

Manual técnico productivo y económico bajo condición actual y clima proyectado al 2030

Proyecto: Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas prioritizadas en la Región del Biobío.



PAPA



Proyecto apoyado por



ISBN: 978-956-9365-23-2
Publicación Ciren N°: 208
Registro de propiedad intelectual: 285.575

Autores

Carolina Leiva Madrid, Ing. Agr.
Carla Schmidt Gómez, Ing. Agr.
Gonzalo Gajardo Escobar, Ing. Agr.
Alejandra Rodríguez Pacheco, Ing. Agr.

Equipo de trabajo

Carolina Leiva Madrid, Ing. Agr. Ciren
Carla Schmidt Gómez, Ing. Agr. Ciren
Gonzalo Gajardo Escobar, Ing. Agr. Ciren
Carlos Torres Miranda, Cartógrafo. Ciren
Marcelo Retamal Gajardo, Cartógrafo. Ciren
Fernando Santibáñez Quezada, Ing. Agr. Dr. Agrimed
Paula Santibáñez Varnero, Ing. Civil en Geografía, Dr. Agrimed
Carolina Caroca Torres, Ing. Civil en Geografía, M.S. Agrimed
Alejandra Rodríguez Pacheco, Ing. Agr. Inia
Marcel Fuentes Bustamante, Ing. Civil Agrícola, Mg. Inia
Paulina Sánchez Sagardía, Ing. Agr. Inia
Pablo Grau Beretta, Ing. Agr. Ph. D. Inia
Marisol Reyes Muñoz, Ing. Agr. Dr. Inia
Juan Pablo Martínez Castillo, Ing. Agr. Ph. D. Inia

Diseñador

Igor Sánchez Abdala

Manual técnico productivo y económico para la producción de papa en la Región del Biobío, bajo condición actual y clima proyectado al 2030

Proyecto: Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la Región del Biobío.



Proyecto apoyado por



Agradecimientos

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos a los siguientes agricultores, profesionales y empresas que colaboraron desinteresadamente en el proyecto:

Rodrigo García, Seremi de Agricultura de la Región del Biobío

Miguel Rubilar, Corfo Biobío

María Iliá Cárdenas, Ciren

Javier Chillian, Inia Quilamapu

Alfredo Wahling, Asociación Ñuble

Álvaro Gatica, Asociación Ñuble

Carlos Smith, Asociación Ñuble

Ernesto Jahn, Asociación Ñuble

Pablo Acuña, Asociación Ñuble

Ana Corina Fuentes, Indap Cañete

Jaime Ugarte, Socabío

Alejandro Ponce, Nodo Hortícola Regional

Susana Fischer, Universidad de Concepción

Asimismo, agradecemos a las ejecutivas de Corfo, Sra. Marianna Delgado, Catalina Torres y Wanda García, por el apoyo durante la realización del proyecto.

Prólogo

La agricultura, a nivel global, es uno de los sectores productivos más expuestos al cambio climático que se prevé para las próximas décadas. Las especies frutales se ven enfrentadas, dentro de su desarrollo productivo, a diversos factores atmosféricos que condicionan, en mayor o menor medida, la productividad de un huerto. Si bien, la tecnología permite mejorar el manejo agronómico, el factor clima no es siempre económicamente factible de modificar. Es por esto que, en la actualidad, el análisis de las ventajas y riesgos atmosféricos esperados para el clima futuro, ha pasado a ser esencial en la determinación de las aptitudes de los cultivos de una zona geográfica o predio en particular.

El aumento de temperaturas mínimas y máximas es considerado una limitante productiva para los cultivos en general, ya que afecta tanto procesos de desarrollo como de crecimiento de ellos. Al respecto, diversos estudios de clima futuro coinciden en que habrá aumentos en dichas temperaturas

frente a lo cual la Región del Biobío no queda ajena, donde el alza de las temperaturas se sentirá con mayor intensidad hacia el interior de la Región, tal como lo muestra el análisis espacial de distribución de los elementos atmosféricos más relevantes.

Frente a estos antecedentes, el presente manual de producción, tiene como propósito ayudar a la toma de decisiones productivas de agricultores, profesionales y empresarios, así como de instituciones públicas y privadas, que tengan interés en la producción de papa en la Región del Biobío. Este manual es uno de los productos del proyecto financiado por Corfo “Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la Región del Biobío”, ejecutado por Ciren en colaboración de Inia Quilamapu y el Centro de Agricultura y Medio Ambiente (Agrimed) con la Seremi de Agricultura de la Región del Biobío, como mandante.

Índice

1. Introducción	13
2. Aspectos técnicos	15
2.1 Descripción de la planta	15
2.2 Etapas de desarrollo del cultivo	16
2.3 Requerimientos climáticos	19
2.4 Requerimientos de suelo	19
2.5 Establecimiento del cultivo	19
2.6 Variedades	22
2.7 Aporcado	23
2.8 Manejo de las malezas	23
2.9 Fertilización	24
2.10 Riego	26
2.11 Plagas	26
2.12 Enfermedades	29
2.13 Virus y nemátodos	34
2.14 Cosecha	37
3. Aspectos económicos	39
3.1 Superficie y producción mundial	39
3.2 Comercio internacional	41
3.3 Superficie y plantación en Chile	43
3.4 Análisis económico	44
3.5 Análisis económico con cambio climático	45
4. Mapas de aptitud productiva	51
5. Recomendaciones productivas	59
6. Bibliografía	63

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Fechas de plantación según región de cultivo	20
Cuadro 2.	Profundidad de siembra para distintas situaciones productivas	21
Cuadro 3.	Variedades de papa en Chile	22
Cuadro 4.	Productos recomendados para control de maleza en el cultivo de la papa	24
Cuadro 5.	Superficie cosechada y participación de los países productores respecto de la producción mundial, año 2014	40
Cuadro 6.	Importaciones de papas y sus derivados, años 2011 - 2015	41
Cuadro 7.	Variación de la superficie de papa en Chile, años 2015 - 2016	44
Cuadro 8.	Costos directos de producción del cultivo de la papa	44
Cuadro 9.	Indicadores de evaluación económica para una hectárea de papa	45
Cuadro 10.	Análisis de sensibilidad para una hectárea de papa	45
Cuadro 11.	Costos de instalación del sistema de riego por goteo	46
Cuadro 12.	Costos directos de producción de la papa, con cambio climático y rendimiento de 50.000 kg/ha	46
Cuadro 13.	Análisis de sensibilidad para una hectárea de papa	46
Cuadro 14.	Costos directos de producción de la papa, con cambio climático y rendimiento de 30.000 kg/ha	47
Cuadro 15.	Análisis de sensibilidad para una hectárea de papa, con disminución en el rendimiento	48
Cuadro 16.	Costos directos de producción de la papa, con cambio climático y rendimiento de 26.073 kg/ha	48
Cuadro 17.	Análisis de sensibilidad para una hectárea de papa	49

Índice de figuras

Figura 1.	Planta de papa y sus principales componentes	15
Figura 2.	Emergencia del cultivo de la papa	16
Figura 3.	Plantas en estado de floración	17
Figura 4.	Etapas de crecimiento del cultivo	18
Figura 5.	Preparación de suelo	20
Figura 6.	Aporca del cultivo	23
Figura 7.	Estado de larva, daño causado en tubérculo y estado adulto de <i>Medonia deromecoides</i>	26
Figura 8.	Larva de gusano cortador, <i>Agrotis ipsilon</i>	27
Figura 9.	Daño en tubérculos, causado por larvas de la Polilla de la papa	27
Figura 10.	Individuos de Pulgón de la papa y Pulgón verde del duraznero	28
Figura 11.	Daño en follaje causado por estado adulto de <i>Epicauta pilme</i>	28
Figura 12.	Adulto del Langostino de la papa	29
Figura 13.	Síntoma de Tizón tardío en hojas y tubérculos	29
Figura 14.	Lesiones causadas por Tizón temprano en hojas de plantas de papa	30
Figura 15.	Tumores sobre tubérculos de papa, causados por <i>Thecaphora solani</i>	31
Figura 16.	Desarrollo de micelio, formación de tubérculos aéreos y esclerocios, causado por <i>Rhizoctonia solani</i>	31
Figura 17.	Tubérculos afectados por sarna plateada	32
Figura 18.	Síntomas de pudrición seca en tubérculos	32
Figura 19.	Tubérculo con lesiones causadas por <i>Streptomyces spp.</i>	33
Figura 20.	Tallos infectados y pudrición blanda en tubérculos, causado por <i>Erwinia</i>	34
Figura 21.	Síntoma de marchitez bacteriana en plantas de papa	34
Figura 22.	Planta con síntoma de mosaico rugoso y follaje con síntomas de moteado	35
Figura 23.	Tubérculos de papa infectados por <i>Meloidogyne spp.</i>	36
Figura 24.	Quistes en estado maduro	36
Figura 25.	Máquina arrancadora de tubérculos, utilizada en cosecha semi mecanizada	37
Figura 26.	Papas "nuevas" o "pelonas", cosechadas en estado inmaduro	37
Figura 27.	Producción mundial de papa	39
Figura 28.	Participación mundial en la producción de papa	40
Figura 29.	Principales países importadores de papa	41
Figura 30.	Principales países exportadores de papa	42
Figura 31.	Exportaciones de papa en Chile, años 2007 - 2016	42
Figura 32.	Importaciones de papa en Chile, años 2007 - 2016	43
Figura 33.	Superficie de papa en Chile	43





1. Introducción

La papa, *Solanum tuberosum L.*, es cultivo de gran importancia por constituir una de las bases de la alimentación en Chile y un rubro importante donde participa gran parte de la agricultura familiar campesina. Por otro lado, existe un sector productivo industrial asociado a mayores superficies y rendimiento, con altos niveles de tecnología e inversión.

En Chile el cultivo se concentra en más de un 70% en la zona Centro-Sur del país, precisamente entre las regiones del Biobío y Los Lagos. El cultivo se establece en ambientes contrastantes, definidos por características propias del clima y suelo. Anualmente se cultivan alrededor de 50 mil hectáreas, siendo el cuarto cultivo en superficie y el que posee el mayor número de agricultores, la mayor parte de ellos pequeños, según el VII censo agropecuario (Odepa, 2017a).

La producción es destinada casi en su totalidad al mercado interno. Los rendimientos más altos durante la temporada 2015/16 se registraron en la zona sur del país, la Región de Los Lagos lidera con 33,2 ton/ha, le sigue la Región de La Araucanía con 22,6 ton/ha y la Región del Biobío con 14,8 ton/ha de rendimiento promedio regional. En tanto el rendimiento promedio nacional fue de 21,8 ton/ha durante la temporada 2015/2016 (Odepa, 2017b).



2. Aspectos técnicos

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

La papa, pertenece a la familia de las solanáceas, es una planta dicotiledónea, herbácea y de carácter anual, que también puede ser considerada como perenne debido a su capacidad de reproducirse vegetativamente por medio de tubérculos. Las plantas presentan una parte aérea en la cual se produce el crecimiento de tallos, hojas, flores y frutos, y una parte subterránea que comprende el tubérculo semilla, los rizomas, los tubérculos y las raíces (Contreras, 2003).

Tallos principales, hojas y flores:

Los tallos se originan de las yemas del tubérculo madre. Las **hojas**, normalmente son compuestas, esto quiere decir, que tienen un peciolo con varios folíolos laterales y uno terminal. Las **flores** son hermafroditas, y según la variedad los colores pueden ser diversos, variando desde blanco al morado.

El **fruto** corresponde a una baya (tomatillo), de color verde y forma redonda, dentro del cual están las semillas. Esta baya alcanza su madurez entre 45 y 60 días luego de la floración (Acuña *et al.*, 2015).

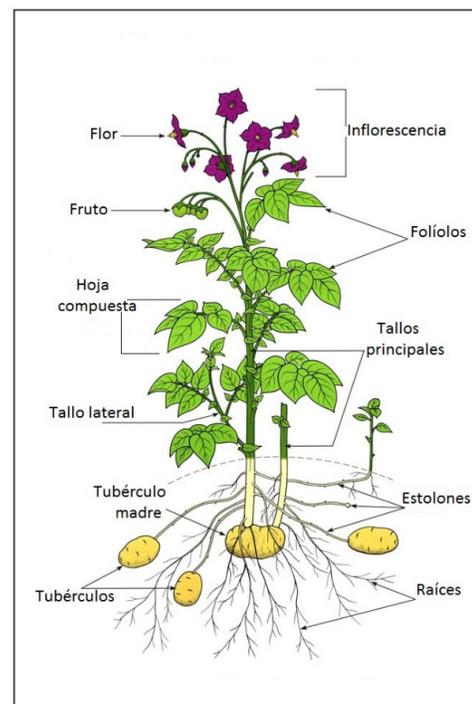


Figura 1. Planta de papa y sus principales componentes
Fuente. Adaptada de www.cipotato.org

Estolones:

Son tallos laterales que crecen horizontalmente a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos principales. En los extremos de los estolones generalmente se forman los tubérculos.

Raíces:

Las plantas que se desarrollan a partir de tubérculos, producen raíces adventicias en los nudos de la parte subterránea de los tallos principales y en los estolones. Normalmente la planta enraíza hasta 60 cm, concentrándose entre los 30-40 cm la mayor cantidad de ellas.

Tubérculos:

El tubérculo se forma en el extremo del estolón, como consecuencia de la acumulación de reservas, constituyendo el principal órgano de reserva de la planta.

Brotos:

Se desarrollan a partir de las yemas que se encuentran en los ojos del tubérculo, los cuales pueden variar en número dependiendo de la variedad, calibre del tubérculo, etc. Estos brotes darán lugar a los tallos principales y a la nueva planta.

2.2 ETAPAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO

Siembra a emergencia

Este periodo dura entre 15 a 30 días, dependiendo de la humedad, temperatura del suelo y el grado de brotación de los tubérculos. Se debe procurar mantener el cultivo libre de malezas y favorecer una rápida emergencia de los tallos. Es necesaria además una adecuada humedad en el suelo para la producción de raíces.



Figura 2. Emergencia del cultivo de la papa
Fuente. Inia Remehue.

Dependiendo de la variedad, edad fisiológica de los tubérculos y de las condiciones climáticas (principalmente temperatura), la emergencia del cultivo ocurre aproximadamente entre los 20 y 30 días posteriores a la siembra (Acuña *et al.*, 2015). Un corto periodo de tiempo entre siembra y emergencia permite iniciar con mayor rapidez el proceso fotosintético y lograr una mayor producción (Contreras, 2003).

Crecimiento vegetativo

Esta etapa dura entre 45 – 50 días. La parte aérea y las raíces se desarrollan en forma simultánea. El crecimiento de los tubérculos puede iniciarse lentamente dos a cuatro semanas después de la emergencia, y continuar en forma constante a través de un largo periodo (Contreras, 2003).

Durante este estado fenológico, comienza una rápida expansión foliar. En general, bajo condiciones óptimas, la máxima cobertura total del cultivo (donde cerca del 90% de las plantas se rozan en las entre hileras) se alcanza entre los 70 y 80 días desde la emergencia del cultivo (Acuña *et al.*, 2015).

Paralelamente se produce la tuberización, que va a depender del tipo de crecimiento de la variedad, según sea de ciclo corto o ciclo largo (Arribillaga, 2013).

- Ciclo corto: Presentan entre 120 a 150 días de siembra a cosecha.
- Ciclo largo: Presentan entre 180 a 210 días de siembra a cosecha (SQM, 2017).

La elección de una u otra, va a depender de factores como; periodo de cultivo, época de cosecha y de las condiciones climáticas, entre otros. En el caso de riesgo de heladas tardías o tempranas, sequía en el último periodo de cultivo, las variedades de ciclo corto aventajan a las de ciclo largo y producen los mayores rendimientos. En caso contrario, si se dispone de un periodo mayor de crecimiento, sin riesgos de heladas y riego, la alternativa para alcanzar mayores rendimientos sería una variedad de ciclo largo (Arribillaga, 2013).

Inicio de tuberización

Es un periodo corto, de 10 a 14 días de duración. Las puntas de los estolones comienzan a ensancharse, dando paso a la formación de tubérculos. En la mayoría de las variedades el fin de esta etapa coincide con el inicio de la floración (Acuña *et al.*, 2015).

Durante la etapa de floración y fructificación, el tubérculo continúa su desarrollo y se encuentra en etapa de llenado. A los 60 días, aproximadamente, ya se encuentra formado y continuará su desarrollo hasta que la planta alcance su maduración (Acuña *et al.*, 2015).



Figura 3. Plantas en estado de floración

Llenado de tubérculos

Después de terminado el proceso de tuberización, se inicia el llenado de los tubérculos. Esto ocurre continuamente en el tiempo, por lo cual se deben proveer las condiciones necesarias para lograr el óptimo crecimiento de los tubérculos. Particular importancia cobra el adecuado suministro de agua, nitrógeno y potasio. Un déficit hídrico en este periodo puede inducir a una senescencia temprana de las plantas, crecimientos secundarios, protuberancias, crecimientos agrietados, bajo rendimiento. Mientras que cambios bruscos en la humedad del suelo puede provocar el denominado "corazón hueco". En el caso de existir un exceso de humedad, se puede producir lenticelosis o aumento en el tamaño de las lenticelas en los tubérculos que afectan la apariencia de la papa (Arribillaga, 2013).

Maduración de los tubérculos.

Esta etapa se inicia con la senescencia de tallos y hojas. Se puede decir que la planta alcanza su completa madurez natural cuando los tubérculos no continúan aumentando de peso, su piel está firme y el follaje se encuentra seco (Arribillaga, 2013). En esta etapa todos los fotoasimilados que poseía la planta son movilizados hacia el tubérculo.

Los tubérculos crecen hasta que la planta alcanza su madurez, lo cual depende del tipo de variedad. En general, las variedades de tipo precoz maduran a los 75 días luego de la plantación, las intermedias a los 90 días y finalmente las variedades tardías aproximadamente a los 130 días. Llegado este momento, los tubérculos pueden ser cosechados (Acuña *et al.*, 2015).

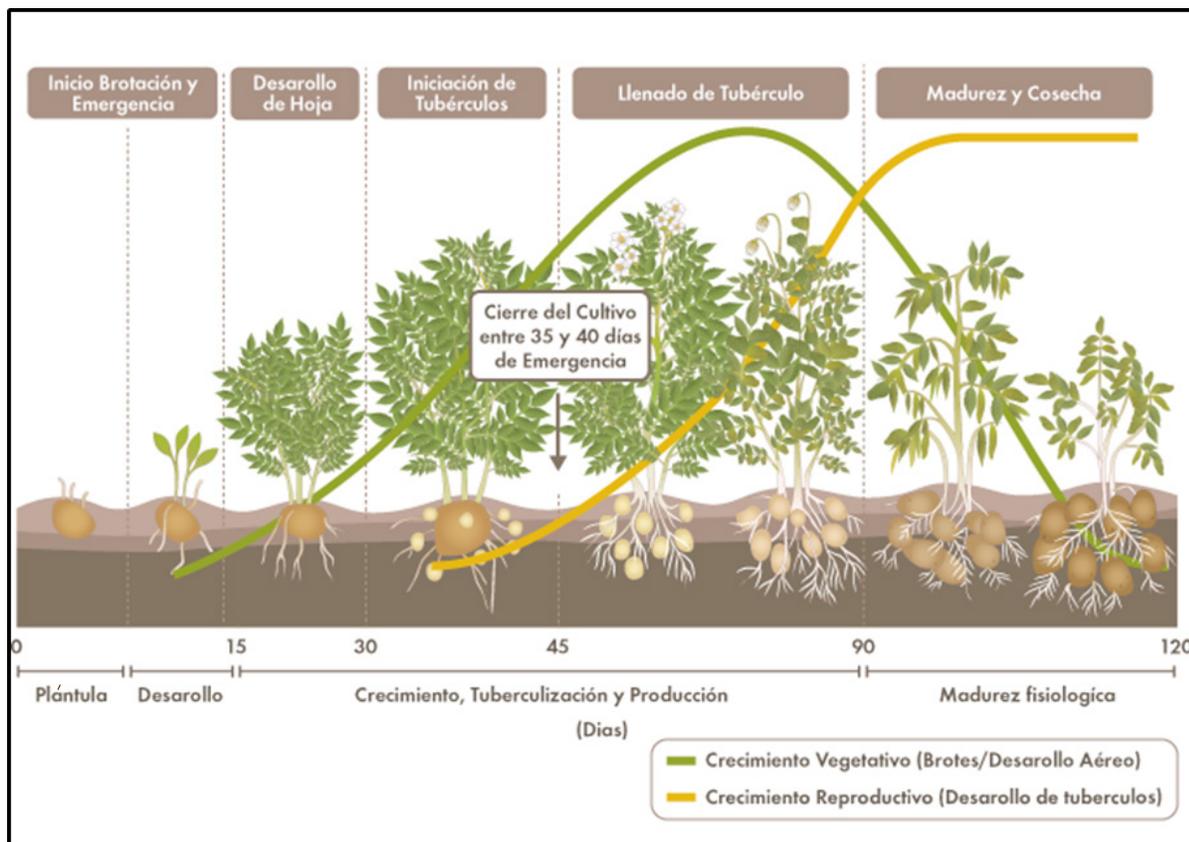


Figura 4. Etapas de crecimiento del cultivo
Fuente. SQM, 2017.

2.3 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Los factores climáticos que afectan directamente el crecimiento del cultivo son: la radiación, la longitud del día y la temperatura. La radiación diurna determina el crecimiento y la producción del cultivo, la longitud del día determina la iniciación de la tuberización, y la temperatura influye en la eficiencia de la fotosíntesis durante el día y en las pérdidas por la respiración por la noche (Arribillaga, 2013).

La papa es un cultivo de clima templado, donde la temperatura representa el límite principal para su producción:

Temperatura

La temperatura de brotación del tubérculo comienza en forma lenta a 5°C, la temperatura ideal, por otra parte, es de aproximadamente 16°C. El área foliar se desarrolla adecuadamente con temperaturas de 20 a 25°C. En la etapa de llenado, se requieren en promedio temperaturas de 18 a 20°C (día) y de 12 a 14°C (noche) (Contreras, 2003).

Los días largos en combinación con temperaturas relativamente altas suelen retrasar la iniciación de la tuberización y estimular el crecimiento de follaje (Arribillaga, 2013).

Heladas

La papa es una especie sensible a heladas, temperaturas de 0 °C, en la medida que se prolonguen por algunas horas, causan problemas al cultivo. Heladas de mayor intensidad (-1 a -2°C), pueden causar importantes daños en la parte aérea de las plantas (Contreras, 2003).

2.4 REQUERIMIENTOS DE SUELO

El cultivo de la papa prefiere suelos con texturas ligeras, arenosos o francos, con buen drenaje y contenido de materia orgánica. El cultivo tolera suelos ácidos con un pH de hasta 5, valores óptimos de pH se ubican entre 5,5 y 6,5 (Arribillaga, 2013).

Suelos compactos, pedregosos, y con presencia de toscas y napas freáticas altas no permitirán un buen desarrollo de raíces en profundidad, y presentarán limitaciones para el crecimiento de rizomas y tubérculos (Contreras, 2003).

2.5 ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

Rotación de cultivo

Se recomienda que el cultivo de la papa no se establezca en un mismo lugar por más de 2 a 3 temporadas seguidas. Cultivos a considerar en rotaciones son: avena, trigo, entre otros, así como también el establecimiento de praderas (Arribillaga, 2013).

En la zona central, situaciones de monocultivo de papa, o de rotaciones con cultivos de la misma familia como por ejemplo tomate y pimentón, han provocado un aumento importante de marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) (Contreras, 2003).

Preparación del suelo. Para que el sistema radical y el proceso de tuberización se desarrollen de forma favorable, se requiere de una buena preparación del suelo para lograr un buen mullimiento y establecimiento del tubérculo semilla. A modo general, el suelo está listo para la siembra una vez que se ha realizado una picadura, rastraje, rotura y mullimiento del suelo (Orena, 2016).

La época de preparación de suelo depende de cada lugar en particular, sin embargo, se considera adecuado dar inicio cuando el suelo esté con un contenido bajo de humedad (Arribillaga, 2013).



Figura 5. Preparación de suelo

Fuente. Autor: Marco Uribe. En: www.manualinia.papachile.cl.

La época de siembra depende de varios factores, sin embargo, lo más significativo a considerar son el ciclo de la variedad, objetivo productivo y clima.

En la zona centro sur del país (VIII Región del Biobío a X Región de Los Lagos), dependiendo del objetivo de producción, se pueden encontrar cultivos de papa sembradas entre los meses de agosto y noviembre. Siembras en agosto tienen como objetivo producir “papa temprana”, para esto el cultivo se cosecha antes de alcanzar su madurez fisiológica (noviembre). Siembras en octubre y noviembre tienen por objetivo producir “papa de guarda” y en este caso el cultivo alcanza su madurez fisiológica, cosechando entre los meses de marzo y abril (Acuña *et al.*, 2015).

Cuadro 1. Fechas de siembra según región de cultivo

Región	15 – 30 sep	15 sep – 15 oct	1 - 15 oct
Biobío			
Araucanía			
Los Ríos			
Los Lagos			

Fuente. Sandaña y Valenzuela, 2017.

Distancia de siembra

En principio, el objetivo de producción determina la densidad. Así, por ejemplo, densidades de 26, 40, 53 y 66 mil plantas/ha equivalen a sembrar 2, 3, 4 y 5 tubérculo semilla por metro lineal en el surco de plantación, respectivamente, considerando una distancia entre hilera de 0,75 m aproximadamente.

Para cultivos con objetivo de producción de papa consumo, se recomiendan densidades de 40 mil plantas/ha (siembra de 3 tubérculos semillas/metro lineal, es

decir plantados a 30 cm sobre hilera cada uno de ellos) (Sandaña y Valenzuela, 2017).

Una alta densidad de plantas determinará un aumento en la cantidad de tubérculos producidos por hectárea, pero una reducción en su peso y diámetro. En general, y dependiendo tanto del cultivar como del objetivo de producción, lo deseable es conseguir entre tres a cinco tallos principales por planta (Contreras, 2003).

Profundidad de siembra

Lo recomendable es que el tubérculo semilla no quede a una profundidad superior de 8 – 10 cm; así, las labores posteriores de escarda y de aporca permitirán que la parte subterránea de la planta (raíces, rizomas y tubérculos) quede a una profundidad adecuada para su posterior desarrollo. Una mayor profundización determina un atraso en el comienzo del proceso fotosintético (Contreras, 2003).

Cuadro 2. Profundidad de siembra para distintas situaciones productivas

Siembra más profunda (8-10 cm)	Siembra superficial (5 cm)
Suelo secante	Suelo húmedo
Suelo temperado	Suelo frío
Producción tardía	Producción temprana
Tubérculos grandes	Tubérculos chicos

Fuente. Contreras, 2003.

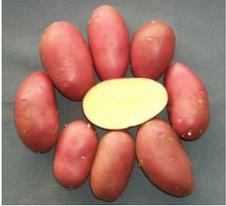
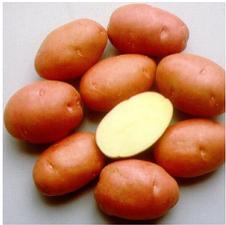
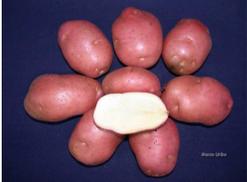
Método de plantación

Existen dos formas de plantación, manual y mecanizada. La desventaja del sistema manual frente a la mecanizada es que no se puede regular de manera acertada la cantidad de tubérculos a colocar (densidad de plantación), la aplicación de fertilizante no es uniforme, las profundidades son excesivas o irregulares, además de demandar alta mano de obra (JH: jornada hombre), 2 JH versus 10 JH/ha. La plantación mecanizada, por otra parte, permite una mejor distribución del tubérculo-semilla, de los fertilizantes, de la profundidad de siembra y se disminuyen los costos (Arribillaga, 2013).

2.6 VARIEDADES

En Chile no existen en general cultivares con opciones específicas de uso, a excepción de los destinados a procesamiento industrial. Cualquier cultivar tiene en definitiva la opción de ser destinado al consumo fresco, a la obtención de primores o a la guarda (Contreras, 2003).

Cuadro 3. Variedades de papa en Chile

	<p>KARÚ-INIA Madurez: semi precoz (135-145 días) en plantaciones de octubre en el sur de Chile</p> <p>Uso: principalmente consumo fresco</p> <p>Otro: es la variedad más vendida en Chile</p>
	<p>PUKARÁ-INIA Madurez: semi tardía (140-145 días) en plantaciones de octubre en el sur de Chile</p> <p>Usos: adecuada como papa de guarda y especialmente como papa temprana por su rápida tuberización y llenado de tubérculos</p> <p>Otro: es la N°1 en el país para primores o papa temprana</p>
	<p>YAGANA-INIA Madurez: semi precoz (120-135 días) en plantaciones de octubre en el sur de Chile</p> <p>Uso: agroindustria y consumo fresco</p>
	<p>DESIREE Madurez: semi tardía (145-150 días) en plantaciones de octubre en el sur de Chile</p> <p>Uso: adecuada como papa de guarda. Consumo fresco y procesamiento</p> <p>Otro: es la N°1 para proceso artesanal y para papa frita y puré</p>
	<p>PATAGONIA-INIA Madurez: semi tardía (145 días) en plantaciones de octubre en el sur de Chile</p> <p>Uso: consumo fresco preferentemente y no recomendada para uso industrial en elaboración de pre frito congelado. Particularmente apta para la producción de papa temprana</p>
	<p>PUYEHUE-INIA Madurez: semi tardío (140-150 días) en plantaciones de octubre en el sur de Chile</p> <p>Uso: consumo fresco</p>

2.7 APORCADO

La aporca es una práctica común en el cultivo, consiste en acercar tierra al cuello de las plantas por ambos lados de la hilera. Se puede realizar ya sea de forma manual, semi mecanizada o mecanizada.

El momento de realizar la aporca dependerá del estado del cultivo, del manejo y disponibilidad de implementos y maquinarias. Básicamente existen dos momentos en los cuales se puede efectuar; durante la siembra y después de la emergencia del cultivo.

Si la siembra se realiza en forma mecanizada, la labor de aporca puede realizarse al momento de sembrar los tubérculos. En caso contrario, el momento ideal será cuando las plantas tengan entre 20 y 25 cm de altura. No es conveniente realizarla antes, ya que durante las primeras etapas de desarrollo las raíces crecen preferentemente en forma lateral (Contreras, 2003).

En la aporca realizada durante la siembra, es de esperar que la emergencia del cultivo sea un poco más tardía ya que los tubérculos al estar a una mayor profundidad están expuestos a temperaturas más bajas y los tallos tienen que recorrer una mayor distancia para alcanzar la superficie. Sin embargo, se reduce el número de labores de suelo, se evita el daño mecánico (de raíces y tallos) y se obtiene un camellón de buena calidad para la tuberización del cultivo (Acuña *et al.*, 2015).



Figura 6. Aporca del cultivo

Fuente. Autor: Marco Uribe. En: www.manualinia.papachile.cl

2.8 MANEJO DE LAS MALEZAS

El periodo crítico de competencia por malezas ocurre generalmente entre los 30 y 60 días luego de la emergencia (Contreras, 2003).

El uso de herbicidas se ha ido generalizado cada vez más. Dentro de los productos que se pueden recomendar se encuentran herbicidas residuales preemergentes, herbicidas totales como glifosato y graminicidas.

Herbicidas residuales preemergentes deben ser aplicados luego de realizada la siembra, pero antes de que se produzca la emergencia de las plantas. Los

herbicidas preemergentes requieren de buena humedad en el suelo para actuar con eficiencia, siendo importante que ocurran precipitaciones o se realice un riego luego de la aplicación de los productos (Contreras, 2003).

Una vez elegido el suelo, se recomienda realizar una aplicación temprana de herbicida desecante en el potrero (barbecho químico), idealmente estas labores debieran hacerse con la debida anticipación para permitir la descomposición de la materia orgánica y lograr un buen control de malezas.

Cuadro 4. Productos recomendados para control de maleza en el cultivo de la papa

Ingrediente Activo	Malezas a controlar	Momento de aplicación
Clomazone	Maleza de hoja ancha y gramínea	Pre emergencia del cultivo. Se recomienda agregar Metribuzin
Glifosato	Amplio espectro	Barbecho químico, pre plantación
Linuron	Maleza de hoja ancha y gramínea	Pre emergencia del cultivo
Metabenzthiazuron	Maleza hoja ancha y gramínea	Pre emergencia del cultivo
Metribuzina	Maleza hoja ancha y gramínea	Desde preemergencia hasta 10 cm de altura de planta
Pendimetalin	Maleza hoja ancha y gramínea	Pre emergencia del cultivo y malezas
Propaquizarop	Malezas y gramíneas	Aplicar desde emergencia de malezas
Quizalofop-etil	Malezas y gramíneas	Post emergencia de malezas
Quizalofop-p-etil	Malezas y gramíneas	Aplicar en post emergencia del cultivo

Fuente: Arribillaga, 2013. Contreras, 2003.

2.9 FERTILIZACIÓN

Una producción rentable y sustentable en el cultivo de papa requiere de un manejo racional de la fertilización. Así, una dosis de fertilización debe ser establecida a partir del balance entre la demanda y el suministro de cada nutriente. Por lo tanto, no existe una dosis única de fertilización, debido a la diferencia de rendimientos posibles de alcanzar entre sistemas productivos y del nivel de nutrientes suministrado por el suelo (Sandaña y Valenzuela, 2017).

La fertilización depende de varios factores, por un lado, de la demanda del cultivo, que se estima según el rendimiento esperado; y por otro, del suministro del suelo, que se determina mediante un análisis de suelo. Esta relación podrá ser modificada además según la eficiencia de utilización de los fertilizantes por parte del cultivo (Arribillaga, 2013).

La literatura señala una variada extracción de nutrientes, lo que se debe a los diferentes ambientes de estudios y variedad utilizada. Sin embargo, los resultados señalan de manera reiterada que el potasio es el elemento extraído en mayor cantidad por el cultivo, luego sigue el nitrógeno y finalmente el fósforo (Inostroza, 2009).

Los principales nutrientes requeridos por el cultivo de la papa son: nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5), potasio (K_2O), calcio (CaO) y magnesio (MgO). La absorción mayoritariamente ocurre entre emergencia e inicio de floración (Arribillaga, 2013).

Nitrógeno (N):

Importante en crecimiento del follaje y de tubérculos. Una aplicación en exceso puede generar un retraso en la tuberización, aparición de corazón hueco y deformaciones del tubérculo. Aplicación: Aplicación granular; dos aplicaciones, una a la siembra con fuentes nítricas y amoniacales (50% del total) y la 2da 30 días después de emergencia (inicio crecimiento tubérculos), con fuentes nítricas. En suelos ácidos evitar uso de fuentes amoniacales y urea (SQM, 2017). La extracción del nutriente por el cultivo fluctúa entre los 96 y 120 kg/ha (Inostroza, 2009).

Fósforo (P):

Estimula el crecimiento inicial de las plantas y la formación de las raíces, acelera la madurez y estimula la producción de semilla. La planta requiere fósforo durante todo su desarrollo; sin embargo, durante las primeras etapas de crecimiento es consumido en mayores cantidades. Aplicación: cerca de las raíces para una mayor facilidad de absorción por la planta (SQM, 2017).

Potasio (K):

Importante en la obtención de buenos rendimientos debido a su rol en la síntesis de azúcares y almidón. Aminora el daño por heladas e influye sobre la textura, coloración, sabor y conservación de la papa, otorgando más firmeza a la piel. Fuentes (ejemplos): nitrato de potasio (de rápida disponibilidad para la planta, por lo que se utiliza en la fase de crecimiento del tubérculo), sulfato de potasio (presenta menor solubilidad que el nitrato). Aplicación: Dosificar una parte a la siembra (40 – 45%), el resto aplicar antes del cierre del cultivo. La primera aplicación puede ser de fuentes con distintas velocidades de disponibilidad para el cultivo. Segunda dosis; aplicación de nitrato de potasio, ya que coincide con el crecimiento de tubérculos (SQM, 2017).

Calcio (Ca):

Disminuye la susceptibilidad a enfermedades, mejora la calidad de cosecha y el almacenaje. Fuentes: nitrato de calcio (disponible con mayor rapidez para la planta). Aplicación: El aporte de calcio debe ser en la formación de tubérculos, ubicándolo cerca de estolones y tubérculos.

Magnesio (Mg):

Otorga calidad al tubérculo en crecimiento, reviste importancia en la fotosíntesis. Fuentes: nitrato de magnesio, sulfato de magnesio. Aplicación: primera aplicación a la siembra (35%) y el resto (65%) antes que el cultivo cierre su follaje (SQM, 2017). La deficiencia de magnesio conduce a una clorosis intervenal en las hojas del cultivo, y solo las venas permanecen verdes. Las hojas inferiores presentan primero los síntomas de la deficiencia (Inostroza, 2009).

Distribución de los fertilizantes

Al aplicar los fertilizantes al momento de la siembra, se debe tener precaución de que no queden en contacto con el tubérculo-semilla, ya que se puede afectar brotes e incluso podrirse. Por ello, estos deben ir localizados debajo y a un lado del tubérculo-semilla. Cuando se siembra manualmente la recomendación es aplicar el fertilizante en el fondo del surco, se aporque un poco con tierra y luego se deposite el tubérculo-semilla (Arribillaga, 2013). Los fertilizantes fosfatados y potásicos deben aplicarse al momento de la siembra. El nitrógeno en tanto,

puede aplicarse el 50% de la dosis incorporándolo junto al fósforo y el potasio al momento de la siembra; la segunda mitad debería aplicarse, a más tardar, al momento de realizar la aporca. La fertilización parcializada del nitrógeno es especialmente recomendable en cultivares de ciclo largo y en suelos arenosos y delgados, que por efecto del riego o de las precipitaciones, presentan alta lixiviación. En tiempo de sequía puede recomendarse una pequeña dosis extra de potasio, con lo que se podrá aminorar por un tiempo el estrés hídrico; esta dosis debe suministrarse en cobertera (Contreras, 2003).

2.10 RIEGO

El cultivo crece en el periodo primavera-verano, cuando la intensidad y frecuencia de precipitaciones disminuye y la evapotranspiración se incrementa (Sandaña y Valenzuela, 2017). Desde el punto de vista del riego, el cultivo de la papa debe disponer de agua fácilmente utilizable desde las etapas de 50% de desarrollo de follaje a inicio de tuberización y desde tuberización a acumulación de carbohidratos en los tubérculos (Solano *et al.*, 2003).

La planta requiere agua en cada fase de desarrollo, sin embargo, su demanda varía según el estado de desarrollo en que se encuentre. Las etapas claves en las cuales no es recomendable que la planta se someta a un déficit hídrico son (Arribillaga, 2013):

- Inicio de tuberización: disminuye número de tubérculos y aumenta porcentaje de sarna común en la piel.
- Crecimiento y llenado final de tubérculos: aparición de grietas, crecimientos secundarios y deformación.

2.11 PLAGAS

Gusanos alambres (*Conoderus sp.*, *Grammephorus sp.* y *Medonia deromecoides*)

Los gusanos alambres corresponden a estados larvarios de escarabajos y son de hábito subterráneo. Estos ingresan a los tubérculos en formación o en tubérculos semilla, originando galerías en el interior. También ocasionan daño en las raíces, desarrollando un menor crecimiento de las plantas.

El uso de insecticida se justifica en caso de detectar altas poblaciones durante las labores de preparación del suelo, con aplicaciones de pre siembra al surco, inmediatamente antes de siembra (Contreras, 2003).

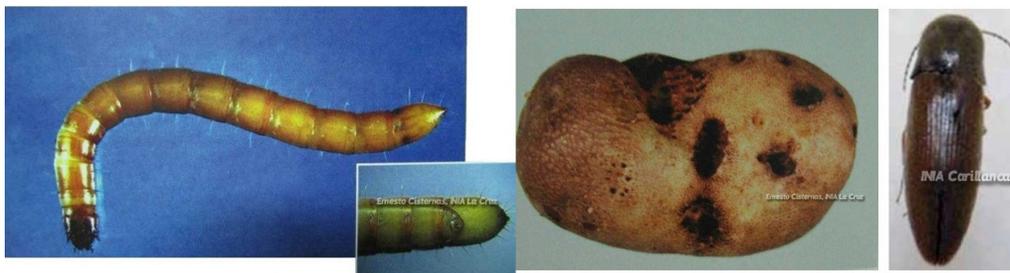


Figura 7. Estado de larva, daño causado en tubérculo y estado adulto de *Medonia deromecoides*
Fuente. Inia La Cruz, Inia Carillanca. En: www.manual.inia.papachile.cl

Gusanos cortadores (*Agrotis ipsilon*)

Los gusanos cortadores son de menor importancia que los gusanos alambres, no siendo en general necesario su control. Las larvas son de forma cilíndrica, normalmente color gris. Se alimentan generalmente de noche, dañando los tallos recién emergidos.

El manejo considera control químico en pre siembra, con igual productos de control que para gusanos alambres, sólo que ubicados de forma más superficial. En caso de siembras mecanizadas el producto se aplicará en toda la superficie, incorporando el producto con el último rastraje a no más de 6 cm de profundidad (Contreras, 2003).



Figura 8. Larva de gusano cortador, *Agrotis ipsilon*
Fuente. UC Davis

Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*)

Plaga presente en todas las zonas productoras de papa, con menor incidencia en la zona sur debido a las temperaturas. Con temperaturas inferiores a 10°C se detiene el desarrollo del insecto, por otro lado, temperaturas sobre 25°C son más favorables para su desarrollo. Los primeros estados larvarios actúan como minadores de hojas y producen daño en tallos y brotes. Una segunda fase del ataque ocurre en los tubérculos, realizando galerías superficiales las cuales se extienden hacia el interior de la pulpa. La acción de las larvas continúa en almacenaje.

La labor de aporca limita la acción de la plaga, quedando los tubérculos más protegidos y menos expuestos a la oviposición. Realizar una cosecha rápida y no dejar papas sobre el potrero durante la noche evita que la polilla, de hábito nocturno, deposite sus huevos en los tubérculos. Aplicaciones de insecticidas se deben realizar luego de iniciado el daño en el follaje (Contreras, 2003).



Figura 9. Daño en tubérculos, causado por larvas de la Polilla de la papa
Fuente. Inia Intihuasi En: www.manualinia.papachile.cl

Pulgón verde del duraznero y pulgón de la papa (*Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae*)

Ambos pulgones son portadores de virus que afectan a la papa, siendo *Myzus persicae* la especie más importante. El daño directo causado por los pulgones al succionar la savia alcanza en general poca importancia. Los individuos cobran mayor relevancia como transmisores de virus, al poder desplazarse desde plantas enfermas a plantas sanas. Las hojas afectadas por virosis se presentan encarrujadas y cloróticas; en la cara inferior se encuentran las colonias de pulgones alados y ápteros en diferentes estados de desarrollo (Contreras, 2003).



Figura 10. Individuos de Pulgón de la papa y Pulgón verde del duraznero
Fuente: Patricia Larraín, Inia Intihuasi

Pilme (*Epicauta pilme*)

Plaga con amplia distribución desde Atacama a Chiloé. Es un insecto masticador que puede provocar gran defoliación en las plantas, que a diferencia de otras plagas, es el estado adulto quien realiza el daño. En veranos secos los ataques pueden ser intensos, haciendo necesario su control, por otro lado, son insectos muy sensibles a la acción de insecticidas (Contreras, 2003).

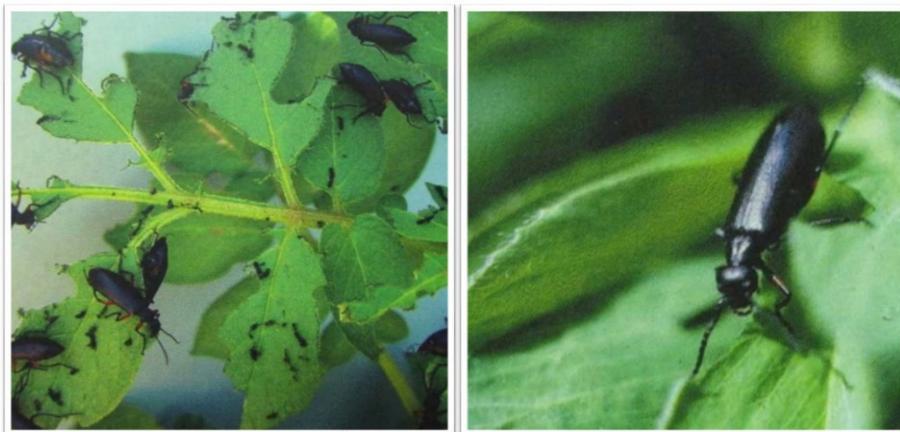


Figura 11. Daño en follaje causado por estado adulto de *Epicauta pilme*
Fuente: www.manual.inia.papachile.cl

Langostino de la papa (*Empoasca curveola*) y langostino verde grande (*Xerophloea viridis*)

Pequeños insectos chupadores de color verde, que eventualmente pueden llegar a ser importantes en la zona central al provocar una desecación prematura del follaje (Contreras, 2003).



Figura 12. Adulto del Langostino de la papa

2.12 ENFERMEDADES

Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Enfermedad de origen fúngico presente en todas las zonas productoras de papa. El hongo se ve favorecido por temperaturas de 15 a 20 °C y por periodos prolongados de humedad sobre el follaje. Los síntomas comienzan en bordes de hojas inferiores, con pequeñas manchas necróticas de forma irregular, limitada por un halo de color amarillo pálido. Se desarrolla una esporulación blanca principalmente por el envés de la hoja, donde es posible observar micelio blanco aterciopelado. Los síntomas se observan además en tallos y peciolo, volviéndose el tallo quebradizo. Existe además daño en tubérculos, los cuales presentan áreas irregulares hundidas, y dependiendo del grado de ataque se presenta una pudrición granular seca de color castaño. En almacenaje, las pudriciones continúan a partir de los tubérculos infectados.

Se recomienda el uso de tubérculo-semilla sana, cultivares resistentes, favorecer la ventilación en el cultivo y evitar exceso de humedad en el follaje. En el tratamiento químico al follaje se debe considerar las características del fungicida, la susceptibilidad y estado de desarrollo del cultivo, como también el momento oportuno de aplicación (Acuña *et al.*, 2015).



Figura 13. Síntoma de Tizón tardío en hojas y tubérculos
Fuente. Acuña, 2015.

Tizón temprano (*Alternaria solani*)

El tizón temprano se ve favorecido por condiciones de alta temperatura y humedad. La enfermedad se caracteriza por la aparición de manchas necróticas en las hojas de diferentes tamaños que presentan anillos concéntricos característicos que pueden llegar a juntarse. En los tubérculos se presentan depresiones secas y oscuras, las cuales pueden aumentar de tamaño durante el almacenaje (Contreras, 2003).

Medidas preventivas incluyen rotación de cultivos, evitar humedad excesiva del follaje y control químico (Acuña *et al.*, 2015).



Figura 14. Lesiones causadas por Tizón temprano en hojas de plantas de papa
Fuente. Inia Remehue. En: www.manualinia.papachile.cl

Carbón de la papa (*Angiosorus solani* (Syn. *Thecaphora solani*))

Enfermedad fúngica, en la cual prácticamente no se observan síntomas en la parte aérea, siendo al momento de la cosecha donde se aprecian los síntomas de enfermedad, afectando tallos subterráneos y tubérculos. Disminuye el rendimiento debido a que las plantas producen tumores en vez de tubérculos de papa. La principal forma de dispersión de la enfermedad se da por la siembra de papas enfermas (SAG, 2017).

Medidas preventivas incluyen uso de tubérculo semilla certificada, eliminar y destruir el material infectado, rotación de cultivo y mantener los cultivos libres de chamico (Contreras, 2003).



Figura 15. Tumores sobre tubérculos de papa, causados por *Thecaphora solani*
Fuente. Orlando Andrade. En: www.manualinia.papachile.cl

Costra Negra, Sarna Negra, Rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*)

Enfermedad de origen fúngico que puede causar daños considerables. En la superficie de los tubérculos maduros se forman esclerocios de coloración oscura, que toman forma de terrones. Otros síntomas que se presentan en los tubérculos son agrietaduras y malformaciones. En la base del tallo puede desarrollarse micelio blanco de aspecto felpudo. Plantas adultas muestran amarillamiento, acortamiento de los internudos, encarrujamiento de las hojas apicales y presencia de tubérculos aéreos. La enfermedad se ve además favorecida por años lluviosos, suelos contaminados, tubérculos con esclerocios, siembras tardías y superficiales.

Medidas preventivas incluyen rotaciones de cultivo que no consideren papa por un periodo de cuatro años, siembras poco profundas, desinfección del tubérculo semilla y aplicación de fungicida al suelo (Contreras, 2003).



Figura 16. Desarrollo de micelio, formación de tubérculos aéreos y esclerocios, causado por *Rhizoctonia solani*
Fuente. Inia Remehue. En: www.manualinia.papachile.cl

Sarna plateada (*Helminthosporium solani*)

Enfermedad presente en todas las áreas importantes donde se cultiva papa y afecta sólo a tubérculos. Tallos y hojas no presentan síntoma que se pueda asociar directamente con la enfermedad. Los tubérculos presentan un brillo plateado característico. Si el área comprometida es muy extensa, los tubérculos se deshidratan.

Medidas preventivas considera el uso de tubérculo semilla sano, suelos con buen drenaje, iniciar cosecha tan pronto los tubérculos estén maduros y almacenamiento adecuado. Control químico preventivo al almacenamiento sólo recomendable para tubérculos semilla, no para tubérculo para consumo (Acuña *et al.*, 2015).



Figura 17. Tubérculos afectados por sarna plateada
Fuente. Inia Remehue

Fusariosis o pudrición seca (*Fusarium* sp.)

Enfermedad típica de papas almacenadas. Lo común es ver pudrición seca en almacenaje y pudrición de tubérculo semilla en campo. El tubérculo presenta primero lesiones oscuras, ligeramente hundidas, que luego se extienden superficialmente con pudrición interior, dejando cavidades internas. La piel se agrieta y se pliega en círculos concéntricos. Esta enfermedad puede determinar que los tubérculos se sequen y se endurezcan. La enfermedad se favorece con temperaturas de almacenamiento entre 15 y 20 °C, y humedad ambiente superior al 70%. La presencia de fusariosis no produce olor.

Medidas preventivas considera evitar lesiones al tubérculo, buena ventilación y humedad en almacenamiento para que la piel cicatrice con prontitud, tratamiento de los tubérculos semilla con fungicidas antes del almacenaje (Acuña *et al.*, 2015).



Figura 18. Síntomas de pudrición seca en tubérculos
Fuente. Inia Carillanca

Enfermedades bacterianas

Las enfermedades bacterianas provocan habitualmente pudriciones húmedas. Los tubérculos afectados, en general, terminan totalmente descompuestos. Un olor nauseabundo acompaña el desarrollo de estas enfermedades (Contreras, 2003).

Sarna común (*Streptomyces scabies*)

La enfermedad se presenta en todas las regiones donde se cultiva papa, siendo más común en suelos alcalinos y neutros que en suelos ácidos. La bacteria requiere de altas temperaturas y de suelos secos. En la superficie de los tubérculos se desarrollan lesiones de diferentes formas y tamaños, superficiales o profundas. Generalmente son lesiones corchosas irregulares, levantadas. A veces, los síntomas se desarrollan sólo como una capa superficial de tejido corchoso que cubre gran parte de la superficie del tubérculo. Los tubérculos maduros ya no son susceptibles a la infección, sin embargo, las lesiones ya formadas pueden seguir expandiéndose a medida que el tubérculo crece, aumentando la severidad del daño.

Medidas preventivas consideran uso de tubérculo semilla sano, mantener el suelo húmedo, rotación de cultivos, bajo nivel de pH en el suelo, riego especialmente en el periodo de inicio de tuberización (Acuña *et al.*, 2015).



Figura 19. Tubérculo con lesiones causadas por *Streptomyces* spp.
Fuente. Acuña, I. Inia Remehue. En: www.manualinia.papachile.cl

Pie Negro (*Erwinia carotovora* var. *atroseptica*)

Enfermedad favorecida por humedad alta y temperaturas frescas (18 a 19°C). Se presenta en cualquier estado de desarrollo de la planta y se caracteriza por una pudrición con apariencia de tinta negra. Los síntomas iniciales corresponden a un encorvamiento de las hojas hacia arriba y a un amarillamiento generalizado. Los tallos muestran una pudrición de color negro en la base, produciéndose una marchitez del follaje.

Medidas preventivas consideran el uso de tubérculo semilla sano, siembras poco profundas, eliminación de plantas y papas enfermas, cosechar con tiempo seco para evitar que la enfermedad ingrese por las lenticelas, y secar tubérculos una vez cosechados (Contreras, 2003).



Figura 20. Tallos infectados y pudrición blanda en tubérculos, causado por *Erwinia*
Fuente. redpapa-org.

Marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*)

La sintomatología corresponde a marchitez, enanismo y amarillamiento del follaje, durante cualquier estado de desarrollo de la planta. La presencia de gotitas de apariencia lechosa que exudan del xilema, corresponde a un importante signo de la enfermedad. Al realizar un corte transversal a tubérculos enfermos, y aplicar una ligera presión, asomarán gotitas blanquecinas de mucus bacteriano.

Medidas preventivas considera el uso de semilla certificada y rotación de cultivos con plantas no solanáceas (Contreras, 2003).



Figura 21. Síntoma de marchitez bacteriana en plantas de papa
Fuente. www.sag.cl

2.13 VIRUS Y NEMÁTODOS

Los virus provocan una serie de anomalías, dentro de estas pueden citarse síntomas de encarrujamiento de hojas, enanismo de plantas, decoloración, deformación y disminución del tamaño de los tubérculos. Los tubérculos provenientes de plantas atacadas por virus, al ser utilizados como semilla transmitirán la enfermedad a su descendencia. Por lo tanto, el mejor medio para asegurar la ausencia de virus en un cultivo es el uso de cultivares resistentes (Contreras, 2003).

En Chile existen varios virus que afectan a la papa, destacándose como los más graves:

- El mosaico rugoso o virus Y (PVY)
- Virus del enrollamiento de las hojas (PLRV)

Les sigue en importancia:

- Mosaico latente o virus X (PVX)

Entre los virus que causan daños leves, por otra parte, deben mencionarse:

- Mosaico suave (PVA)
- Virus S (PVS)

Virus que han sido detectados en el país, de presencia eventual y escasa importancia, se encuentran:

- Mosaico andino (APMV)
- Virus latente de los Andes (APLV)

Los virus pueden ser transmitidos de plantas afectadas a plantas sanas de las siguientes formas:

- a) Por vía mecánica (Principalmente por contacto entre plantas, a partir de heridas ocasionadas durante el manejo del cultivo)
- b) A través de tubérculos semilla
- c) A través de semillas o de polen
- d) A través de vectores como áfidos, trips, hongos y nemátodos. Las principales especies de pulgón, involucradas en la transmisión de virus en Chile, son *Myzus persicae* y *Macrosiphon euphorbiae*



Figura 22. Planta con síntoma de mosaico rugoso y follaje con síntomas de moteado
Fuente. Inia Remehue. En: www.manualinia.papachile.cl

Nemátodo de las nudosidades (*Meloidogyne* sp.)

En la parte aérea de las plantas no se genera una sintomatología suficientemente específica. Cuando la densidad de nemátodos es alta, los tubérculos se infectan y desarrollan agallas, protuberancias que les dan una apariencia verrugosa.

Medidas preventivas incluyen realizar un análisis nematológico del suelo, uso de tubérculo semilla certificada, realizar rotación de cultivos por 4 años con hospederos no susceptibles como gramíneas y cereales (Acuña *et al.*, 2015).



Figura 23. Tubérculos de papa infectados por *Meloidogyne* spp.
Fuente. Inia Remehue

Nemátodo del quiste. Nemátodo dorado (*Globodera rostochiensis*), Nemátodo pálido (*Globodera pallida*)

La principal característica del ataque ocurre en la parte subterránea de la planta, con presencia de quistes, del tamaño de una cabeza de alfiler en sus raíces. Estos inicialmente son de color blanco cremoso, finalizando de color dorado en su madurez. Las plantas afectadas normalmente presentan quistes en sus raíces durante la floración. La diseminación de los nemátodos ocurre fundamentalmente por movilización de suelo infestado. Los huevos contenidos en los quistes toleran desecación y pueden permanecer viables hasta por 20 años (Contreras, 2003).

Medidas preventivas de control consideran el uso de tubérculo semilla certificada, rotación con cultivos no hospederos, no usar ni trasladar tubérculos de papa como semilla desde zonas infestadas a zonas libres del nemátodo, desinfección de las herramientas y/o maquinarias, eliminar material infectado (Acuña *et al.*, 2015). Control químico: uso de nematicidas, que, dependiendo del producto y su formulación, las aplicaciones pueden ser realizadas al fondo del surco de siembra, o a toda la superficie incorporándolos con el último rastraje (Contreras, 2003).



Figura 24. Quistes en estado maduro
Fuente. www.sag.cl

2.14 COSECHA

La cosecha puede efectuarse de forma manual, semi mecanizada y mecanizada. La **cosecha manual** consiste en arrancar, recoger y ensacar a mano los tubérculos, utilizando para ello diferentes implementos manuales tales como azadones, gualatos o picotas, baldes plásticos y canastos de mimbre. La **cosecha semi mecanizada** consiste en arrancar las plantas en forma mecanizada con una arrancadora de papa o un arado arrancador, para recoger y ensacar a mano en campo, o ensacar sobre la máquina. Por último y la de mayor inversión es la **cosecha mecanizada** que consiste en arrancar, recoger y ensacar automáticamente los tubérculos (Arribillaga, 2013).



*Figura 25. Máquina arrancadora de tubérculos, utilizada en cosecha semi mecanizada
Fuente. Marco Uribe. En: www.manual.inia.papachile.cl*

Madurez. Los tubérculos provenientes de cultivos destinados a obtención de primores, por cosecharse en una madurez anticipada, presentan su piel suelta. Los tubérculos para consumo, para la industria, o para semilla, en tanto, deben alcanzar su madurez total, obteniendo con ello una piel firme y un mayor tamaño. La firmeza de la piel permite que los tubérculos presenten una adecuada protección contra microorganismos presentes en la tierra adherida. En este sentido, los tubérculos inmaduros (papas pelonas) son sensibles a daños en su piel, debido a que el tejido no se presenta suficientemente suberizado (Contreras, 2003).



*Figura 26. Papas "nuevas" o "pelonas", cosechadas en estado inmaduro
Fuente. www.puc.cl*



3. Aspectos económicos

3.1 SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN MUNDIAL

Producción mundial

Según los últimos anuarios agrícolas de la FAO, en el mundo se cultivan alrededor de 22 millones de hectáreas de papa, con una producción aproximada de 291 millones de toneladas.

Al respecto, son el continente de Asia y Europa quienes presentan las mayores producciones a nivel mundial, representando un 43 y 38%, respectivamente.

Producción mundial de papas (2000 - 2014)

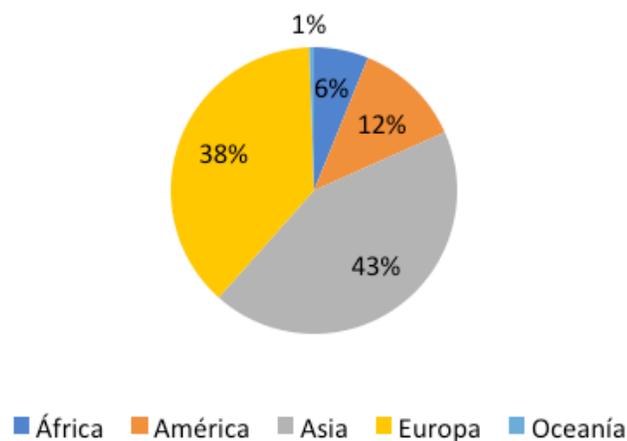


Figura 27. Producción mundial de papas
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAOSTAT.

Principales productores a nivel mundial

A continuación, se dan a conocer los países con mayor superficie destinada al cultivo de la papa a nivel mundial.

China tiene una participación cercana al 30% a nivel mundial, seguida por Rusia e India con un 11 y 10% respectivamente. Por otro lado, Chile se posiciona en el lugar número 48, con una participación del 0,26%, con 48.965 hectáreas.

Cuadro 5. Superficie cosechada y participación de los países productores respecto de la producción mundial, año 2014

Localidad	Área cosechada (ha)	Participación (%)
China	5.647.216	29,57
Rusia	2.101.461	11,00
India	2.024.000	10,60
Ucrania	1.342.800	7,03
Bangladesh	461.710	2,42
Estados Unidos	425.370	2,23
Nigeria	349.347	1,83
Perú	318.380	1,67
Bielorrusia	307.943	1,61
Polonia	276.927	1,45
Resto Países Mundo	5.843.176	30,60

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAOSTAT

Participación mundial del cultivo

China representa la mayor participación en cuanto a superficie de papa se refiere, además presentan una alta participación de producción, con alrededor de 95,5 millones de toneladas cosechadas.

Por otro lado, Chile se ubica en el lugar número 46 en términos de producción con un promedio de producción anual de 1.061.324 toneladas, representado cerca de un 28%.

Participación mundial Superficie - Producción, año 2014

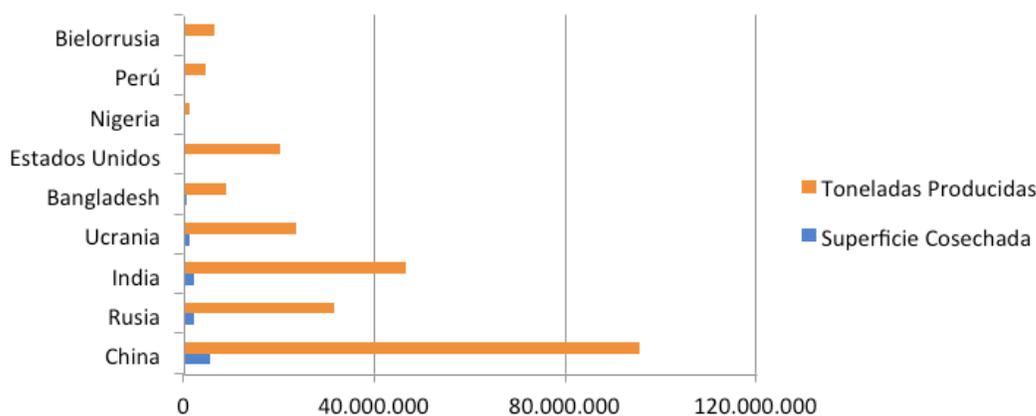


Figura 28. Participación mundial en la producción de papa
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAOSTAT

3.2 COMERCIO INTERNACIONAL

Formas de comercialización

Las principales formas de comercialización de la papa corresponden a papa preparada, en conserva y papa congelada. A continuación, en el Cuadro 6 se dan a conocer la totalidad de los volúmenes importados de papa en sus distintos formatos entre los años 2011 y parte del 2015.

Es claro destacar que ha existido un aumento del total de las importaciones. Lo anterior es visible con señalar que desde el año 2011 al 2014 ha habido un aumento significativo de estas, representado por un incremento del 96%.

Cuadro 6. Importaciones de papa y derivados por tipo de productos, en kilos, años 2011 – 2015

Producto	2011	2012	2013	2014	2015(ene- jul)
Papas preparadas o conservadas, congeladas	35.782.950	54.166.556	63.011.624	71.121.264	39.775.568
Copos gránulos y pellets de papas	2.998.879	6.107.419	7.904.724	9.242.974	5.112.563
Papas preparadas o conservadas, sin congelar	1.829.913	2.716.210	4.156.819	2.221.025	1.640.076
Fécula de papa	955.712	1.218.890	1.599.712	1.671.545	1.229.487
Las demás papas frescas o refrigeradas, excepto para siembra	1.667.014	1.023.650	6.669.098	640.942	784.086
Papas, incluso cocidas con agua y vapor, congeladas	38.895	112.390	269.129	218.662	194.931
Harina, sémola y polvo de papas	41.643	100.428	19.763	172.449	22.696
Las demás papas frescas o refrigeradas, para siembra		32	1.767.200	555	
Papas frescas o refrigeradas, para siembra de material de cultivo "in vitro"		232		5	2
Papas frescas o refrigeradas, para siembra	1.003				
Total general	43.316.007	65.445.807	85.398.075	85.289.417	48.759.408

Fuente: Elaborado por Odepa con información del Servicio Nacional de Aduanas.

Principales importadores de papas

Dentro de los principales países importadores de papa a nivel mundial se encuentra **Bélgica y Países Bajos**, quienes en los últimos diez años han importado alrededor de 1,5 y 1,3 millones de toneladas promedio, respectivamente.

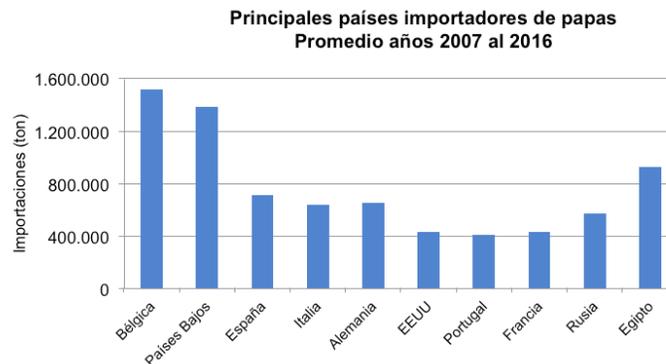


Figura 29. Importaciones de los principales países importadores de papa
Fuente: Elaboración propia con datos de TradeMap.

Principales exportadores de papas

Para el caso de los principales países exportadores de papa, Francia se encuentra en el primer lugar con un volumen de exportación de algo más de 1,9 millones de toneladas promedio entre los años 2007 al 2016. Le sigue en importancia Alemania con 1.715.731 toneladas de papas en promedio exportadas en el mismo periodo de tiempo.

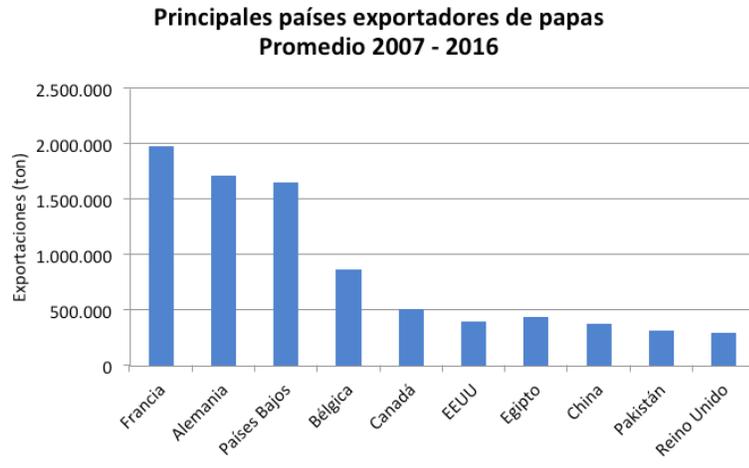


Figura 30. Exportaciones de los principales países exportadores de papa
Fuente: Elaboración propia con datos de TradeMap.

Exportaciones nacionales de papas

En cuanto a las exportaciones que ha realizado Chile en los últimos diez años, **se puede observar que desde el año 2007 al 2014 se han presentado constantes variaciones, sin embargo, la más significativa ocurre en el año 2016, donde se exportaron 3.862 toneladas de papas.**



Figura 31. Exportaciones de papa en Chile, años 2007 - 2016
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de TradeMap.

Importaciones nacionales de papa

Respecto a las importaciones de papas en Chile, entre los años 2007 al 2008 se presentó un aumento considerable de estas, llegando a 14.294 toneladas, la mayor cantidad de importaciones de papas registrada en los últimos diez años. Luego presentó una caída, manteniéndose hasta el 2012, sin embargo, en el año 2013 importó 8.569 toneladas, y desde entonces hasta al 2016 ha experimentado una disminución en las toneladas importadas.

Importaciones de papas en Chile 2007 - 2016

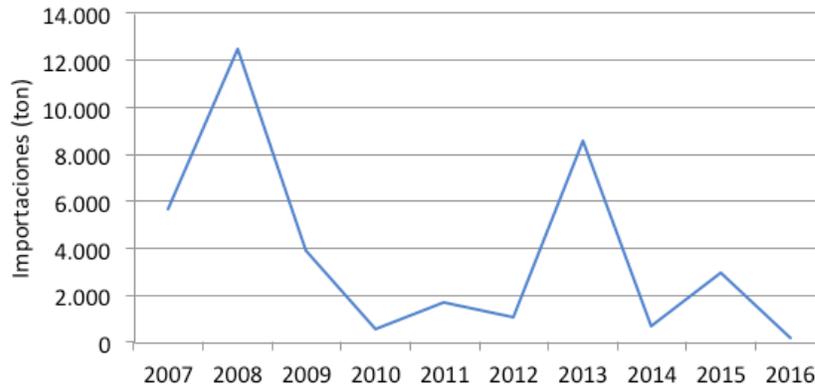


Figura 32. Importaciones de papa en Chile, años 2007 - 2016
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de TradeMap.

3.3 SUPERFICIE Y PLANTACIÓN EN CHILE

En los **últimos años la producción de** papa se ha visto disminuida por factores climáticos, sin embargo, en el año 2016 aumentaron las exportaciones a nivel mundial. Dicha alza fue provocada por el aumento de la demanda de papa como consecuencia de las lluvias en la zona central que afectaron a la papa que se siembra en enero-febrero y se cosecha en mayo-junio. A eso se suma que los precios en agosto tienden a subir, por el aumento de la demanda de este producto en el periodo primaveral.¹

Superficie del cultivo de papa por regiones

La mayor superficie con el cultivo de papa se encuentra en la regiones de la Araucanía, Los Lagos y Biobío, con 15.882, 8.816 y 8.756 hectáreas promedio entre los años 2015 y 2016, respectivamente.

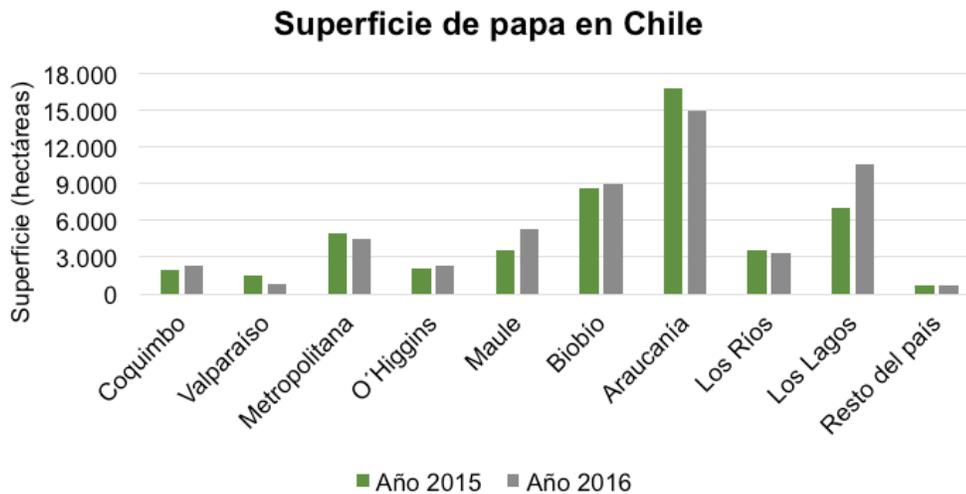


Figura 33. Superficie de papa en Chile
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del INE.

Variación nacional de plantaciones de papas

Entre los años 2015 y 2016, el cultivo de la papa ha experimentado un aumento de alrededor del 6% de la superficie cultivada a nivel nacional. La región que presentó un mayor aumento de superficie corresponde a la Región de Los Ríos, la cual aumentó un 51% su superficie respecto al año 2015. Por otro lado la región que más disminuyó la superficie destinada al tubérculo fue la Región de Valparaíso, con una disminución del 47%.

Cuadro 7. Variación de la superficie de papa en Chile, años 2015 - 2016

Superficie cultivada con papas por región			
Región	Año 2015	Año 2016	Variación 2016/2015 (%)
Coquimbo	1.875	2.244	20%
Valparaíso	1.451	776	-47%
Metropolitana	4.940	4.449	-10%
O'Higgins	2.048	2.251	10%
Maule	3.594	5.243	46%
Biobío	8.685	8.946	3%
Araucanía	16.788	14.976	-11%
Los Ríos	3.491	3.369	-3%
Los Lagos	6.967	10.544	51%
Resto de país	687	687	0%
Total	50.526	53.485	6%

3.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se ha elaborado una estimación del resultado económico del cultivo de la papa para la Región del Biobío. Para el análisis se consideraron: el promedio de los costos de establecimiento recopilados mediante visitas realizadas a tres productores de la región, un horizonte de evaluación de 1 año, y un rendimiento empleado de 50.000 kg/ha.

La estructura de costos considera las labores (análisis de suelo, arado, rastraje, sembradora, etc.), el costo de la mano de obra relacionado con la aplicación de pesticidas, riego, cosecha, etc. Finalmente, el costo de los insumos que considera fertilizantes, herbicidas e insecticidas.

Cuadro 8. Costos directos de producción del cultivo de la papa

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Labores	\$ 820.000
Mano de obra	\$ 180.000
Semilla	\$ 1.575.000
Fertilizantes	\$ 424.400
Herbicida	\$ 22.815
Fungicida	\$ 35.880
Insecticidas	\$ 5.300
Imprevistos (5%)	\$ 153.170
Total costos directos	\$ 3.216.565

Para el cálculo de los ingresos, se decidió trabajar con un precio promedio de mercado de 0,234 US\$/kg de papa y un tipo de cambio de \$620/US\$.

Mediante los ingresos y los costos de producción de la papa, el resultado de la evaluación económica se refleja en un aumento de riqueza para quien realice la inversión de aproximadamente 4 millones (\$4.033.435) por hectárea de papa y un margen neto de un 56% en relación con las ventas.

Estos resultados estarían indicando que el cultivo de la papa es rentable para la Región del Biobío, ya que los valores indican una rentabilidad alta del cultivo.

Cuadro 9. Indicadores de evaluación económica para una hectárea de papa

Indicadores	
Ingresos	\$ 7.250.000
Costo directo	\$ 3.216.565
Margen neto	\$ 4.033.435
Margen neto (%)	55,6%

El análisis de sensibilidad se basa en indicar cuánto es el impacto de variables críticas (o cambiantes) en la generación de recursos del proyecto, siendo el tipo de cambio y el precio por kilo las que tienen mayor cantidad de riesgo e impacto en el proyecto. Se consideró un cambio en un 10 y 20% en el precio (al alza o baja) y un 5 y 10% en el tipo de cambio (al alza o baja) para ver el comportamiento del margen neto. Resulta interesante destacar que ante una caída de un 10% en el precio del kilo de la papa y una baja en el 10% del tipo de cambio, el cultivo genera un margen positivo.

Cuadro 10. Análisis de sensibilidad para una hectárea de papa

		Precio de mercado					
		-20%	-10%	Promedio	10%	20%	
Tipo de cambio	-10%	2.068.685	2.655.935	3.308.435	3.960.935	4.678.685	-10%
	-5%	2.362.310	2.982.185	3.670.935	4.359.685	5.117.310	-5%
	Promedio	2.655.935	3.308.435	4.033.435	4.758.435	5.555.935	Promedio
	5%	2.949.560	3.634.685	4.395.935	5.157.185	5.994.560	5%
	10%	3.243.185	3.960.935	4.758.435	5.555.935	6.433.185	10%

3.5 ANÁLISIS ECONÓMICO CON CAMBIO CLIMÁTICO

A continuación, se presentan los resultados del análisis de factibilidad económica de la papa para la Región del Biobío, incorporando los costos asociados al cambio climático que afectará a la zona centro-sur del país en los próximos años.

Para dicho análisis se tomará como base los costos utilizados anteriormente, pero se incorporará en la evaluación económica la instalación y uso de riego por goteo a raíz del cambio climático, lo que trae como efecto un aumento en la inversión inicial del cultivo de \$ 2.250.000 (Cuadro 11).

Cuadro 11. Costos de instalación del sistema de riego por goteo

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Instalación riego por goteo	2.250.000
Total costos establecimiento	2.250.000

Cuadro 12. Costos directos de producción de la papa, con cambio climático y rendimiento de 50.000 kg/ha

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Labores	620.000
Mano de obra	180.000
Semilla	1.575.000
Fertilizantes	424.400
Herbicida	22.815
Fumigación	35.880
Insecticidas	5.300
Imprevistos (5%)	143.170
Total costos directos	3.006.565

Para la proyección del flujo de caja a 5 años se tomaron como parámetros: un rendimiento promedio de 50.000 kg/ha; un tipo de cambio de \$620 y un precio de venta de US\$0,234. El aumento de riqueza que genera la plantación de una hectárea para quien realiza la inversión equivale a \$12.427.158, calculado a partir del Valor Actual Neto (VAN), con una tasa de descuento de 12%. El proyecto de la papa presenta una rentabilidad máxima de 185,4%, representado por la Tasa Interna de Retorno (TIR).

De forma complementaria a la evaluación económica, se realizó un análisis de sensibilidad para ver el comportamiento del VAN cuando el tipo de cambio tiene una caída o un alza de un 5 y 10% y, con el precio de mercado de la papa cuando éste presenta un alza o una caída de un 10 y 20%.

El análisis de sensibilidad se basa en indicar cuánto es el impacto de variables críticas (o cambiantes) en la generación de recursos del proyecto, siendo el tipo de cambio y el precio del kilo de papa las que tienen mayor cantidad de riesgo e impacto en el proyecto.

En el Cuadro 13 se representa el VAN para diferentes combinaciones de precios y tipos de cambio.

Cuadro 13. Análisis de sensibilidad para una hectárea de papa

		Precio de mercado					
		-20%	-10%	Promedio	10%	20%	
Tipo de cambio	-10%	5.109.463	7.461.579	9.813.696	12.165.812	14.517.928	-10%
	-5%	6.154.848	8.637.637	11.120.427	13.603.217	16.086.006	-5%
	Promedio	7.200.233	9.813.696	12.427.158	15.040.621	17.654.084	Promedio
	5%	8.245.618	10.989.754	13.733.890	16.478.026	19.222.161	5%
	10%	9.291.003	12.165.812	15.040.621	17.915.430	20.790.239	10%

Análisis con rendimiento de 30.000 kg/ha

Si bien los precios son un elemento importante a la hora de evaluar los proyectos, los rendimientos también son otro factor relevante al momento de tomar decisiones. A continuación, se considerarán dos escenarios de rendimiento futuro para el análisis. Los rendimientos a considerar serán menores a la información entregada por los agricultores, con el fin de observar el impacto que tendrá en el proyecto en cada uno de los casos.

Los costos utilizados para el siguiente análisis corresponden al costo de establecimiento del sistema de riego por goteo (Cuadro 11), y a los costos directos de producción señalados en el Cuadro 14. Este último con variación en el costo de mano de obra a raíz de considerar para el análisis un menor rendimiento.

Cuadro 14. Costos directos de producción de la papa, con cambio climático y rendimiento de 30.000 kg/ha

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Labores	620.000
Mano de obra	162.000
Semilla	1.575.000
Fertilizantes	424.400
Herbicida	22.815
Fumigación	35.880
Insecticidas	5.300
Imprevistos (5%)	142.270
Total costos directos	2.987.665

Para la valoración económica se consideró una baja en el rendimiento futuro a raíz del cambio climático, principalmente debido al establecimiento del cultivo bajo un clima algo más adverso, por lo tanto, se considerará para el siguiente análisis un rendimiento de 30.000 kg/ha.

Para la proyección del flujo de caja a 5 años se tomaron como parámetros el rendimiento señalado anteriormente, un tipo de cambio de \$620 y un precio de venta de US\$ 0,234/kg. El aumento de riqueza que genera la plantación de una hectárea para quien realiza la inversión equivale a \$2.041.438, calculado a partir del Valor Actual Neto (VAN), con una tasa de descuento de 12%. El proyecto de papa presenta una rentabilidad máxima de 47,1%, representado por la Tasa Interna de Retorno (TIR).

De forma complementaria a la evaluación económica, se realizó un análisis de sensibilidad para ver el comportamiento del VAN cuando el tipo de cambio tiene una caída o un alza de un 5 y 10% y, con el precio de mercado de la papa cuando éste presenta un alza o una caída de un 10 y 20%.

El análisis de sensibilidad se basa en indicar cuánto es el impacto de variables críticas (o cambiantes) en la generación de recursos del proyecto, siendo el tipo de cambio y el precio del kilo de la papa las que tienen mayor cantidad de riesgo e impacto en el proyecto.

En el Cuadro 15 se representa el VAN para diferentes combinaciones de precios y tipos de cambio.

Cuadro 15. Análisis de sensibilidad para una hectárea de papa, con disminución en el rendimiento

		Precio de mercado					
		-20%	-10%	Promedio	10%	20%	
Tipo de cambio	-10%	-2.398.066	-937.910	473.360	1.884.630	3.295.900	-10%
	-5%	-1.727.175	-232.275	1.257.399	2.747.073	4.236.746	-5%
	Promedio	-1.094.718	473.360	2.041.438	3.609.515	5.177.593	Promedio
	5%	-467.487	1.178.995	2.825.476	4.471.958	6.118.439	5%
	10%	159.744	1.884.630	3.609.515	5.334.401	7.059.286	10%

Análisis con rendimiento mínimo

Un segundo escenario futuro de rendimiento analizado será con rendimiento mínimo, donde se permita que el VAN del proyecto sea 0 y el Índice de Rentabilidad (IR) sea igual a 1, ósea cuando no existe pérdida ni ganancia al realizar el proyecto.

Los costos utilizados para el siguiente análisis son el establecimiento del sistema de riego por goteo (Cuadro 11), y los costos directos de producción señalados en el Cuadro 16. Este último con variación en el costo de mano de obra a raíz de considerar para el análisis un rendimiento mínimo.

Cuadro 16. Costos directos de producción de la papa, con cambio climático y rendimiento de 26.073 kg/ha

Ítem	Costos (\$)/ha (pesos chilenos)
Labores	620.000
Mano de obra	159.000
Semilla	1.575.000
Fertilizantes	424.400
Herbicida	22.815
Fumigación	35.880
Insecticidas	5.300
Imprevistos (5%)	142.120
Total costos directos	2.984.515

Para la valoración económica se consideró un rendimiento de 26.073 kg/ha, siendo esta cantidad la mínima que debiese rendir el cultivo de papa para no obtener pérdidas ni ganancias en el proyecto.

Para la proyección del flujo de caja a 5 años se tomaron como parámetros: un rendimiento promedio de 26.073 kg/ha; un tipo de cambio de \$620 y un precio de venta de US\$ 0,234. El aumento de riqueza que genera la plantación de una hectárea para quien realiza la inversión equivale a \$0, calculado a partir del Valor Actual Neto (VAN).

De forma complementaria a la evaluación económica, se realizó un análisis de sensibilidad para ver el comportamiento del VAN cuando el tipo de cambio tiene

una caída o un alza de un 5 y 10% y, con el precio de mercado de la papa cuando éste presenta un alza o una caída de un 10 y 20%.

El análisis de sensibilidad se basa en indicar cuánto es el impacto de variables críticas (o cambiantes) en la generación de recursos del proyecto, siendo el tipo de cambio y el precio del kilo de la papa las que tienen mayor cantidad de riesgo e impacto en el proyecto.

El Cuadro 17 representa el VAN para diferentes combinaciones de precios y tipos de cambio. En este se aprecia que ante cualquier baja, ya sea en el tipo de cambio o en el precio, trae consigo una pérdida al realizar el proyecto, y por otra parte, un alza en el tipo de cambio o en el precio del papa traería consigo ganancias para quien ejecuta el proyecto.

Cuadro 17. Análisis de sensibilidad para una hectárea de papa

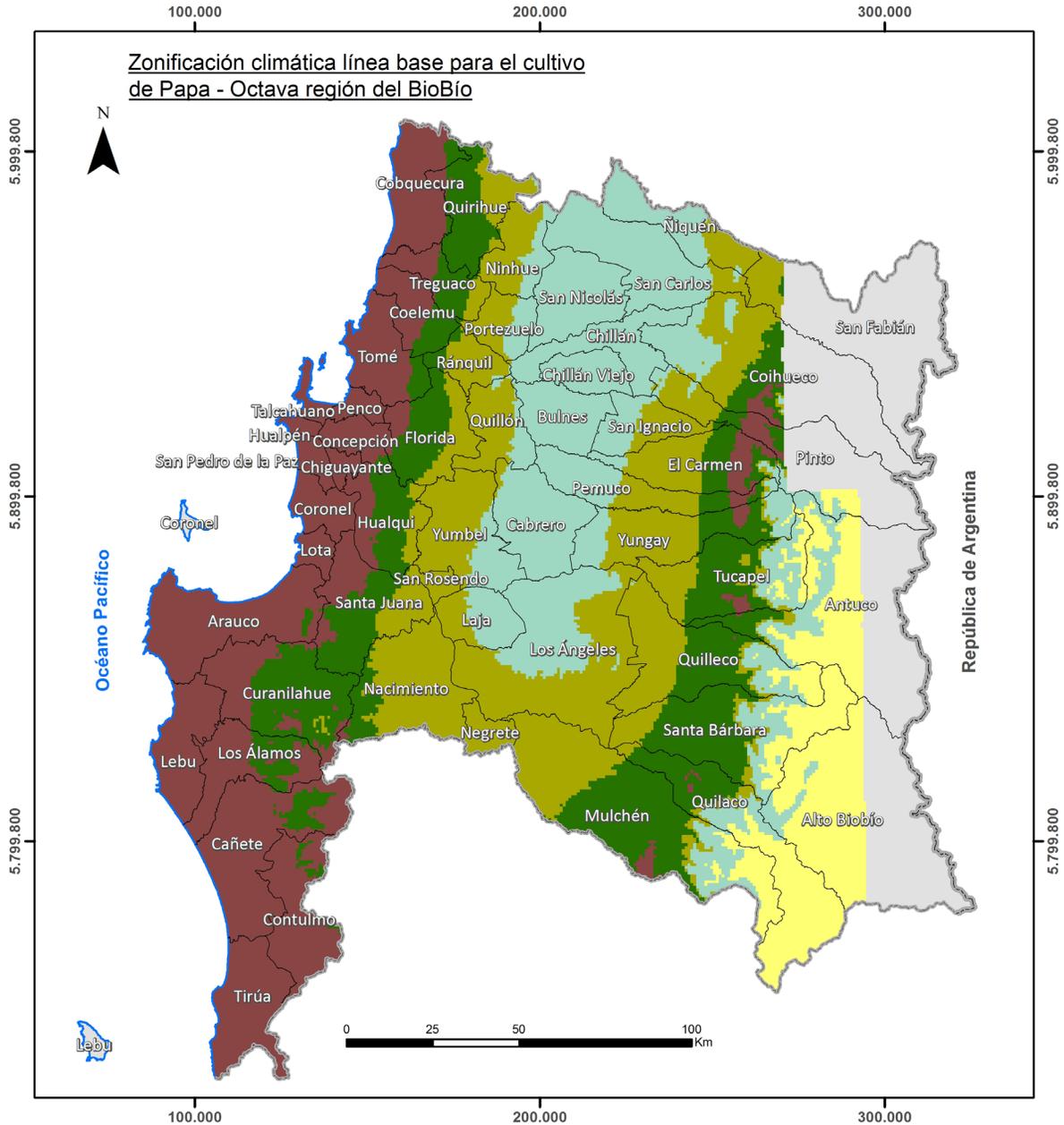
		Precio de mercado					
		-20%	-10%	Promedio	10%	20%	
Tipo de cambio	-10%	-4.274.115	-2.672.844	-1.362.798	-136.280	1.090.239	-10%
	-5%	-3.547.497	-1.992.320	-681.399	613.259	1.907.918	-5%
	Promedio	-2.838.145	-1.362.798	0	1.362.798	2.725.597	Promedio
	5%	-2.208.787	-749.539	681.399	2.112.337	3.543.276	5%
	10%	-1.638.948	-136.280	1.362.798	2.861.877	4.360.955	10%



4. Mapas de aptitud productiva

A continuación, se presentan los mapas de aptitud productiva por clima (condición actual y futura), por suelo, por clima (condición actual y futura) y suelo conjuntamente, para papa.

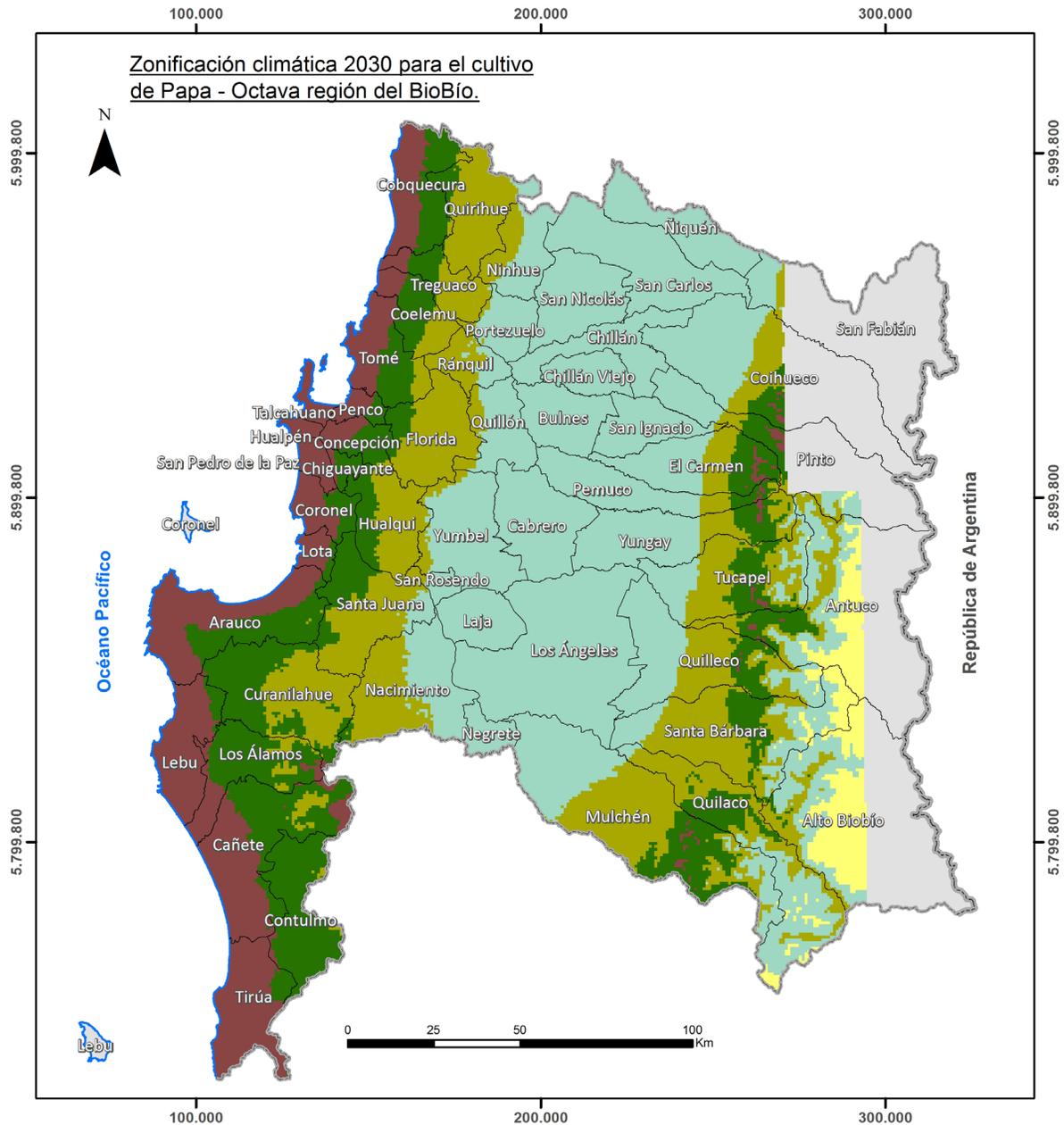
1. Mapa de aptitud productiva por clima, condición actual



PRODUCTIVIDAD POTENCIAL Límites Político Administrativos Línea de costa Límite comunal Límite regional Límite internacional	Estudio Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la región del BioBío.		Título Zonificación climática línea base para el cultivo de Papa - Octava región del BioBío.	
	Escala 1:1.500.000.-	Proyección y Dátum Universal Transversal Mercator Wgs84 Huso 19 Sur		
	La División Político Administrativa de CIREN se realiza de acuerdo a la descripción de los límites político administrativos de la ley DFL 18.715 en adelante. El trazado de límites administrativos construido con estas fuentes de información no compromete en modo alguno al Estado de Chile y es meramente referencial.			

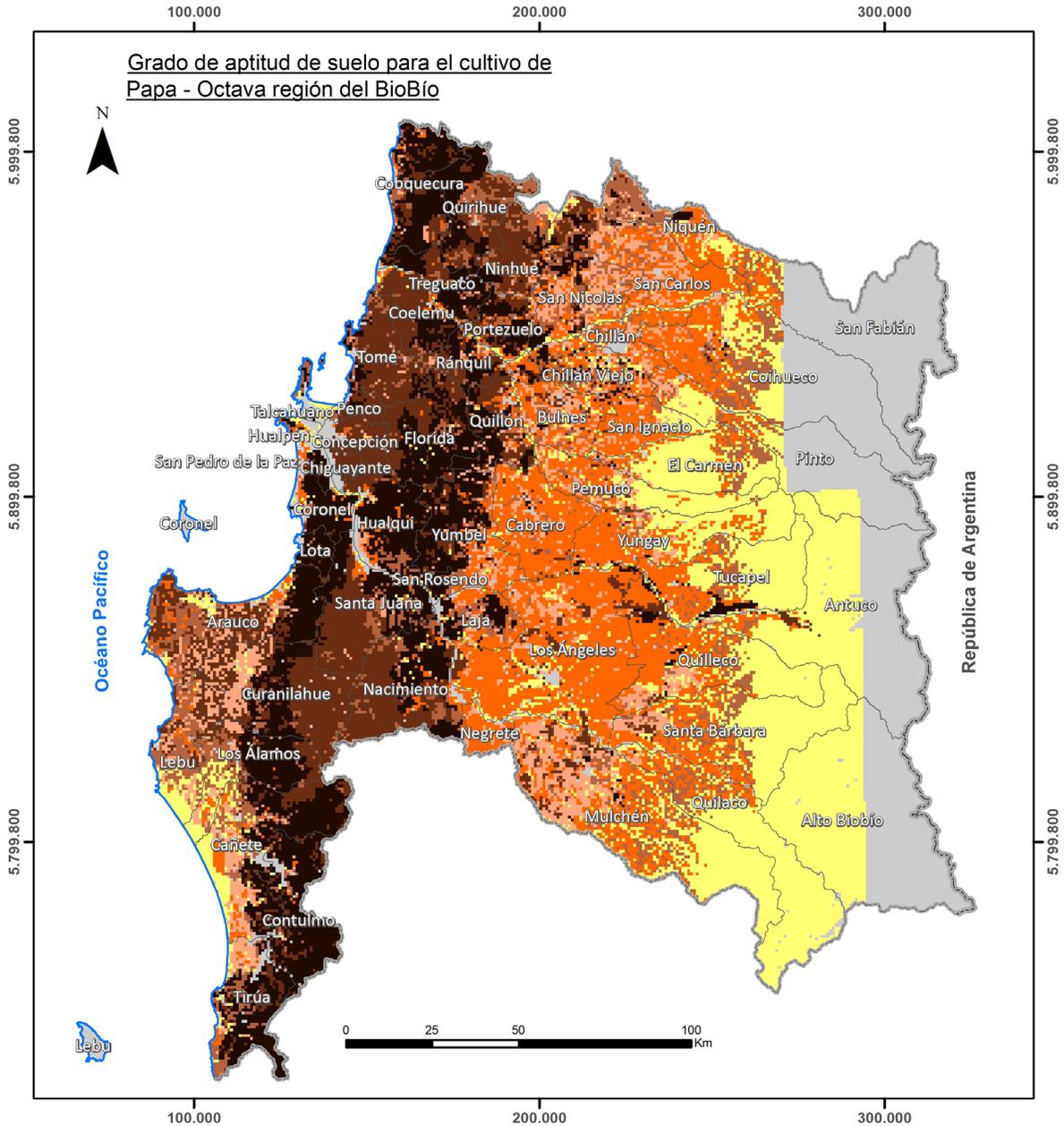


2. Mapa de aptitud productiva por clima, condición futura (2030)



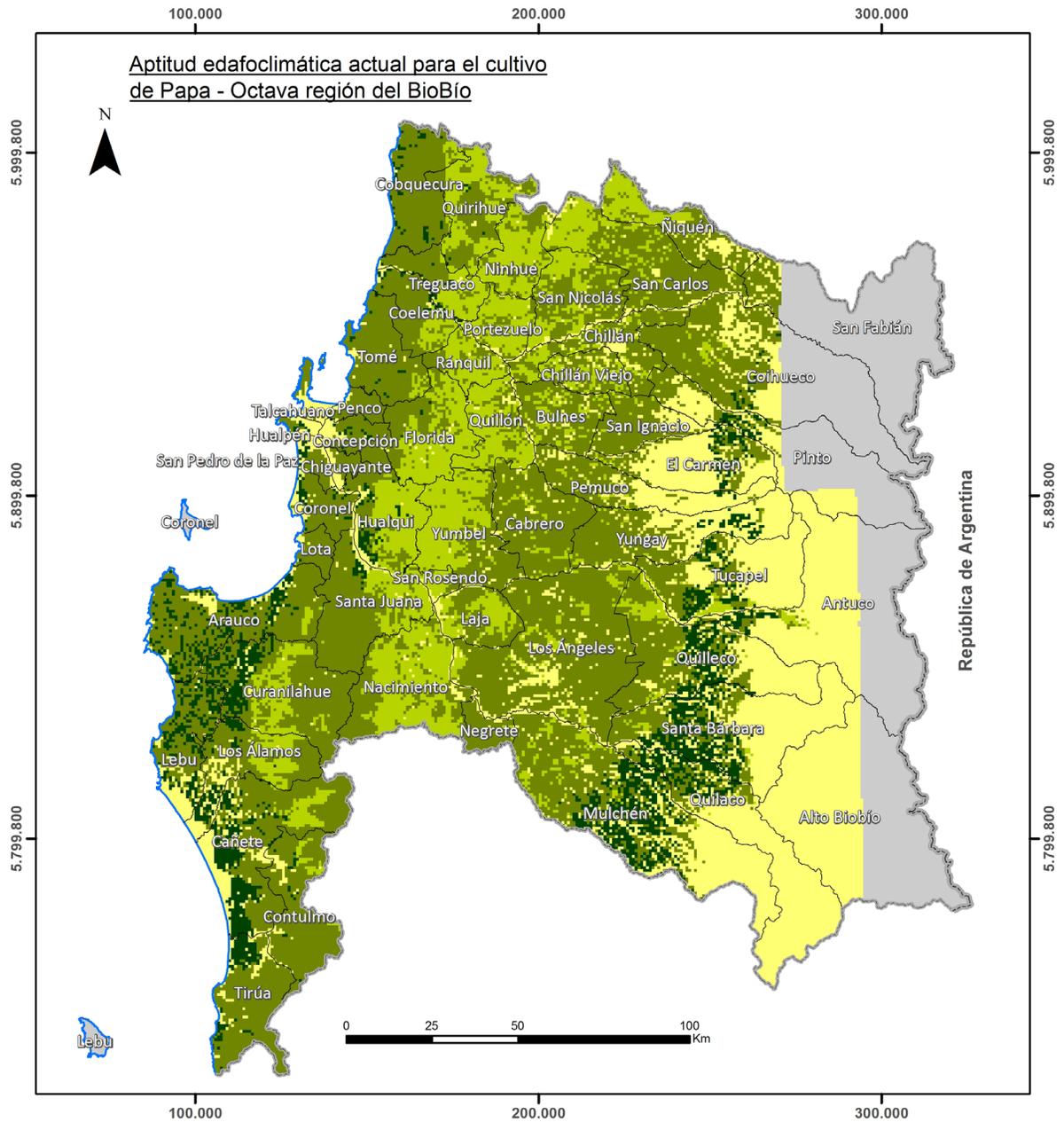
<p>PRODUCTIVIDAD POTENCIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> MUY ALTO ALTO MEDIO BAJO MUY BAJO <p>Límites Político Administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Línea de costa Límite comunal Límite regional Límite internacional 	<p>Estudio</p> <p>Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la región del BioBío.</p>	<p>Título</p> <p>Zonificación climática 2030 para el cultivo de Papa - Octava región del BioBío.</p>	
	<p>Escala</p> <p>1:1.500.000.-</p>	<p>Proyección y Dátum</p> <p>Universal Transversal Mercator Wgs84 Huso 19 Sur</p>	
	<p>La División Político Administrativa de CIREN se realiza de acuerdo a la descripción de los límites político administrativos de la ley DFL 18.715 en adelante. El trazado de límites administrativos construido con estas fuentes de información no compromete en modo alguno al Estado de Chile y es meramente referencial.</p>		

3. Mapa de aptitud productiva por suelo



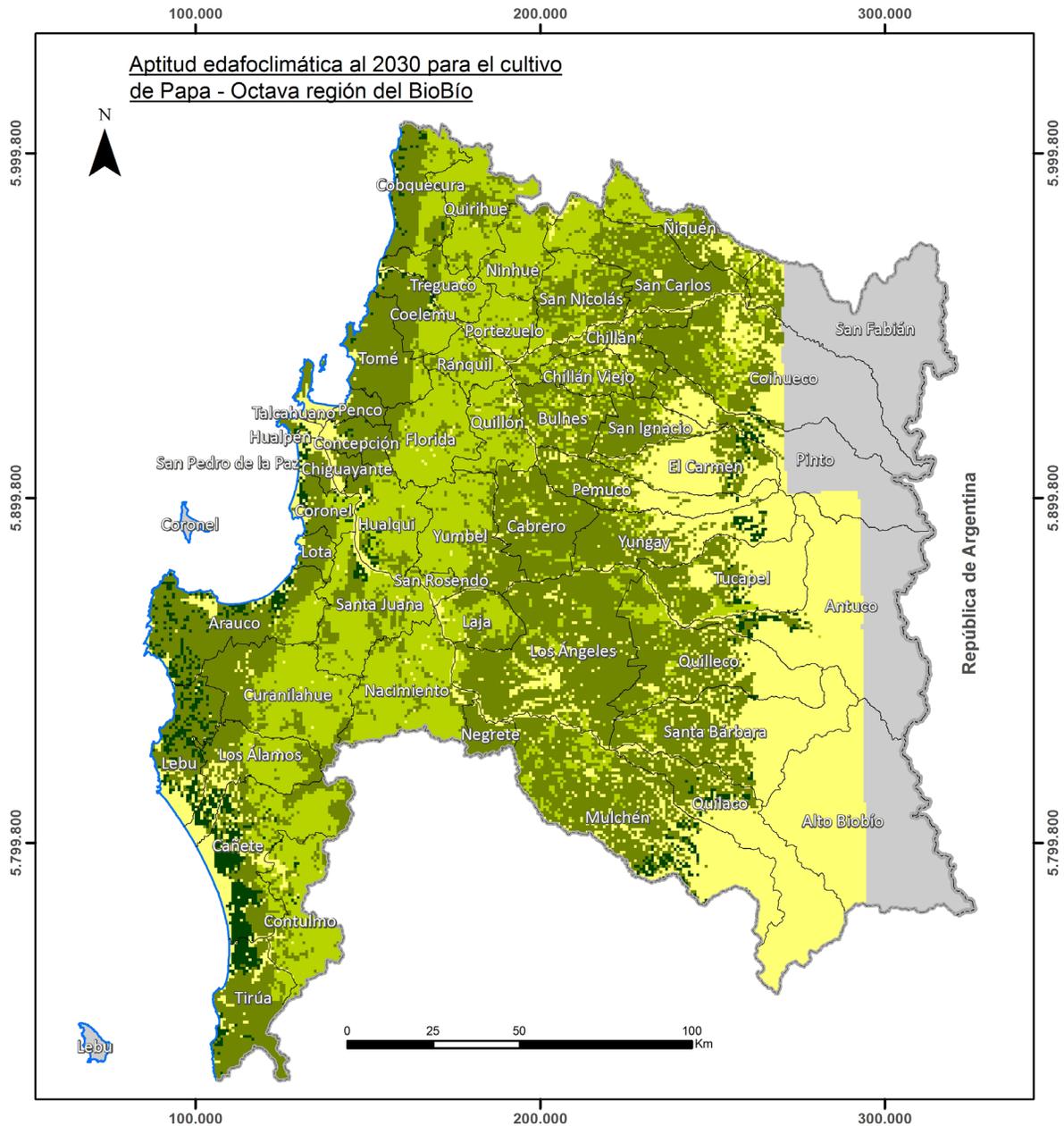
PRODUCTIVIDAD POTENCIAL Límites Político Administrativos — Línea de costa — Límite comunal — Límite regional — Límite internacional	Estudio Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas prioritizadas en la región del Biobío.	Título Grado de aptitud de suelo para el cultivo de Papa - Octava región del Biobío.
	Escala 1:1.500.000.-	Proyección y Dátum Universal Transversal Mercator Wgs84 Huso 19 Sur
La División Político Administrativa de CIREN se realiza de acuerdo a la descripción de los límites político administrativos de la ley DFL 18.715 en adelante. El trazado de límites administrativos construido con estas fuentes de información no compromete en modo alguno al Estado de Chile y es meramente referencial.		

4. Mapa de aptitud por suelo-clima, condición actual



<p>PRODUCTIVIDAD POTENCIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> ALTO MEDIO BAJO INDETERMINADA ÁREA DE EXCLUSIÓN <p>Límites Político Administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Línea de costa Límite comunal Límite regional Límite internacional 	<p>Estudio</p> <p>Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas prioritizadas en la región del BioBio.</p>	<p>Título</p> <p>Aptitud edafoclimática actual para el cultivo de Papa - Octava región del BioBio.</p>	
	<p>Escala</p> <p>1:1.500.000.-</p>	<p>Proyección y Dátum</p> <p>Universal Transversal Mercator Wgs84 Huso 19 Sur</p>	
	<p>La División Político Administrativa de CIREN se realiza de acuerdo a la descripción de los límites político administrativos de la ley DFL 18.715 en adelante. El trazado de límites administrativos construido con estas fuentes de información no compromete en modo alguno al Estado de Chile y es meramente referencial.</p>		

5. Mapa de aptitud por suelo-clima, condición futura (2030)



PRODUCTIVIDAD POTENCIAL Límites Político Administrativos Línea de costa Límite comunal Límite regional Límite internacional	Estudio Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la región del Biobío.	Título Aptitud edafoclimática al 2030 para el cultivo de Papa - Octava región del Biobío.	
	Escala 1:1.500.000.-	Proyección y Dátum Universal Transversal Mercator Wgs84 Huso 19 Sur	
	La División Político Administrativa de CIREN se realiza de acuerdo a la descripción de los límites político administrativos de la ley DFL 18.715 en adelante. El trazado de límites administrativos construido con estas fuentes de información no compromete en modo alguno al Estado de Chile y es meramente referencial.		





5. Recomendaciones productivas

El cambio climático se está convirtiendo en un desafío de importancia para los productores agrícolas, debido a que en el mediano plazo tendrán que acostumbrarse a un nuevo panorama, que en muchos casos será diametralmente opuesto al que acostumbran, algo más adverso e inestable.

Al respecto, diversos estudios señalan que con su llegada aumentará el promedio de las temperaturas y de acumulación de grados días durante el verano; disminuirán las horas frío en invierno; y se incrementará la ocurrencia de otros eventos inusuales como los periodos cálidos en invierno y la ocurrencia de lluvias tardías en primavera.

El efecto de un aumento térmico tiene muchos aspectos a considerar. Por una parte, este no necesariamente se producirá durante todo el ciclo del cultivo. De hecho, se espera que los mayores aumentos ocurran en los meses de primavera-verano. Por lo tanto, la ocurrencia de olas de calor en esos meses podría ser crítica para los cultivos, dependiendo de su estado de desarrollo. Además de los efectos sobre la producción, un aumento térmico puede influir sobre la calidad del producto final, por ejemplo, aumentaría la incidencia de algunas enfermedades y plagas, los insectos al crecer en un ambiente más cálido tendrán ciclos de vida más cortos.

Si bien es imposible predecir si en una temporada determinada se manifestarán aumentos térmicos, y más aún precisar el estado desarrollo en el cual se encuentre el cultivo, existen medidas de adaptación y/o mitigación que se deben considerar en el futuro, como son la modificación en las fechas de siembra, o la utilización de variedades menos susceptibles al aumento de temperaturas. Una modificación en el cambio de fecha de establecimiento del cultivo implica poder optimizar su productividad, permitiendo que el cultivo explore las mejores condiciones ambientales y, cuando las condiciones desfavorables son inevitables, minimizar la coincidencia de estas con los estadios de desarrollo más vulnerables del cultivo.

Además del aumento de las temperaturas, el cambio climático trae consigo una variación en el régimen de las precipitaciones, lo que, en conjunto, causarán un incremento de los requerimientos hídricos de los cultivos. Por ello es importante

desarrollar un adecuado manejo agronómico de las hortalizas para hacer frente a la escasez hídrica y lograr un uso más eficiente del recurso. De forma paulatina ocurrirá un desplazamiento del sistema de riego por surco, siendo necesario utilizar alternativas como por ejemplo el riego por cintas o goteo. Por otro lado, el uso de acolchados o mulch, ya sean plásticos u orgánicos, ayudan a disminuir la evaporación del agua del suelo, mejoran la temperatura del mismo y favorecen el crecimiento de las raíces.

Sin duda, la agricultura deberá adaptarse a los nuevos escenarios climáticos mediante cambios que permitan atenuar los impactos desfavorables de un clima algo más adverso e inestable. Dentro de un plan de adaptación deberán incluirse mejoramientos en la gestión del riego, sistemas para la prevención y regulación de temperaturas altas, control integrado de plagas, mejores sistemas de monitoreo y alerta climática, desarrollo de nuevas variedades mejor adaptadas a las nuevas condiciones climáticas, control de eventuales eventos como el viento y granizos, mecanismos de reducción del estrés, posibles relocalizaciones de especies y variedades, cambio de sistema de manejo de suelo, entre otros. De cualquier forma, las estrategias de adaptación dependerán de la localidad y la especie principalmente.

En la actualidad las mejores zonas para la producción de esta especie se sitúan en una franja litoral y en la precordillera. Los rendimientos son mejores en los climas con régimen térmico regulado por el efecto marítimo, deteriorándose hacia el interior cálido. A futuro las condiciones restringirían su potencial más hacia el litoral, debido al calentamiento de las zonas interiores. Esto podría perfectamente ser compensado con un cambio de variedades, ya que el mayor factor de caída en el potencial es debido al acortamiento del ciclo inducido por las mayores temperaturas. Con variedades de ciclo más largo esto puede ser evitado, manteniéndose los potenciales de producción en todo el secano costero e interior.

En la zonificación climática al año 2030 para el cultivo de la papa, se observan algunos cambios en las variables climáticas que podrían afectar los potenciales productivos, en distintas zonas de la Región del Biobío. Dichas zonas son el secano interior, valle central, litoral, precordillera y cordillera, en algunas comunas de la región, lo que se describe a continuación.

Para la zona del valle central se muestran distintos factores limitantes para la producción de la papa, donde se encuentran los días grado y un elevado número de días con temperatura sobre 30°C, para las comunas de Laja, Los Ángeles, Nacimiento, Negrete, Pemuco, Cabrero, San Rosendo, Santa Juana, Quirihue, San Fabián, Florida y Yumbel. Días grado para el valle central de la comuna de Hualqui. Días grado, déficit hídrico y número total de heladas para las comunas de Chillán, Ñiquén, Pinto y San Ignacio. Días grado, número total de heladas y elevado número de días con temperaturas sobre 30°C, para las comunas de Alto Biobío, Antuco, El Carmen, Mulchén, Quilaco, Quilleco, Santa Bárbara, Tucapel y Yungay. Y, por último, días grado y déficit hídrico para las comunas de Bulnes, Chillán Viejo, Coihueco, Ninhue, Portezuelo, Quillón, Ránquil, San Carlos y San Nicolás.

Para la zona de secano interior y la zona de litoral, el factor limitante a la productividad son los días grado, principalmente para la zona del secano interior en las comunas de Arauco, Cañete, Cobquecura, Coelemu, Contulmo, Santa Juana, Naçimiento, Trehuaco, Chiguayante, Curanilahue, Concepción, Coronel, Lebu, Los Álamos, Lota, Penco, San Pedro de la Paz, Talcahuano, Tirúa y Tome. Y, para la zona de litoral en las comunas de Trehuaco, Cañete, Coelemu, Lebu, Arauco, Talcahuano, San Pedro de la Paz, Cobquecura, Coronel, Hualpén, Los Álamos, Lota, Penco, Tirúa y Tomé.

Para la zona de precordillera, se presenta como limitante altas temperaturas para las comunas de El Carmen, Pinto y San Ignacio; y sumado a esta limitante el número total de heladas para las comunas de Pemuco, Tucapel, Yungay, Alto Biobío, Quilaco y Mulchén.

Y, por último, en la zona de cordillera, se presentan como limitante a la producción, el número total de heladas y la suma térmica para las comunas de Santa Bárbara, Alto Biobío, Antuco, Coihueco, Mulchén, Pemuco, Pinto, Quilaco, Quilleco, San Fabián, Tucapel y Yungay.



6. Bibliografía

Acuña, I., Muñoz, M., Sandaña, P., Orena, S., Bravo, R., Kalazich, J., Tejada, P., Castro M., Sandoval, C. 2015. Manual Interactivo de la papa Inia. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Inia). Chile. Disponible en: <http://manualinia.papachile.cl> Leído el 19 de mayo de 2017.

Arribillaga., D. 2013. Antecedentes Técnicos para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Región de Aysén. Boletín Inia N° 272. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro regional de Investigación Tamel Aike. Coyhaique, Chile.

Contreras., A. 2003. Capítulo XIII: Papa. En: Faiguenbaum., H. Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile. Santiago, Chile.

Inostroza, J. 2009. Manual de Papa para La Araucanía: Manejo y Plantación. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Inia N° 194. Centro regional Inia Carillanca. Temuco, Chile.

Odepa. 2017a. Papas. Disponible en: <http://www.odepa.gob.cl/rubro/papas-y-tuberculos/> Leído el 20 de junio de 2017.

Odepa. 2017b. Estadísticas Productivas. Disponible en: <http://www.odepa.cl/estadisticas/productivas/> Leído el 20 de junio de 2017.

Orena, S. 2016. Preparación de suelo, plantación y aporca. Ficha técnica 05. Instituto de investigaciones agropecuarias. Inia Remehue. Osorno, Chile.

SAG. 2017. Plagas de la papa. Disponible en: <http://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/plagas-de-la-papa> Leído el 20 de junio de 2017.

Sandaña, P., Valenzuela, A. 2017. Manejo general del cultivo de la papa en la zona centro sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Informativo N° 135.

SQM. 2017. Papa. Disponible en: <http://www.sqm.com/es-es/productos/nutricionvegetaldeespecialidad/cultivos/papa.aspx#tabs-1> . Leído el 09 de mayo de 2017.

Solano., J. Medina L., Nissen., J. 2003. Efecto de niveles y frecuencias de riego por aspersión en papa (*Solanum tuberosum* L.). Agrosur [on line] Vo

CIREN

Av. Manuel Montt #1164,
Providencia, Santiago

Teléfono (56) 2 2200 8900

WWW.CIREN.CL



Proyecto apoyado por

