



## **Alerta temprana para el manejo del Tizón tardío de la papa. ATN/RF 16678**

**Producto 26. Instructivo de uso de alerta temprana**

**Constanza Sepúlveda T.  
2023**



Códigos JEL: Q16

ISBN:

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un mecanismo único de cooperación técnica entre países de América Latina, el Caribe y España, que promueve la competitividad y la seguridad alimentaria. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por Constanza Sepúlveda T.

Copyright © 2022 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial- SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

**FONTAGRO**

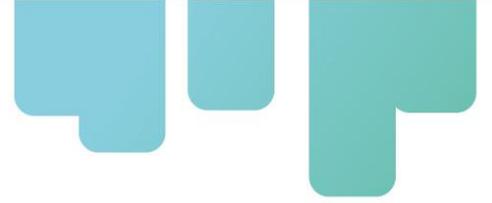
Correo electrónico: [fontagro@fontagro.org](mailto:fontagro@fontagro.org)

[www.fontagro.org](http://www.fontagro.org)



# Tabla de Contenidos

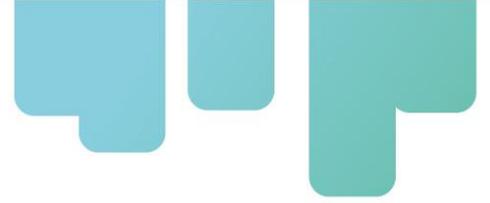
<b>Resumen .....</b>	<b>4</b>
<b>Sistemas de alerta temprana.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Sistema de alerta temprana para control de TT, experiencia en Chile.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Sistema de alerta temprana para control de TT, experiencia en Argentina.....</b>	<b>7</b>
<b>3. Sistema de discos, experiencia en Ecuador .....</b>	<b>7</b>
<b>4. Sistema de discos, experiencia en Panamá.....</b>	<b>11</b>
<b>Imágenes.....</b>	<b>13</b>
<b>Instituciones participantes .....</b>	<b>18</b>



## Resumen

El Tizón tardío (TT) es una enfermedad causada por el oomiceto (*Phytophthora infestans*), es la enfermedad más seria que afecta el cultivo de la papa y está ampliamente distribuida en el mundo. Esta enfermedad se dispersa rápidamente y puede abarcar grandes superficies cuando las condiciones climáticas son favorables. La enfermedad afecta hojas, tallos y tubérculos. El desarrollo de TT dependerá de las condiciones ambientales predominantes durante la temporada, la presencia y características del patógeno, la susceptibilidad de los cultivares de papa utilizados y el manejo del cultivo. Igualmente, otros factores importantes es la fuente de inóculo del patógeno, es decir donde el patógeno sobrevive y se multiplica, ya sea plantas voluntarias, hospederos alternantes, restos de tubérculos, focos de la enfermedad, entre otras. También, hay que considerar que, en muchos lugares, especialmente en Latinoamérica, producciones con diferentes objetivos de producción y niveles tecnológicos comparten los mismos territorios, por lo que el manejo se dificulta si el control es deficiente en algunos predios del sector. Es importante destacar que el control químico al follaje es muy utilizado por agricultores(as) como principal estrategia de control de la enfermedad, sin embargo, muchas veces se utiliza de forma inoportuna y en exceso. Una estrategia de control químico basado en un sistema de alerta permite a los agricultores tomar decisiones informadas para realizar aplicaciones de fungicidas preventivas en el momento oportuno, de forma razonada y eventualmente disminuir los costos de producción mediante la reducción de aplicaciones, en comparación a una estrategia de control basado en un calendario fijo.

**Palabras Claves:** Manejo integrado, Control cultural, control químico, Enfermedades de la papa.



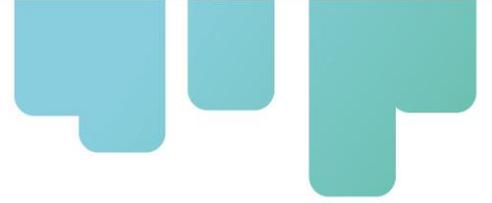
## Sistemas de alerta temprana

Para el control de esta enfermedad es necesario un manejo integrado considerando la epidemiología de la enfermedad y las características del hospedero y el patógeno. Así es como la higiene predial, la fertilización, la susceptibilidad varietal y el manejo de agroquímicos son claves para el desarrollo de una estrategia. Sin embargo, diversos trabajos demuestran que las condiciones ambientales determinan la severidad del daño que esta enfermedad puede ocasionar. Dado lo anterior, se han desarrollado modelos de alerta temprana para detectar las condiciones del momento para el desarrollo de la enfermedad, indicando cuando es más oportuno el control químico, disminuyendo así la cantidad de aplicaciones y los costos de producción con un manejo más sostenible. Estos sistemas han permitido mejorar el control del TT reduciendo el uso de fungicidas hasta el 50% y las pérdidas económicas hasta el 47% y logrando un menor impacto ambiental, comparado con un sistema de control calendario fijo de aplicación. A continuación se presentan los sistemas de alerta que hoy en día se están utilizando en países de Latinoamérica, sus características y funcionalidades.

### 1. Sistema de alerta temprana para control de TT, experiencia en Chile

Una estrategia de control químico basado en un sistema de alerta permite a los agricultores tomar decisiones informadas para realizar aplicaciones de fungicidas preventivas en el momento oportuno, de forma razonada y eventualmente disminuir los costos de producción mediante la reducción de aplicaciones, en comparación a una estrategia de control basado en un calendario fijo. En relación al uso de sistemas de alerta temprana para Tizón tardío, en la actualidad, en Chile está disponible una herramienta de apoyo en la plataforma <https://tizon.inia.cl/>, la cual es de libre acceso para toda la cadena productiva del cultivo. En esta plataforma se puede obtener información de las probabilidades de la presencia de condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la enfermedad para diferentes lugares de la zona sur, según la condición del momento utilizando diferentes colores, como en un semáforo (figura 1). Además, se indica las probabilidades de estas condiciones en los próximos 3 días.

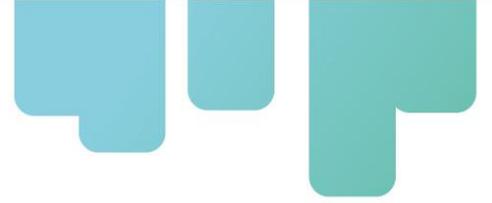
El sistema de alerta utiliza información de la red de estaciones meteorológicas de INIA (<https://agrometeorologia.cl/>) acumulando datos desde el inicio de la temporada de cultivo. El sistema comienza indicando un **color café**, periodo de acumulación de información. Este



periodo considera desde la emergencia de plantas voluntarias, que son fuentes de inóculo, hasta la primera alerta del sistema. Posteriormente, se muestra un **color azul**, que indica que se han acumulado condiciones para que se desarrolle la enfermedad. Desde este momento se recomienda estar atento (a) a la información generada por las alertas, las cuales indicarán la probabilidad de infección y desarrollo de la enfermedad.

Luego de esta condición azul, se puede presentar 4 posibilidades de color de alertas de acuerdo a las condiciones ambientales del entorno, ya sea verde, amarilla, naranja o roja (figura 2). Cuando el sistema informa una alerta de **color verde**, indica que no hay condiciones para el desarrollo de la enfermedad, por lo tanto, no es necesaria la aplicación de fungicidas. Al presentarse una **alerta amarilla**, se asume que las condiciones ambientales para el desarrollo de la enfermedad son muy bajas a medias. En este caso se recomienda observar el cultivo y estar atento al cambio de alerta durante los siguientes días. Sin embargo, si se ha detectado presencia de la enfermedad en la zona, el cultivar utilizado es muy susceptible (como Asterix, Shepody, Atlantic, Rodeo, entre otras) o el cultivo está bajo riego por aspersión, se debe realizar un control químico bajo este color de alerta. Por otro lado, cuando la alerta del sistema indica un **color naranja o rojo** se recomienda realizar un control químico, tanto en cultivares susceptibles como resistentes. Posterior a estas primeras alertas, es importante estar atentos a los cambios en las condiciones ambientales y las alertas posteriores indicadas por el sistema. Las acciones a realizar para el control químico dependerán de esta información.

- Cuando se genera una alerta verde, no existen condiciones para desarrollar la enfermedad, por lo que no se recomienda la aplicación de fungicidas.
- Cuando se genere una alerta amarilla, las condiciones para el desarrollo de Tizón tardío son medias a bajas por lo que se recomienda observar el cultivo y estar atentos a las condiciones en los siguientes días. Se recomienda la aplicación de fungicidas al tener cultivares de papa susceptibles o existiendo focos de la enfermedad en papales cercanos.
- Cuando se genera una alerta naranja, existen condiciones para el desarrollo de Tizón tardío, se recomienda la aplicación de fungicida acorde al desarrollo del cultivo y repetir si las condiciones persisten (o cambian a alerta roja) en los próximos 7 a 10 días, según el efecto residual del producto utilizado.
- Cuando se genera una alerta roja es porque existe un nivel de condición muy favorable para la infección y el desarrollo de Tizón tardío. Se recomienda aplicación de fungicida acorde al desarrollo del cultivo y repetir de acuerdo al efecto residual del producto utilizado (5-10 días).



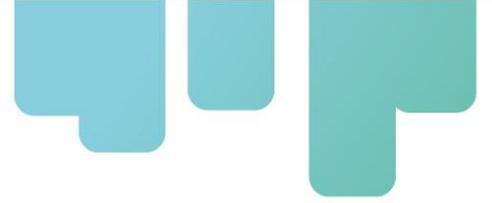
Es importante destacar que el uso de las alertas tempranas para el control químico es una herramienta de apoyo para realizar control químico preventivo de la enfermedad, es decir, previo a la infección y presencia de síntomas en las plantas. Por lo que la aplicación de fungicidas se debe realizar dentro de 24 a 48 horas desde el día de la alerta favorable. Si esta aplicación no se realiza dentro de este período y la condición favorable persiste durante estos 2 días, se asume que se ha producido una infección y se debe realizar un control químico con productos de acción curativa, para evitar la presencia de síntomas. Es necesario considerar que, una vez que se produce la infección y el desarrollo de la enfermedad en el cultivo, es muy difícil su erradicación.

Una estrategia de control química mediante el uso de sistemas de alerta temprana permite tomar decisiones de forma oportuna y sólo cuando existan las condiciones para el desarrollo de la enfermedad. El sistema de alerta temprana para Tizón tardío en la zona Sur de Chile ha demostrado una alta eficiencia en el control, logrando disminuir en un 60% la cantidad de aplicaciones necesarias, en comparación a una estrategia de control basado en un calendario fijo de aplicaciones, con un nivel de control similar. La disminución de aplicaciones conlleva una disminución de los costos de aplicaciones y de operación de las mismas, además de una producción con una mirada más sostenible y sustentable para las personas y el medio ambiente. Para complementar la información se ha generado un video técnico con el objetivo de capacitar a agricultores, asesores y agentes de la cadena en la utilización de la plataforma de alerta temprana y el significado de las alertas. Este video se encuentra disponible en la sub sección de Sistema de Alerta de la sección especial de Fontagro Tizón tardío en la plataforma web de enfermedades de papa alojada en <https://enfermedadespapa.inia.cl/> como también en la biblioteca digital de INIA <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/67242>

## **2. Sistema de alerta temprana para control de TT, experiencia en Argentina**

PhytoAlert DSS (DSS, por sus siglas en inglés de *Decision Support System*) fue desarrollado en la Estación Experimental Balcarce del INTA (EEA INTA Balcarce) luego de tres campañas de cultivo de papa (2007-8, 2008-9 y 2009-10) en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires y tras validar diferentes modelos de alerta de TT.

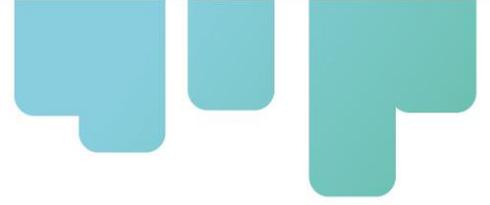
PhytoAlert DSS fue luego validado durante cuatro temporadas consecutivas de cultivo de papa en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires comparando su eficacia de control con un programa tradicional de aplicación de calendario (fijo) en el marco de un trabajo colaborativo entre Wageningen University & Research (WUR) y McCain (McCain Foods Limited y McCain Argentina SA). Se evaluaron y compararon los costos de producción y el impacto ambiental. Los



resultados de las pruebas de campo realizados en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires mostraron que, en comparación con el programa tradicional de aplicación de calendario, PhytoAlert DSS permitió reducir el uso de fungicidas hasta un 50%; generó un ahorro económico en el rango del 7.8 al 47.3% por hectárea (según el año y la presión de la enfermedad) y redujo el impacto ambiental hasta en un 48%. PhytoAlert DSS contribuyó también a una producción de papas más rentable y sostenible.

PhytoAlert DSS integra las condiciones meteorológicas que afectan la biología del patógeno, la resistencia del huésped y la degradación de los fungicidas previamente aplicados en una estrategia de aplicaciones preventivas. En resumen, los datos horarios de variables meteorológicas tales como: temperatura y humedad relativa y los registros diarios de lluvia/riego (acumulativo) se analizan para identificar eventos de riesgo de infección por *P. infestans* pasados y futuros. PhytoAlert DSS genera un esquema de aplicaciones de fungicidas dinámico que coincide con los períodos de alto riesgo para evitar aplicaciones innecesarias, proporcionando un esquema óptimo de aplicaciones para el control de la enfermedad. Ideal y preferiblemente, los fungicidas se aplican en forma preventiva, justo antes de los eventos de infección predichos. Para este propósito, se supone que el tejido no esporulado, infectado de forma latente siempre estuvo presente, pero fuera del cultivo bajo consideración. Para que se produzca la infección en esta situación, se deben completar tres procesos en secuencia (i) se deben formar esporangios, (ii) se deben dispersar los esporangios y (iii) se debe dar la oportunidad de infectar el cultivo a los esporangios depositados. Además, PhytoAlert DSS supone que (i) se forman esporangios cuando las hojas están húmedas, (ii) la dispersión se produce cuando las hojas están (parcialmente) secas, y (iii) la infección se produce cuando las hojas están húmedas. El progreso del proceso de infección se restableció cada vez que las hojas se secaron durante la formación de esporas o infección. Se supuso que la humedad de las hojas ocurre cuando la humedad relativa (HR) del aire era  $\geq 90\%$ , según lo descrito por Skelsey et al (2009).

La tasa de esporulación relativa por hora dependiente de la temperatura se calculó según lo descrito por Andrade et al. (2005), y acumulado hasta que la suma alcanzó valores  $\geq 1$  cuando se supuso que la formación esporangial estaba completa. Se supuso que la fracción de esporangios dispersos dependía de la humedad relativa para reflejar que la dispersión esporangial se produce cuando el cultivo está seco o seco. Similar a Skelsey et al. (2009), la fracción de esporangios liberados se calculó como:  $(1 / (rh-100)) + 1$ . Además, estas fracciones se acumularon hasta que la suma alcanzó los valores  $\geq 1$  cuando se supuso que la dispersión estaba completa. El progreso del proceso de infección se calculó con base en los resultados de Crosier (1934). Dependiendo de la temperatura, las tasas de infección por hora se acumularon hasta que la suma alcanzó el umbral predefinido de 0.9. En este punto, se supuso que el ciclo de



infección se había completado y se recomendó una aplicación de pulverización siempre que la protección restante del fungicida fuera insuficiente. La degradación de los fungicidas se calculó utilizando Unidades de Fungicidas (FU) como se describe para el sistema de soporte de decisiones SIMCAST por Grunwald et al. (2002)

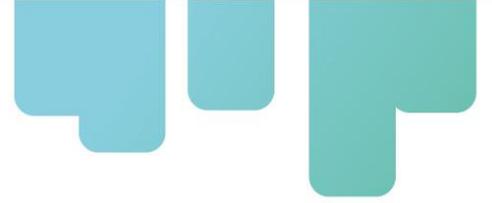
PhytoAlert DSS distingue las aplicaciones realizadas antes de la infección (con fungicidas preventivos), de las aplicaciones realizadas hasta 2 días después del evento de infección identificado (con fungicidas curativos) y finalmente de las aplicaciones que se llevan a cabo más allá de 2 días del inicio del período crítico (con combinación de fungicidas con acción erradicante). El momento de las aplicaciones de fungicidas se guía por lo tanto por la biología del patógeno, mientras que la elección de los fungicidas se guía por las características propias de los fungicidas (principios activos, modos de acción) siguiendo un criterio similar al descrito en la tabla Euroblight de fungicidas de *P. infestans* (<https://agro.au.dk/forskning/internationale-plaforme/euroblight/control-strategies/late-blight-fungicide-table/>). Idealmente, los fungicidas preventivos se aplicaron antes de los eventos de infección predichos.

El sistema utilizó inicialmente estaciones meteorológicas que transmitían remotamente la información meteorológica del campo a un servidor web. Luego implementamos el uso de bases de datos mundiales para alimentar el modelo, tanto para registros como para pronósticos. Durante el ciclo de cultivo, se emiten alarmas que son enviadas por correo electrónico y/o WhatsApp con un pronóstico anticipado de riesgo de 24-48 horas (período más seguro que tener en cuenta), a fin de permitir la toma de decisiones de manejo oportunas para el control del Tizón (figura 3 y 4). Junto a cada alarma se incluye una lista de fungicidas con distinto tipo de acción y eficiencia biológica a fin de facilitar la selección del fungicida más adecuado según la recomendación de la alarma. En períodos críticos la frecuencia de envío de las alertas puede ser mayor, en función de la demanda de los usuarios de la misma.

Para complementar la información se ha generado un video técnico con el objetivo de capacitar a agricultores, asesores y agentes de la cadena en la utilización de PhytoAlert como apoyo a la toma de decisiones Este video se encuentra disponible en la sub sección de Sistema de Alerta de la sección especial de Fontagro Tizón tardío en la plataforma web de enfermedades de papa alojada en <https://enfermedadespapa.inia.cl/> o directamente en youtube <https://www.youtube.com/watch?v=hNzoF5baa80>

### **3. Sistema de discos, experiencia en Ecuador**

Esta herramienta llamada Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) para el manejo del Tizón tardío, relaciona tres factores: el nivel de susceptibilidad de la variedad de papa a cultivar, el factor



climático y el intervalo en días desde la última aplicación (fotografía 1). Está formado por 4 ruedas o discos concéntricos:

- El color de la primera rueda (verde/amarilla/roja) representa el nivel de susceptibilidad de la variedad de papa que estamos cultivando, es decir, utilizaremos la herramienta verde para variedades de papa con resistencia a la enfermedad, la de color amarillo para variedades moderadamente susceptibles y la de color rojo para variedades muy susceptibles; de acuerdo a esto va a variar el número de días que se debe considerar para intervalos de seguimiento en el lote, en Superchola son 12 días.

- En la segunda rueda (azul), se encuentra el factor clima. Este se relaciona con la cantidad de lluvia y la neblina durante el período desde la última evaluación. De acuerdo a las condiciones seleccionamos si hubo mucha lluvia, poca lluvia o no hubo lluvia; cada alternativa tiene una puntuación.

- En la tercera rueda (naranja) se consideran los días transcurridos desde la última aplicación de fungicida que se realizó para el control del TT; de igual manera seleccionamos la alternativa que corresponda a nuestro manejo, cada una tiene una puntuación, para unificar criterios y facilitar la selección se han establecido umbrales de precipitación, se instalan pluviómetros caseros en el campo que nos permiten cuantificar la lluvia (para variedades resistentes el umbral de lluvia es 5 mm, para moderadamente susceptibles 15 mm y para muy susceptibles 15 mm).

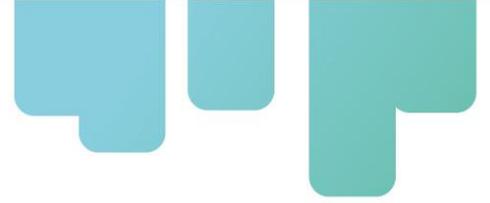
Finalmente, sumamos las dos puntuaciones obtenidas en la rueda azul y naranja, para pasar a la última rueda.

- En la cuarta y última rueda (morada), se encuentra la recomendación para la aplicación, esta puede ser: no aplicar, aplicar producto de contacto o aplicar un producto sistémico. Criterios de evaluación y decisión.

Complementando esta herramienta, el INIAP, pone a disposición, la primera versión móvil para el manejo de tizón tardío en el cultivo de papa, basado en la herramienta SAD, aplicación denominada INIAP-PapaSAD, la cual se encuentra disponible en Play Store de forma gratuita, para facilitar la adopción de usuarios que tienen disponible esta tecnología (figura 5). Es decir, el SAD está disponible para los usuarios, de forma física mediante el juego de ruedas (como herramientas didácticas) y en forma de aplicación móvil, para facilitar el uso del mismo a través de los teléfonos móviles, de fácil manejo y adopción.

El uso de esta herramienta SAD, nos permite diferenciar el manejo del Tizón tardío aprovechando la resistencia genética de las variedades de papa utilizadas, permitiendo un control eficiente de la enfermedad y disminuyendo costos de producción y el impacto ambiental que se genera, debido a que se optimiza el uso de fungicidas.

Para complementar la información se ha generado un video técnico con el objetivo de capacitar



a agricultores, asesores y agentes de la cadena en la utilización del sistema de discos como apoyo a la toma de decisiones. Este video se encuentra disponible en la sub sección de Sistema de Alerta de la sección especial de Fontagro Tizón tardío en la plataforma web de enfermedades de papa alojada en <https://enfermedadespapa.inia.cl/> o directamente en el canal de youtube en el siguiente link <https://www.youtube.com/watch?v=jYFmlZnINOs>.

#### **4. Sistema de discos, experiencia en Panamá**

En las Tierras Altas de Panamá, se implementó el sistema de alerta temprana, basado en discos de colores o juego de ruedas (fotografía 2). El disco de color verde está consignado para las variedades de papa susceptibles (caso Granola, la más sembrada en Panamá), el disco amarillo para variedades medianamente resistentes (Ultra, Patagonia e IDIAP Roja 17), y el disco verde para los cultivares de papa resistentes al tizón tardío (proveniente de ensayos de mejoramiento genético). Cada disco incorpora los parámetros de cantidad de precipitación (mm/día), periodo de lluvias (días) y los días de la última aplicación de fungicida(s) y su modo de acción. Con esta información, y la sumatoria de los valores establecidos por parámetro, se determina el tipo de fungicida a aplicar al cultivo, ya sea de acción sistémico, de contacto o no se aplica. A continuación, se detalla el uso de los discos de colores en las plantaciones comerciales de papa:

- Disco Rojo. En el parámetro precipitación se consideraron las categorías: 0 mm, de 1 a 5mm y 6 a 10mm, durante ocho (8) días y a cada rango de precipitación se le otorgó el valor de 0, 2 y 5. Con relación a la última aplicación de fungicida(s), se clasificó en menos de 4 días, de 5 a 7 días y más de 7 días. Los valores de cada periodo fueron 1, 3 y 5.

De acuerdo con los valores de la sumatoria por categorías de las condiciones que se presentaron en las plantaciones comerciales, la alerta temprana indica que:

- de 1 a 3: NO APLICAR
- de 4 a 6: APLICAR UN FUNGICIDA DE CONTACTO y
- de 7 a 10: APLICAR UN FUNGICIDA SISTÉMICO O COMPUESTO

- Disco Amarillo. Para la precipitación se clasificaron las siguientes categorías: 0 mm, de 11 a 25mm y 26 a 40mm, durante 10 días y a cada rango de precipitación se le otorgó el valor de 0, 1 y 3. En relación a la última aplicación de fungicida(s), se clasificó en menos de 8 días, de 8 a 10 días y más de 10 días. Los valores de cada periodo fueron 1, 3 y 5, respectivamente.

De acuerdo con los valores de la sumatoria por categorías de las condiciones que se



presentaron en las plantaciones comerciales, la alerta temprana indica que:

- de 1 a 3: NO APLICAR
  - de 4 a 6: APLICAR UN FUNGICIDA DE CONTACTO y
  - de 7 a 10: APLICAR UN FUNGICIDA SISTÉMICO O COMPUESTO
- 
- Disco Verde. El parámetro precipitación consideró las categorías: 0 mm, de 45 a 50mm y 51 a 60mm, durante 12 días y a cada rango de precipitación se le otorgó el valor de 0, 1 y 2. Con relación a la última aplicación de fungicida(s), se clasificó en menos de 11 días, de 11 a 13 días y más de 13 días. Los valores de cada periodo fueron 1, 3 y 5, respectivamente.

De acuerdo con los valores de la sumatoria por categorías de las condiciones que se presentaron en las plantaciones comerciales, la alerta temprana indica que:

- de 1 a 3: NO APLICAR
- de 4 a 6: APLICAR UN FUNGICIDA DE CONTACTO y
- de 7 a 10: APLICAR UN FUNGICIDA SISTÉMICO O COMPUESTO

# Imágenes

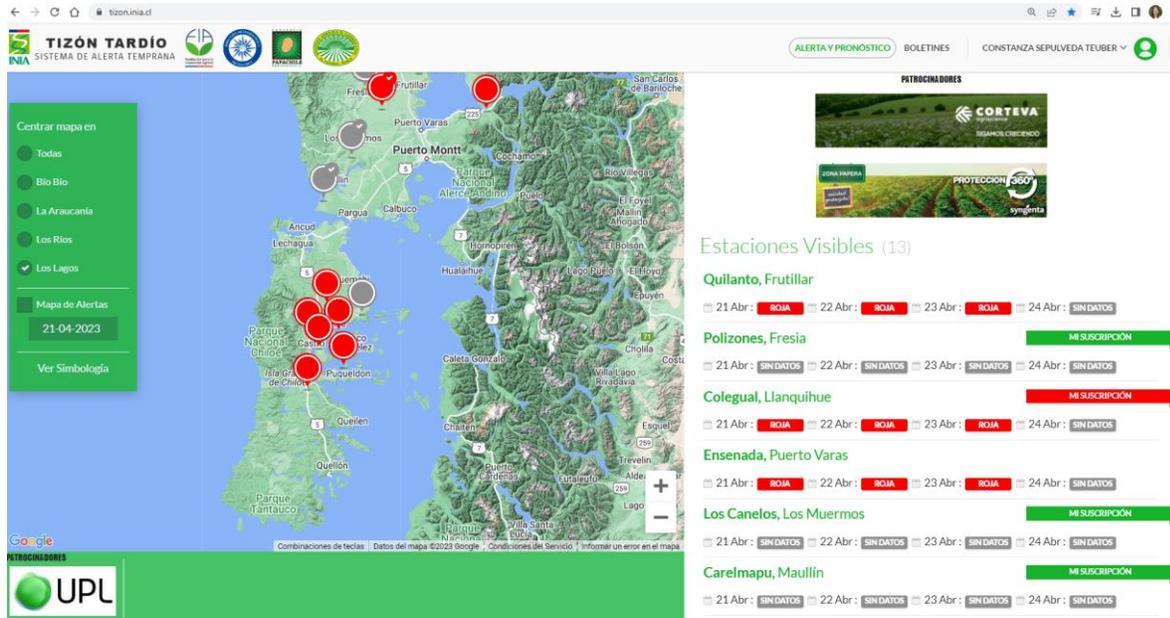
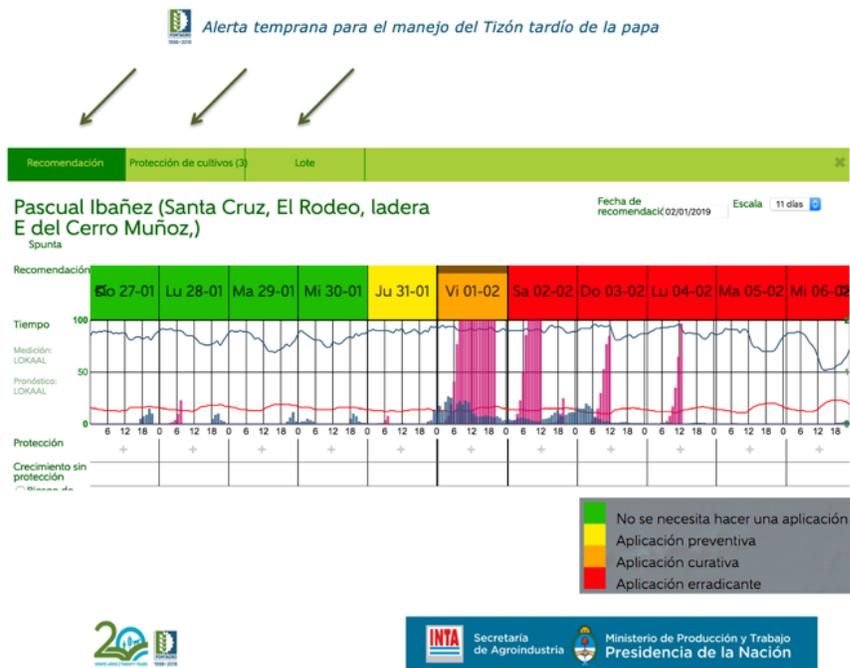


Figura 1. Plataforma web alerta temprana para TT, Chile.



Figura 2. Interpretación del sistema de alerta temprana.



**Figura 3.** Interpretación de PhytoAlert DSS en Argentina. Se incluyen registros y pronósticos meteorológicos (bases de datos mundiales), la susceptibilidad de la variedad, la información del lote (plantación y emergencia del cultivo) y los fungicidas aplicados para definir un esquema dinámico de aplicaciones químicas, que mantenga protegido a los cultivos frente a un próximo evento crítico.



**Figura 4.** Validación de PhytoAlert DSS en la Provincia de Tucumán, Argentina, con distintas condiciones agroecológicas i) Pedemonte (consumo) y ii) Tafí del Valle (semilla) en cuatro campañas del cultivo, a fin de aumentar la confianza de los productores en la utilidad del sistema de alertas tempranas.

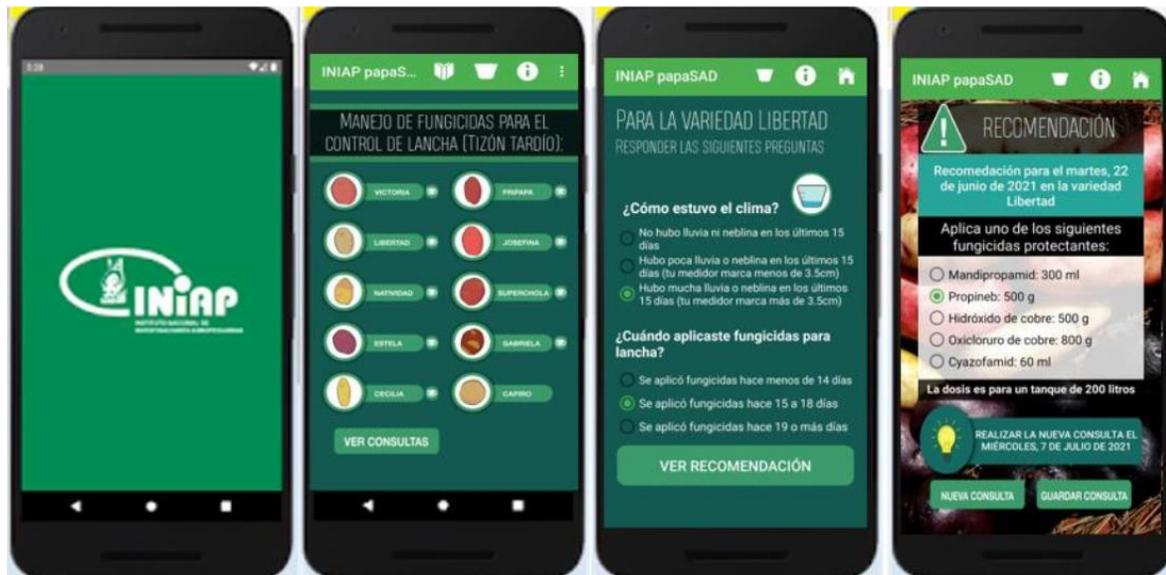


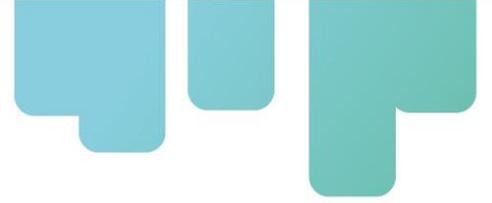
Figura 5. Aplicación INIAP-papaSAD, Ecuador.



Fotografía 1. Sistema manual de discos (DSS-HH) utilizados en Ecuador, "Herramienta SAD"



**Fotografía 2.** Sistema manual de discos (DSS-HH) utilizados en Panamá, plataforma de especialistas visitando parcelas de validación sistema de alerta. Panamá 2022



## Referencias Bibliográficas

- Acuña, I. y R. Bravo (Eds.). 2019. Tizón tardío de la papa: Estrategias de manejo integrado con alertas temprana. Boletín INIA 399. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile. 136 pp. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6777>.
- Acuña, I.; Muñoz, M.; Sandaña, P.; Orena, S.; Bravo, R.; Kalazich, J.; Tejeda, P.; Castro M.P. y C. Sandoval. 2015. Manual Interactivo de la papa INIA. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Chile. <http://manualinia.papachile.cl>. Certificado de Registro Dibam 264.876.
- Andrade-Piedra, J. L., Hijmans, R. J., Forbes, G. A., Fry, W. E., and Nelson, R. J. 2005. Simulation of potato Late blight in the Andes. I: Modification and parameterization of the LATEBLIGHT model. *Phytopathology* 95:10, 1191-1199.
- Crosier, W., 1934. Studies in the biology of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Cornell University Agricultural Experiment Station Memoir 155: 40pp.
- Grünwald, N. J. 2002. Potato Late blight Management in the Toluca Valley: Field Validation of SimCast Modified for Cultivars with High Field Resistance. *Plant Disease* 86:10, 1163-1168.
- Skelsey, P., Kessel, G. J. T., Holtslag, A. A. M., Moene, A. F., and van der Werf, W. 2009. Regional spore dispersal as a factor in disease risk warnings for potato late blight: A proof of concept. *Agr Forest Meteorol* 149: 419-430.

## Instituciones participantes



Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



[www.fontagro.org](http://www.fontagro.org)

Correo electrónico: [fontagro@fontagro.org](mailto:fontagro@fontagro.org)