007. Bologne, Italy.
 14. Acuña, I., Sagredo, B., Gutiérrez, M., Maldonado, I., Gaete, N., Inostroza, J., Secor, G., Rivera, V., Kalazich, J., Solano, J. y Rojas, J. Uso de un sistema de pronóstico para el desarrollo de estrategias de manejo integrado del tizón tardío en el sur de Chile. XVII Congreso de la Sociedad Chilena de Fitopatología que se desarrolló en La Universidad de Concepción, entre el 27 al 30 de Noviembre del 2007.



○ **Presentaciones en seminarios**

1. Titulo Seminario: Sistema de Alerta temprana con información meteorológica en agricultura

Tema: Alerta de tizón tardío en la IX y X región de Chile. Ivette Acuña B.

Lugar: INIA Quilamapu, Chillán VIII Región

Fecha: 12 Septiembre 2005

2. Titulo Seminario: Sistema de Alerta temprana con información meteorológica en agricultura

Tema: Alerta de tizón tardío en la IX y X región de Chile. Ivette Acuña B.

Lugar: INIA Remehue X Región

Fecha: 14 Septiembre 2005

3. Titulo Seminario: Investigación y desarrollo en biotecnología silvoagropecuaria: Situación actual en Chile. Redbios-FIA

Tema: Caracterización de la población de *Phytophthora infestans* de las regiones IX y X de Chile, mediante isoenzimas y microsatélites. Ivette Acuña B.

Lugar: Centro de eventos Hotel Fundador, Santiago Chile.

Fecha: 3 y 4 Noviembre 2005

4. Titulo Seminario: Manejo y Control del Tizón de la Papa en la Provincia de Arauco

Temas

1. Tizón Tardío: reconocimiento, síntomas y desarrollo de la enfermedad.

Mónica Gutiérrez A. Ing. Agr. M.Sc., Lab Regional SAG Osorno.

2. Tizón tardío: Manejo integrado y estrategias de manejo químico con uso de pronosticadores

Ivette Acuña, Ing. Agr. Ph.D. INIA Remehue.

3. Análisis de costos, registros en papa y beneficios económicos de uso de sistemas de alerta.

Rodrigo Bravo, Ing. Agr. M.Msc. INIA-Remehue

Lugar: Escuela N°1, Leoncio Araneda Figueroa, Cañete

Fecha: 16 Noviembre 2007.

○ **Organización de seminarios, talleres y cursos y presentaciones**

1. Taller de Capacitación y día de campo

Titulo: Reconocimiento y manejo integrado del tizón tardío de la papa

Lugar: Centro de la Papa Tranapunte, INIA. Carahue, IX Región

Fecha: 16 de Enero de 2004

Lugar: Centro Regional de Investigación Remehue- INIA. X región

Fecha: 26 Enero 2004



Taller y Día de campo en el Centro Regional de la Papa INIA-Tranapunte, IX región 2004.

2. Curso: Agrometeorología básica utilizando estaciones meteorológicas automáticas (EMA's)

Tema: Sistemas de alerta temprana del tizón de la papa. Ivette Acuña, Gary Secor

Lugar: INIA-Quilmapu, Chillán, VIII Región

Fecha: 13 al 15 Septiembre 2005

3. Taller y día de campo: **Los Tizones de la papa: Reconocimiento y control.**

Lugar: Centro de la Papa INIA-Tranapunte, Carahue, IX región

Fecha: 14 Diciembre 2005

4. Curso: Reconocimiento y manejo de *Phytophthora infestans*.

Curso para fitopatólogos SAG.

Lugar: INIA-Remehue

Fecha: Septiembre de 2007

5. Seminario: **Tizón Tardío: Manejo Integrado y uso de Pronosticadores**

Lugar: INIA Remehue, Osorno

Fecha: 20 Noviembre 2007

Lugar: INIA Carillanca, Temuco

Fecha: 21 Noviembre 2007

Programa

Temas:

1. Tizón Tardío: su importancia y reconocimiento.
Mónica Gutiérrez A. Ing. Agr. M Sc., Lab Regional SAG Osorno
2. *Phytophthora infestans*: caracterización del patógeno en Chile
Boris Sagredo, Bioq Ph.D., INIA Remehue.
3. Selección de estaciones meteorológicas para integración de redes de alerta temprana en tiempo real.

Isaac Maldonado, Ing. Agr. M.Sc. INIA Quilamapu
4. Manejo integrado del tizón tardío: Estrategias químicas con uso de pronosticadores. Ivette Acuña, Ing. Agr. Ph.D. INIA Remehue.
5. Evaluación de variedades nativas de papa en el manejo integrado del tizón tardío. Jaime Solano, Ing. Agr. M.Sc. Universidad Católica de Temuco.
6. Uso de sistemas de alertas para tizón tardío en la Región de la Araucanía. Estudio de caso. Juan Inostroza, Ing. Agr. INIA Carillanca
7. Uso de sistemas de alerta para tizón tardío en la Región de Los Lagos. Estudio de caso. Claudia Barrientos, Ing. Agr. INIA Remehue
8. Costos en el uso de alertas tempranas, estudio de casos. Rodrigo Bravo, Ing. Agr. M.Sc. INIA-Remehue
9. Tecnologías para aplicación eficiente de productos fitosanitarios en papa. Rodrigo Olivares, Ing. Agr. BayerCropScience Chile
10. Mesa redonda

○ **Días de campo o reuniones técnicas**

1. Día de campo Cereales y Papas INIA

Título: Tizón tardío

Lugar: Estación Experimental La Pampa INIA.

Fecha: 20 Enero 2004

2. Charla

Título: Reconocimiento y manejo del tizón tardío de la papa

Lugar: Auditorium Centro Cultural, Carahue, IX región

Fecha: 14 Febrero 2004

3. Taller de Capacitación

Título: Estrategias orientadas hacia la Optimización del Tizón Tardío de La Papa

Lugar: Liceo Cristo Rey, Teodoro Schmidt, IX Región

Fecha: 01 Octubre 2004

4. Charla

Título: Uso sistema de alerta temprana para controlar enfermedades

Lugar: Semana Puertas abiertas CRI REMEHUE, X Región, OSORNO

Fecha 22 Noviembre 2004



5. Día de campo

Título: Pronóstico de tizón tardío

Lugar: Feria Anual de la papa, Los Muermos, X región

Fecha: 27 Noviembre /2004



Estación Meteorológica Liceo Cristo Rey

6. Día de Campo

Título: Estrategias de manejo del tizón tardío de la papa

Lugar: CRI REMEHUE, X Región , OSORNO

Fecha: 26 Enero 2005



Día de campo en INIA-Remehue

7. Día de campo

Título: Manejo del tizón tardío de la papa

Lugar: Proveedores UNISUR Alimentos Ltda , Llanquihue

Fecha: 5 Enero 2006

8. Día de campo y talleres

Título: Estrategias de manejo del tizón tardío de la papa

Lugar: Castro, Chiloé.

Fecha: 6 Diciembre 2006



Día de campo Chiloé

9. Título: Evaluar efectividad del uso de alarmas para tizón tardío en agricultores AFC usuarios del sistema

Lugar: Los Muermos GTT papa

Fecha: 19 Enero 2007

10. Título: Estrategias de manejo del tizón con alarmas

Lugar: INIA-La Pampa, Purranque.

Fecha: 18 Enero 2007

11. Título: Criterios de uso de control químico con la ayuda de alarmas

Lugar: INIA-Remehue. GTT papa Agroindustrial

Fecha: 26 Enero 2007

12. Día de campo

Título: Manejo Tizón Tardío con uso de Pronosticadores

Lugar: INIA La Pampa, Purranque

Fecha: 22 Marzo 2007

○ **Publicaciones científicas**

1. Acuña I., Sagredo B., Gutierrez M., Maldonado I., Gaete N., Inostroza J., Secor G., Rivera V., Kalazich J., Solano J., Rojas J. 2007. Using a forecasting system to develop integrated pest management strategies for control of late blight in southern Chile. P. 237-249. En: Schepers, H. (Ed.). Proceedings of the Tenth Workshop of an European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. Applied Plant Research Special Report N° 12 . 368 p.

2. Secor G., Acuña I., Rivera V., Riveros F., Sagredo B. and Gutierrez M. 2008. Characterization of *Phytophthora infestans* Isolates from Northern and Southern Regions of Chile. ¹Department of Plant Pathology, North Dakota State University, Fargo, ND 58105, ²INIA Remehue, Osorno, Chile, ³INIA Intihuasi, La Serena, Chile and ⁴SAG, Osorno, Chile. In edition.

○ **Publicaciones divulgativas**

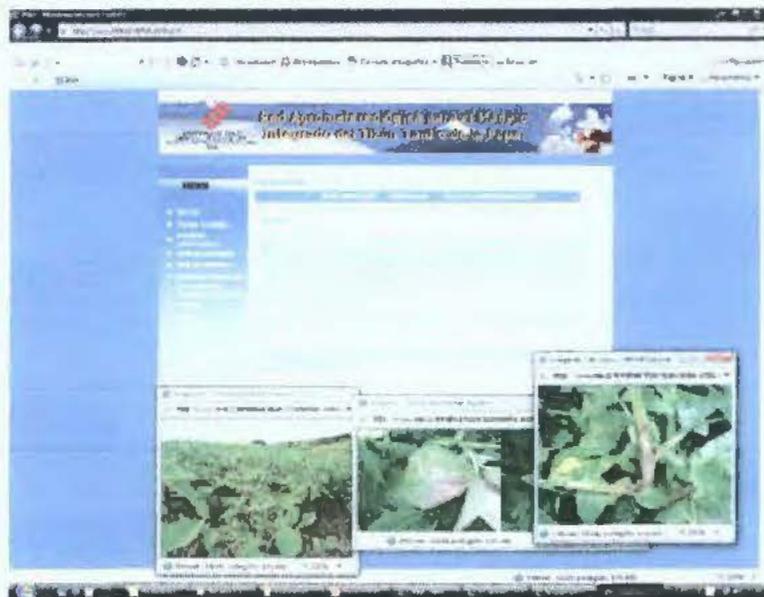
1. Acuña, I y Gutierrez, M. 2004. Como reconocer los tizones de la papa. Informativo N°47. INIA Remehue.
2. Acuña I., Secor G., Rivera V., Bravo R. 2006. Sistema de Alerta Temprana del Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) de la Papa. P. 173-191. En: Maldonado I., Aravena R. (Eds), Redes de Estaciones Meteorológicas Automáticas y sus Aplicaciones Productivas. Boletín INIA- N°145. 378 p.
3. Rojas, J., Acuña I., y Orenas, S. 2007. Medidas para prevenir efectos del tizón tardío de la papa durante la cosecha y el almacenamiento. Informativo N° 53. INIA Remehue.
4. Acuña, I. y Vargas, M. Manejo integrado de tizón tardío. 2007. <http://www.inia.cl/remehue/tizon/>
5. Poster: Red agrometeorológica para el manejo del Tizón tardío de la papa. EXPO INIA 2007. Chillan.
6. Acuña, I. 2008. Manejo Integrado del tizón tardío y estrategias de control químico. Informativo INIA. En prensa.
7. Manual Tizón tardío. Acuña, I (Ed). 2008. "Tizón tardío de la papa: manejo integrado y uso de pronosticadores". Ediciones Inia. En prensa.

○ **Artículos en prensa**

Se publicó una serie de artículos de prensa. Algunos de ellos se muestran en anexos de difusión y transferencia.

○ Páginas web

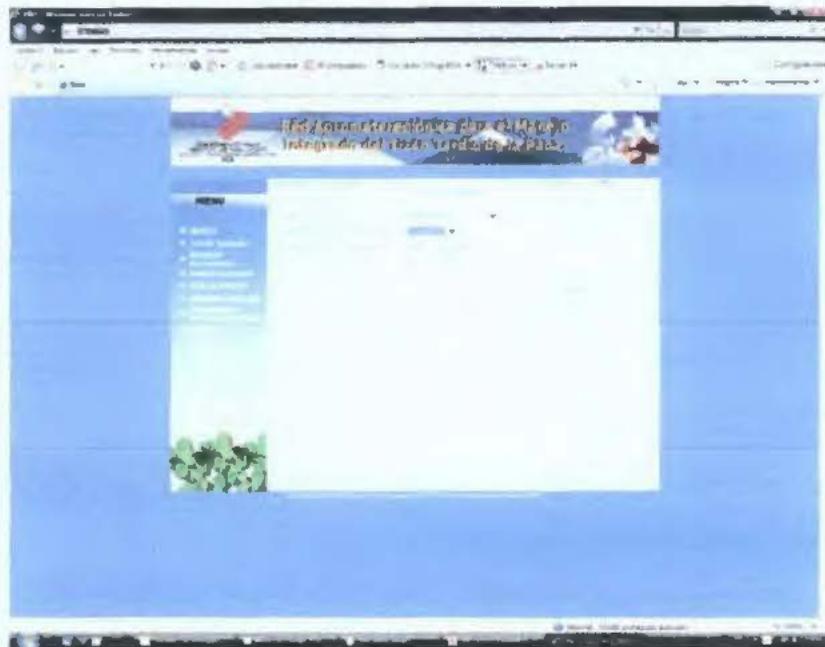
Durante el proyecto se desarrollo la página web <http://www.inia.cl/remchuetizon>. Red agrometeorológica para el amnejo integrado del tizón tardío de la papa, con el objetivo de tener una plataforma de información respecto a la enfermedad, su manejo y alertas temprana



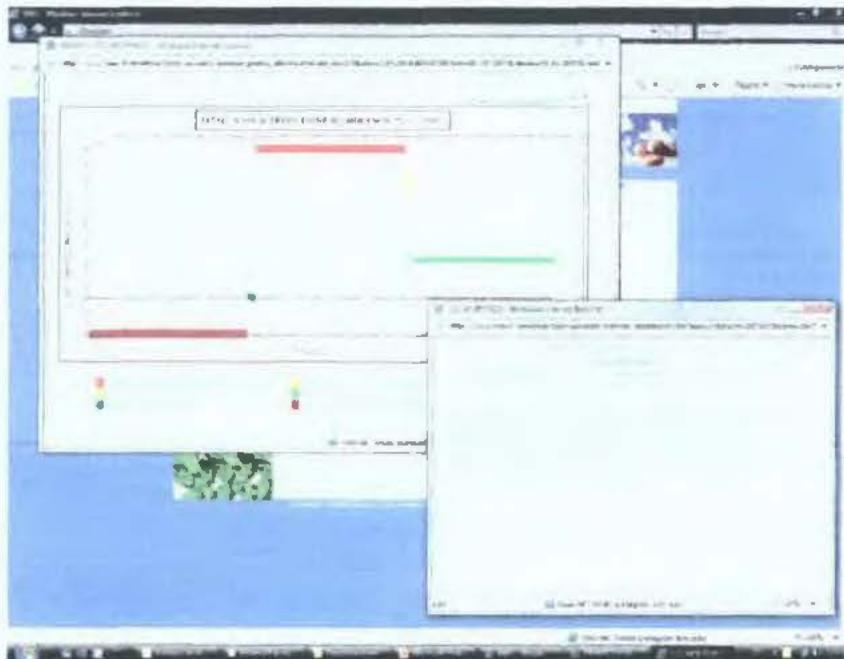
La página web muestra información sobre reconocimiento de síntomas y manejo integrado.



Para acceder a las alertas de tizón tardío, el o la usuario(a) deben estar registrados previamente. El registro se realiza solicitando una clave de acceso al administrador a través de la misma página



Para acceder a la alerta de tizón de un determinado sector hay que elegir la estación meteorológica más cercana al sitio de consulta.



La alerta se muestra en gráficos con color. Además se puede acceder a las recomendaciones de manejo escritas por la especialista. Estas recomendaciones están enfocadas a orientar al o la productor(a) respecto a manejo de acuerdo a la situación de la zona.



COLECCIÓN DE AISLAMIENTOS DE *P. INFESTANS* 2003-05

Año	Aislamiento	N° octal				Sector	Comuna	Cultivar	Patotipos
2004	1	0	0	0	6	Pto Montt	Los Muermos	Desiree	RO 10,11
2004	2	0	0	0	6	Osorno	Osomo	Umatilla	RO 10,11
2004	4	1	0	0	6	Osorno	Osorno	Yagana	RO 3,10,11
2004	5	4	3	0	6	Pto Varas	Puerto varas	shepody	RO 1,5,6,10,11
2004	6	4	2	0	6	Las quemadas	Osorno	shepody	RO 1,5,10,11
2004	9	5	6	4	6	Osorno	Osorno	Cardinal	RO 1,3,4,5,7,10,11
2004	10	1	2	6	6	Osorno	Osorno	Desiree	RO 3,5,7,8,10,11
2004	11	1	4	0	6	Osorno	San Juan de la Costa	Sin nombre	RO 3,4,10,11
2004	12	0	0	0	6	Pto Montt	Los Muermos	Sin nombre	RO 10,11
2004	13	1	0	4	6	Pto Montt	Los Muermos	Sin nombre	RO 3,7,10,11
2004	14	1	0	0	6	Pto Montt	Los Muermos	Sin nombre	RO 3,10,11
2004	15	4	2	0	6	Pto Montt	Los Muermos	Sin nombre	RO 1,5,10,11
2004	16	0	0	0	6	Pto Montt	Los Muermos	Sin nombre	RO 10,11
2004	17	0	2	0	0	Castro	Castro	Colorada	RO 5
2004	18	4	2	0	6	Castro	Castro	Desiree	RO 1,5,10,11
2004	19	4	6	0	6	Castro	Castro	Desiree	RO 1,4,5,10,11
2004	20	4	3	0	4	Castro	Castro	Colorada	RO 1,5,6,10
2004	21	4	2	0	6	Paillaco	Paillaco	Desiree-Yagana	RO 1,5,10,11
2004	22	5	6	0	6	Paillaco	Futrono	Desiree	RO 1,3,4,5,10,11
2004	23	5	6	6	6	Paillaco	Futrono	Desiree	RO 1,3,4,5,7,8,10,11
2004	24	4	2	0	2	Paillaco	Futrono	Desiree	RO 1,5,11
2004	25	4	0	0	2	Paillaco	Futrono	Desiree-Yagana	RO 1,11
2004	26	7	4	4	6	Paillaco	Futrono	Desiree	RO 1,2,3,4,7,10,11
2004	27	5	6	0	6	Paillaco	Futrono	Desiree	RO 1,3,4,5,10,11
2004	28	1	4	0	6	Paillaco	Futrono	Desiree	RO 3,4,10,11
2004	29	1	4	0	6	Paillaco	Futrono	Desiree	RO 3,4,10,11



2004	30	0	0	0	6	Paillaco	Futrono	Sin nombre	RO 10,11
2004	31	1	4	6	6	Valdivia	Lanco	Desiree	RO 3,4,7,8,10,11
2004	32	6	2	0	6	Valdivia	Lanco	Desiree	RO 1,2,5,10,11
2004	33	1	4	4	6	Valdivia	Lanco	Desiree	RO 3,4,7,10,11
2004	34	0	4	0	6	Valdivia	Mafil	Desiree- Yagana	RO 4,10,11
2004	37	5	6	6	6	Castro	Castro	Desiree	RO 1,3,4,5,7,8,10,11
2004	38	5	7	6	6	Castro	Castro	Blanca- Roja	RO 1,3,4,5,6,7,8,10,11
2004	39	5	7	4	6	Castro	Castro	Colorada	RO 1,3,4,5,6,7,10,11
2004	41	3	4	4	6	Ancud	Ancud	Desiree- Azul	RO 2,3,4,7,10,11
2004	42	7	6	6	6	Ancud	Ancud	Iñac-Pie- Pimpernel	RO 1,2,3,4,5,7,8,10,11
2004	43	7	6	4	6	Ancud	Ancud	Iñac-Pie	RO 1,2,3,4,5,7,10,11
2004	46	5	2	0	6	Ancud	Ancud	Desiree	RO 1,3,5,10,11
2004	48	6	2	0	6	Ancud	Ancud	Desiree- Azul	RO 1,2,5,10,11
2004	49	3	6	4	6	Ancud	Ancud	Desiree- Azul	RO 2,3,4,5,7,10,11
2004	51	6	2	4	6	Ancud	Ancud	Desiree- Romano	RO 1,2,5,7,10,11
2004	52	5	6	6	6	Ancud	Ancud	Desiree- Azul	RO 1,3,4,5,7,8,10,11
2004	53	6	3	0	6	Valdivia	Mariquina	Yagana	RO 1,2,5,6,10,11
2004	54	5	2	4	6	Valdivia	Mariquina	Desiree- Yagana	RO 1,3,5,7,10,11
2004	55	0	0	0	2	Valdivia	Mariquina	Yagana	RO 11
2004	56	0	2	4	6	Valdivia	Mariquina	Desiree	RO 5,7,10,11
2004	57	4	6	0	6	Valdivia	Mariquina	Yagana	RO 1,4,5,10,11
2004	58	4	2	0	6	Ancud	Quemchi	Desiree	RO 1,5,10,11
2004	60	4	2	0	0	Ancud	Quemchi	Desiree	RO 1,5
2004	61	4	6	4	6	Ancud	Quemchi	Desiree- Romano	RO 1,4,5,7,10,11
2004	62	4	7	0	6	Ancud	Quemchi	Desiree	RO 1,4,5,6,10
2004	63	4	2	0	6	Chaiten	Chaiten	Desiree	RO 1,5,10,11
2004	64	4	6	0	6	Ancud	Ancud	Desiree	RO 1,4,5,10,11
2004	65	4	6	0	6	Ancud	Quemchi	Desiree- Romano	RO 1,4,5,10,11
2004	66	4	7	0	6	Ancud	Quemchi	Desiree	RO 1,4,5,6,10,11



2004	67	4	6	0	6	Ancud	Ancud	Desiree	RO 1,4,5,10,11
								Desiree- Rosara- Yagana	
2004	68	4	6	0	6	Ancud	Ancud		RO 1,4,5,10,11
2004	69	7	6	4	6	Castro	Chonchi	Desiree	RO 1,2,3,4,5,7,10,11
2004	70	4	6	0	6	Castro	Chonchi	Desiree	RO 1,4,5,10,11
									RO
2004	71	5	6	6	6	Ancud	Ancud	Desiree	1,3,4,5,7,8,10,11
2004	72	4	6	0	6	Ancud	Ancud	Romano	RO 1,4,5,10,11
								Desiree- Romano	
2004	74	4	2	0	6	Ancud	Ancud		RO 1,5,10,11
2004	76	4	6	0	6				RO 1,4,5,10,11
							Teodoro Smith		
2004	77	1	2	4	6	Imperial		Desiree	RO 3,5,7,10,11
						Rio Bueno	La Union	Desiree- Shepody	
2004	78	0	0	0	6				RO 10,11
2004	79	4	6	0	6	Imperial	Pto Saavedra	Desiree	RO 1,4,5,10,11
2004	80	1	4	6	6	Imperial	Pto Saavedra	Desiree	RO 3,4,7,8,10,11
						Rio Bueno	Rio Bueno	Desiree	
2004	81	0	0	0	6				RO 10,11
						Pto Montt	Pto Montt	Cardinal	
2004	83	0	0	0	6				RO 10,11
						Rio Negro	Pto Octay	Desiree	
2004	84	7	6	4	6				RO 1,2,3,4,5,7,10,11
						Rio Negro	Pto Octay	Desiree	
2004	85	3	6	4	6				RO 2,3,4,5,7,10,11
						Osorno	Entre Lagos	Blanca- Roja	
2004	86	1	4	4	6				RO 3,4,7,10,11
						Rio Negro	Pto Octay	Yagana	
2004	88	0	0	0	2				RO 11
						Rio Negro	Pto Octay	Desiree	
2004	89	0	0	0	6				RO 10,11
						Rio Negro	Pto Octay	Yagana	
2004	90	0	0	4	6				RO 7,10,11
						Rio Negro	Pto Octay	Desiree- Yagana	
2004	91	4	2	2	6				RO 1,5,8,10,11
						Imperial	Teodoro Smith	Desiree	
2004	93	1	0	4	6				RO 3,7,10,11
						Imperial	Teodoro Smith	Desiree	
2004	94	0	0	0	6				RO 10,11
2004	95	4	2	0	2	Pto Varas	Pto Varas	Kennebec	RO 1,5,11
									RO
2004	96	5	6	6	6	Pto Varas	Pto Varas	Kennebec	1,3,4,5,7,8,10,11

2004	97	5	2	4	2	Pto Varas	Pto Varas	Asterix	RO 1,3,5,7,11
2004	98	0	0	2	6	Valdivia	Mariquina	Desiree	RO 8,10,11
2004	99	1	4	4	6	Pto Varas	Llanquihue	Cardinal	RO 3,4,7,10,11
2005	101	1	1	6	6	Imperial	Carahue		RO 3,6,7,8,10,11
2005	102	0	0	4	6	Valdivia	Valdivia		RO 7,10,11
2005	103	1	0	6	6	Temuco	Temuco		RO 3,7,8,10,11
2005	104	1	4	6	6	Imperial	Carahue		RO 3,4,7,8,10,11
2005	106	1	4	4	6	Imperial	Carahue		RO 3,4,7,10,11
2005	107	3	4	6	6	Imperial	Carahue		RO 2,3,4,7,8,10,11
2005	108	1	4	6	6	Imperial	Carahue		RO 3,4,7,8,10,11
2005	109	0	0	2	6	Osorno	Osorno		RO 8,10,11
2005	110	0	0	0	6	Rio Negro	Purranque		RO 10,11
2005	111	0	2	0	6	Ancud	Ancud		RO 5,10,11
2005	112	0	2	6	6	Ancud	Ancud		RO 5,7,8,10,11
2005	113	4	6	0	6	Ancud	Ancud		RO 1,4,5,10,11
2005	114	4	0	2	6	Ancud	Ancud		RO 1,8,10,11
2005	115	1	2	4	6	Rio Bueno	La Unión		RO 3,5,7,10,11
2005	117	4	6	0	6	Ancud	Ancud		RO 1,4,5,10,11
2005	119	4	7	2	6	Ancud	Ancud		RO 1,4,5,6,8,10,11
2005	120	4	7	0	6	Ancud	Ancud		RO 1,4,5,6,10,11
2005	121	4	2	0	6	Ancud	Ancud		RO 1,5,10,11
2005	122	4	2	0	6	Ancud	Ancud		RO 1,5,10,11
2005	123	3	0	6	6	Pto. Varas	Llanquihue		RO 2,3,7,8,10,11
2005	124	4	2	0	6	Ancud	Ancud		RO 1,5,10,11
2005	125	4	6	0	6	Ancud	Ancud		RO 1,4,5,10,11
2005	126	4	6	2	6	Ancud	Ancud		RO 1,4,5,8,10,11
2005	127	4	6	0	6	Ancud	Ancud		RO 1,4,5,10,11
2005	128	4	2	2	6	Temuco	Temuco		RO 1,5,8,10,11
2005	129	5	7	0	6	Imperial	Toltén		RO 1,3,4,5,6,10,11
2005	131	5	2	6	6	Ancud	Quemchi		RO 1,3,5,7,8,10,11
2005	132	0	0	0	6	Ancud	Quemchi		RO 10,11
2005	134	0	0	0	6	Imperial	Carahue		RO 10,11
2005	135	3	4	6	6	Imperial	Carahue		RO 2,3,4,7,8,10,11
2005	136	0	4	4	6	Imperial	Carahue		RO 4,7,10,11
2005	137	1	4	6	6	Imperial	Carahue		RO 3,4,7,8,10,11



2005	138	1	0	4	6	Castro	Chonchi	RO 3,7,10,11
2005	139	6	6	0	6	Castro	Chonchi	RO 1,2,4,5,10,11
2005	140	4	6	0	6	Castro	Chonchi	RO 1,4,5,10,11
2005	141	4	2	0	2	Castro	Chonchi	RO 1,5,11
2005	142	0	6	2	6	Castro	Chonchi	RO 4,5,8,10,11
2005	144	6	6	4	6	Pto. Varas	Pto. Varas	RO 1,2,4,5,7,10,11
2005	145	1	0	0	2	Rio Bueno	Lago Ranco	RO 3,10
2005	146	0	0	4	6	Osorno	Osorno	RO 7,10,11
2005	147	1	2	6	6	Pto. Varas	Pto. Varas	RO 3,5,7,8,10,11
2005	148	5	6	0	6	Imperial	Freire	RO 1,3,4,5,10,11
2005	149	3	2	6	6	Imperial	Freire	RO 2,3,5,7,8,10,11
2005	150	4	6	2	6	Imperial	Freire	RO 1,4,5,8,10,11
2005	152	0	0	0	6	Imperial	Pto. Saavedra	RO 10,11
2005	153	1	4	4	6	Imperial	Carahue	RO 3,4,7,10,11
2005	154	4	6	0	6	Imperial	T. Schmidt	RO 1,4,5,10,11
2005	155	0	4	0	6	Imperial	T. Schmidt	RO 4,10,11
2005	156	0	2	4	6	Imperial	T. Schmidt	RO 5,7,10,11
2005	157	0	0	0	6	Imperial	T. Schmidt	RO 10,11
2005	158	4	2	0	6	Imperial	T. Schmidt	RO 1,5,10,11
2005	160	5	2	4	0	Pto. Varas	Frutillar	RO 1,3,5,7
2005	161	1	6	4	6	Pto. Varas	Llanquihue	RO 3,4,5,7,10,11
2005	162	0	2	4	6	Pto. Varas	Llanquihue	RO 5,7,10,11
2005	164	1	0	4	6	Pto. Varas	Pto. Varas	RO 3,7,10,11
2005	165	4	6	2	6	Pto. Varas	Llanquihue	RO 1,4,5,8,10,11
2005	166	4	6	0	6	Pto. Varas	Pto. Varas	RO 1,4,5,10,11
2005	167	1	2	4	6	Pto. Varas	Pto. Varas	RO 3,5,7,10,11
2005	168	1	0	6	6	Pto. Varas	Llanquihue	RO 3,7,8,10,11
2005	169	0	0	4	2	Pto. Varas	Pto. Varas	RO 7,11
2005	170	4	7	0	6	Imperial	Toltén	RO 1,4,5,6,10,11
2005	171	4	2	0	6	Imperial	Toltén	RO 1,5,10,11



2005	172	1	0	4	6	Imperial	Toltén	RO 3,7,10,11
2005	173	1	0	4	6	Imperial	Toltén	RO 3,7,10,11
2005	175	0	0	0	6	Osorno	Osorno	RO 10,11
2005	177	0	0	4	6	Imperial	T. Schmidt	RO 7,10,11
2005	178	0	0	4	6	Imperial	T. Schmidt	RO 7,10,11
2005	179	0	0	6	6	Imperial	T. Schmidt	RO 7,8,10,11
2005	180	0	0	0	6	Imperial	T. Schmidt	RO 10,11
2005	181	1	0	6	6	Paillaco	Los Lagos	RO 3,7,8,10,11
2005	182	0	4	0	6	Paillaco	Los Lagos	RO 4,10,11
2005	183	0	0	0	6	Paillaco	Los Lagos	RO 10,11
2005	184	4	7	0	6	Imperial	Carahue	RO 1,4,5,6,10,11
2005	185	0	0	4	6	Osorno	Osorno	RO 7,10,11
2005	186	1	0	4	6	Pto. Varas	Pto. Varas	RO 3,7,10,11
2005	187	4	2	0	6	Castro	Chonchi	RO 1,5,10,11
2005	188	4	2	0	6	Castro	Chonchi	RO 1,5,10,11
2005	189	4	2	0	6	Castro	Chonchi	RO 1,5,10,11
2005	190	4	7	0	6	Castro	Chonchi	RO 1,4,5,6,10,11
2005	191	0	6	0	6	Castro	Chonchi	RO 4,5,10,11
2005	193	5	6	4	6	Ancud	Quemchi	RO 1,3,4,5,7,10,11
2005	194	7	7	4	6	Castro	Castro	RO 1,2,3,4,5,6,7,10,11
2005	195	4	6	0	6	Castro	Castro	RO 1,4,5,10,11
2005	196	5	2	4	6	Castro	Castro	RO 1,3,5,7,10,11
2005	197	5	6	6	6	Castro	Castro	RO 1,3,4,5,7,8,10,11
2005	198	4	7	0	6	Castro	Castro	RO 1,4,5,6,10,11
2005	199	0	0	2	6	Castro	Castro	RO 8,10,11
2005	200	4	6	4	6	Castro	Chonchi	RO 1,4,5,7,10,11
2005	201	4	6	0	6	Castro	Chonchi	RO 1,4,5,10,11
2005	202	4	7	0	6	Castro	Chonchi	RO 1,4,5,6,10,11
2005	203	4	2	0	0	Castro	Chonchi	RO 1,5
2005	204	1	0	4	6	Pto. Varas	Fresia	RO 3,7,10,11
2005	205	3	0	0	6	Pto. Varas	Frutillar	RO 2,3,10,11
2005	206	0	0	0	6	Pto. Varas	Frutillar	RO 10,11
2005	207	0	0	0	6	Pto. Varas	Frutillar	RO 10,11
2005	208	0	4	0	6	Pto. Varas	Pto. Varas	RO 4,10,11



2005	209	0	0	0	6	Osorno	Osorno	RO 10,11
2005	210	0	0	0	6	Osorno	Entre Lagos	RO 10,11
2005	211	0	0	0	6	Osorno	Entre Lagos	RO 10,11
2005	212	5	7	6	6	Rio Bueno	La Unión	RO 1,3,4,5,6,7,8,10,11
2005	213	0	0	0	6	Rio Bueno	Rio Bueno	RO 10,11
2005	215	4	2	0	6	Imperial	Freire	RO 1,5,10,11
2005	216	0	0	0	6	Imperial	Freire	RO 10,11
2005	217	4	2	0	2	Imperial	Freire	RO 1,5,11
2005	218	0	0	0	6	Imperial	Pto. Saavedra	RO 10,11
2005	220	0	0	4	6	Pto. Montt	Los Muermos	RO 7,10,11
2005	224	1	0	4	6	Pto. Montt	Los Muermos	RO 3,7,10,11
2005	225	4	0	0	6	Pto. Montt	Los Muermos	RO 1,10,11
2005	227	1	4	6	6	Imperial	Freire	RO 3,4,7,8,10,11
2005	228	1	0	4	2	Imperial	Toltén	RO 3,7,11
2005	229	0	0	0	6	Rio Bueno	Rio Bueno	RO 10,11
2005	230	0	0	0	6	Rio Bueno	Rio Bueno	RO 10,11
2005	232	0	0	0	6	Osorno	Entre Lagos	RO 10,11
2005	233	1	0	0	6	Osorno	Entre Lagos	RO 3,10,11
2005	234	0	0	0	6	Osorno	Entre Lagos	RO 10,11
2005	235	0	0	0	6	Osorno	Entre Lagos	RO 10,11
2005	236	0	0	0	6	Osorno	Entre Lagos	RO 10,11
2005	238	4	2	4	6	Pto. Montt	Pto. Montt	RO 1,5,7,10,11
2005	239	4	2	0	6	Pto. Montt	Calbuco	RO 1,5,10,11
2005	240	4	6	0	6	Pto. Montt	Calbuco	RO 1,4,5,10,11
2005	241	4	2	0	6	Pto. Montt	Calbuco	RO 1,5,10,11
2005	242	0	0	0	6	Rio Bueno	Rio Bueno	RO 10,11
2005	243	0	2	0	6	Rio Bueno	La Unión	RO 5,10,11
2005	244	0	0	0	6	Paillaco	Los Lagos	RO 10,11
2005	245	1	0	4	6	Valdivia	Valdivia	RO 3,7,10,11
2005	246	0	0	0	6	Valdivia	Valdivia	RO 10,11



Colección de *P. infestans* temporada 2005-06 y 2006-07.

	Nº colección	Nº Interno	Localidad	Cultivar	Origen	Fecha ingreso
1	251	57	Quilanto/ Pto. Octay	Shepody	hoja	25-01-2006
2	252	89	Pto. Saavedra			30-11-2006
3	253	106	Trumao/ Osorno	Shepody	hoja	06-02-2007
4	254	88	Trumao/ Osorno	Shepody		29-11-2006
5	255	91	Rio Bueno	Yagana		19-12-2006
6	256	114	Remehue	Shepody	hoja	20-02-2007
7	257	108	Dalcahue/ Butalcura	Yagana	hoja	06-02-2007
8	258	105	Chonchi/ Chiloé		hoja	06-02-2007
9	259	102	Teodoro Schmidt	Desirée	hoja	05-02-2007
10	260	113	Remehue	Desirée		20-02-2007
11	261	104	Pillanlelbum/Temuco	Nativas	hoja	05-02-2007
12	262	100	Pto. Saavedra	Karu	hoja	05-02-2007
13	263	223	SAG			2007
14	264	239	SAG			2007
15	265	204	SAG			2007
16	266	243	SAG Rio Bueno		hoja	2007
17	267	248	SAG Lago Ranco		hoja	2007
18	268	256	SAG			2007
19	269	257	SAG			2007
20	270	258	SAG La Union		hoja	2007
21	271	259	SAG La Union		hoja	2007
22	272	260	SAG La Union		hoja	2007
23	273	276	SAG			2007
24	274	278	SAG			2007
25	275	546	SAG Pto Montt		hoja	2007
26	276	547	SAG Pto Montt		hoja	2007
27	277	548	SAG Pto Montt		hoja	2007



28	278	575	SAG			2007
29	279	576	SAG Chonchi		hoja	2007
30	280	577	SAG			2007
31	281	709	SAG			2007
32	282	808	SAG			2007
33	283	1432	SAG			2007
34	284	4050	SAG Fresia		hoja	2007
35	285	5243	SAG			2006
36	286	6662	SAG			2006
37	287	7451	SAG Maullin		hoja	2006
38	288	818	SAG			2007
39	289	1268	SAG			2007
40	290	40404	SAG			2007
41	291	41426	SAG			2007
42	292	45410	SAG			2007
43	293	46382	SAG			2007
44	294	71	Casa de Lata/Osomo	Shepody	hoja	08-06-2006
45	295	112	Remehue	Yagana	Tubérculo	20-02-2007
46	296	51433	SAG			2007



BAYER CropScience	Department : BCS-RD-R-F-BFL	Reference :	DART Nr :
			Date :2008/02/27
			Activity ID
External Performer(s) :			

Author(s) :Internal : **MP Latorse, V. Mercier, S.Veloso & S. Rauscher**

External :

Biological Support to fungicides under development and commercial fungicides (Biology-Fungicides Team)

2007: A1 & A2 mating type monitoring of Phytophthora infestans isolates from Chile

Key words:

Phytophthora infestans , mating type, Chile

***Phytophthora infestans* mating type characterisation: 2007 strains from Chile**

1 Introduction

Regarding *Phytophthora infestans* A2 mating type invasion all over the European countries, an in vivo method carried out on detached was developed in our laboratory to follow the evolution of this criteria and to be able to correlate mating type with the sensitivity to fungicide compounds.

2 Material and Methods

From a *Phytophthora infestans* strain grown on medium or on plant, a suspension of sporangia is collected in water and adjusted around 400000 spore/ml. This suspension is divided in 2 parts of 200 µl aliquotes. Two mixtures are made with respectively 200 µl of standard purified strain sporangia mating type A1 and A2. Each mixture is used to inoculate with 10 µl droplet 30 foliar disc put on agar survival medium in three petri dishes. In parallel, positive mixture with A1/A2 strains and negative mixture with A1/A1 and A2/A2 are prepared.

After inoculation, Petri dishes are placed in climatic chamber at 16°C during 6 days

After incubation, chlorophyll is removed from the foliar discs with calcium hypochlorite 6% (30 mm) to make oospores visible to be observed after staining with fluorescent microscope

After a short washing bath in distilled water (10 mm), the foliar discs of each factor are stained in calcofluor and observed under blue light exposition

When oospores are observed in the tissues that means a A1 strain is facing an A2 strain or a A2 strain is facing an A1. If no oospores are observed we could concluded in regards with the standard A1 or A2 whether the strain tested is A1 or A2.

3 Results;

In 2007, 20 strains sent from Chile after purification on artificial medium were tested and results are presented in table 1

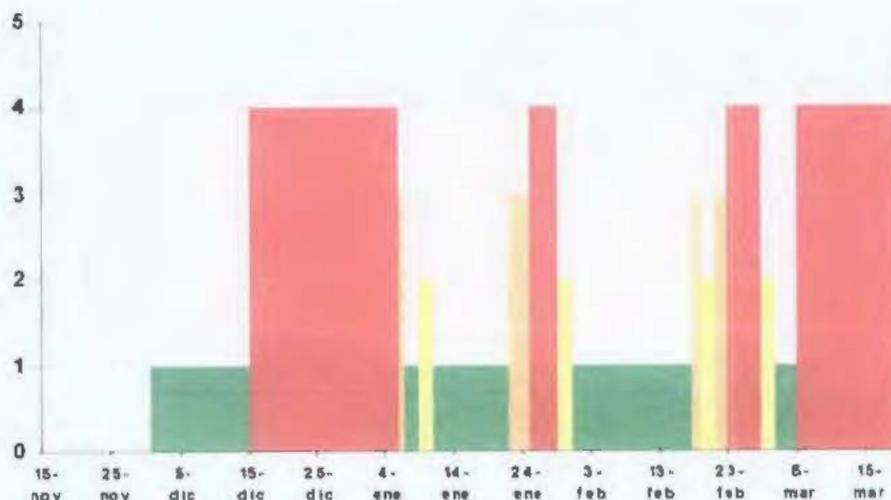
All the strains tested were found A1 mating type

BCS Nº strain	Crop	sampling date	reception date	dead after subculture	Supplier name	country	Sexual mating type	Notes
07X1.306	2007	08/03/07	08/03/07	dead	Trade 011704	Chile	A1	in register 41
07X1.307	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 42
07X1.308	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 43
07X1.309	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 206
07X1.310	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 247
07X1.311	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 248
07X1.312	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 249
07X1.313	2007	08/03/07	08/03/07	dead	Trade 011704	Chile	A1	in register 250
07X1.314	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 251
07X1.315	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 252
07X1.316	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 253
07X1.317	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 254
07X1.318	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 255
07X1.319	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 256
07X1.320	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 257
07X1.321	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 258
07X1.322	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 259
07X1.323	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 260
07X1.324	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 261
07X1.325	2007	08/03/07	08/03/07		Trade 011704	Chile	A1	in register 262

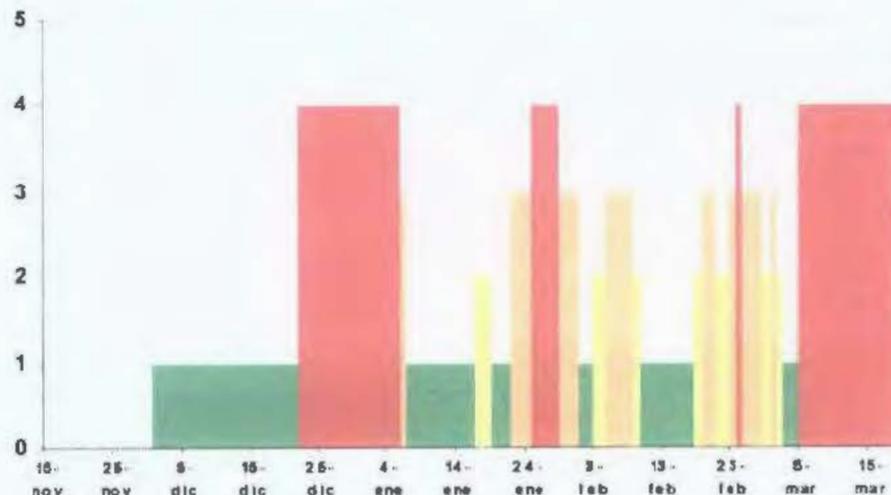
Conclusions:

No *Phytophthora infestans* strain coming from Chile in 2007 was found A2 mating type. It would be interesting to test other fresh contaminated samples in 2008 to confirm these results in conditions where subculture would be limited before being tested.

CONDICIONES PARA DESARROLLO DE TIZÓN TARDÍO EN LOS SITIOS DE SEGUIMIENTO CON RED METEROLÓGICA EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS Y ARAUCANÍA.



INIA-BUTALCURA, CASTRO, CHILOÉ. 2006-07



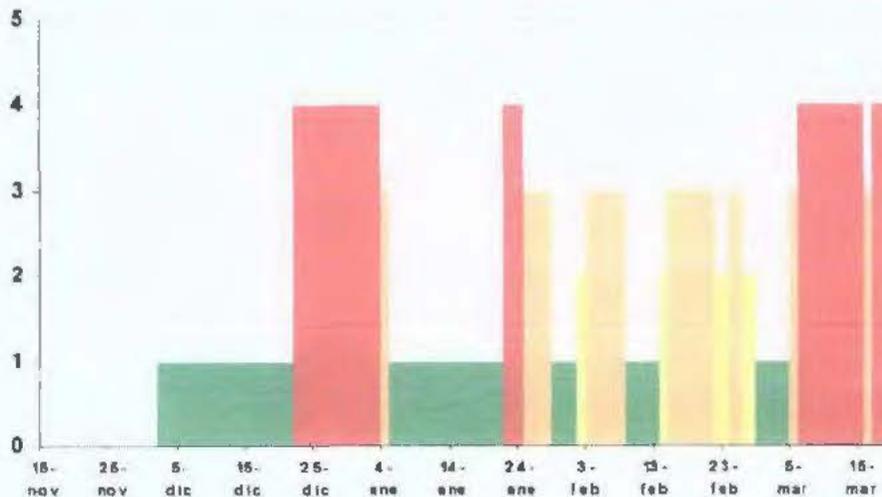
LOS MUERMOS, LLANQUIHUE. 2006-07

VERDE: NO HAY CONDICIONES FAVORABLES

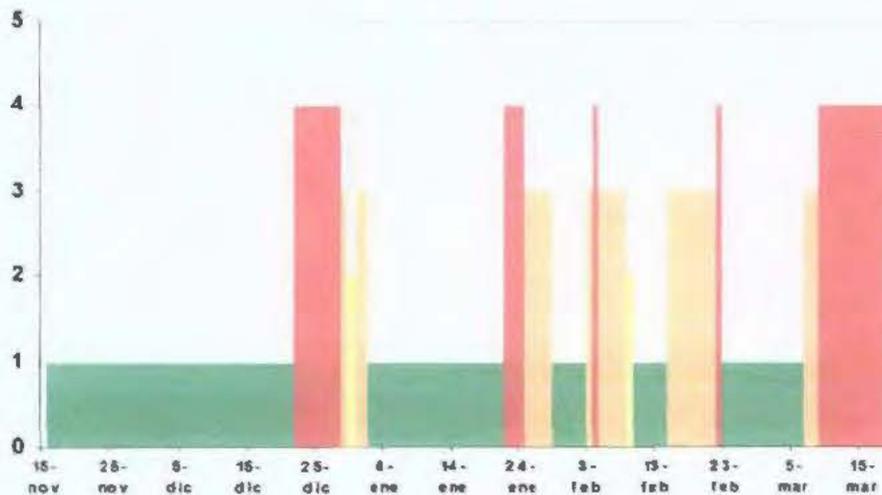
AMARILLO: ALERTA, OBSERVAR CULTIVO

NARANJA: ALARMA DE TIZÓN, APLICAR CADA 7-10 DÍAS PRODUCTOS DE CONTACTO

ROJO: ALARMA EXTREMA DE TIZÓN, APLICAR CADA 5-7 DÍAS PRODUCTOS DE CONTACTO O SISTÉMICOS



INIA-LA PAMPA, PURRANQUE, OSORNO. 2006-07



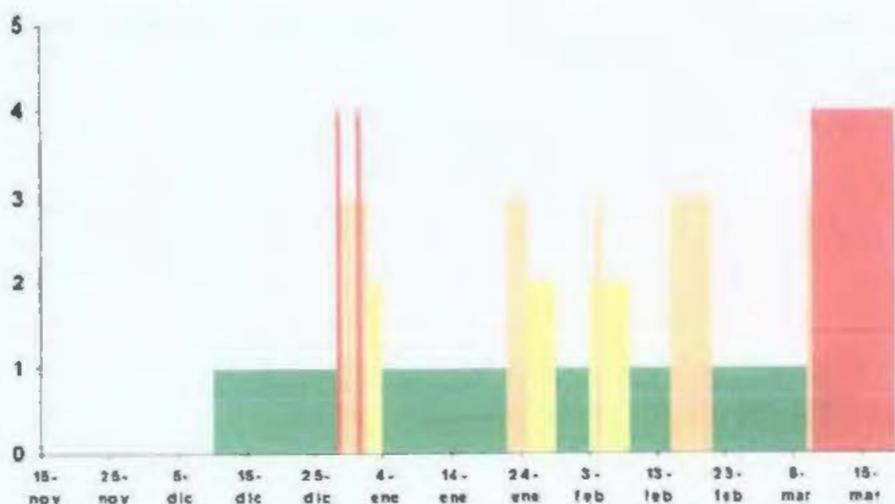
AUQUINCO, LA UNIÓN, VALDIVIA. 2006-07

VERDE: NO HAY CONDICIONES FAVORABLES

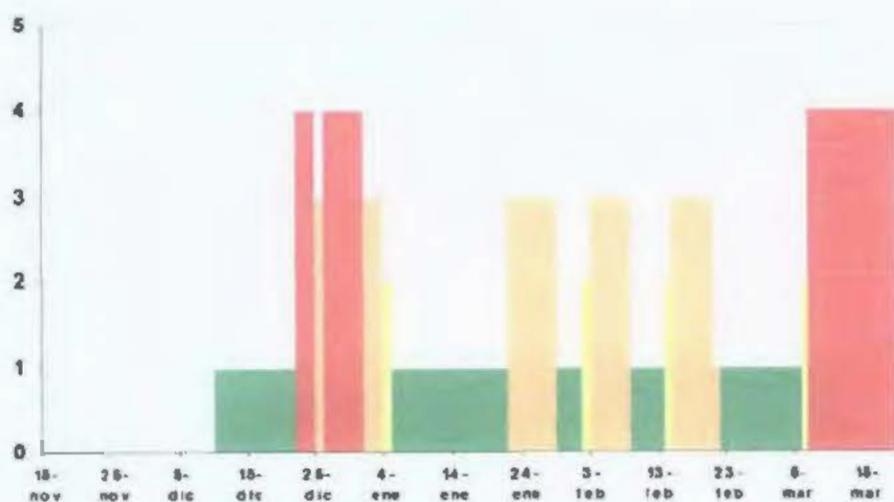
AMARILLO: ALERTA, OBSERVAR CULTIVO

NARANJA: ALARMA DE TIZÓN, APLICAR CADA 7-10 DÍAS PRODUCTOS DE CONTACTO

ROJO: ALARMA EXTREMA DE TIZÓN, APLICAR CADA 5-7 DÍAS PRODUCTOS DE CONTACTO O SISTÉMICOS



INIA-REMEHUE, OSORNO, OSORNO. 2006-07. ALARMA 1



INIA-REMEHUE, OSORNO, OSORNO. 2006-07. ALARMA 2

VERDE: NO HAY CONDICIONES FAVORABLES

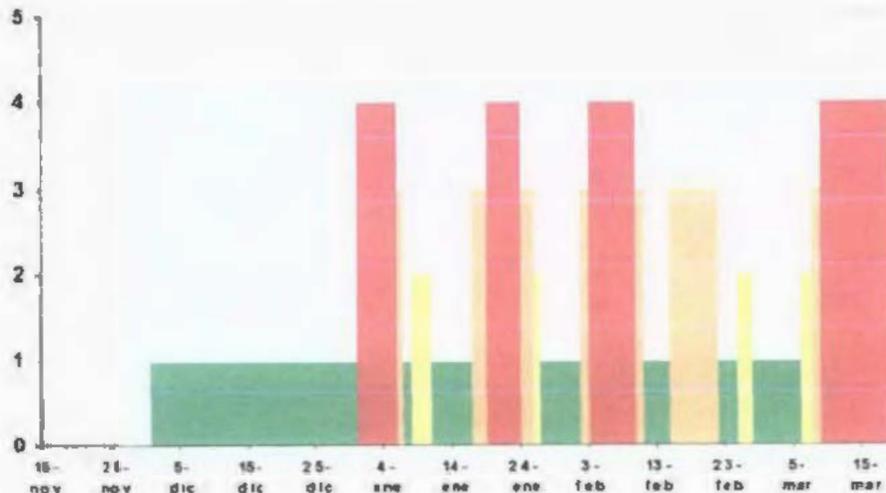
AMARILLO: ALERTA, OBSERVAR CULTIVO

NARANJA: ALARMA DE TIZÓN, APLICAR CADA 7-10 DÍAS PRODUCTOS DE CONTACTO

ROJO: ALARMA EXTREMA DE TIZÓN, APLICAR CADA 5-7 DÍAS PRODUCTOS DE CONTACTO O SISTÉMICOS

NARANJA. ALARMA DE TIZÓN, APLICAR CADA 7-10 DÍAS PRODUCTOS DE CONTACTO

ROJO. ALARMA EXTREMA DE TIZÓN, APLICAR CADA 5-7 DÍAS PRODUCTOS DE CONTACTO O SISTÉMICOS



INIA-TRANAPUENTE, CARAHUE, CAUTIN. 2006-07

VERDE: NO HAY CONDICIONES FAVORABLES

AMARILLO: ALERTA, OBSERVAR CULTIVO

NARANJA: ALARMA DE TIZÓN, APLICAR CADA 7-10 DÍAS PRODUCTOS DE CONTACTO

ROJO: ALARMA EXTREMA DE TIZÓN, APLICAR CADA 5-7 DÍAS PRODUCTOS DE CONTACTO O SISTÉMICOS



USUARIOS DE LA RED TEMPORADA 2005-06

Usuarios del sistema de alerta temprana de tizón tardío, temporada 2006-07

Estación	Nombre del Agricultor	Ubicación	Teléfono	email
Butalcura	Franco Medone- Patricio Corvalan	Castro	90583965-091789758	francho@terra.cl
	INIA	Castro	85-630656	francobu@terra.cl
	Maniano Perez	Chonchi	94946375	
	Miguel Lopez	Dalcahue	94889500	miguellopez@sydnet.es
	Maucio Ojeda	Dalcahue	89394351	
	Augusto Ojeda	Dalcahue	83283233	
Los Muermos	Vicente Perez Perez	Dalcahue	09-7116458 y 08-7578362	
	Claudia Barrantos	Oscorno		claudia@terra.cl
	Teodoro Rosemberg	Los Muermos	96434524	
	Marcelo Leightel	Los Muermos	085957464-092208869	
La Pampa	Segundo Espinoza	Los Muermos	76708594-92171895	
	Patricia Catalán	Purranque	98868472	pcatalan@terra.cl
	Julio Fernández	Purranque	96411131	juliof@terra.cl
Remehue	Cristian Squella	Purranque	82590199	alejandro@hotpmail.com
	INIA			
Rapaco	Mincy Vargas			
	Marcelo Patricio Aviles	La Union	95190792-98871449	maviles@terra.cl
Carillanca	Maucio Shwenke	Rio Bueno	96476477-064342725	maucio.shwenke@terra.cl
	Juan Inostroza	Temuco		jnastro@terra.cl
	Neiba Gaete	Temuco		neiba@terra.cl
	Hector Pauchard	Temuco	89553406	hpauchard@terra.cl
	Jaime Solano/Daniza Morales	Temuco	92936676/99379102	jsolano@terra.cl
Tranapunte	INIA	Temuco	45-215706	
	INIA	Carahue		
	J. E. Luer	Puerto Saavedra	98843360	
Teodoro Schmidt	Pedro Fagalde-Mario Álvarez	Puerto Saavedra	89000955-90511958	
	Pablo Serra		98878209	
	Andrés Melinao	Teodoro Schmidt	97449929	andresmelinao@terra.cl
	Oscar Balboa	Teodoro Schmidt	90142838	oscarbalboa@terra.cl
	Hector Alegria Salas	Teodoro	98259342	
	Gerardo Andara Perez	Teodoro	93239126	
	Rodrigo Balboa Bernal	Teodoro	99504167	
	Nivaldo Lobos	Teodoro	94523383	
	Oscar Henriquez	Teodoro	96421849	

Registro de suscripciones al sistema de alerta de tizón tardío, TEMPORADA 2007-08

Total Usuarios Registrados	120
Confirmados	82
Agricultores	54

Registros desplegados : 120

USUARIO	INGRESO	CONFIRMADO	AGRICULTOR
COOPER STRICK ASHLEY	24.01.2008	SI	SI
AVILES MÜLLER PATRICIO ABRAHAM	27.11.2007	SI	SI
VYHMEISTER ROBERTO	24.12.2007	SI	SI
HAEGER YUNGE SERGIO ERWIN	27.12.2007	SI	NO
BRAVO RODRIGO	17.10.2007	SI	SI
SOTOMAYOR TORRES LORENA	27.11.2007	SI	NO
LÜER CARLA	15.01.2008	SI	SI
TAPIA SAEZ CLAUDIO ALEX	27.11.2007	SI	SI
LLORENS CARRASCO FELIPE ANDRES	27.11.2007	SI	SI
LUER MACKAY JUAN ENRIQUE	10.12.2007	SI	SI
ROSENBERG ARANCIBIA FERNANDO	27.11.2007	SI	SI
FERNANDEZ GANGAS JULIO ERNESTO	29.11.2007	SI	SI
MUÑOZ ABARCA ALFREDO ALEJANDRO	29.01.2008	SI	SI
HAUSDORF RENE	24.12.2007	SI	SI
VERGARA BOLLMANN MARCELO ALEJANDRO	27.11.2007	SI	NO
NIKLITSCHK PAREDES JAVIER MAURICIO	17.01.2008	SI	SI
GONZALEZ GÜELL JAIME ENRIQUE	16.01.2008	SI	NO
LEAL RODAS SOLEDAD ANDREA	27.11.2007	SI	NO
CARDENAS SANTANA ROBERTO CARLOS	27.11.2007	SI	NO
MORALES GARRIDO PEDRO ANTONIO	27.11.2007	SI	NO
ALVAREZ PULGAR JUAN ALEJANDRO	05.02.2008	SI	SI
GAETE NELBA	08.11.2007	SI	NO



NANNIG GOTSCHLICH PATRICIO ROLF	25/11/2007	SI	SI
BALBOA BUSTOS OSCAR ETERLINO	27/11/2007	SI	NO
MUÑOZ CONTRERAS MARITZA	16/01/2008	SI	NO
VALDEBENITO QUIROGA FRANCISCO JAVIER	15/01/2008	SI	NO
WERNER SCHRODER ROGER HEINZ	27/11/2007	SI	NO
BETANZO GRECO CLAUDIO	27/12/2007	SI	NO
VERA YAÑEZ JULIO	04/01/2008	SI	NO
GARCÍA FERNANDEZ ALVARO MANUEL	30/11/2007	SI	SI
PÜSCHEL KLEIN PABLO ANDRES	27/11/2007	SI	NO
SQUELLA VALENZUELA GONZALO CHRISTIAN	26/11/2007	SI	SI
SANCHEZ GONZALEZ SANDRA	12/12/2007	SI	NO
OJEDA HERNÁNDEZ EDUARDO ALITO	27/11/2007	SI	NO
BARRIENTOS GÓMEZ PABLO ANDRÉS	27/11/2007	SI	NO
SILVA VALLE PATRICIO ALEJANDRO A	27/11/2007	SI	NO
OLIVARES JOHNSTON RODRIGO JAVIER	20/11/2007	SI	NO
FIGUEROA CLAUDIO	20/11/2007	SI	NO
KÖBRICH GRÜEBLER CARLOS ANDREAS	15/01/2008	SI	NO
CODJAMBASSIS MAUQUIE CRISTIAN RAMON	03/12/2007	SI	SI
RUIZ CANALES CARLOS	11/12/2007	SI	NO
FELMER MARTÍNEZ PABLO	27/11/2007	SI	SI
MEDINA OYHARCABAL JOSÉ CARLOS	04/02/2008	SI	SI
VALIENTE BENJAMÍN	27/11/2007	SI	NO
GAJARDO SANCHEZ JOSE ALEX	27/11/2007	SI	SI
CEA CARDENAS PEDRO RICARDO	27/11/2007	SI	NO
DROPPELMANN IVAN	24/12/2007	SI	SI
RIOS LAUTARO	24/12/2007	SI	NO
CASTRO BURGOS ERNESTO ALEX	15/01/2008	SI	NO
OJEDA RAMIRO	24/12/2007	SI	SI



LIZAMA ARIAS HUGO SERAFIN	16/01/2008	SI	SI
HERRERA INZUNZA CARLOS RODRIGO	27/11/2007	SI	NO
HIDALGO FIEDLER MARIO ENRIQUE	27/11/2007	SI	NO
AGUILA CARRASCO ARMANDO NAPOLEÓN	27/11/2007	SI	SI
SAAVEDRA VICENCIO ISAUL ANDRES	27/11/2007	SI	SI
PEÑA SANDOVAL HARNALDO EXEQUIEL	27/11/2007	SI	SI
GAJARDO RODRÍGUEZ PEDRO ANTONIO	27/11/2007	SI	NO
MANSILLA MANSILLA ALDO	27/11/2007	NO	SI
BLAVA NASS SERGIO	27/11/2007	SI	SI
VILLALOBOS ALVAREZ CAROLA ALEJANDRA	27/11/2007	SI	NO
GUTIERREZ AREVALO MONICA DEL PILAR	14/01/2008	SI	NO
RIOS TRIVIÑO JUAN CARLOS	10/12/2007	NO	SI
GARCÍA DIEZ JUAN CARLOS	27/11/2007	NO	SI
BARRAZA BARRAZA PAULO	27/11/2007	NO	NO
ORTEGA FERNANDO	08/01/2008	NO	NO
GONZALEZ CARO HECTOR MARCELO	27/11/2007	NO	SI
BINTRUP JONY	24/12/2007	NO	SI
CASTRO PEREIRA FREDDY	21/02/2008	SI	NO
BARRIENTOS PINTO CLAUDIA	13/12/2007	SI	NO
FERRADA IBAÑEZ PEDRO ANTONIO	27/11/2007	SI	NO
INOSTROZA JUAN	13/12/2007	NO	NO
LEON GARCES MARCELO ANDRES	27/11/2007	SI	NO
GONZALEZ REUTER RENATO GREGORIO	27/11/2007	NO	SI
SEGOVIA GONZALEZ EDUARDO	27/11/2007	NO	NO
ALEGRÍA SALAS HECTOR FAUTINO	27/11/2007	SI	NO
SURBER ANDRES	28/12/2007	SI	NO
HAEGER RICARDO	24/12/2007	NO	SI
CARRASCO MADRID CARMEN BERTA	27/12/2007	SI	NO
MELILLAN SAEZ JAIME	27/11/2007	NO	NO



ELIECER			
LOBOS FUENTES NIBALDO	27/11/2007	NO	SI
ANTILEO PLACENCIO DIONEL	22/01/2008	NO	SI
VEGA EPUÑAN JUAN	27/11/2007	NO	SI
GARCÍA ROBLES SERGIO IVAN	27/11/2007	NO	NO
SCHWERTER HUAQUIN KARIME TATIANA	27/11/2007	SI	SI
HERRERA MORA JABIN ENRIQUE	27/11/2007	NO	NO
SILVA YAÑEZ JUAN CARLOS	03/12/2007	SI	NO
MENDEZ LEAL PATRICIO	27/11/2007	SI	NO
MUÑOZ REYES ALICIA MARIANELA	27/11/2007	NO	NO
PAILLAMAN BASUALTO SOFIA JANET	27/11/2007	NO	NO
WHITE CRISTIAN	15/11/2007	NO	SI
HERNÁNDEZ ROSAS LUIS	27/11/2007	NO	SI
MARIN MORALES ALVARO GABRIEL	27/11/2007	SI	NO
BIERMA WILLEM	24/12/2007	NO	SI
BRAVO RAMÍREZ CHRISTIAN MANUEL	27/11/2007	NO	SI
BURGOS ESPINOZA GLORIA DEL CARMEN	27/11/2007	NO	SI
CEA ABARZÚA RODRIGO	27/11/2007	NO	NO
MONTECINOS HENRIQUEZ IRINEO SEGUNDO	27/11/2007	SI	SI
YURAC BARRIENTOS JERKO PETAR	03/12/2007	SI	NO
GUZMAN HERRERA LEONARDO RODRIGO	18/01/2008	SI	SI
MELO AROS OMAR ALEJANDRO	16/01/2008	SI	SI
MELINAO ROCHA JUAN ANDRÉS	27/11/2007	NO	NO
NEUMANN LEIGHTON CHRISTIAN ANDRÉS	27/11/2007	SI	SI
MUSTER ORELLANA JUAN GERARDO	20/02/2008	NO	NO
ALFARO LARRONDO EUGENIO OVIDIO	27/11/2007	NO	SI
HERRERA GUIDO	29/02/2008	NO	NO
PEÑA ZORICH ALEJANDRO GREGORIO	15/01/2008	NO	SI



TORRES OJEDA LUIS ALBERTO	05/12/2007	SI	NO
RETAMAL CASANUEVA WILFREDO	05/12/2007	SI	NO
HENRIQUEZ APABLAZA RAUL MARCELO	27/11/2007	NO	SI
VERA BALCAZAR JORGE ARTURO	27/11/2007	SI	SI
SCHERER WUNDERLICH RENATO GUSTAVO	27/11/2007	NO	NO
FELMER EDUARDO	27/11/2007	SI	SI
GARCÍA FUICA ANDREA DEL CARMEN	27/11/2007	NO	NO
TRAIPI JARAMILLO CRISTIAN MARCEL	27/11/2007	NO	NO
BARRÍA ULLOA JESSICA LORENA	27/11/2007	NO	NO
VERA MUÑOZ ROXANA INES	27/11/2007	SI	NO
CASTILLO FUENTEALBA LUIS ANTONIO	27/11/2007	NO	NO
DECK NIKLITSCHK ENRIQUE EDGARDO	27/11/2007	NO	SI
POBLETE FERNANDEZ RAMIRO ALEJANDRO	27/11/2007	SI	NO
GONZÁLEZ MATHIESEN JUAN EDUARDO	15/02/2008	NO	NO

VI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Deahl, K.; Inglis, D y De Muth, S. 1993. Testing for resistance to metalaxyl in *Phytophthora infestans* isolates from Northeastern Washington. *American Potato Journal* 70:779-795.
2. Forsund, E. 1983. Late blight forecasting in Norway 1957-1980. *EPPPO Bulletin* 13(2):255-258.
3. Forbes, G. 1997. Manual for Laboratory work on *Phytophthora infestans*. CIP Training Manual. International Potato Center CIP. Lima, Perú. 33p.
4. Fry, W.E., Apple, A.E. and Bruhn, J.A. 1983. Evaluation of potato late blight forecasts modified to incorporate host resistance and fungicide weathering. *Phytopathology* 73:1054-1059.
5. Goodwin, S., Smart, C., Sandrock, R., Deahl, K., Punja, Z. y Fry, W. 1998. Genetic change within populations of *Phytophthora infestans* in the United States and Canada during 1994 to 1996. Role of migration and recombination. *Phytopathology* 88:939-949.
6. Grunwald, N.J., Ribio Covarrubias, O.A. and Fry, W.E. 2000. Potato late blight management in the Toluca Valley: Forecast and resistant cultivars. *Plant disease* 84(4):410-416.
7. Hansen, J.G., Andersson, B., and Hermansen, A. 1995. NEGFY, a system for scheduling chemical control of late blight in potatoes. Pages 201-208 in *Phytophthora infestans 150. Proceeding*. L.J. Dowley, E. Bannon, L.R. Cooke, T. Keane, and E. Sullivan, eds. Dublin, Ireland.
8. Hyre, R.A. 1954. Three methods of forecasting late blight of potato and tomato in northeastern United States. *American Potato Journal* 32: 362-371.
9. International Potato Center. CIP (1999). *Molecular Biology Laboratory Protocols: Plant Genotypic*. M. Ghislain, D. Zhang, M. R. Herrera (eds.), Crop Improvement and Genetic Resources Department Training Manual. 2nd edition, Lima, Perú.
10. Juárez, H.S., Avila, L.M. and Hijmans, R. 2001. Late blight forecasting models and the CASTOR 2.0 software. Pages in *Proceeding of the International Workshop on Complementing Resistance to Late Blight (Phytophthora infestans) in the Andes*. February 13-16, 2001. Cochabamba, Bolivia. GILB Latin American Workshops I. E.N. Fernandez-Northcote, ed. International Potato Center, Lima, Perú.
11. Krause, R.A., Massie, L.B. and Hyre, R.A. 1975. BLITECAST a computerized forecast of potato late blight. *Plant Disease Reporter* 59:95-98.
12. Miller, J., Jonson, D. y Hamm, P. 1998. Aggressiveness of isolates of *Phytophthora infestans* from the Columbia Basin of Washington and Oregon. *Phytopathology* 88:190-197.
13. Power, R., Hamlen, R. y Morehart, L. 1995. Variation in sensitive of *Phytophthora infestans* field isolates to cimoxanil, chlorothalonil and metalxyl p.154-159. In *European Association for Potato Research. Phytophthora infestans. 1845-1995*. Boole Press.Ltd. Dublin. Ireland.
14. Rivera, A., Riveros, F.; Sotomayor, R, Secor, G. y Espinoza, B. 2002. Caracterización de a *Phytophthora infestans* population in Chile. *In: Late Blight: Managing the Global Threat*,



Proceedings of the Global Initiative on Late Blight Conference 11-13 July, Hamburg, Germany, International Potato Center, Lima, Peru.

15. Riveros, F.; Sotomayor, R.; Rivera, V.; Secor, G. y Espinoza, B. 2003. Resistencia de *Phytophthora infestans* (Montagne) de Bary a metalaxil en cultivos de papas en el norte de Chile. Agricultura Técnica (Chile) 63(2): 117-124.
16. Sambrook J., Fritsch E.F. y Maniatis T. 1989. Molecular cloning. A laboratory Manual Cold Spring Harbor Laboratory Press. Cold Spring Harbor, New York. U.S.A.
17. Shattock, R. C., Shaw, D. S., Fyfe, A. M., Dunn, J. R., Loney, K. H., and Shattock, J. A. 1990. Phenotypes of *Phytophthora infestans* collected in England and Wales from 1985 to 1988: Mating type, response to metalaxyl and isoenzyme analysis. Plant Pathol. 39:242-248.
18. Shaw, D. S. 1991. Genetics. Adv. Plant Pathol. 7:131-170.
19. Smith, L.P. 1956. Potato blight forecasting by 90% humidity criteria. Plant Pathology 5:83-87.
20. Ullrich, J. and Schrodter, H. 1966. Das problem der vorhersage des aufretens der kartoffelkrautfaule (*Phytophthora infestans*) und die moglichkeit seiner losung durch eine negativprognose. Nachrichtenblatt dt. Pflanzenschutzdienst (Braunschweig) 18:33-40.
21. Wallin, J.R. 1962. Summary of recent progress in predicting the late blight epidemics in United States and Canada. American Potato Journal 39:306-312.
22. Winstel, K. 1993. Kraut- und Knollenfaule der Kartoffel: eine neue Prognosemoglichkeit- sowie Bekampfungsstrategien. Mededelingen van de Faculteit voor Landbouwwetenschappen van de Rijksuniversiteit Gent (Belgium) 58(3b): 1477-1483.