

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
Serie Evaluación de Impacto  
Resumen Ejecutivo N° 5



# **Análisis descriptivo de productores de papa en comunas del sur de Chile y estimación del coeficiente de impacto ambiental (EIQ) para diferentes estrategias de control de tizón tardío de la papa**

María Carolina de la Fuente G.  
Rodrigo Bravo H.  
Ivette Acuña B.

**Autores**

María Carolina de la Fuente G.  
Ingeniera Agrónoma, Magíster en Economía Agraria  
Encargada Área de Evaluación de Impacto, Unidad de Planificación, Seguimiento y Evaluación (UPSE),  
INIA

Rodrigo Bravo H.  
Ingeniero Agrónomo, Magíster en Economía y Gestión Regional, Dr. en Ciencias Agrarias,  
Investigador INIA Remehue

Ivette Acuña B.  
Ingeniera Agrónoma, Ph.D. in Plant Pathology,  
Investigadora INIA Remehue

**Editores técnicos**

Juan Inostroza F.  
Ingeniero Agrónomo,  
Investigador transferencista en el área de Extensión y Transferencia Tecnológica en el cultivo de papa,  
INIA Carillanca

Marta Alfaro V.  
Ingeniera Agrónoma, Ph.D.  
Subdirectora Nacional de I+D+i INIA

**Editora periodística**

María Andrea Romero C.  
Periodista  
Analista de Comunicaciones INIA

**Cita bibliográfica**

De la Fuente, M., Bravo, R. & Acuña, I., 2020. Análisis descriptivo de productores de papa en comunas del sur de Chile y estimación del coeficiente de impacto ambiental (EIQ) para diferentes estrategias de control de tizón tardío de la papa. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA.

Resumen Ejecutivo N° 5  
Serie Evaluación de Impacto

© 2020. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)  
Fidel Oteiza 1956, pisos 11, 12 y 15, Providencia, Santiago, Chile.  
Tel.: +56 2 2577 1000. E-mail: carolina.delafuente@inia.cl

Permitida su reproducción parcial citando fuente y autores. Prohibida la reproducción total sin autorización del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura.

**Diseño y diagramación**

AMOROSA SpA Consultoría Creativa

Santiago, Chile 2020

# Índice

RESUMEN EJECUTIVO .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
MATERIALES Y MÉTODOS .....	4
RESULTADOS .....	5
CONCLUSIONES .....	22
REFERENCIAS .....	23

# Resumen ejecutivo

## **Análisis descriptivo de productores de papa en comunas del sur de Chile y estimación del coeficiente de impacto ambiental (EIQ) para diferentes estrategias de control de tizón tardío de la papa**

El tizón tardío de la papa es una enfermedad fungosa de gran relevancia a nivel mundial. Provoca pérdidas por sobre el 30 % de la producción, llegando incluso a la pérdida total del rendimiento del cultivo y de la calidad de sus tubérculos. La zona sur de Chile, principal zona productora de papa, no está ajena a esta realidad, debiendo enfrentar cada temporada la incertidumbre respecto de las condiciones ambientales para el manejo de la enfermedad y el impacto en los ingresos familiares.

En 2016 se entrevistó a 236 productores/as de papa, 152 hombres y 84 mujeres, con el propósito de conocer y describir a los agricultores/as de la zona; identificar las pérdidas en rendimiento causadas por el ataque de tizón tardío en sus cultivos y estimar el coeficiente de impacto ambiental (EIQ), de acuerdo a la estrategia de control de la enfermedad seleccionada: calendario fijo o sistema de alerta. Las encuestas se concentraron en las regiones de Los Lagos, La Araucanía y Biobío, es decir, aquellas con mayor superficie cultivada a nivel nacional.

Los resultados muestran que los encuestados/as son personas de entre 40 y 59 años de edad, con un nivel educacional básico. Su motivación a cultivar la relacionan con el autoconsumo, a la alternativa laboral y a la generación de ingresos extras. La mayoría sufrió ataque de tizón tardío, siendo el nivel alto aquel con mayor incidencia en sus rendimientos. Al adoptar el sistema de alerta, disminuyó sobre un 25 % el número de aplicaciones de pesticidas en las comunas de Puerto Saavedra, Chonchi, Los Muermos, Puqueldón y Cañete, incidiendo directamente en la caída del indicador del impacto ambiental y de los costos de producción, entre 20 mil y 85 mil pesos por hectárea, esta disminución permitió mejorar la rentabilidad del cultivo, entre 6 % y 28 % dependiendo de la región/comuna y cultivar de papa empleado, en comparación a calendario fijo.

# Introducción

El agente causal del tizón tardío de la papa es el hongo *Phytophthora infestans*, que al encontrar condiciones favorables -alta humedad relativa (sobre 90 %) y temperaturas entre 15 y 25 °C (óptimo 21 °C) (Acuña y Araya, 2017)- infecta tallos, hojas y tubérculos, provocando en niveles de ataque avanzados, necrosis de la zona infestada.

La manera de enfrentar esta enfermedad ha sido por medio de la estrategia de calendario fijo, aplicando fungicidas regularmente cada 7 o 10 días, lo que permite prevenir y controlar su aparición. Esta estrategia no considera la existencia de condiciones favorables para la enfermedad ni el estado de desarrollo de la planta para una apropiada aplicación. Tampoco tiene en cuenta la susceptibilidad del cultivar, incidiendo en la prevención y control de la enfermedad y provocando aplicaciones ineficientes (FIA, 2008), con un alto riesgo e impacto ambiental.

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) trabaja desde 2003 en modelos de pronósticos que permitan mejorar la toma de decisiones de los agricultores/as, con el objetivo de responder de manera oportuna a esta enfermedad. Para ello utiliza información de la Red Agrometeorológica de INIA (temperatura, humedad relativa y precipitaciones), vinculada con el estado de crecimiento del cultivo; alertando sobre las condiciones favorables para su desarrollo (Bravo y Acuña, 2008; FIA, 2008). La alerta de condiciones favorables se realiza por medio de plataformas de difusión (Consortio de la Papa, 2015): sitio web, correo electrónico y mensaje de texto a productores/as, generando cinco tipos de alertas: (1) inicio de temporada (alerta café): período desde que emerge el cultivo de papa hasta la primera alerta, (2) con condiciones muy favorables para el desarrollo de la enfermedad (alerta roja): aplicar fungicidas cada 7 días, (3) con condiciones favorables (alerta naranja): aplicar fungicidas cada 10 días, (4) condiciones medias-bajas (alerta amarilla): no es necesario aplicar fungicidas, (5) sin condición (alerta verde): sin aplicación de fungicidas. La plataforma incluye información desde la región del Biobío hasta Los Lagos, territorio que concentra el 74 % de la superficie cultivada con papa a nivel nacional.

El presente trabajo tiene por objetivo entregar información descriptiva de productores/as de papa de las principales regiones productivas del país; determinar el impacto ambiental (EIQ) de las diferentes estrategias de prevención y control del tizón tardío: calendario fijo y sistema de alerta; y estimar las diferencias en costos en insumos (pesticidas) generadas por un cambio de estrategia en productores/as de las regiones de La Araucanía, Los Lagos y Biobío.

La estimación del impacto ambiental se efectuó por medio del Coeficiente de Impacto Ambiental de plaguicidas (EIQ: *Environmental Impact Quotient of pesticides*) y los costos en insumos por medio de la diferencia en aplicaciones entre una estrategia y otra.

# Materiales y métodos

Se cuenta con datos provenientes de una encuesta realizada durante 2016 por vía telefónica a 299 agricultores/as seleccionados/as de manera aleatoria y proporcional, según enrolamiento en estaciones meteorológicas, con al menos una mujer encuestada por estación. El análisis precisó depurar la información, eliminando a los encuestados/as que señalaron no cultivar papa: 12 encuestados/as (9 %), y con rendimientos inconsistentes a la realidad tecnológica del sector, totalizando una muestra de 236 productores/as de papa, suscriptores del sistema de alerta temprana.

Las encuestas se efectuaron en las regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén, concentrando la mayor cantidad de respuestas en las regiones de Los Lagos (57 %), La Araucanía (23 %) y del Biobío (17 %), es decir, las tres regiones con mayor superficie cultivada con papa a nivel nacional. A cada agricultor/a se le aplicó una encuesta que incluyó preguntas abiertas, cerradas, dicotómicas y de selección múltiple, encuestando a un total de 84 mujeres y 152 hombres.

La estimación del impacto ambiental del cambio de estrategia de control de tizón tardío se determinó por medio del Coeficiente de Impacto Ambiental de plaguicidas: *Environmental Impact Quotient of pesticides* (EIQ), desarrollado por Kovach en 1992 (Kovach *et al.*, 1992). El coeficiente estima el efecto del uso de pesticidas en la agricultura, sobre la base de la toxicidad del ingrediente activo, por medio de tres componentes: trabajador agrícola, consumidor y el riesgo ecológico (biótica no humana) (Kovach *et al.*, 1992; Colcha, 2009; Carrizo *et al.*, 2015; Chamorro y Sarandón, 2017). El impacto ambiental del pesticida aplicado se determinó por medio del producto del EIQ del ingrediente activo del pesticida, su concentración (IA, %), la dosis aplicada (kilogramos o litros por hectárea) y el número de aplicaciones efectuadas (Carrizo *et al.*, 2015), para las dos estrategias fitosanitarias: calendario fijo y sistema de alerta, y para dos plaguicidas: Curzate MZ o Moxam MZ y para Clorotalinil. Los valores correspondientes a la toxicidad del ingrediente activo se obtuvo de "A method to measure the environmental impact of pesticides", publicada en 2017. El número de aplicaciones para calendario fijo corresponde al promedio de aplicaciones por comuna efectuadas durante 3 temporadas agrícolas (2013-2015) y la dosis refleja a la recomendación expuesta en la etiqueta de cada producto.

La disminución en los costos de producción por cambio de estrategia, de calendario fijo a sistema de alerta, se estimó de la siguiente manera:

$$C^{\circ} = D * N^{\circ} \text{ de aplicaciones} * P$$

C°: costo de producción (\$) calendario fijo/sistema de alerta.

D: dosis por hectárea (k o l/ha).

N° aplicaciones: número de aplicaciones.

P: precio del pesticida [\$(/k o l)]:

Los precios de referencia de los pesticidas aplicados fueron obtenidos desde ODEPA y la Sociedad Nacional de Agricultura (SNA).

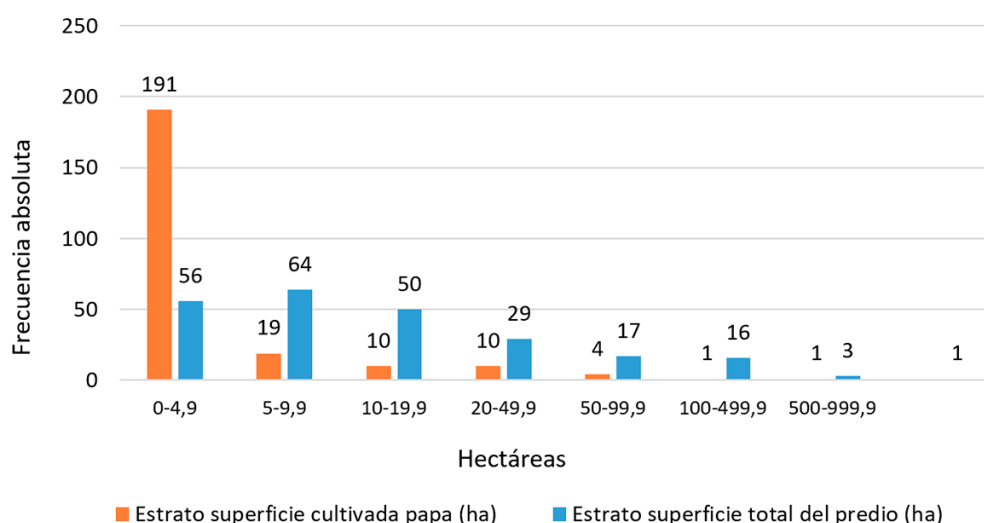
# Resultados

Un 56 % de los encuestados/as son personas de entre 40 y 59 años, con una edad promedio de 51 y una desviación de 12 años. El 58 % cursó enseñanza básica, finalizando un 36 % de ellos su educación primaria. En tanto, un 19 % y un 14 % cursaron educación media y superior completa, respectivamente.

Los motivos para dedicarse al cultivo, pudiendo identificar más de uno, corresponde principalmente al autoconsumo (31 %), herencia o tradición familiar (22 %), alternativa laboral (14 %) y para generar ingresos extras (11 %), siendo el rubro principal para el 15 % de los encuestados/as. Un 7 % de ellos sólo mencionó autoconsumo.

El 72 % posee una superficie predial menor a 20 hectáreas, dedicando menos de 5 hectáreas al cultivo de la papa (80 %) (Figura 1).

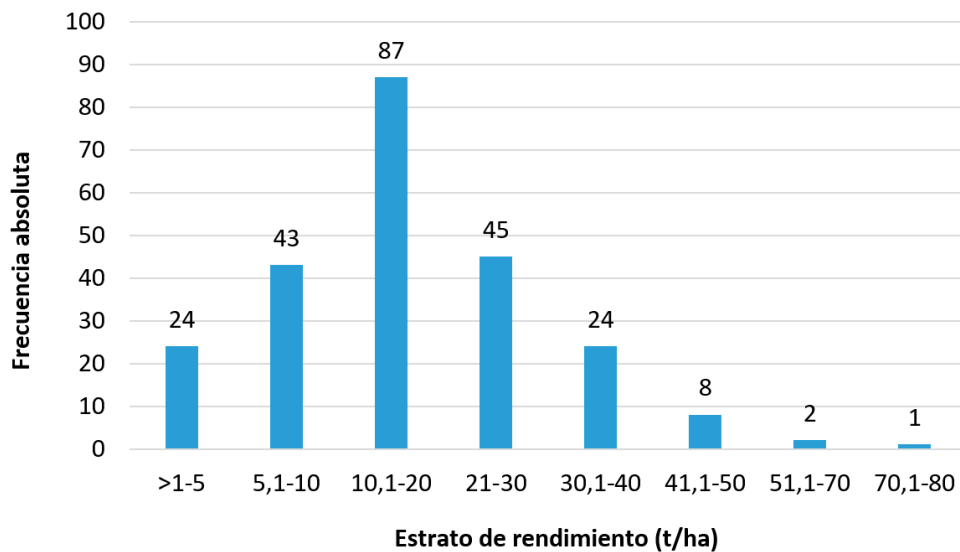
El rendimiento varía entre 1,25<sup>1</sup> y 43 toneladas por hectárea (97 %), concentrando la mayor frecuencia absoluta<sup>2</sup> rendimientos de entre 10 y 20 toneladas (Figura 2). El tipo de semilla utilizada es principalmente propia (65 %), aunque también son relevantes la semilla certificada (32 %) y corriente (31 %). La mayoría de los encuestados/as realiza el cultivo hace más de 20 años (61 %) y todos los años (64 %).



**Figura 1.** Distribución por estrato superficie predial total y estrato superficie cultivada con papa.

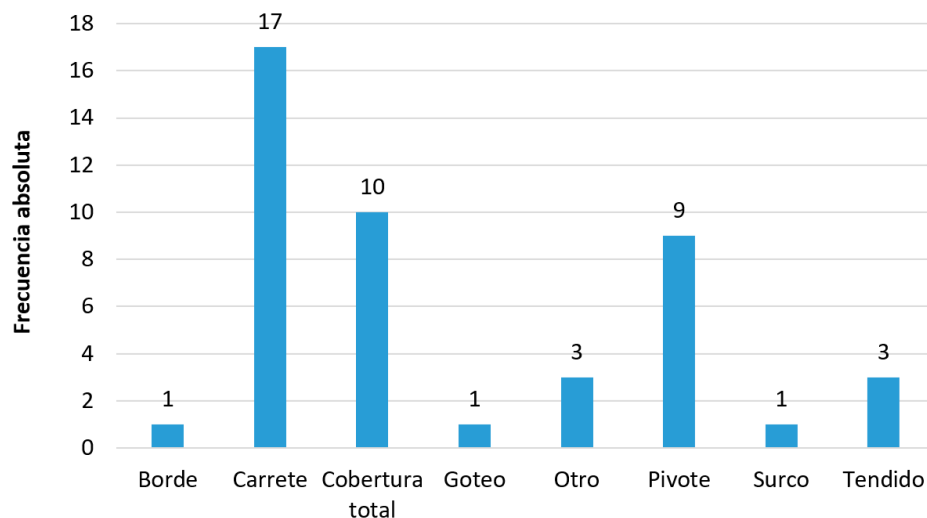
<sup>1</sup>Encuestado responde 1,25 t/ha como rendimiento normal en 1 hectárea, sin embargo, la superficie de papa señalada es de 0,18 hectáreas.

<sup>2</sup>Frecuencia absoluta: número o cantidad de agricultores/as.



**Figura 2.** Estrato de rendimiento cultivo de papa.

El riego es utilizado por el 19 % de los encuestados/as (Figura 3), principalmente de tipo tecnificado: carrete, cobertura total y pivote. Las horas de riego según tipo varían entre 2 y 3, con 41 %, 70 % y 66 %, respectivamente.



**Figura 3.** Sistema de riego utilizado por los encuestados/as que indicaron regar su cultivo.



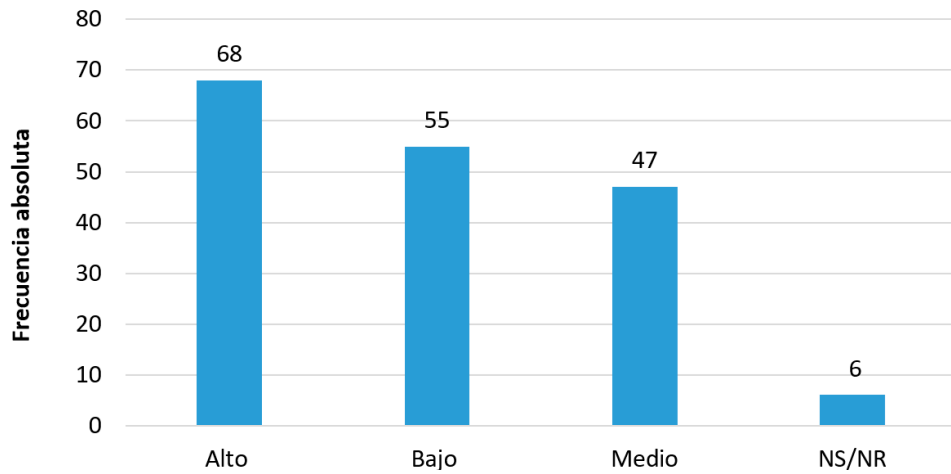
Las variedades utilizadas con mayor frecuencia absoluta corresponden a cultivares de pulpa de color blanco amarillento con piel roja, moderadamente susceptibles a tizón tardío, como la variedad Désirée (Cuadro 1) o resistentes como Patagonia-INIA y Romano (SAG, 2012), atributos reconocidos por el 4 %, 58 % y 33 % de los encuestados/as. La renovación anual de la semilla es baja, 11 %, siendo lo más frecuente la adquisición hace más de cuatro años, pudiendo provocar pérdidas de calidad y condiciones sanitarias de las semillas si no se mantiene un almacenaje adecuado: tubérculos secos y sanos, con distintas variedades separadas para obtención de cultivos homogéneos, buena ventilación, bodega de almacenamiento limpia y desinfectada, entre otras (Torres *et al.*, 2015; Acuña y Tejeda, 2015).

**Cuadro 1.** Cultivares utilizados por los agricultores/as.

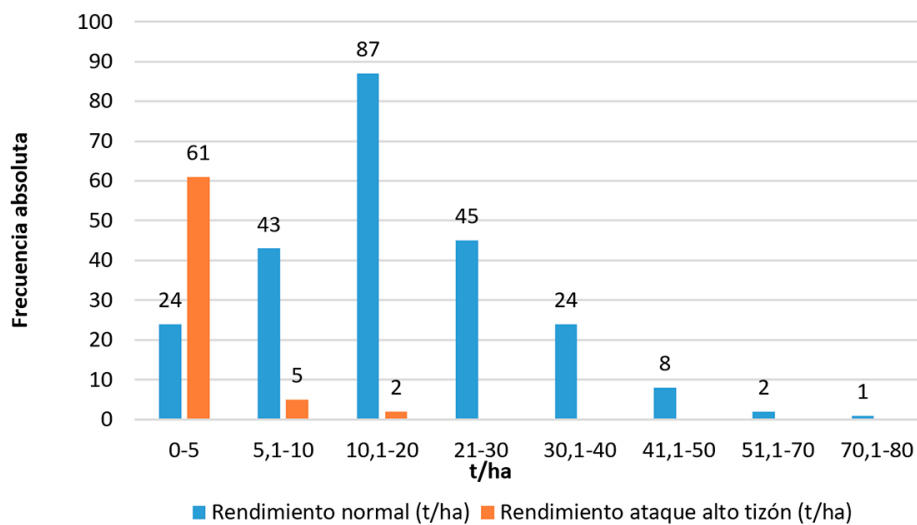
<b>Cultivares</b>	<b>Frecuencia Absoluta (n°)</b>
Désirée	118
Patagonia-INIA	83
Romano	70
Papa nativa	55
Karú-INIA	45
Pukará-INIA	39
Cornado	17
Rodeo	11
Yagana-INIA	11
Baraka	10
Corahila	4
Granola	4
Pehuenche INIA	4
Asterix	2
Symfonia	2
Cardinal	1
Panda	1
Puyehue-INIA	1
Red Lady	1
Sylvana	1

La principal fuente de información de los agricultores/as son los asesores/as técnicos de INDAP (47 %), seguido por INIA (7 %) y otros asesores/as (6 %); con un 20 % que no sabe/no responde. Su frecuencia de búsqueda de información es intermedia (36 %) o frecuente (33 %).

Durante los últimos 5 años, el 75 % de los agricultores/as sufrió ataque de tizón tardío, reconociendo un nivel de ataque alto la mayoría de ellos; un nivel bajo el 31 %; medio un 27 %; y el 3 % no sabe o no responde (Figura 4). Las mayores pérdidas en rendimiento se producen en ataque alto, obteniendo rendimientos menores o iguales a 2,5 t/ha (78 %) o la pérdida total de su producción (26 %) (Figura 5).

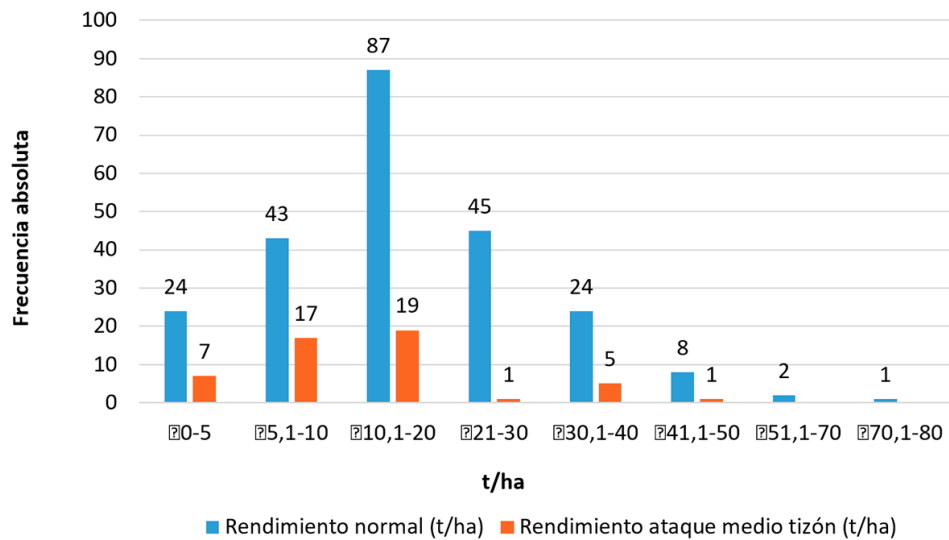


**Figura 4.** Nivel de ataque tizón tardío en productores/as que indicaron haberlo sufrido en los últimos 5 años.

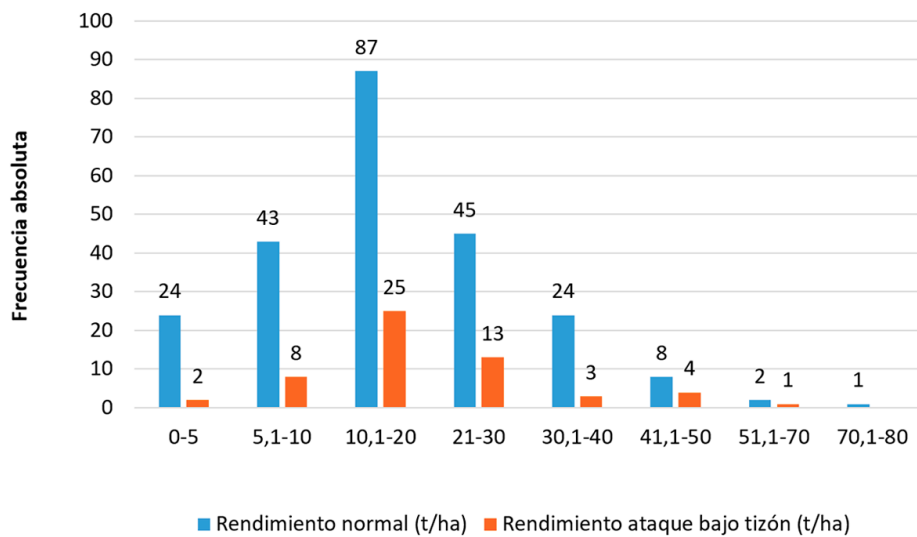


**Figura 5.** Rendimiento sin ataque tizón versus rendimiento con un nivel de ataque alto.

En caso de ataque medio, un 72 % de los encuestados/as concentró su rendimiento entre 5,1 y 20 toneladas por hectárea (Figura 6) y en ataque bajo entre 5,1 y 30 t/ha (82 %) (Figura 7).



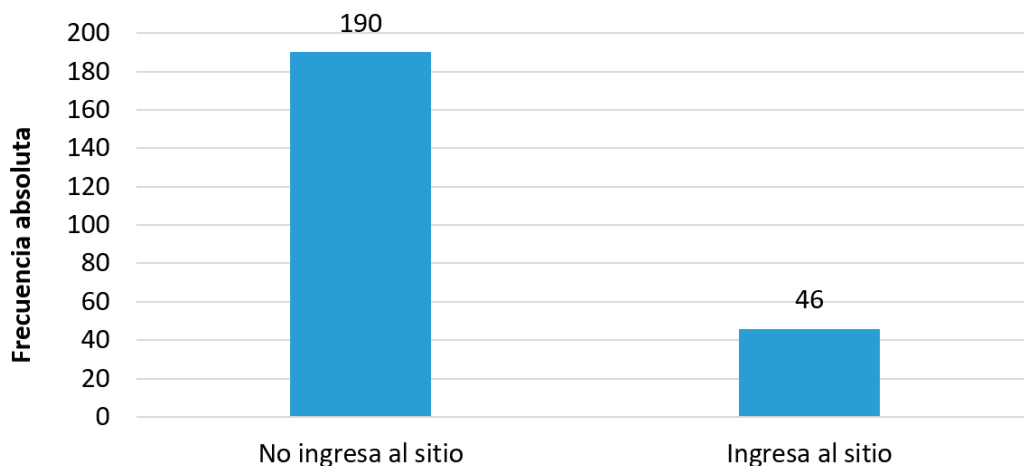
**Figura 6.** Rendimiento sin ataque tizón versus rendimiento con un nivel de ataque medio.



**Figura 7.** Rendimiento sin ataque tizón versus rendimiento con un nivel de ataque bajo.

El sistema de alerta de tizón tardío es conocido por la mayoría de los encuestados (87 %). El 22 % ingresó al sitio de tizón tardío de la papa (Figura 8) recibiendo la mayoría (96 %) la alerta en su celular, por ser práctica su revisión ahí (90 %).

Acceden a internet desde su casa (46 %) u otro sitio (54 %), con una frecuencia de 7 veces por semana (68 %). Por otro lado, la mensajería de texto también es relevante, siendo frecuente (49 %) e intermedio (32 %) el uso dado.



**Figura 8.** Productores/as encuestados/as que indicaron (no) ingresar al sitio web del tizón tardío.

Los encuestados/as que no ingresan al sitio web del sistema de alerta mencionan recibir los mensajes en su celular (80 %) y utilizar la información (55 %), siendo práctica su revisión ahí. La explicación puede encontrarse en el lugar de acceso a internet; más del 85 % menciona hacerlo fuera de su casa y no acceder durante la semana al servicio (83 %), utilizando la mayoría mensajería de texto: uso intermedio (46 %) y frecuente (36 %).

Del total de agricultores/as que recibe la alerta en su celular, más del 70 % aplicó fungicidas en alerta roja (30 %), naranja (9 %), amarilla (14 %), verde (1 %) o en alerta roja y naranja (21 %) (Cuadro 2).

Los agricultores/as que indicaron no recibir los mensajes de alerta en su celular, mencionaron que su estrategia de aplicación la basan en el sistema de alerta, a saber: amarilla (37,5 %), roja o naranja (25 %), en todas las alertas (12,5 %) y sólo en alerta roja (12,5 %) (Cuadro 3). La visita al sitio web de tizón tardío de INIA no es la forma de obtener la información del momento de aplicación.

**Cuadro 2.** Agricultores/as encuestados/as que reciben alerta en su celular con acciones efectuadas (aplicaciones de fungicidas).

¿Usa sistema de alerta?	Sí	No	Total	% Sí	% NO
Aplica adecuadamente (a)	30	1	31	21 %	2 %
Aplica en todas las alertas (b)	3	53	56	2 %	98 %
Roja	42	0	42	30 %	0 %
Naranja	12	0	12	9 %	0 %
Amarilla	20	0	20	14 %	0 %
Verde	1	0	1	1 %	0 %
Roja, naranja y amarilla	6	0	6	4 %	0 %
Roja y amarilla	2	0	2	1 %	0 %
Roja y verde	1	0	1	1 %	0 %
Naranja y amarilla	7	0	7	5 %	0 %
No aplica nunca	16	0	16	11 %	0 %
<b>Total</b>	<b>140</b>	<b>54</b>	<b>195</b>		

(a) Alerta roja o naranja.

(b) Alerta roja, naranja, amarilla y verde.

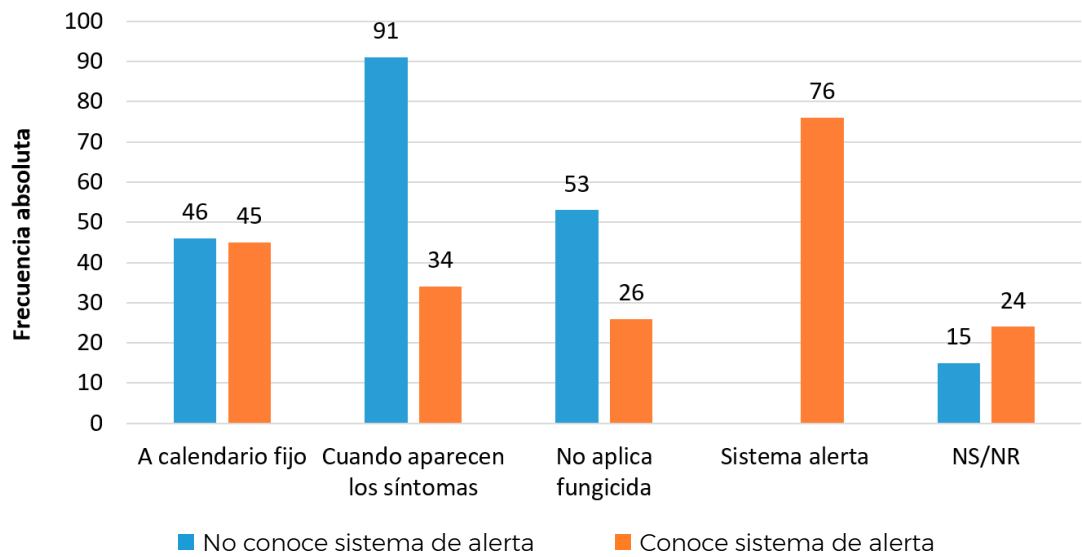
**Cuadro 3.** Aplicaciones de agricultores/as que indican no recibir la alerta en sus celulares, pero utilizan la información.

¿Usa sistema de alerta?	Sí	No	Total	% Sí	% NO
Aplica adecuadamente (a)	30	1	31	21 %	2 %
Aplica en todas las alertas (b)	3	53	56	2 %	98 %
Roja	42	0	42	30 %	0 %
Amarilla	12	0	12	9 %	0 %
No aplica	20	0	20	14 %	0 %
<b>Total</b>	<b>140</b>	<b>54</b>	<b>195</b>		

(a) Alerta roja o naranja.

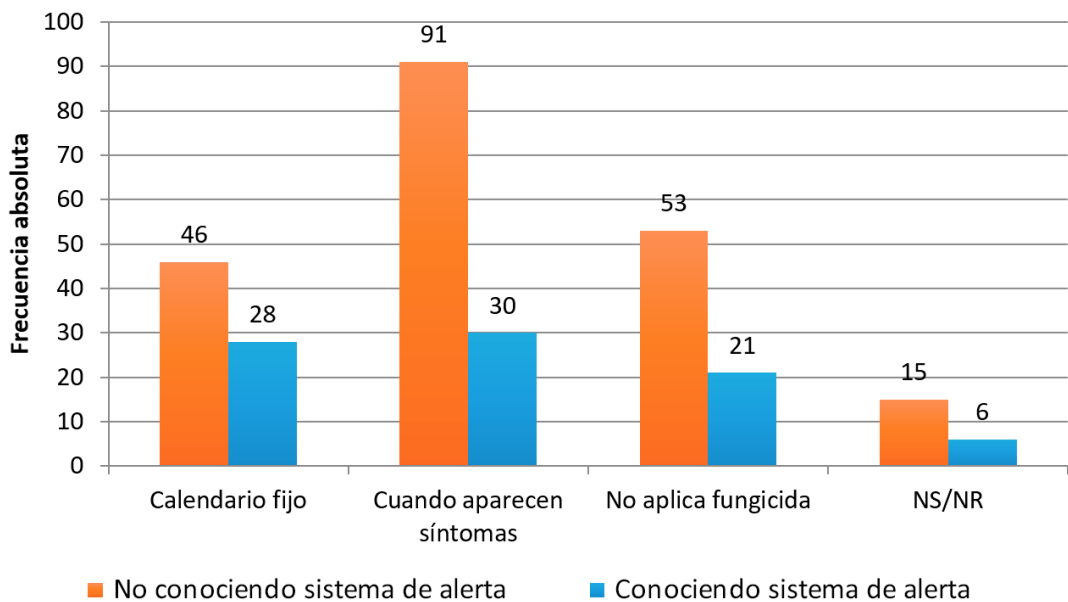
(b) Alerta roja, naranja, amarilla y verde.

La estrategia o criterio de aplicación de fungicidas si el agricultor/a no conoce el sistema de alerta es, principalmente, por aparición de los síntomas en el cultivo (44 %), seguido por la no aplicación de fungidas (26 %) y por uso de calendario fijo (22 %) (Figura 9). Al conocer el sistema de alerta de tizón tardío, el 37 % migra o adopta esta estrategia.



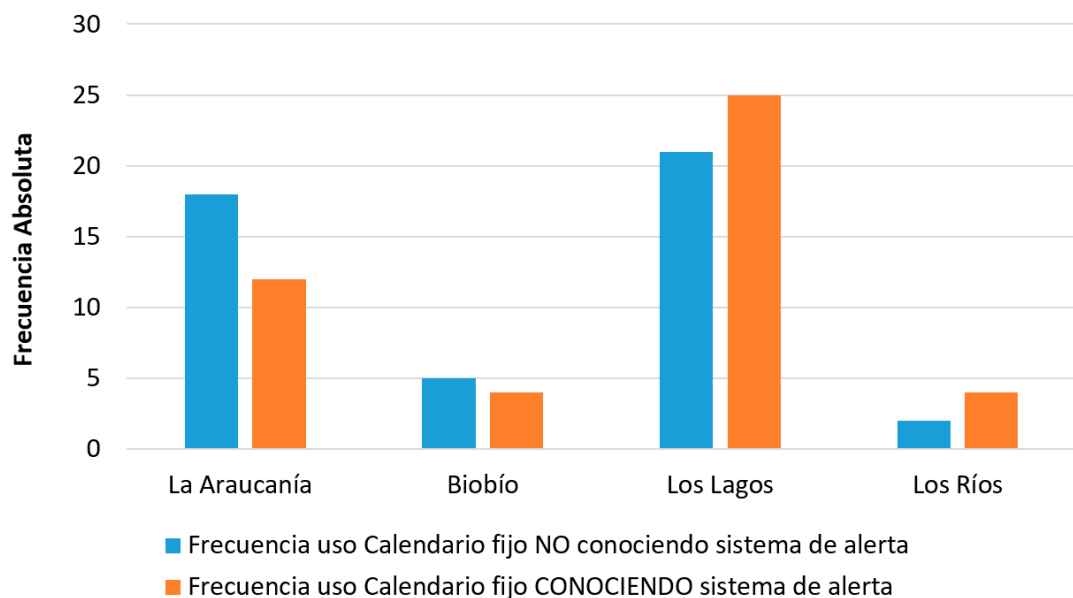
**Figura 9.** Estrategia de aplicación fungicidas sin/conocimiento del sistema de alerta.

Por otro lado, el 61 %, 33 % y 40 % de los encuestados/as se mantiene en su estrategia inicial: calendario fijo, con aparición de síntomas y no aplicación de fungicidas, respectivamente, al momento de conocer el sistema de alerta (Figura 10).

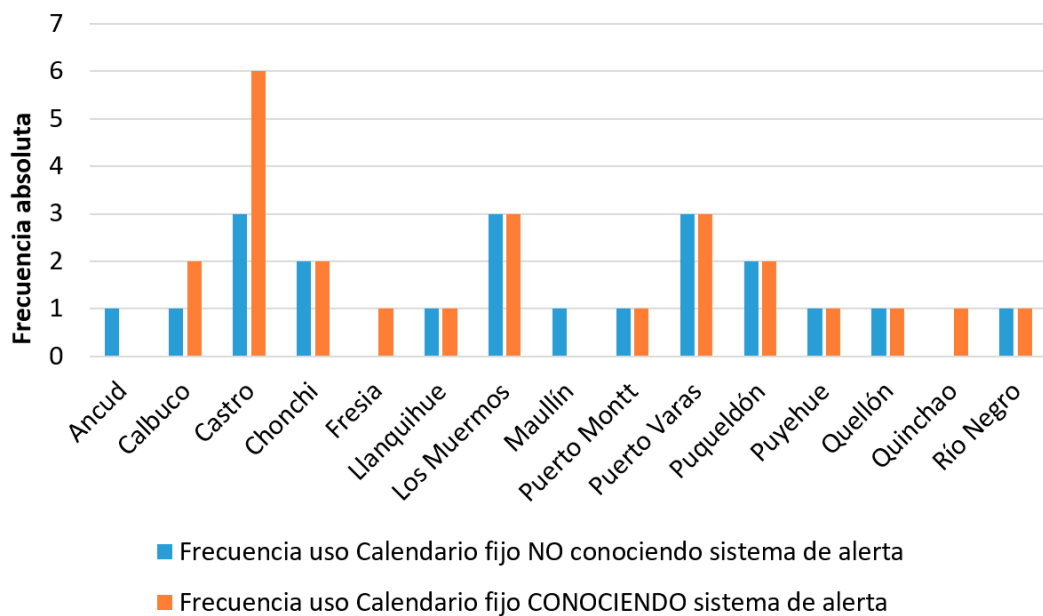


**Figura 10.** Estrategia de aplicación de plaguicidas antes y después de conocer sistema de alerta.

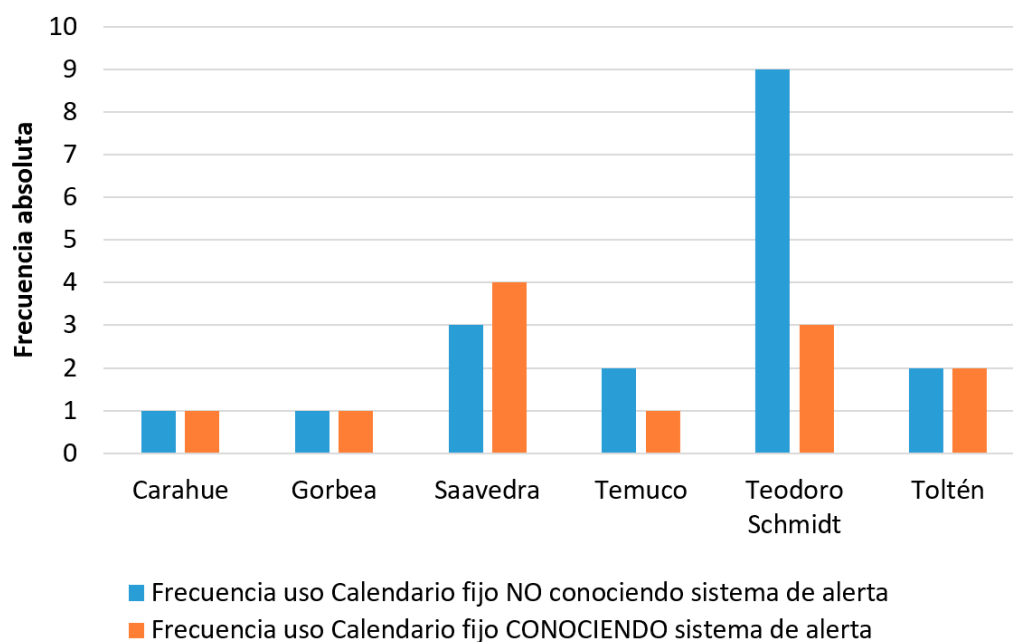
A nivel regional, destacan la región de Los Lagos y de La Araucanía por el uso de calendario fijo, principalmente en las comunas costeras, debido a condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la enfermedad (Figura 11a, 11b y 11c).



**Figura 11a.** Distribución de la estrategia de calendario fijo al conocer el sistema de alerta tizón tardío a nivel regional.

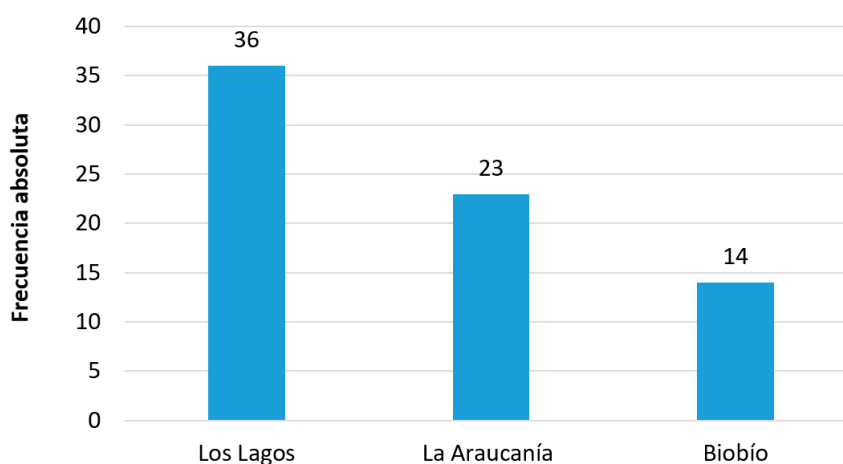


**Figura 11b.** Comunidades de la región de Los Lagos con estrategia de calendario fijo al conocer sistema de alerta.



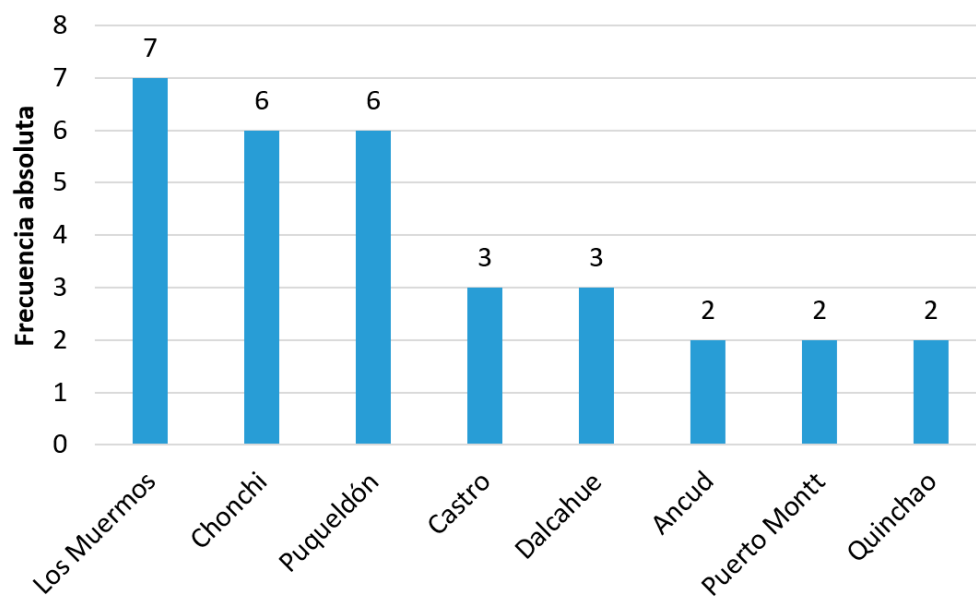
**Figura 11c.** Comunas de la región de La Araucanía con estrategia de calendario fijo al conocer sistema de alerta.

En uso de sistema de alerta destacan las mismas regiones anteriores, Los Lagos y La Araucanía (Figura 12a), siendo las comunas de Los Muermos, Chonchi, Puqueldón y Teodoro Schmidt las con mayor frecuencia absoluta (Figura 12b y 12c).

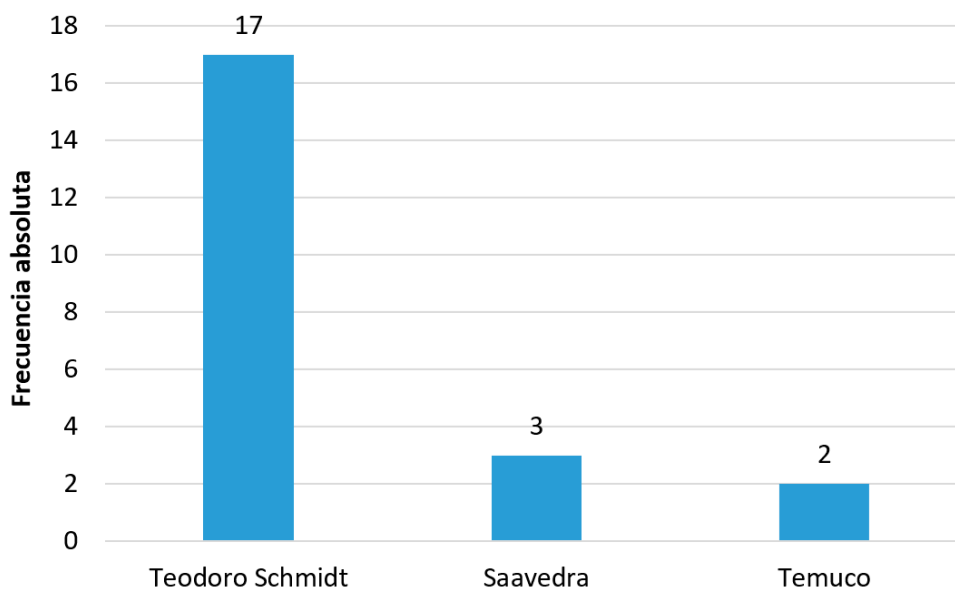


**Figura 12a.** Distribución regional de uso de sistema de alerta al conocerla.



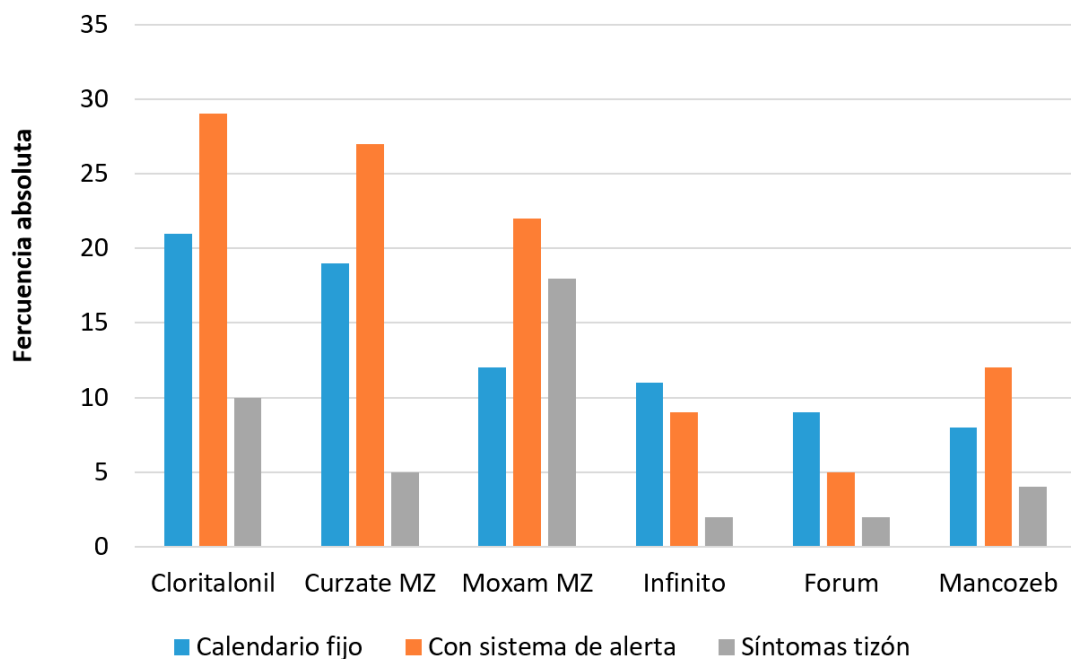


**Figura 12b.** Comunas de la región de Los Lagos con estrategia de sistema de alerta.



**Figura 12c.** Comunas de la región de La Araucanía con estrategia de sistema de alerta.

Los productos aplicados con calendario fijo, sistema de alerta y con aparición de síntomas son similares. La mayor frecuencia absoluta corresponde principalmente a tres productos: Bravo, Horyl y Gliden (Clorotanolil), Curzate- Moxam MZ (Mancozeb y Cymoxanil) (Figura 13), aplicados principalmente con bomba de espalda.



**Figura 13.** Fungicidas aplicados según estrategia: calendario fijo, sistema de alerta, aparición de síntomas.

### Estimación del impacto ambiental (EIQ) según estrategia de aplicación de plaguicidas

La adopción del sistema de alerta por productores/as de las comunas<sup>2</sup> de Chonchi, Los Muermos, Puqueldón, Puerto Saavedra y Cañete, disminuyó el impacto ambiental del fungicida, debido a un menor número de aplicaciones (Cuadros 4 al 9). En el caso de Curzate MZ esta caída redujo el impacto ambiental en 115,8; 77,2; 59,03; 77,2 y 77,19 puntos, respectivamente, traduciéndose en una disminución en los costos en plaguicidas de aproximadamente 66 mil pesos promedio. En el caso de Bravo (Clorotalonil), la caída fue de 109,6; 72,06; 61,8; 72,8; 72,8 puntos respectivamente, reduciendo sus costos por sobre los 27 mil pesos por hectárea.

Por otro lado, en las comunas de Castro, Llanquihue y Quellón, en la región de Los Lagos, aumentaron sus aplicaciones de plaguicidas al utilizar el sistema de alerta, incrementando sus costos de producción en alrededor de 50 mil pesos para Curzate y sobre 20 mil pesos promedio para Bravo (Cuadros 4 y 5). Algo similar ocurre en la comuna de Teodoro Schmidt de la región de La Araucanía (Cuadros 6 y 7).

Los cuadros siguientes detallan los resultados antes mencionados.

**Cuadro 4.** Comparación de impacto ambiental según estrategia (calendario fijo o sistema de alerta) por comuna, región de Los Lagos (ingrediente activo del fungicida Curzate MZ y Moxam MZ).

Comuna	Producto activo*	EIQ	Concentración I.A	Dosis por hectárea (Kg/ha)	N° aplicaciones (calendario fijo)	N° aplicaciones (sistema de alerta)	EIQ Final (calendario fijo)	EIQ Final (sistema de alerta)	Diferencia costo pesticida (\$/ha)**
Castro	Cymoxanil	35,48	0,08	2	5	6	185,27	231,59	-\$34.130
	Mancozeb	25,72	0,64	2	5	6			
Chonchi	Cymoxanil	35,48	0,08	2	7	4	<b>270,19</b>	<b>154,39</b>	<b>\$85.325</b>
	Mancozeb	25,72	0,64	2	7	4			
Llanquihue	Cymoxanil	35,48	0,08	2	7	10	270,19	385,98	-\$85.325
	Mancozeb	25,72	0,64	2	7	10			
Los Muermos	Cymoxanil	35,48	0,08	2	7	5	<b>270,19</b>	<b>192,99</b>	<b>\$56.884</b>
	Mancozeb	25,72	0,64	2	7	5			
Puqueldón	Cymoxanil	35,48	0,08	2	4	3	<b>155,53</b>	<b>96,50</b>	<b>\$48.351</b>
	Mancozeb	25,72	0,64	2	4	3			
Quellón	Cymoxanil	35,48	0,08	2	4	5	154,39	192,99	-\$28.442
	Mancozeb	25,72	0,64	2	4	5			

\*: Evaluación pesticida: Curzate MZ o Moxam MZ.

\*\* : Precio de referencia Curzate MZ, pesos a abril 2019

**Cuadro 5.** Comparación de impacto ambiental según estrategia (calendario fijo o sistema de alerta) por comuna, región de Los Lagos (Bravo, Hortyl y Glider).

Comuna	Producto activo*	EIQ	Concentración I.A	Dosis por hectárea (L/ha)	N° aplicaciones (calendario fijo)	N° aplicaciones (sistema de alerta)	EIQ Final (calendario fijo)	EIQ Final (sistema de alerta)	Diferencia costo pesticida (\$/ha)**
Castro	Clorotalonil	37,42	0,72	1,35	5	6	174,6	218	-\$15.494
Chonchi	Clorotalonil	37,42	0,72	1,35	7	4	<b>254,6</b>	<b>145</b>	<b>\$38.734</b>
Llanquihue	Clorotalonil	37,42	0,72	1,35	7	10	254,6	364	-\$38.734
Los Muermos	Clorotalonil	37,42	0,72	1,35	7	5	<b>254,6</b>	<b>182</b>	<b>\$25.823</b>
Puqueldón	Clorotalonil	37,42	0,72	1,35	4	3	<b>152,8</b>	<b>91</b>	<b>\$21.949</b>
Quellón	Clorotalonil	37,42	0,72	1,35	4	5	145,5	182	-\$12.911

\*\* : Precio de referencia Bravo, pesos a abril 2019

**Cuadro 6.** Comparación de impacto ambiental según estrategia (calendario fijo o sistema de alerta) por comuna, región de La Araucanía (ingrediente activo del fungicida Curzate MZ y Moxam MZ).

Comuna	Producto activo*	EIQ	Concentración I.A	Dosis por hectárea (kg/ha)	N° aplicaciones (calendario fijo)	N° aplicaciones (sistema de alerta)	EIQ Final (calendario fijo)	EIQ Final (sistema de alerta)	Diferencia costo pesticida (\$/ha)**
Puerto Saavedra	Cymoxanil	35,48	0,08	2	5	3	193,0	115,8	\$56.884
	Mancozeb	25,72	0,64	2	5	3			
Temuco	Cymoxanil	35,48	0,08	2	9	9	347,4	347,4	\$0
	Mancozeb	25,72	0,64	2	9	9			
Teodoro Schmidt	Cymoxanil	35,48	0,08	2	4	5	154,4	193,0	-\$28.442
	Mancozeb	25,72	0,64	2	4	5			

\*\* : Precio de referencia Curzate MZ, pesos a abril 2019

**Cuadro 7.** Comparación de impacto ambiental según estrategia (calendario fijo o sistema de alerta) por comuna, región de La Araucanía (Bravo, Hortyl y Glider).

Comuna	Producto activo*	EIQ	Concentración I.A	Dosis por hectárea (L/ha)	N° aplicaciones (calendario fijo)	N° aplicaciones (sistema de alerta)	EIQ Final (calendario fijo)	EIQ Final (sistema de alerta)	Diferencia costo pesticida (\$/ha)**
Puerto Saavedra	Clorotalonil	37,42	0,72	1,35	5	3	181,9	109,1	\$25.823
Temuco	Clorotalonil	37,42	0,72	1,35	9	9	327,4	327,4	\$0
Teodoro Schmidt	Clorotalonil	37,42	0,72	1,35	4	5	145,5	181,9	-\$12.911

\*\* : Precio de referencia Bravo, pesos a abril 2019

**Cuadro 8.** Comparación de impacto ambiental según estrategia (calendario fijo o sistema de alerta) por comuna, región de La Araucanía (ingrediente activo del fungicida Curzate MZ y Moxam MZ).

Comuna	Producto activo*	EIQ	Concentración I.A	Dosis por hectárea (kg/ha)	N° aplicaciones (calendario fijo)	N° aplicaciones (sistema de alerta)	EIQ Final (calendario fijo)	EIQ Final (sistema de alerta)	Diferencia costo pesticida (\$/ha)**
Cañete	Cymoxanil	35,48	0,08	2	4	2	154,39	77,20	\$56.884
	Mancozeb	25,72	0,64	2	4	2			

\*\* : Precio de referencia Curzate MZ, pesos a abril 2019

**Cuadro 9.** Comparación de impacto ambiental según estrategia (calendario fijo o sistema de alerta) por comuna, región de La Araucanía (Bravo, Hortyl y Glider).

Comuna	Producto activo*	EIQ	Concentración I.A	Dosis por hectárea (L/ha)	N° aplicaciones (calendario fijo)	N° aplicaciones (sistema de alerta)	EIQ Final (calendario fijo)	EIQ Final (sistema de alerta)	Diferencia costo pesticida (\$/ha)**
Cañete	Clorotalonil	37,42	0,72	1,35	4	2	145,5	72,7	\$25.823

\*\* : Precio de referencia Curzate MZ, pesos a abril 2019

## Rentabilidad económica de la adopción de sistema de alerta

La determinación del efecto económico de la adopción del sistema de alerta se estimó por medio del análisis comparativo entre los beneficios y los costos que surgen de la adopción del sistema de alerta frente a calendario fijo. Se consideró como beneficio directo del cambio de estrategia el ahorro en costos derivado de la disminución del número de aplicaciones y la mano de obra.

La información necesaria para el análisis se obtuvo de la ficha técnica de costo de producción de papa publicada por ODEPA para las regiones del Biobío (2018/2019) y La Araucanía (2019/2020) que detalla los rendimientos, el precio de venta, los costos de producción (mano de obra, maquinaria e insumos), los imprevistos y los costos indirectos del cultivo de la papa en cada región. Con base en esta información, se estimó la rentabilidad obtenida por adopción del sistema de alerta INIA en comparación a un sistema de aplicación con base en calendario fijo.

### Supuestos

- (1) La adopción de calendario fijo y sistema de alerta previenen el ataque de tizón tardío, por tanto, sus rendimientos son semejantes.
- (2) El cambio de estrategia (calendario fijo a sistema de alerta) disminuyó los costos de producción, debido a un menor número de aplicaciones de fungicidas, por tanto, el beneficio económico deriva de un ahorro en costos en insumos.
- (3) La estimación consideró también un ahorro en costo en mano de obra con base en reducción en el número de aplicaciones promedio por comuna y región.
- (4) Los costos de producción de la ficha técnica publicada por ODEPA para la región del Biobío y La Araucanía son semejantes a las comunas evaluadas.

### Resultados

El productor adoptante de sistema de alerta de INIA de la región del Biobío tuvo una rentabilidad superior en 18 % para Curzate MZ y 12 % para Bravo, en comparación a calendario fijo. Este ahorro significó \$144.470 y \$97.318 adicionales por hectárea, respectivamente (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Estimación del beneficio económico en el cultivo de papa guarda en la comuna de Cañete, Región del Biobío.

Papa guarda Cañete	Calendario Fijo	Sistema de alerta (Curzate MZ)	Sistema de alerta (Bravo)
Rendimiento (kg/ha)	31.000	31.000	31.000
Precio de venta (\$/kg)*	181	181	181
Ingresos Bruto (\$/ha)*	5.621.522	5.621.522	5.621.522
Costo Mano Obra (\$/ha)*	859.851	832.851	805.851
Costo Maquinaria (\$/ha)*	668.941	668.941	668.941
Costo Insumos (\$/ha)*	2.876.271	2.780.387	2.850.448
Total Costo Directo (\$/ha)*	4.405.063	4.282.179	4.325.240
Imprevistos (\$/ha)*	220.253	214.109	216.262
Costos indirectos (\$/ha)*	208.139	192.698	194.636
Costo total (\$/ha)*	4.833.455	4.688.986	4.736.138
Margen neto (\$/ha)*	788.067	932.536	885.384
Rentabilidad sistema de alerta (%)	-	18%	12%

Fuente: Elaboración propia con base en ficha técnica económica papa región del Biobío (ODEPA, 2019).  
\*Pesos a abril 2019.

En la región de La Araucanía el margen por hectárea para papa de guarda bajo riego también es favorable a la adopción de sistema de alerta INIA. El ahorro en costos permitió obtener un ingreso adicional por hectárea de \$127.609 para Curzate y \$93.597 para Bravo, derivando en un aumento de su margen neto de 9 % y 6 %, respectivamente en comparación a calendario fijo (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Estimación del beneficio económico en el cultivo de papa de guarda bajo riego comuna de Puerto Saavedra, región de La Araucanía.

<b>Papa guarda bajo riego Puerto Saavedra</b>	<b>Calendario Fijo</b>	<b>Sistema de alerta (Curzate MZ)</b>	<b>Sistema de alerta (Bravo)</b>
Rendimiento (kg/ha)	33.500	33.500	33.500
Precio de venta (\$/kg)*	160	160	160
Ingresos Bruto (\$/ha)*	5.353.052	5.353.052	5.353.052
Costo Mano Obra (\$/ha)*	817.913	790.913	790.913
Costo Maquinaria (\$/ha)*	706.775	706.775	706.775
Costo Insumos (\$/ha)*	2.006.770	1.949.886	1.980.947
Total Costo Directo (\$/ha)*	3.531.457	3.447.573	3.478.634
Imprevistos (\$/ha)*	176.573	172.379	173.932
Costos indirectos (\$/ha)*	194.672	155.141	156.539
Costo total (\$/ha)*	3.902.702	3.775.093	3.809.105
Margen neto (\$/ha)*	1.450.350	1.577.959	1.543.947
Rentabilidad sistema de alerta (%)	-	9%	6%

Fuente: Elaboración propia con base en ficha técnica económica papa región de La Araucanía (ODEPA, 2019).  
\*Pesos a abril 2019.

El cultivo de papa de guarda-secano en la región de La Araucanía obtuvo una rentabilidad superior a calendario fijo, 28 % para Curzate MZ y 20 % para Bravo. La disminución de los costos en insumos (plaguicida) y mano de obra permitió generar una riqueza adicional por hectárea de \$120.864 y \$86.852, respectivamente (Cuadro 12).

**Cuadro 12.** Estimación del beneficio económico en el cultivo de papa de guarda-secano comuna de Puerto Saavedra, región de La Araucanía.

<b>Papa guarda bajo riego Puerto Saavedra</b>	<b>Calendario Fijo</b>	<b>Sistema de alerta (Curzate MZ)</b>	<b>Sistema de alerta (Bravo)</b>
Rendimiento (kg/ha)	22.500	22.500	22.500
Precio de venta (\$/kg)*	160	160	160
Ingresos Bruto (\$/ha)*	3.595.333	3.595.333	3.595.333
Costo Mano Obra (\$/ha)*	548.007	521.007	521.007
Costo Maquinaria (\$/ha)*	594.101	594.101	594.101
Costo Insumos (\$/ha)*	1.723.179	1.666.295	1.697.356
Total Costo Directo (\$/ha)*	2.865.286	2.781.402	2.812.463
Imprevistos (\$/ha)*	143.264	139.070	140.623
Costos indirectos (\$/ha)*	157.949	125.163	126.561
Costo total (\$/ha)*	3.166.499	3.045.635	3.079.647
Margen neto (\$/ha)*	428.834	549.698	515.686
Rentabilidad sistema de alerta (%)	-	28%	20%

Por otro lado, el cultivo de papa temprana bajo riego en la región de La Araucanía tuvo una rentabilidad superior a calendario fijo-23% para Curzate MZ y 15 % para Bravo-, traduciéndose en \$98.175 y \$61.974 adicionales por hectárea, respectivamente. Este cambio se debió al cambio de estrategia de control de tizón tardío cuyo principal beneficio económico es el ahorro en costo por disminución del número de aplicaciones de plaguicidas y mano de obra (Cuadro 13)

**Cuadro 13.** Estimación beneficio económico en cultivo de papa temprana bajo riego comuna de Puerto Saavedra, región de La Araucanía.

<b>Papa guarda bajo riego Puerto Saavedra</b>	<b>Calendario Fijo</b>	<b>Sistema de alerta (Curzate MZ)</b>	<b>Sistema de alerta (Bravo)</b>
Rendimiento (kg/ha)	23.500	23.500	23.500
Precio de venta (\$/kg)*	149	149	149
Ingresos Bruto (\$/ha)*	3.508.391	3.508.391	3.508.391
Costo Mano Obra (\$/ha)*	567.314	540.314	542.314
Costo Maquinaria (\$/ha)*	581.729	581.729	581.729
Costo Insumos (\$/ha)*	1.660.962	1.604.078	1.635.139
Total Costo Directo (\$/ha)*	2.810.005	2.726.1t21	2.759.182
Imprevistos (\$/ha)*	140.500	136.306	137.959
Costos indirectos (\$/ha)*	132.773	122.675	124.163
Costo total (\$/ha)*	3.083.278	2.985.103	3.021.305
Margen neto (\$/ha)*	425.113	523.289	487.087
Rentabilidad sistema de alerta (%)	-	23%	15%

# Conclusiones

- Los productores/as encuestados/as tienen una amplia trayectoria en el cultivo de la papa, dedicando pequeñas superficies a esta labor. El autoconsumo, la alternativa laboral y la generación de ingresos extras son las principales motivaciones para su producción.
- La mayoría de los productores/as desconoce los atributos de susceptibilidad o resistencia de sus cultivares respecto al tizón tardío, siendo una de las herramientas de protección frente a la enfermedad.
- La mayoría de los productores/as ha sufrido ataque de tizón tardío. El nivel de ataque alto es el más frecuente, con relevantes pérdidas en rendimiento.
- El sistema de alerta es conocido por casi la totalidad de los productores/as, sin embargo, falta difusión y capacitación respecto de su implementación y oportunidad de aplicación.
- El desconocimiento de algunos encuestados/as, acerca del significado de los distintos tipos de alertas incide directamente en el número de aplicaciones efectuadas. Esto indica que se deben intensificar las actividades de extensión sobre la forma de uso del sistema de alerta.
- El uso de sistema de alerta disminuyó sobre el 25 % el número de aplicaciones de pesticidas en las comunas de Puerto Saavedra, Chonchi, Los Muermos, Puqueldón y Cañete, incidiendo directamente en una caída del indicador de impacto ambiental.
- El uso del sistema de alerta disminuyó los costos en insumos (pesticidas), debido a la optimización de aplicaciones. Las diferencias producidas variaron entre 20 mil y 85 mil pesos por hectárea.
- La disminución en el número de aplicaciones y el ahorro en mano de obra por adopción del sistema de alerta generó una mejora en la rentabilidad del cultivo, en comparación a calendario fijo, entre 6 % y 28 % dependiendo de la región/comuna y cultivar de papa empleado.
- La estimación del EIQ es una herramienta útil para la toma de decisiones en relación con la adopción del sistema de alerta y del uso de plaguicidas más amigables con el



# Referencias

- Acuña, I. y Araya, M. 2017. Fitopatología-Enfermedades de la papa: Tizón Tardío. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ficha Técnica N° 53. Sanidad Vegetal.
- Acuña, I. y Bravo, R. 2019. Tizón Tardío de la papa: Estrategias de manejo integrado con alertas temprana. Osorno, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín N° 399, 136 pp. Recuperado de: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR41538.pdf>
- Acuña, I., Muñoz, M., Sandaña, P., 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. Recuperado de: <https://manualinia.papachile.cl/?page=home>
- Bravo, R. y Acuña, I. Julio-Agosto, 2008. Red de alerta temprana para el tizón tardío de la papa. INIA Tierra Adentro (80) 12-13.
- Carrizo, A., Carrasco, F., Aybar, S., Leiva, S., y Matías, A. 2015. Estimación del coeficiente de Impacto Ambiental (EIQ) en diferentes estrategias fitosanitarias en sistemas de pequeños productores de nogal, como una herramienta hacia la transición agroecológica en Catamarca, Argentina. Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología. La Plata, Argentina.
- Chamorro, A., y Sarandón, S. 2017. Análisis del impacto ambiental del cambio de secuencias de cultivo en el partido de Tres Arroyos (Buenos Aires, Argentina). Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata , 116 (1), 89-99.
- Colcha, E. 2009. Evaluación del Impacto Ambiental de tecnologías para producción de papa (*Solanum tuberosum*) con alternativas al uso de plaguicidas peligrosos en Tiazo San Vicente, Provincia de Chimborazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba-Ecuador.
- Consortio de la Papa. 2015. Los cuidados y el impacto de tizón de la papa. Noticias consorcio de la papa. Recuperado de: <https://www.papachile.cl/los-cuidados-y-el-impacto-del-tizon-tardio-de-la-papa/>
- FIA. 2008. Resultados y lecciones en Control de Tizón tardío de la papa. Recuperado de: [http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/2056/24\\_Libro\\_TizónTard%C3%ADo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/2056/24_Libro_TizónTard%C3%ADo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

# Referencias

- Kovack, J., Petzoldt, C., Degni, J., y Tette, J. 1992. A method to measure the enviromental impact of pesticides. New York's Food and life sciences bulletin 139:1-8.
- ODEPA. 2017. Cultivos anuales regionales. Recuperado de: <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas>
- SAG. 2012. Variedades certificadas de papa. Cartola variedades. Recuperado de: [https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/triptico\\_variedades\\_certificadas\\_de\\_papas.pdf](https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/triptico_variedades_certificadas_de_papas.pdf)
- Torres, L., Montesdeoca, F., y Andrade-Piedra, J. 20 de noviembre de 2012. Manejo del tubérculo semilla. Recuperado de: <https://cipotato.org/uncategorized/manejo-del-tuberculo-semilla-de-la-papa/#almacenamiento-del-tuberculo-semilla>

