



**“DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA
HÍDRICA EN EL NORTE DE CHILE”**

INFORME FINAL

TOMO I

SANTIAGO, SEPTIEMBRE DE 2013



**Comisión Nacional de Riego
Gobierno de Chile**

“DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL NORTE DE CHILE”

INFORME FINAL

SANTIAGO, SEPTIEMBRE DE 2013

Estudio Elaborado por:

**LABORATORIO DE ANÁLISIS TERRITORIAL
FACULTAD DE CS. AGRONÓMICAS, UNIVERSIDAD DE CHILE.**

Dir: Av. Santa Rosa 11.315 – SANTIAGO
Fonos: 29785926 - 29785925 e-mail: lat@uchile.cl www.lat.uchile.cl

Equipo de trabajo

Andrés de la Fuente, Rodrigo Fuster, Nicolás Magner, Juan Manual Uribe, José Lagos, Ana Karina Palacios,
Katherine Silva, Felipe Labra, Karla Astorga, Gabriela Sáez, Ronny López, María Ignacia Orell.

Documento preparado por el Laboratorio de Análisis Territorial de la Universidad de Chile.

Santiago, 2013

TABLA DE CONTENIDO

I.	Introducción.....	6
I.1.	Objetivo general.....	6
I.1.A.	Objetivos específicos.....	7
III.	Metodología.....	8
III.1.	Etapa 1: Zonificación agroecológica del área de estudio.....	11
III.1.A.	Área de estudio.....	11
III.1.B.	Análisis Territorial.....	14
III.1.C.	Método para la definición de zonas homogéneas con potencial productivo agrícola...17	
III.2.	Etapa 2: Evaluación de aptitud agrícola.....	20
III.2.A.	Estudio general de mercados.....	20
III.2.B.	Metodología de evaluación de aptitud agrícola.....	21
III.3.	Etapa 3: Generación de escenarios para el uso de la tierra y cálculo de la demanda hídrica potencial.....	30
III.3.A.	Mecanismo de selección de cultivo en subzonas.....	30
III.3.B.	Definición de metodología para la estimación de la demanda hídrica.....	31
III.4.	Etapa 4: Selección y cuantificación de áreas con mayor potencial agrícola y económico.....	36
III.5.	Etapa 5: Diseño de infraestructura y cuantificación de costos.....	38
III.5.A.	Definición de trazado.....	38
III.5.B.	Cuantificación de la inversión requerida en obras civiles.....	39
III.6.	Etapa 6: Análisis económico de proyectos de inversión para el riego de zonas potenciales....	44
III.6.A.	Evaluación de proyecto.....	44
III.6.B.	Análisis de viabilidad económica.....	45
III.6.C.	Entrevistas a potenciales inversionistas.....	46
III.6.D.	Análisis FODA.....	46
III.6.E.	Confeción de base de datos y proyecto SIG de resultados del proyecto.....	46
IV.	Resultados.....	48
IV.1.	Etapa 1: Zonificación agroecológica del área de estudio.....	48
IV.1.A.	Análisis Territorial.....	48
IV.1.B.	Zonas homogéneas con potencial productivo agrícola.....	53
IV.2.	Etapa 2: Evaluación de aptitud agrícola.....	57
IV.2.A.	Estudio general de mercados.....	57
IV.2.B.	Evaluación de aptitud agrícola.....	63
IV.3.	Etapa 3. Generación de escenarios para el uso de la tierra y cálculo de la demanda hídrica potencial.....	72
IV.3.A.	Información económica base.....	72
IV.3.B.	Estructuras de cultivo por subzonas.....	74
IV.3.C.	Cálculo de la Demanda Hídrica Potencial de Subzonas y Demanda de Riego con un 85% de Seguridad.....	78

IV.4. Etapa 4: Primera selección y cuantificación de áreas con mayor potencial agrícola y económico.....	80
IV.4.A. Lluta – Azapa.....	82
IV.4.B. Chaca.....	83
IV.4.C. Camarones	83
IV.4.D. Chucumata	84
IV.4.E. Mejillones	85
IV.4.F. Taltal	86
IV.4.G. Chañaral	87
IV.4.H. Caldera – Copiapó.....	89
IV.4.I. Huasco - Freirina	90
IV.4.J. Los Choros.....	91
IV.4.K. Pan de Azúcar.....	91
IV.4.L. Limarí	93
IV.4.M. Huentelauquén	94
IV.4.N. Quilimarí.....	95
IV.4.O. Ligua – Petorca	96
IV.4.P. Quintero	97
IV.5. Etapa 5: Diseño de infraestructura y cuantificación de costos.....	100
IV.5.A. Trazado.....	100
IV.5.B. Cuantificación de la inversión requerida en infraestructura y obras civiles	108
IV.6. Etapa 6: Análisis económico de proyectos de inversión para el riego de zonas potenciales....	112
IV.6.A. Evaluación de proyecto.....	112
IV.6.B. Análisis de viabilidad económico.....	116
IV.6.C. Entrevista a inversionistas.....	130
IV.6.D. Análisis FODA.....	131
IV.6.E. Base de datos y proyecto SIG de resultados del proyecto.....	133
V. CONSIDERACIONES.....	135
VI. CONCLUSIONES.....	137
VII. BIBLIOGRAFÍA	138
VIII. ANEXOS.....	139
VIII.1. Anexo 1. Análisis Territorial.....	139
VIII.2. Anexo 2. Modelo de optimización lineal.....	139
VIII.3. Anexo 3. Estudio de mercado de los cultivos	141
VIII.3.A. Situación actual de la Región de Arica y Parinacota.....	141
VIII.3.B. Situación actual de la Región de Tarapacá.....	143
VIII.3.C. Situación actual de la Región de Antofagasta	143
VIII.3.D. Situación actual de la Región de Atacama	144
VIII.3.E. Situación actual de la Región de Coquimbo.....	146
VIII.3.F. Situación actual de la Región de Valparaíso.....	147
VIII.3.G. Estudio de mercado por cultivos seleccionados	148

VIII.4.	Anexo 4. Flujo de caja por cultivo	230
VIII.5.	Anexo 5. Supuestos económicos por cultivo	230
VIII.6.	Anexo 6. Fichas Técnicas.....	230
VIII.7.	Anexo 7. Características técnicas de las tuberías diseñadas para el transporte de agua 231	
VIII.8.	Anexo 8. Secuencia gráfica de disminución de superficie apta para expansión agrícola, Región Arica y Parinacota.	235
VIII.9.	Anexo 9. Secuencia gráfica de disminución de superficie apta para expansión agrícola 242	
VIII.10.	Anexo 10. Entrevistas a inversionistas.....	243

I. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista climático, la zona comprendida entre las regiones de Valparaíso y de Arica y Parinacota presentan en general buenas condiciones para el desarrollo de una agricultura comercial basada en productos de alta rentabilidad. Sin embargo, dada la severa restricción de precipitaciones y las altas demandas atmosféricas, para que se pudiera desarrollar este tipo de agricultura sería necesario suplir íntegramente las demandas hídricas de los cultivos por medio del riego.

Desgraciadamente, la mayoría de las cuencas comprendidas en esta zona del país presentan una baja capacidad para proporcionar una fuente de recursos hídricos que pueda suplir la demanda que originaría este tipo de actividad, ya sea por sus condiciones naturales de extrema aridez - como ocurre en la zona desértica - o bien porque los recursos disponibles ya se están utilizando al máximo de su capacidad. Por esta razón, llegar a aprovechar el potencial climático que ofrecen estas zonas de nuestro territorio requiere en última instancia de algún medio de inyección de recursos desde fuentes externas a los sistemas hídricos locales.

Una de las posibilidades que se encuentra en proceso de evaluación actualmente es el proyecto denominado "Carretera Hídrica", el cual propone conducir hacia la zona norte parte del agua excedente en cuencas de ríos del centro-sur del país, mediante una tubería submarina. Esta agua conducida desde la zona sur se dispondría en puntos estratégicos a lo largo del territorio, con el fin de suplir el déficit de recursos hídricos para el consumo humano, industrial, minero y agrícola.

La viabilidad de un proyecto como este descansa en gran medida de los caudales que sean requeridos en los puntos de distribución, variable donde el riego agrícola juega un papel relevante. Sin embargo, la relativamente pequeña expresión de la agricultura existente en la zona de influencia del proyecto - producto de las restricciones hídricas que existen actualmente - no es representativa de la demanda que se establecería si se dispusiera de agua de riego suficiente. En consecuencia, para evaluar la viabilidad de un proyecto de conducción de agua desde la zona centro sur es necesario establecer la demanda potencial, dado el supuesto de disponibilidad de agua de riego.

En el marco de esta evaluación, el objetivo del presente estudio es determinar la demanda hídrica potencial - con una seguridad de un 85%- para una superficie de nuevo riego, distribuidas entre las principales cuencas ubicadas en la zona comprendida entre las regiones de Arica y Parinacota y la de Valparaíso.

Para alcanzar este objetivo se siguió un enfoque territorial, considerando la viabilidad física y biológica de establecer cultivos de alta rentabilidad en áreas que actualmente no cuentan con agua de riego, así como la viabilidad tecnológica y económica de abastecer de agua a estos sitios potenciales a partir del agua puesta en la costa por la Carretera Hídrica.

I.1. Objetivo general

Determinar la demanda hídrica potencial con una seguridad de un 85%, para una superficie de nuevo riego de 100 mil ha (superficie potencial), y caracterización de las especies productivas o

cultivos de alta rentabilidad relacionados a esta superficie, en las principales cuencas comprometidas entre la XV Región de Arica y Parinacota y la V Región de Valparaíso.

I.1.A. Objetivos específicos

- a) Cuantificar la superficie potencial bajo riego con un 85% de seguridad, por aumento de la disponibilidad del recurso hídrico, en las principales cuencas entre las regiones de XV de Arica y Parinacota y la V Región de Valparaíso.
- b) Identificar y cuantificar la distribución de los principales especies o tipos de cultivos en la superficie de riego identificada, basado principalmente en la adaptabilidad agroclimática y edáfica.
- c) Estimar la demanda hídrica potencial asociada a las áreas de riego y especies identificadas.
- d) Estimar los costos de obras civiles necesarios para entregar el agua en los puntos requeridos.
- e) Cuantificar la rentabilidad de la superficie identificada entre las regiones XV de Arica y Parinacota y la V Región de Valparaíso.
- f) Elaborar un mapa entre las regiones XV y V que identifique sectores homogéneos de clima para el cultivo de las especies adaptadas a tales condiciones

III. METODOLOGÍA

El presente estudio tiene como objetivo estimar la demanda hídrica que pudiera establecer una expansión agrícola potencial en la zona norte de Chile, la cual se sostendría con el suministro de agua de riego proporcionado por la conducción de este recurso desde cuencas de la zona centro sur del país.

Puesto que esta demanda hídrica no está presente en la actualidad y no existen precedentes en el país de proyectos similares, este estudio se centró en la generación de un escenario plausible de uso de la tierra en el área de interés. Este escenario se construyó sobre la base de supuestos acerca de las decisiones de inversión privada en la actividad agrícola, dado un conjunto de condiciones de aptitud edafoclimática, expectativas de mercado y costos de producción que se estimaron para la situación teórica de expansión agrícola en esta zona.

Una de las características distintivas de este análisis es el hecho que, a diferencia de lo que ocurriría en otras situaciones de expansión agrícola a base de un aseguramiento de agua de riego por obras tales como la construcción de un embalse, la conducción de agua desde la zona sur se realizaría por medio de una tubería submarina que abastecería las zonas regables a partir de una 'toma' ubicada a nivel del mar. Esto implica que al costo derivado directamente de la conducción desde la zona sur, debe sumarse también un costo de conducción y elevación desde la costa hacia las zonas donde se utilizaría para riego.

Como consecuencia de lo anterior, el agua de riego pasa a ser un insumo productivo cuyo costo sería relevante en los proyectos agrícolas, condicionando la viabilidad económica al costo total del agua puesta en el predio. Por esta razón, buena parte de los esfuerzos para generar escenarios plausibles de uso de la tierra por parte de la agricultura y su consecuente demanda hídrica potencial se concentraron en estimar el costo del insumo.

La generación de escenarios potenciales de uso de la tierra en el área de estudio se construyó utilizando una aproximación *top down*, partiendo por una caracterización y zonificación agroecológica del territorio, para luego seguir con una selección de cultivos posibles y la evaluación de la aptitud de la tierra para estos cultivos. Posteriormente se generó un escenario de uso de la tierra y se estimó su demanda hídrica potencial. Luego se seleccionaron las zonas de mayor potencial y se realizaron los análisis necesarios para calcular los costos del agua de riego, a partir de la estimación de costos de obras civiles y de operación para los trazados que deberían conducir el agua hasta las zonas de riego. Finalmente se realizó una estimación de rentabilidad en base a una modificación del costo del agua a nivel de mar, ascendiendo a US\$ 0,74, lo cual provocó drásticas disminuciones en la rentabilidad de los cultivos en algunas subzonas del área catalogada con mayor potencial agrícola. Es por esto que los cultivos inviables se remplazaron por aquellos catalogados como rentables en aquellas subzonas, de esta forma se obtiene la configuración de cultivos definitiva.

En la presente sección se exponen los métodos, información base y supuestos utilizados para la obtención de los productos contemplados en el presente estudio. La metodología presenta diagramas de flujo para la mejor comprensión de los procesos

Las actividades se estructuraron en seis etapas, con las cuales se satisfacen los objetivos y requerimientos de información de la Comisión Nacional de Riego (CNR). Las etapas se listan a continuación y se observan en la Figura 1.

Etapas

Etapas 1. Zonificación agroecológica del área de estudio

Etapas 2. Evaluación de la aptitud agrícola de las zonas identificadas

Etapas 3. Generación de escenarios para el uso de la tierra y cálculo de la demanda hídrica potencial

Etapas 4. Selección y cuantificación de áreas con mayor potencial agrícola

Etapas 5. Diseño de infraestructura y cuantificación de costos

Etapas 6. Análisis económico de proyectos de inversión para el riego de zonas potenciales

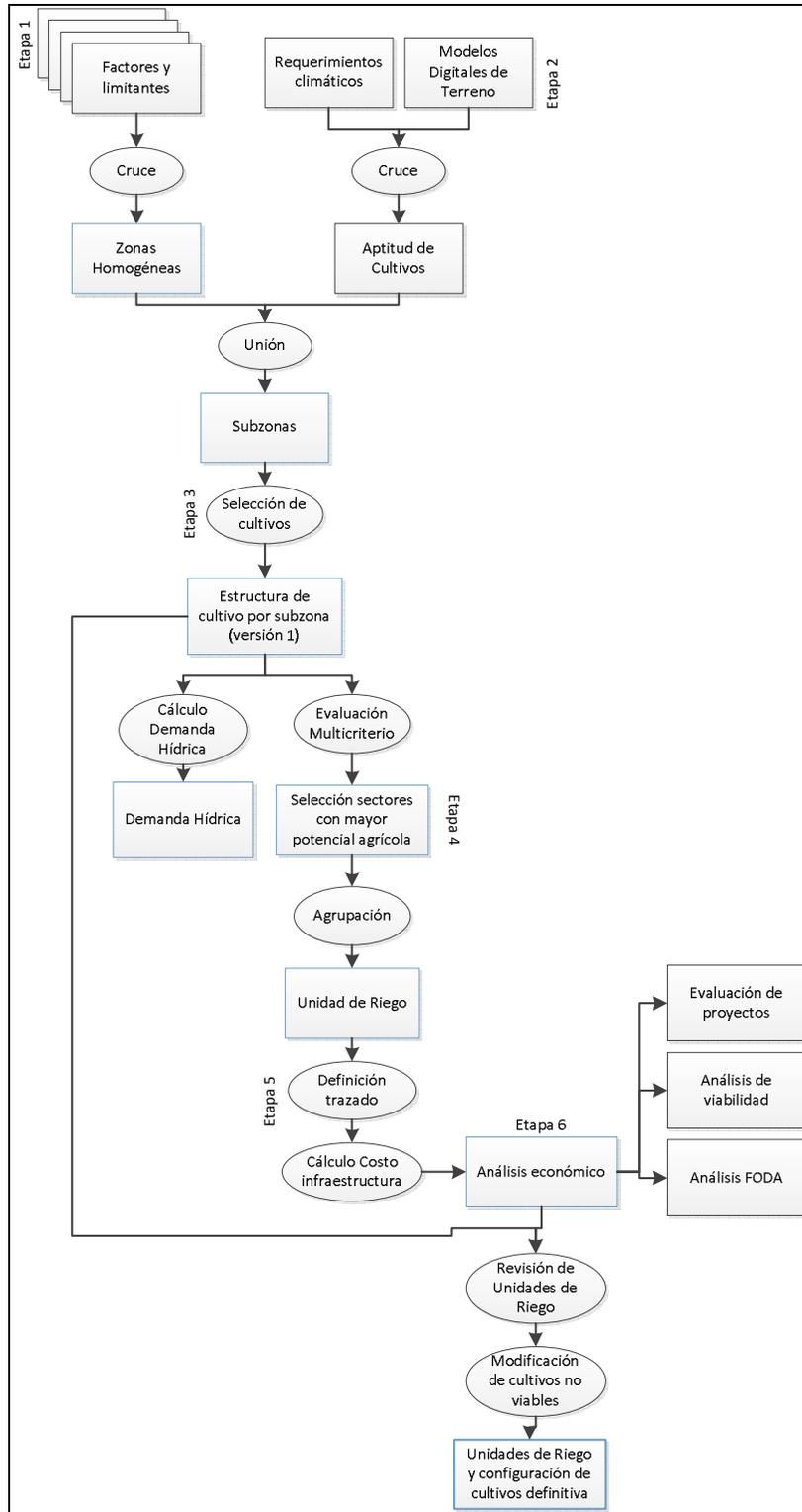


Figura 1. Diagrama metodológico llevado a cabo para la obtención de los productos solicitados

III.1. Etapa 1: Zonificación agroecológica del área de estudio

Un primer paso para el logro del objetivo de este estudio constituye la identificación de zonas homogéneas en el territorio, mediante el análisis integrado de diversas variables físicas que determinan la aptitud agrícola de un área, partiendo de las variables que actúan a nivel macro tales como el clima y la geomorfología, para posteriormente continuar con variables de carácter local como el uso del territorio. Este análisis estratificado, denominado zonificación agroecológica del área de estudio, permite discriminar en términos generales aquellas zonas que reúnen potencial y aquellas que no lo tienen.

III.1.A. Área de estudio

El área de estudio comprende desde la región de Arica y Parinacota hasta Valparaíso. La investigación y resultados se centran en la caracterización y determinación del potencial agrícola en los sectores correspondientes a un conjunto de localidades o sectores específicos del territorio.

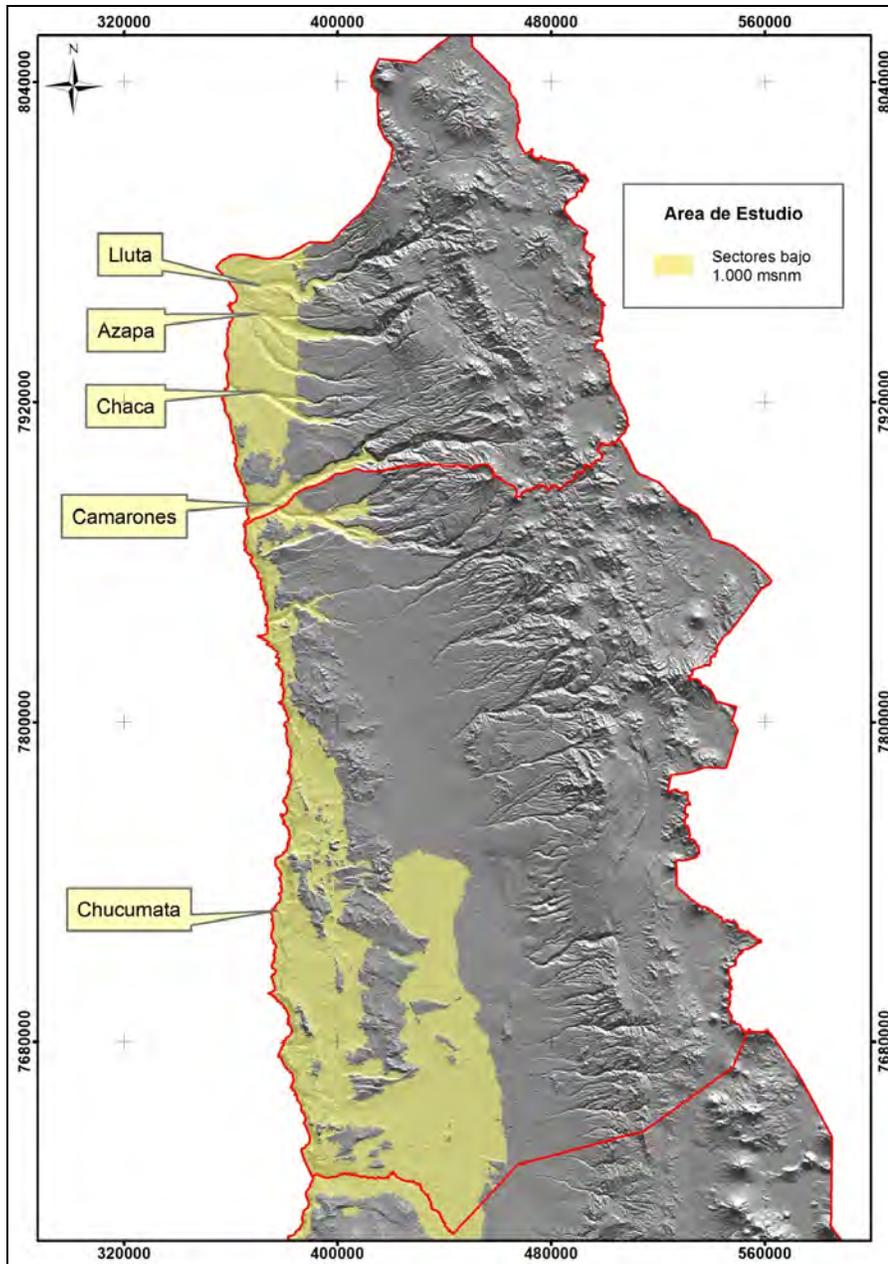


Figura 2. Área de estudio, regiones de Arica y Parinacota y Tarapacá

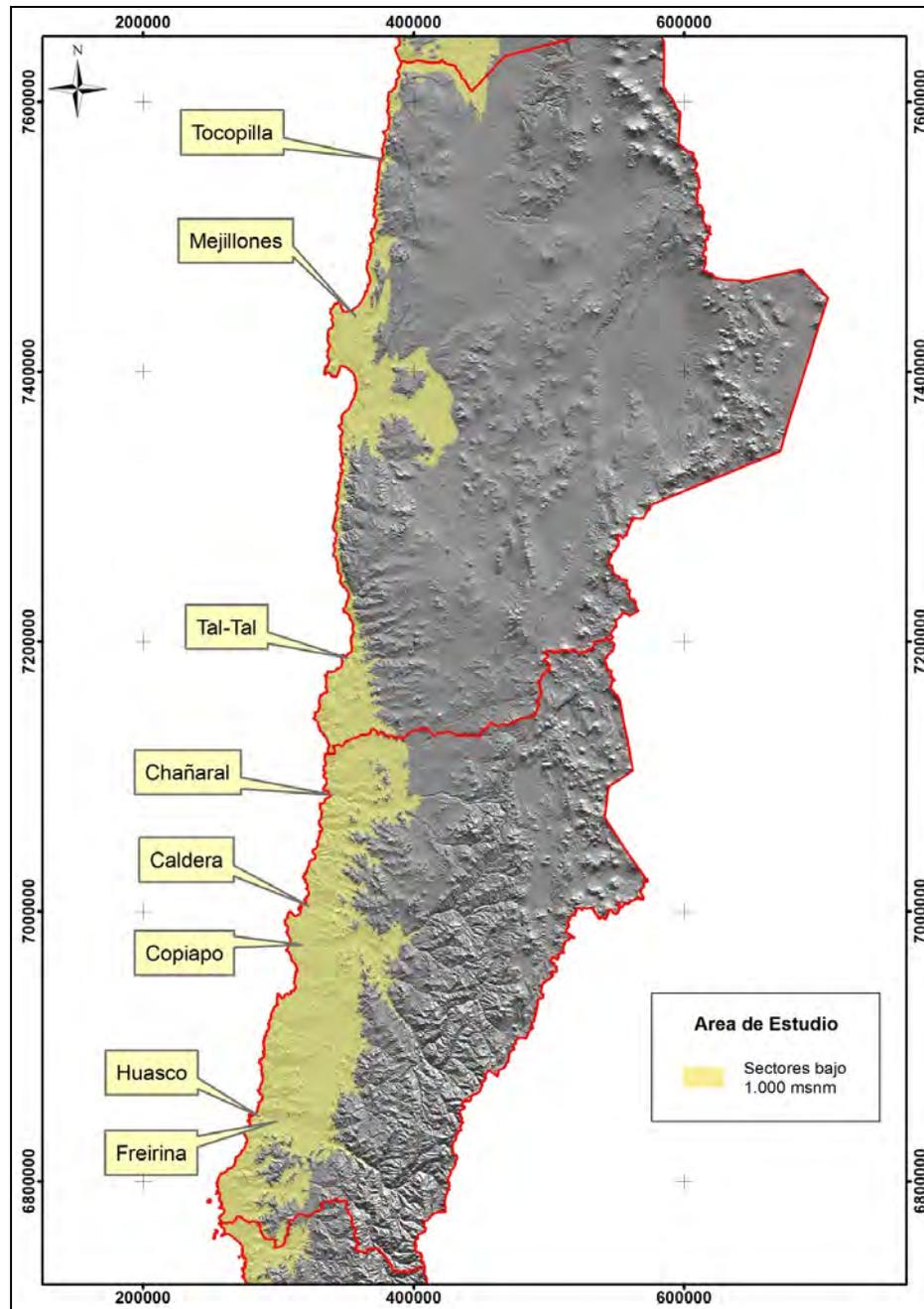


Figura 3. Área de estudio, regiones Antofagasta y Atacama

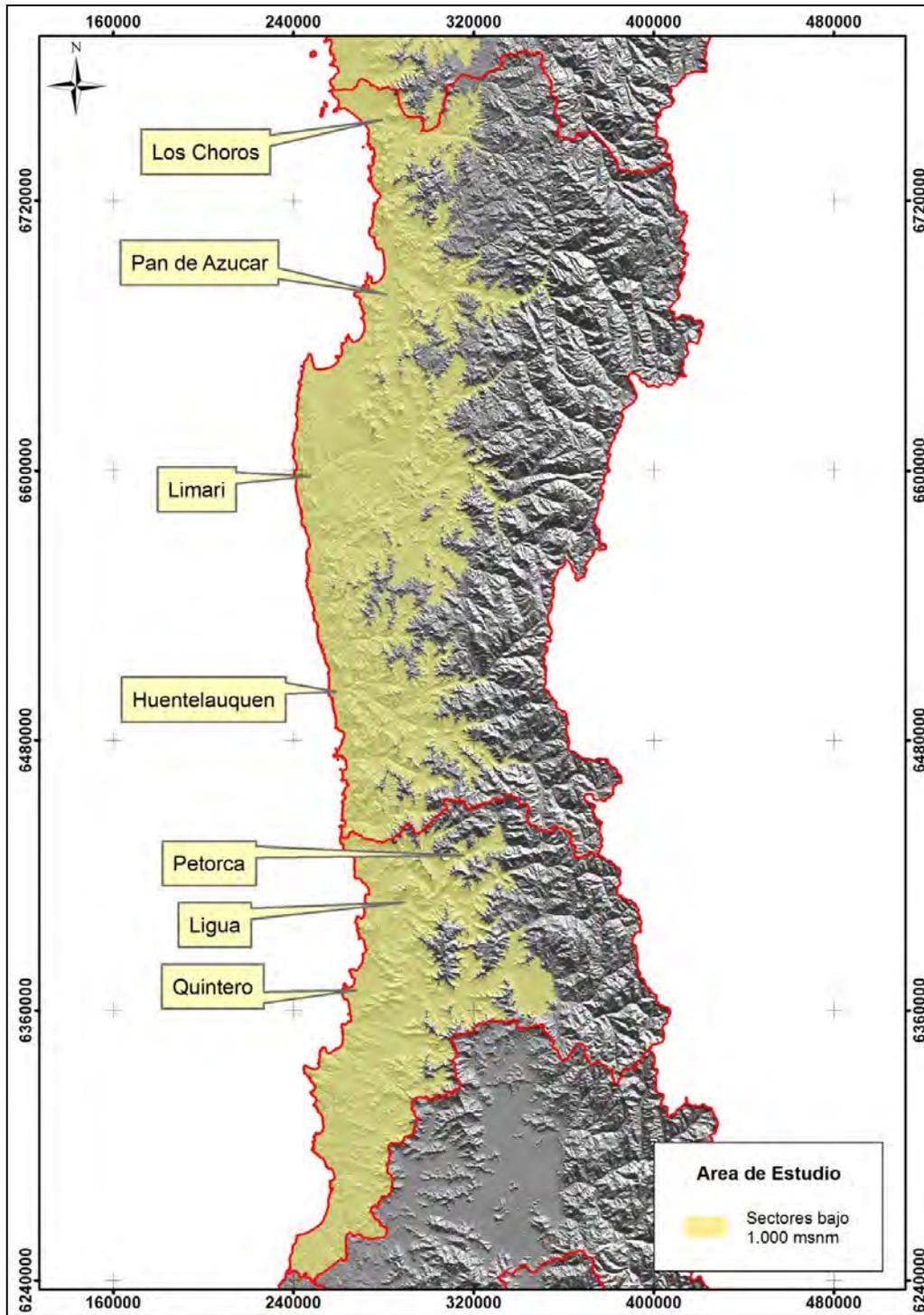


Figura 4. Área de estudio, regiones de Coquimbo y Valparaíso

III.1.B. Análisis Territorial

Se realizó una recopilación de información secundaria de distintas fuentes bibliográficas y un análisis de información geográfica disponible para el área de estudio. A continuación se exponen las temáticas y el procedimiento metodológico seguido.

i) Características Biogeofísicas

1) Altitudes, Geomorfología y Relieve

Una primera aproximación al área de estudio, para efectos de caracterización y evaluación, deriva de la imposición a modo de limitante de una altura máxima de 1.000 m.s.n.m. Esta limitación proviene de lo establecido en las bases técnicas para el presente estudio por parte de la institución mandante. La delimitación mencionada se realizó con un Modelo Digital de Elevación SRTM de la USGS

Para la caracterización y análisis espacializado de la geomorfología se ha construido un modelo representativo en función de las pendientes y variables topográficas, denominado modelo de "geoformas". Este modelo corresponde a una interpretación experta de variables cuantitativas derivadas de modelos digitales de terreno, que permite identificar formas básicas generales tales como terrenos planos (valles), ondulados (lomajes), cerranos y montanos, las cuales tienen la ventaja de ser interpretadas directamente por expertos en el análisis de la influencia topográfica en aspectos ambientales relevantes.

La clasificación de geoformas utilizada en esta oportunidad se ha generado a partir de un modelo digital de elevaciones SRTM de la USGS, versión 2, (GLCF, 2008) el cual posee una resolución espacial original de 90 mts. El resultado de la clasificación por defecto de este DEM fue depurado, utilizando una unidad mínima cartografiada (UMC) de 25 Hectáreas, para efectos de eliminar errores (artefactos) generados en el proceso de modelación. Mediante este proceso se suprimen y/o juntan unidades pequeñas que pudieran complejizar análisis posteriores, conformando unidades con mayor homogeneidad. Cabe mencionar que la resolución del DEM original y la depuración mediante esta UMC es compatible con la escala de trabajo requerida en esta licitación (1:250.000).

2) Hidrología y Cuencas Hidrográficas

También se caracterizó el área de estudio en términos hidrológicos para lo cual se consideraron las zonas hidrogeográficas, ya que este factor determina el tipo de régimen asociado a las zonas de estudio y por lo tanto, el comportamiento de la cuenca. En el caso de Chile, esta presenta características singulares según el sector geográfico donde nos ubiquemos. Esta se relaciona con dos tipos de factores, los climáticos y los geológicos, los que finalmente influyen sobre el tipo de régimen y caudal.

3) Clima

Las características climáticas que presenta Chile, se determina bajo la premisa de distintos factores, principalmente determinados por la latitud, la geomorfología, las corrientes marinas, entre otras. Esto determina las condiciones climáticas para las distintas regiones de Chile, que varían principalmente de norte a sur. El área de estudio, correspondiente a las primeras seis regiones del país, presenta una limitante natural determinada por el clima desértico y mediterráneo, presentando altas temperaturas durante gran parte del año o su totalidad y escasez de precipitaciones las cuales se concentran principalmente en sectores de altura o en un período del año acotado (época invernal). La componente climática se obtuvo del Atlas Bioclimático (Uribe *et al.*, 2012).

a) *Distritos Bioclimáticos*

Para efectos de una caracterización en términos espaciales, de utilidad para el proceso de zonificación agroecológica, se utilizaron los Distritos Bioclimáticos de Uribe *et al.* (2012) los cuales presentan un mayor detalle de las condiciones climáticas en el área de estudio, ya que resumen por zonas, los parámetros Temperatura media anual (T), Temperatura media mínima (Tn), Temperatura media máxima (Tx), Precipitación media (PP), Evapotranspiración potencial de referencia (ETP), Días-grados (DG), Período Seco (PS), Horas frío (HF) y Déficit Hídrico (DH). Los distritos bioclimáticos constituyen información actualizada espacializada a escala de 1:250.000.

4) Suelos

La estructura que presenta cada suelo es el resultado dinámico de variados factores naturales: la textura, materia orgánica, organismos del suelo, profundidad de la napa subterránea y condiciones climáticas, los que determinan los tipos de zonas edáficas. Es por esto que se hace una caracterización de las zonas edáficas en el área de estudio, incluyendo una descripción general de los tipos de suelos de cada zona, los que dependen principalmente de su ubicación geográfica.

5) Vegetación

Las seis regiones político-administrativas analizadas presentan una diversidad de vegetación natural, que varía de oeste a este y de norte a sur. La caracterización en términos vegetacionales se basó en la clasificación de vegetación nativa propuesta por Gajardo (1994).

6) Uso del suelo (landcover)

Para efectos de identificar los usos actuales de la superficie del territorio en el área de estudio, se realizó una actualización de los usos de suelo correspondiente estudio "Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile" de CONAF-CONAMA-BIRF (1999) comúnmente denominado "Catastro de Bosque Nativo". Esto mediante fotointerpretación de imágenes satelitales de alta resolución espacial disponibles, generando con ello información a una escala de mayor detalle que permitiera discriminar de mejor manera los usos del suelo en el territorio. El objetivo en este trabajo derivó de la necesidad de contar con información más precisa para efectos de análisis posteriores relativos a la zonificación agroecológica del área de estudio y las etapas posteriores que están relacionadas a los resultados de este procedimiento. La actualización realizada se enfocó principalmente en las zonas de uso agrícola que corresponden a zonas relevantes para efectos de identificación de aquellas zonas que no son actualmente utilizadas por la agricultura (y que pueden presentar algún nivel de aptitud para el desarrollo de cultivos mediante mayor disponibilidad de agua para riego); y actualización de zonas urbanizadas las cuales constituyen zonas que no presentan aptitud para el desarrollo de la agricultura.

ii) *Áreas protegidas o con importancia para la conservación*

Según Praus *et al.* (2011), existen 32 categorías de área protegida reconocidas legalmente en nuestro país, de las cuales sólo se abordarán aquellas que cuenten con expresión cartográfica y que se encuentren dentro del área de estudio. Las áreas protegidas legalmente constituyen sectores no aptos para el asentamiento de cultivos. Es por esto que se identificaron las áreas protegidas (según diversas figuras de protección vigentes) bajo los 1000 metros de altura, de las regiones contempladas en el presente estudio. La figuras de protección consideradas son: Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado, Santuarios de la Naturales, Bienes Nacionales Protegidos, Reservas

de la Biosfera, Sitios Ramsar, Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad y Síntesis de áreas protegidas.

iii) Características Socioeconómicas y Culturales

En esta ocasión, la información que se presenta, está enfocada en las comunas que coinciden de manera parcial o total con el área de estudio antes definido, pues los datos que existen respecto al Censo de Población y Vivienda y el Censo Nacional Agropecuario y Forestal, considera como nivel inferior a la comuna, por lo tanto la información que se refleja es referente a esa unidad administrativa. No obstante, la información entregada es una buena aproximación para comprender el entorno productivo, económico social y cultural que existe en el área de estudio.

III.1.C. Método para la definición de zonas homogéneas con potencial productivo agrícola

La identificación de zonas con potencial agrícolas corresponde a una adaptación de la metodología de FAO denominada Zonificación Agroecológica (FAO, 1997), la que se basa en la teoría de Evaluación de Tierras (FAO, 1976; Rossiter, 1996). Esta plantea que la aptitud de la tierra para el establecimiento de un uso depende de un conjunto de propiedades de una unidad territorial (zonas homogéneas) conforme sean los requerimientos que el uso en evaluación posee y las limitantes que impone la unidad territorial para su establecimiento adecuado.

La evaluación de la aptitud de la tierra requiere en primer lugar la determinación de un conjunto de criterios indicativos de su aptitud y limitaciones de la unidad territorial a evaluar. El valor de aptitud de cada zona homogénea se determina mediante un modelo de evaluación, correspondiente a un procedimiento que combina el conjunto de variables clasificadas en función de los criterios establecidos. Resultado de este procedimiento se obtiene una primera aproximación de la aptitud del territorio, la cual denominamos aptitud preliminar, para el establecimiento del uso en cuestión, la cual está dada solamente por la características intrínsecas del territorio. Una segunda aproximación se obtendrá tras evaluar los requerimientos del uso en evaluación, en el caso del presente estudio, la evaluación de las características del territorio en función de los requerimientos específicos de las especies agrícolas seleccionadas.

Todo el procedimiento de generación, manipulación, tratamiento y combinación de la cartografía temática digital y de modelos digitales de terreno (MDT) referentes a características del territorio se realizó mediante combinación de diferentes softwares de SIG.

i) Modelo de Evaluación

El procedimiento de evaluación de las variables características del territorio, conducente a la obtención de la aptitud preliminar del área de estudio, se resume en la Figura 5. Los criterios establecidos implican la clasificación de las variables en factores y limitantes, dependiendo de sus características, de modo que un criterio será factor mientras posibilite en alguna medida el establecimiento del cultivo y será limitante cuando lo impida de manera definitiva. Un conjunto de variables en un área pueden presentar características de factor, pero si existe una variable que para la misma área es limitante estricta, en definitiva el área será discriminada. Un mismo criterio puede ser factor y limitante a la vez, dependiendo de los parámetros y rangos identificados relativos a este criterio que posibiliten el establecimiento de los cultivos.

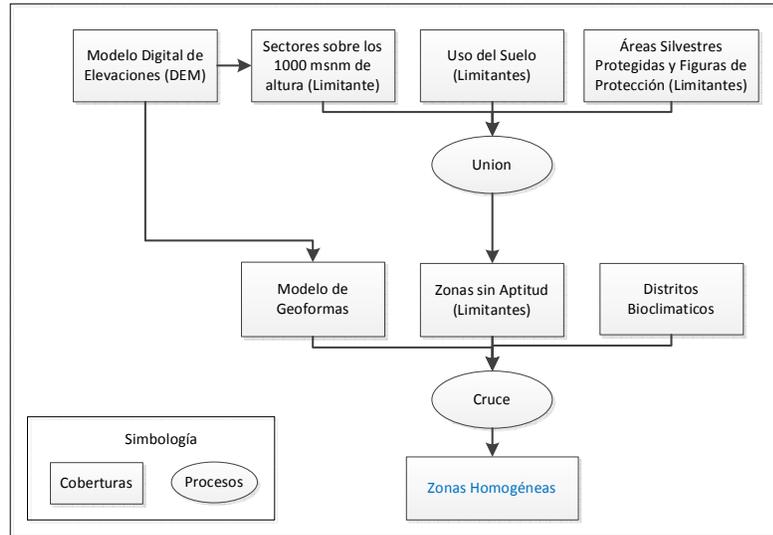


Figura 5. Esquema del modelo de evaluación del territorio para la determinación de zonas homogéneas con potencial agrícola

Como se visualiza en la Figura 5 las variables consideradas para la definición de zonas homogéneas son la geomorfología, distritos bioclimáticos, uso del suelo y áreas silvestres Protegidas (Para mayor información ver Anexo 1). Estas últimas consideradas coberturas "limitantes". En el caso del uso de suelo¹ se seleccionaron en primera instancia aquellas categorías que constituyen una limitante estricta para el establecimiento de los cultivos dado que presentan claramente un impedimento de naturaleza física para el desarrollo de la agricultura. El Cuadro 1 se observan las categorías consideradas limitantes.

Se destaca que, conforme al objetivo principal de la licitación correspondiente a la identificación de las 100 mil mejores hectáreas de nuevo riego, el desarrollo del estudio se ha focalizado en aquellas zonas que corresponden a terrenos actualmente sin uso agrícola, con la finalidad de identificar zonas con potencial agrícola de expansión conforme al supuesto de disponibilidad hídrica para riego a partir de la construcción de la "carretera hídrica".

Respecto a las áreas protegidas o con importancia para la conservación de la biodiversidad, se consideraron limitantes los sectores correspondientes al SNASPE (Monumentos Naturales, Parques y Reservas Nacionales), Santuarios de la Naturaleza, Bienes nacionales protegidos, reservas de la biosfera y Sitios Ramsar.

¹ La cobertura de uso de suelo utilizada corresponde a una actualización a mayor escala de la cobertura de catastro de bosque nativo específicamente las categorías de terrenos agrícolas y zonas urbanas (Para mayor información revise el Anexo 1. Análisis Territorial)

Cuadro 1. Usos del Suelo limitantes para el desarrollo de agricultura

Categoría de Uso	Uso específico
Terrenos Agrícolas	Terrenos Agrícolas
Áreas sin vegetación	Afloramientos Rocosos
	Áreas Sobre Limite Vegetación
	Cajas de Ríos
	Derrumbes Sin Vegetación
	Playas y Dunas
	Salares
Áreas Urbanas e Industriales	Áreas Urbanas
	Minería Industrial
Bosques	B.Nat. Achaparrado Abierto
	B.Nat. Achaparrado Denso
	B.Nat. Achaparrado Semidenso
	B.Nat. Adulto-Renoval Denso
	B.Nat. Adulto-Renoval Semidenso
	B.Nat- Exóticas Asilves. Abierto
	B.Nativo- Plantación Abierto
	B.Nativo- Plantación Semidenso
	Bosque Nativo Adulto Abierto
	Bosque Nativo Adulto Denso
	Bosque Nativo Adulto Semidenso
	Bosques Achaparrados
	Bosques Exóticas Asilvestradas
	Planta. Joven-Recién Cosechada
	Plantación forestal
	Renoval Abierto
	Renoval Abierto
	Renoval Denso
Renoval Semidenso	
Cuerpos de agua	Humedales
	Lago-Laguna-Embalse-Tranque
Nieves y glaciares	Nieves

La geomorfología y distritos bioclimáticos son considerados “factores”. La utilización de la geomorfología como factor determinante de la aptitud deriva de que esta variable corresponde al factor ecológico con mayor influencia en la modificación de las propiedades ambientales de un área geográfica, tales como el clima, el suelo y consecuentemente la aptitud agrícola.

Respecto a la geomorfología, se considera que los terrenos planos poseen mayor aptitud para establecimiento de cultivos, seguidos por terrenos ondulados y finalmente terrenos considerados cerros (altas pendientes) (Cuadro 2). Las zonas catalogadas como cerros no se consideran *a priori* una limitante estricta dada la escala de modelación. De todos modos, corresponden a zonas que poseen una menor prioridad o aptitud, de utilidad al momento de seleccionar las mejores hectáreas para el establecimiento de cultivos.

Cuadro 2. Categorías y codificación de clases de geoformas

Tipo de Geoformas	Aptitud	Codificación
Zonas Planas	Alta	1000
Zonas Onduladas	Media	2000
Zonas de Cerros	Baja	3000

En este proceso no se han discriminado distritos bioclimáticos particulares a modo de limitantes, más bien constituyen información que caracteriza en términos climáticos las zonas identificadas en la zonificación.

Finalmente las zonas homogéneas, se redefinieron ajustando sus límites a la delimitación hidrológica natural, basada en la cobertura de subsubcuencas de la Dirección General de Aguas (DGA) y modelos digitales de elevación y topografía. Este proceso permite fraccionar zonas homogéneas de amplia distribución espacial, permitiendo su posterior análisis de aptitud. Adicionalmente, se realizó un proceso de depuración con el fin de descartar áreas con baja aptitud no identificadas, por escala de levantamiento de información, en la cobertura de uso de suelo como playas, dunas y lechos de ríos.

La Zonas homogéneas, obtenidas en esta etapa, corresponde a la cobertura que se utilizará como base para el desarrollo de las etapas siguientes de este estudio correspondientes a la evaluación de la aptitud agrícola del territorio; en la cual se obtendrá la estructura de cultivos (combinación de cultivos por zonas homogéneas) para la estimación de la demanda hídrica de los cultivos.

III.2. Etapa 2: Evaluación de aptitud agrícola

La segunda etapa aborda la evaluación de aptitud agrícola, a continuación se expone la metodología utilizada para la elaboración del estudio de mercado y la evaluación de la aptitud hídrica. El estudio de mercado permite seleccionar los cultivos más rentables por región, esta información corresponde a la base para la generación de estudios de rentabilidad y la selección de la estructura de cultivos en las zonas homogéneas. Finalmente, se expone el método e información base utilizada para zonificar según los requerimientos climáticos de las especies agrícolas.

III.2.A. Estudio general de mercados

El estudio de mercado se compone de dos secciones el primero comprende un estudio de las localidades costeras de interés, es decir, en Lluta, Azapa, Chaca, Camarones, Chucumata, Tocopilla, Mejillones, Taltal, Chañaral, Caldera, Copiapó, Huasco, Freirina, Pan de Azúcar, Los Choros, Huentelauquén, Limarí (Terrazas costeras), Quilimarí, Ligua, Petorca, Quintero. La segunda sección

corresponde al estudio de mercado de nueve especies agrícolas las cuales podrían ser incluidas en la matriz regional o aumentar su área de cultivo, gracias a su adaptación y a la condiciones del mercado.

En primer lugar se realizó una descripción de la situación actual regional, en cuanto a especies producidas y su relevancia a nivel económico, y ventajas y desventajas naturales. Posteriormente se abordan en detalle las localidades de interés, dando cuenta de productores, especies cultivadas y condiciones naturales relevantes.

Las especies evaluadas corresponden a cuatro frutales (Naranja, limones, palto y olivo), cuatro hortalizas (alcachofa, lechuga, papa y tomate) y flores de corte (lilium y clavel). Estas especies cumplen dos condiciones, la presencia en localidades de interés, asegurando adaptabilidad edafoclimática y cultural, y ser industrias en expansión.

El estudio de mercado se realiza por especie e incluye un contexto internacional, exponiendo toneladas transadas y países productores, contexto nacional, demandas actuales y futuras, importaciones y exportaciones, mercado interno, oferta actual y futura, estructura de precios, análisis estratégico de la industria y conclusiones.

III.2.B. Metodología de evaluación de aptitud agrícola

La evaluación de la aptitud agrícola del territorio corresponde a la identificación de las zonas con mayor aptitud en el territorio para el establecimiento de cada cultivo seleccionado. Para llevar a cabo esta zonificación, en primer lugar fue generado y recopilado un conjunto de datos (modelos digitales de terreno y cartografía digital) representativos de la distribución continua en el espacio geográfico en estudio, de las variables físicas identificadas en el estudio y de los requerimientos ecológicos de los cultivos seleccionados.

Posteriormente se elaboró un modelo de evaluación, el cual corresponde a un procedimiento ordenado para efectuar el cruce de variables climáticas (modelos digitales de terreno) conducente a la obtención de zonas con mayor aptitud para el establecimiento de cada cultivo. Los mapas de aptitud de cada cultivo (Diferenciación en tres categorías: óptimo, adaptable y excluyente) fueron cruzados entre ellos para la obtención de sectores homogéneos con aptitud para el desarrollo de un "*grupo de cultivos*" de manera óptima (Figura 6).

El mapa de aptitud de cultivos se cruzó con la zonificación agroecológica (Zonas homogéneas, resultado de la etapa 1), con el objetivo de identificar para cada zona homogénea los grupos de cultivos que presenta mayor aptitud de desarrollo (subzonas). Finalmente, se aplica un filtro de cultivos en base a las condiciones geomorfológicas del terreno, con lo cual se acota el grupo de cultivos aptos en cada una de las subzonas (Figura 6). El resultado de este procedimiento constituyó la base para la determinación de la estructura de cultivo, correspondiente a la primera actividad de la Etapa 3 del presente estudio.

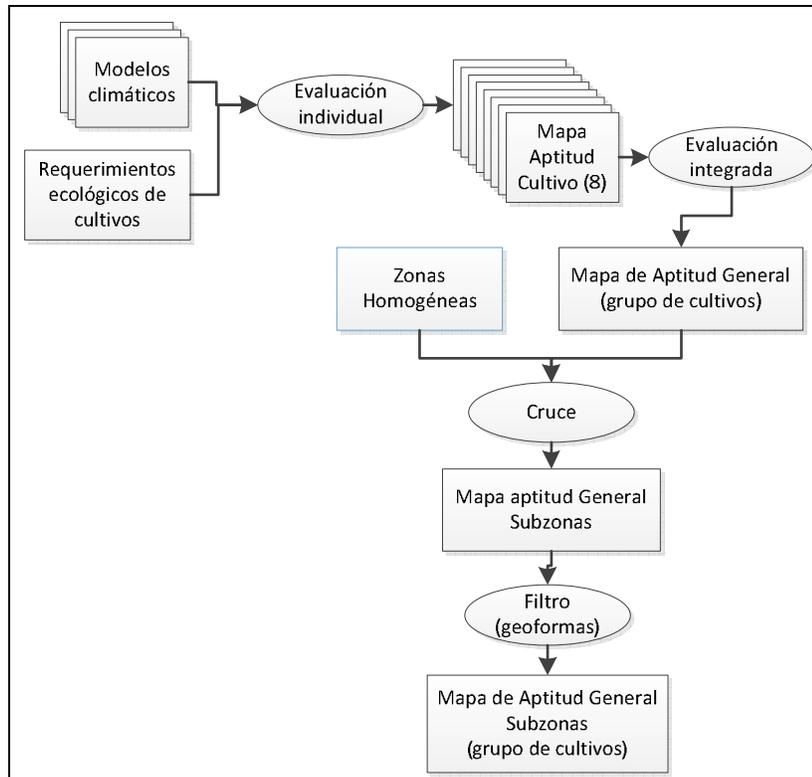


Figura 6. Esquema del modelo de evaluación de la aptitud agrícola del territorio

i) Requerimientos edafoclimáticos de los cultivos

Con la finalidad de zonificar y generar los escenarios de cultivo en las zonas homogéneas es que se requirió la caracterización de requerimientos edafoclimáticos de los cultivos seleccionados. Para ello se definieron las variables críticas las cuales condicionan la localización de los cultivos en el territorio. Estas son Temperatura mínima de crecimiento (°C), Temperatura de Estrés térmico, Temperatura crítica o daño por helada, Días Grados y Horas frío (variables definidas en la siguiente sección).

A continuación se expone la matriz climática en la cual se observan los rangos climáticos de adaptabilidad del cultivo (Cuadro 3). Estos rangos corresponden a rangos de las variables de caracterización en los cuales el cultivo puede establecerse sin problemas (óptimo), los rangos excluyentes y los rangos adaptables. La información expuesta en la matriz climática corresponde a la información base junto a las zonas homogéneas para la evaluación de aptitud agrícola de los cultivos.

Cuadro 3. Matriz de requerimientos climáticos de los cultivos

Cultivo	Adaptación	T° mín. de crecimiento	T° Estrés térmico	T° Crítica por helada	Horas frío	Días Grado
Olivo	Excluyente	<10	>25	<5.5	<100	<1350
	Óptimo	>10	<25	>5.5	>100	>1500
	Adaptable	-	-	-	-	1350-1500
Lechuga	Excluyente	<8	>25	<5	NR	<400

Cultivo	Adaptación	T° mín. de crecimiento	T° Estrés térmico	T° Crítica por helada	Horas frío	Días Grado
	Óptimo	>8	<25	>5	NR	>400
	Adaptable	-	-	-	-	-
Palto	Excluyente	<10	>32	<5.5	NR	<1350
	Óptimo	>10	<32	>5.5	NR	>1500
	Adaptable	-	-	-	-	1350-1500
Cítricos	Excluyente	<6*	>30	<5.5	NR	<1250
	Óptimo	>6	<30	>5.5	NR	>1500
	Adaptable	-	-	-	-	1250-1500
Papa	Excluyente	<7	>27	<5	<300	<700
	Óptimo	>7	<27	>5	>300	>900
	Adaptable	-	-	-	-	700-900
Alcachofa	Excluyente	<7	>22	<5	<200	<750
	Óptimo	>7	<22	>5	>200	>950
	Adaptable	-	-	-	-	750-950
Flores	Excluyente	<7	>27	<5.5	NR	<750
	Óptimo	>7	<27	>5.5	NR	>950
	Adaptable	-	-	-	-	750-950
Tomate	Excluyente	<10	>27	<5.5	NR	<650
	Óptimo	>10	<27	>5.5	NR	>850
	Adaptable	-	-	-	-	650-850

Adicionalmente se exponen los rangos y características del suelo para el asentamiento de los cultivos. Esta información no es considerada en el proceso de zonificación ni en la evaluación de aptitud agrícola debido a que no se cuenta con información detallada de profundidad y textura y a que se plantea que las nuevas áreas a cultivar contarán con un nivel de tecnificación que permite desestimar la calidad del suelo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Matriz de características edáficas adecuadas por cultivo

Cultivo	Profundidad (cms)		Textura		pH		Drenaje		Pedregosidad		Pendiente	
	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.
Palto	>120	>75	Franca	Franca y gruesas	6,5 - 8,0	4,7 - 9,6	MB	MB - I	NP - P	NP - P	S	S - I
Tomate	>60	>40	Franca	Fina - franca - gruesa	5,5 - 7,0	4,5 - 8,2	MB - I	MB - P	NP - P	NP - P	S	S - I
Olivo	>75	>55	Franca - Gruesa	Fina - franca - gruesa - muy gruesa	6,0 - 8,0	4,9 - 9,9	MB - I	MB - I	NP - P	NP - MP	S - I	S - MI
Limonero	>90	45	Franca y gruesas	Limitación leve con finas y muy gruesas	6,3 - 7,5	4,5 - 8,8	MB - I	MB - I	NP - P	NP - P	S	S - I

Cultivo	Profundidad (cms)		Textura		pH		Drenaje		Pedregosidad		Pendiente	
	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.	Opt.	Tol.
Naranja	>100	>50	Franca y gruesas	Limitación leve con finas y muy gruesas	6,2 - 7,5	4 - 8,6	MB - I	MB - I	NP - P	NP - P	S	S - I
Lechuga	>50	>40	Fina a Franca	Muy fina - fina - franca - gruesa	6,0 - 7,0	5,5 - 8,4	MB - I	P	NP - P	NP - P	S	S - I
Papa	>60	>40	Franca	Fina - franca - gruesa	5,0 - 6,5	4,5 - 8,4	MB - I	MB - I	NP	NP - P	S	S - I
Alcachofa		>40	Franca	Fina - franca - gruesa	6,2 - 7,0	5,0 - 8,8	MB - I	MB - I	NP	NP - P	S	S - I
Clavel	>60	>25	Franca	Franco - Fino	5,6 - 6,5	5,6 - 8,4	MB - I	MB - I	NP	NP	S	S

Drenaje: Moderadamente bien drenado (MB): sin nivel freático. Bajo los 90 cm. agua por tiempo prolongado / Imperfecto (I): nivel freático a 110 cm. Bajo los 60 cm. agua por tiempo prolongado / Pobre (P): nivel freático a 50 cm. Bajo los 30 cm. / Muy pobre (MP): nivel freático a 25 cm. Todo el perfil con agua por tiempo prolongado

Pendiente: Suave (S): 3 a 6% en suelos no erosionables y 2 a 5% en suelos erosionables. / Inclínada (I): 7 a 10% y 6 a 10% respectivamente. / Muy inclinada (MI): 11 a 20% en los dos tipos de suelo. / Fuertemente inclinada (FI): 21 a 30% de pendiente.

Pedregosidad: No pedregoso (NP): menos de 15% de gravas o piedras en volumen. / Pedregoso (P): entre 15 y 35% de gravas o piedras en volumen. Limita cultivos escardados o regados por surcos. Capacidades de Uso III y IV. / Muy pedregosos (MP): entre 35 y 60% de gravas o piedras. Serías limitaciones, casi no puede regarse por surco. Capacidad de Uso IV y VI. / Extremadamente pedregosos (EP): más de 60% de gravas o piedras en volumen. No se puede usar maquinaria. Capacidad de Uso VII y VIII.

ii) Descripción de variables climáticas utilizadas para la evaluación agrícola

Tal como se explicita en el Cuadro 3, las variables climáticas planteadas para la identificación de las zonas con mayor aptitud para los cultivos, corresponden a Temperatura Mínima de Crecimiento, Estrés Térmico, Temperatura Crítica de Daño por Heladas, Días Grado y Horas Frío. Estas se definen a continuación.

1) Temperatura mínima de crecimiento y de estrés térmico

La temperatura mínima de crecimiento corresponde a la menor temperatura que tolera una especie para su crecimiento y desarrollo productivo adecuado. El estrés térmico en cambio, corresponde a la temperatura máxima bajo la cual el cultivo puede crecer y producir sin someterse a un proceso de estrés fisiológico por altas temperaturas.

Para la evaluación de estas variables se utilizaron bases de datos climáticos disponibles², correspondientes a Modelos Digitales de Terreno (MDT) representativos de la distribución continua en el espacio geográfico de las Temperaturas medias mensuales, Temperaturas máximas medias mensuales y Temperaturas mínimas medias mensuales, disponibles para todos los meses del año. La Figura 7 muestra las temperaturas máximas, mínimas y medias para los meses de Enero, y la Figura 8 las temperaturas máximas, mínimas y medias para los meses Julio; que se encuentran bajo la cota de los 1.000 m.s.n.m.

La delimitación de la temperatura mínima de crecimiento se realizó en función de los modelos de temperaturas medias mensuales. El criterio utilizado correspondió a la exclusión de todos aquellos

² Se refiere a modelos climáticos correspondientes al proyecto "Atlas Bioclimático de Chile (2012)"

sectores que presentan tres o más meses continuos de temperaturas medias por debajo de la temperatura mínima de crecimiento derivada del estudio de requerimientos ecológicos de los cultivos. El Cuadro 5 contiene la temperatura mínima de crecimiento para los cultivos en estudio.

Cuadro 5. Temperatura mínima de crecimiento para cada cultivo en estudio

Variable	Olivo	Lechuga	Palto	Cítricos	Papa	Alcachofa	Flores	Tomate
T° mín. de crecimiento	10°	8°	10°	6°*	7°	7°	7°	10°

* En el caso de los cítricos se evaluó la temperatura mínima de crecimiento con el modelo de temperaturas mínimas medias mensuales

La delimitación de la temperatura de estrés térmico se realizó en función de los modelos de temperaturas medias mensuales. El criterio utilizado correspondió a la exclusión de todos aquellos sectores que presenten un mes en el año con temperaturas medias superiores a la temperatura de estrés térmico derivada del estudio de requerimientos ecológicos de los cultivos. El Cuadro 6 contiene la temperatura de estrés térmico para los cultivos en estudio.

Cuadro 6. Temperatura de estrés térmico para cada cultivo en estudio.

Variable	Olivo	Lechuga	Palto	Cítricos	Papa	Alcachofa	Flores	Tomate
T° estrés térmico	25°	25°	32°	30°	27°	22°	27°	27°

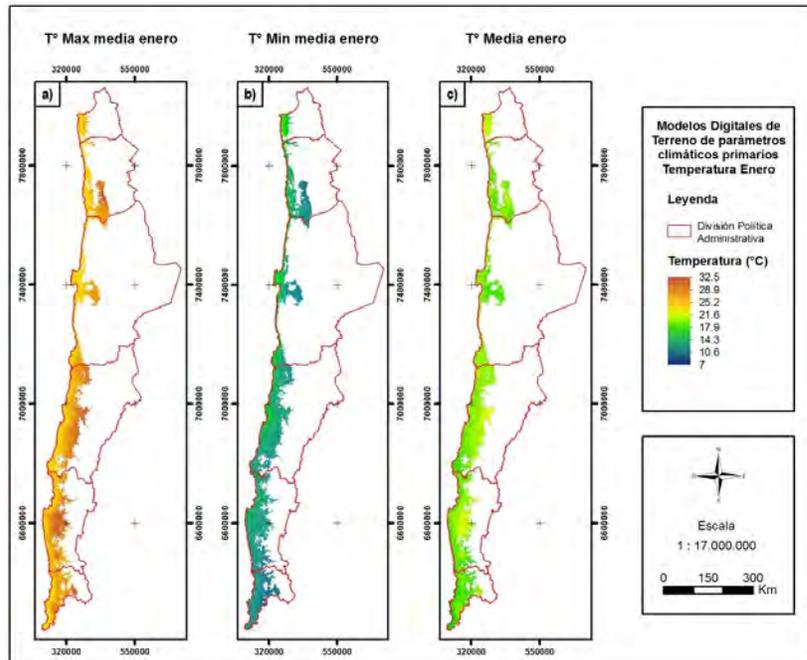


Figura 7. Visualización de modelos climáticos de temperatura bajo la cota 1.000 m.s.n.m. (a) Temperatura Máxima Media Mes de Enero, (b) Temperatura Mínima Media Mes de Enero, (c). Temperatura Media Mes de Enero

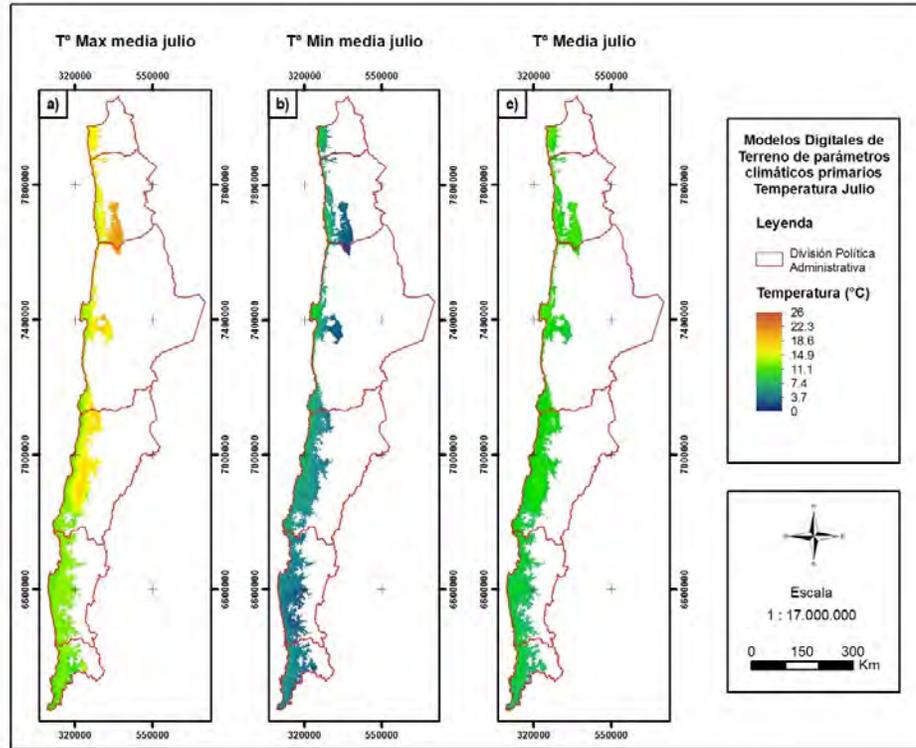


Figura 8. Visualización de modelos climáticos de temperatura bajo la cota 1.000 m.s.n.m. (a) Temperatura Máxima Media Mes de Julio, (b) Temperatura Mínima Media Mes de Julio, (c) Temperatura Media Mes de Julio.

2) Temperatura crítica de daño por heladas

La temperatura crítica de daño por heladas corresponde a la mínima temperatura que puede tolerar un cultivo, pudiendo provocarse un daño por helada al enfrentarse a temperaturas inferiores.

Para la evaluación de esta variable se utilizó el modelo de temperaturas mínimas medias mensuales antes mencionado. El criterio utilizado para su evaluación correspondió a la identificación de sectores que presentan riesgo de heladas, de manera que de existir un mes en que la temperatura mínima media se encuentre bajo la temperatura establecida, el cultivo no se puede desarrollar, ya que se considera que existe una alta probabilidad de que ocurran una o más heladas. La temperatura establecida como umbral de riesgo de heladas para cada cultivo se resume en el Cuadro 7. La Figura 9 contiene la expresión espacial de la clasificación del modelo de temperaturas mínimas medias en función de los rangos establecidos para los cultivos.

Cuadro 7. Temperatura crítica por helada para cada cultivo.

Variable	Olivo	Lechuga	Palto	Cítricos	Papa	Alcachofa	Flores	Tomate
T° crítica por helada	5,5	5	5,5	5,5	5	5	5,5	5,5

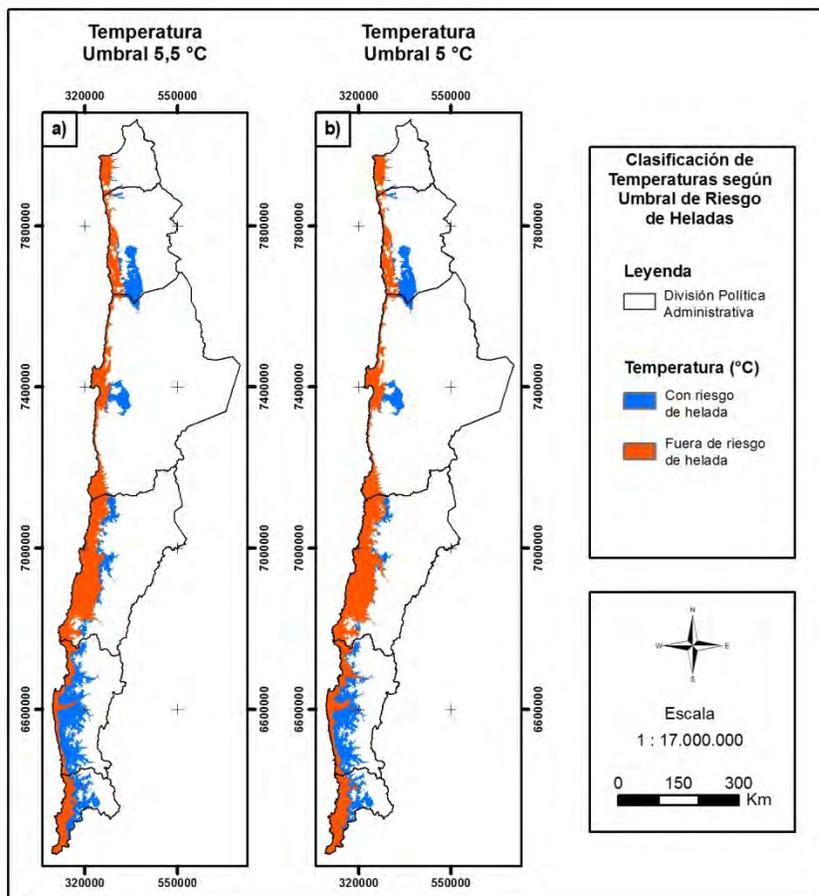


Figura 9. Clasificación de Temperaturas según Umbral de Riesgo de Heladas (a) 5,5°C para frutales y (b) 5°C para Hortalizas

3) Días Grado y Horas Frío

Los Días Grado corresponden a la acumulación de calor que dispone la energía necesaria para el desarrollo de un cultivo en particular. Para esto se determina la temperatura a partir de la cual se beneficia el desarrollo de una especie, acumulando el excedente con respecto a la temperatura observada. Las Horas Frío, corresponden a la cantidad de horas que debe pasar una especie, a temperaturas iguales o inferiores a un determinado umbral, para su desarrollo y producción adecuados.

Los Días Grado (base 10) y Horas Frío fueron generados a partir de los modelos digitales de temperaturas antes mencionados, mediante algoritmos y fórmulas acondicionadas a la realidad climática en el área de estudio. Para el cálculo de los Días Grado para un mes en particular se utilizó como dato de temperatura observada los valores de temperatura media mensual del MDT correspondiente. Una vez obtenidos los Días Grado mensuales, se calcularon los Días Grado para el periodo de crecimiento estándar de cultivos mediante la sumatoria de los Días Grado mensuales entre los meses septiembre y marzo. En el caso de las Horas Frío, se utilizaron los modelos de temperatura mínima media. Este cálculo se realizó a través de la suma de horas frío entre los meses de mayo y agosto.

La Figura 10 contiene la expresión espacial de los modelos de Días Grado y Horas Frío para el rango de meses establecido.

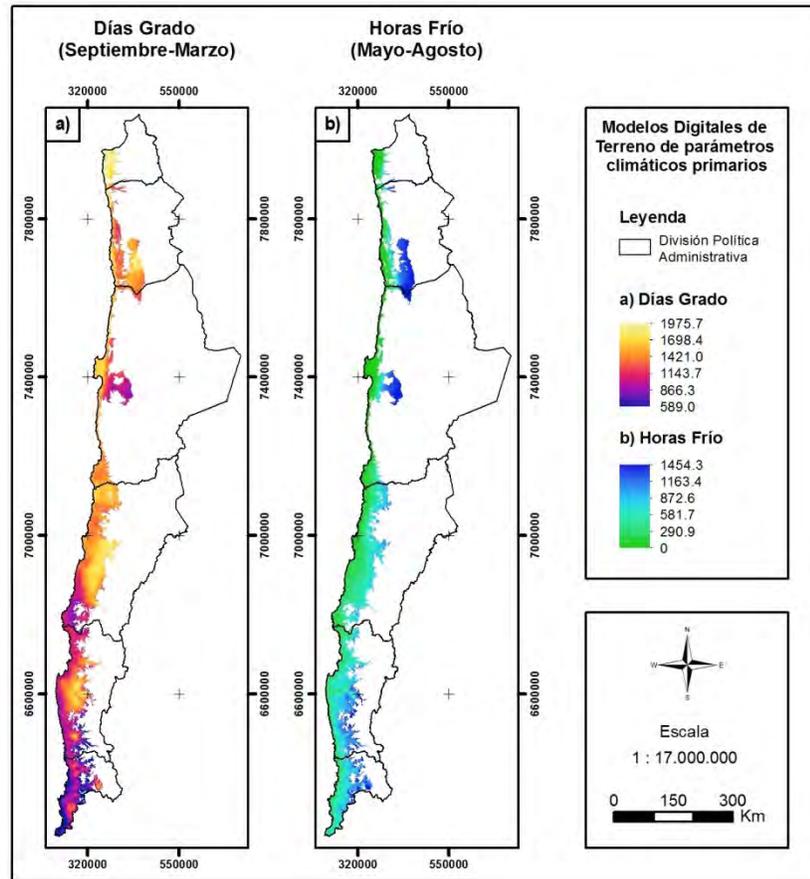


Figura 10. Visualización de modelos climáticos de parámetros climáticos derivados. (a) Días Grado, (b) Horas Frío

iii) Modelo para la evaluación de la aptitud agrícola

1) Evaluación individual (por cultivos)

La evaluación de la aptitud agrícola en el territorio, es consecuencia de la evaluación de las características climáticas en función de los requerimientos climáticos de los cultivos. Las características climáticas del territorio corresponden a un conjunto de variables representativas de la distribución espacial del fenómeno en el espacio geográfico, las cuales se deben evaluar en su conjunto para la identificación de zonas con mayor aptitud para un cultivo en particular.

En el presente estudio, para la evaluación de la aptitud del territorio se han establecido cinco variables climáticas determinantes. Cada una de estas variables establece en forma independiente una priorización o jerarquía en cuanto a la aptitud para el establecimiento del cultivo, conforme son los rangos de sus parámetros establecidos mediante el estudio de los requerimientos ecológicos de las especies. De esta manera, con la evaluación de cada variable por separado se obtiene una aproximación parcial respecto de la aptitud del terreno para un cultivo determinado. La aptitud agrícola final para un cultivo resulta de la evaluación conjunta o integración de todas estas aproximaciones.

Analizando la matriz de requerimientos climáticos (Cuadro 3) de las especies, se advierte que solo los Días Grado establecen 3 grados o niveles de aptitud (excluyente, adaptable y óptimo); el resto de las variables solo establece niveles excluyentes u óptimos. Esto implica que solo los Días Grado establecen una diferencia en cuanto al nivel de aptitud del territorio, mientras que el resto de variables en rigor sólo excluyen sectores.

Para el procedimiento de integración de aproximaciones parciales fue utilizado como criterio rector el concepto de "Factor Limitante", el cual implica la eliminación de todos aquellos sectores donde al menos una de las variables climáticas utilizadas tiene características limitantes (excluyentes) para el establecimiento del cultivo. Así mismo, si al menos una característica posee características de aptitud "adaptable" y el resto de variables califica como "óptimo" el sector en cuestión, implica que finalmente el sector es solamente adaptable.

2) Evaluación integrada (para el conjunto cultivos)

De igual manera que para la evaluación de la aptitud del territorio para un cultivo en particular, la evaluación de la aptitud agrícola final del territorio se obtiene mediante la integración de los resultados obtenidos para cada cultivo. En esta integración se ha utilizado como criterio la priorización de aquellos cultivos que en un sector se pueden establecer de manera "óptima" por sobre aquellos que solo tienen aptitud "adaptable". Así mismo, en sectores que hayan sido catalogados como excluyentes para un cultivo en particular y para otros como adaptable u óptimo, estos últimos pasan a formar parte de la zonificación como sectores con aptitud o potencial para el establecimiento de estos cultivos. Los sectores que para todos los cultivos son considerados excluyentes serán finalmente discriminados para efectos evaluaciones posteriores.

3) Determinación de subzonas de cultivos

El resultado de la evaluación integrada de cultivos es finalmente cruzado con el mapa de zonificación agroecológica (zonas homogéneas) obtenido en la primera etapa del presente estudio. Como resultado de este cruce se ha obtenido una delimitación de mayor detalle la cual hemos denominado "subzonas", las cuales corresponden a sectores al interior de una zona agroecológica homogénea que presentan un grupo de cultivos similar en términos de su aptitud.

Al respecto es relevante observar que todas las subzonas pertenecientes a una zona homogénea presentan las mismas características de ésta, en especial las características climáticas procedentes de los distritos bioclimáticos tales como los datos mensuales de evapotranspiración potencial y de precipitaciones. Esta información es de gran utilidad e importancia para efectos del cálculo de la demanda hídrica potencial de los cultivos.

Otra finalidad de este cruce de información es identificar aquellos sectores del territorio que presentan aptitud para el establecimiento de ciertos cultivos, pero que presentan restricciones relacionadas a las características geomorfológicas y relativas al uso del suelo, lo cual será de utilidad *a posteriori* para la identificación de las 100 mil mejores hectáreas de superficie de nuevo riego, entre otras variables a considerar. Finalmente, y con el fin de acotar los grupos de cultivos en las subzonas, es que se realizó un filtro de especies basado en la factibilidad geomorfológica de introducción de las especies. Por lo tanto, en subzonas con geomorfología cerrana se consideran en el grupo de cultivo sólo a frutales (olivo, palto o cítricos) descartando las hortalizas; en las subzonas

con geomorfología ondulada se mantienen los frutales y se descartan del grupo de cultivo las siguientes hortalizas: lechuga, papa y alcachofa; y en las subzonas con geomorfología plana se mantiene el grupo de cultivo ya definido, debido a que esta configuración geomorfológica no presenta limitaciones para ninguno de los cultivos en evaluación (Cuadro 8).

Cuadro 8. Regla de decisión utilizada para acotar el grupo de cultivo en base a geoformas

Geoformas	Cultivos adecuados	Cultivos inadecuados
Plano	Todos los cultivos pueden ser introducidos	Ninguno
Ondulado	Frutales, flores y tomate	Papa, alcachofa y lechuga
Cerro	Frutales	Hortalizas

Se debe recordar que la zonificación agroecológica contiene ya las restricciones por concepto de uso del suelo que presentan limitantes físicas importantes para el desarrollo de la agricultura tales como la eliminación de zonas urbanas, salares, áreas silvestres protegidas. Adicionalmente y debido a que el objetivo principal de este estudio corresponde a la estimación de la demanda hídrica potencial para sectores de *nuevo riego*, es que se han eliminado del análisis todos aquellos sectores correspondientes a terrenos con uso agrícola actual, con el objetivo de focalizar la identificación y estudio de nuevos sectores con potencial agrícola de expansión, bajo el supuesto de mayor disponibilidad hídrica derivada de la construcción de la "carretera hídrica".

III.3. Etapa 3: Generación de escenarios para el uso de la tierra y cálculo de la demanda hídrica potencial

III.3.A. Mecanismo de selección de cultivo en subzonas

La definición de la estructura de cultivos corresponde a la determinación de la combinación óptima de cultivos en cada Subzona. Se recuerda que, fruto de la etapa 2, se tiene un grupo de cultivos con aptitud óptima en cada Subzona del área de estudio, derivada del análisis físico del territorio realizado. De este grupo de cultivos, es preciso escoger idealmente sólo un cultivo por subzona, para efectos de los análisis posteriores correspondientes a la estimación de la demanda hídrica y de rentabilidad de los cultivos.

La selección de los cultivos para cada subzona puede establecerse en función de múltiples criterios, cada uno de los cuales puede dar origen a una selección de cultivos diferente dependiendo del enfoque que sea aplicado. En esta ocasión, en consideración del objetivo del presente estudio que es identificar los mejores sectores, se ha decidido utilizar criterios relacionados a aspectos de productividad agrícola y la rentabilidad económica, que justifiquen la inversión que puede significar llevar agua de riego hasta estos sectores a partir de la "carretera hídrica". Debido a que los criterios económicos para la selección de cultivos son también diversos, se ha utilizado el indicador económico del Valor Actualizado Neto (VAN).

El VAN corresponde a un indicador económico que evalúa un proyecto o evento considerando los flujos de caja futuros producto de este proyecto o evento. Estos flujos de cajas se evalúan en tiempo

actual comparándolo con la inversión en la cual se incurre con el proyecto o evento. El valor resultado nos indica si el proyecto evaluado genera pérdidas o ganancias en un tiempo y tasa de descuento determinado. En este contexto la configuración de cultivos determinada por el Valor Actual Neto comprende una combinación o estructura de cultivos que entregan ganancias a los agricultores y por ende a la economía local.

La selección de los cultivos se realiza en base a un modelo de optimización lineal, el cual se alimenta de información de fichas técnicas de cada cultivo y el estudio de mercado. En las fichas técnicas se explicitan los costos de la actividad agrícola asociada a cada cultivo, especificando costos de labores, maquinaria e insumos. Estas fichas se elaboraron y validaron en 3 zonas representativas del área de estudio. Finalmente, el modelo de optimización lineal utilizado se sustenta en supuestos económicos por cultivos y fichas técnicas, necesarios para la generación de flujos de caja.

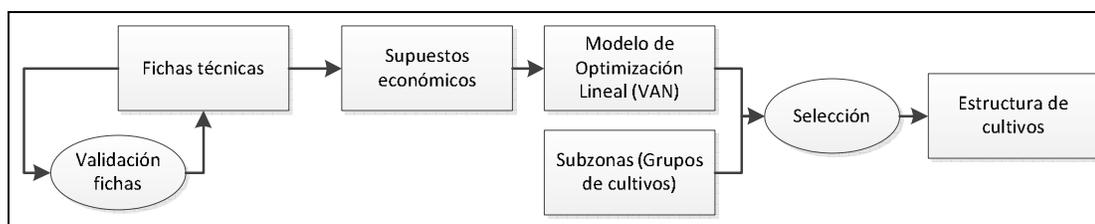


Figura 11. Diagrama selección estructura de cultivos

De esta manera, en función del modelo de optimización lineal, se seleccionaron los mejores cultivos a desarrollar en el territorio (entre el grupo de cultivos óptimos identificados para una Subzona, etapa 2) en consideración de la superficie a cultivar (área de la Subzona) y los criterios de rentabilidad económica implícitos en el modelo de optimización. En el Anexo 2 se expone las funciones de optimización, supuestos y restricciones que conforman el modelo de optimización lineal.

III.3.B. Definición de metodología para la estimación de la demanda hídrica

Para realizar la estimación de la demanda hídrica, se requiere haber definido a priori las subzonas (etapa 2) y la estructura de cultivos que se asignará a cada una de estas zonas. El cálculo de la demanda hídrica se realizará en todo el área de estudio, sin embargo, el análisis posterior (cálculo de costo de infraestructura) se realizará sobre las 100 mil mejores hectáreas (Etapa 4).

La metodología para el cálculo de la Demanda Hídrica se presenta a continuación en la Figura 12, con lo cual se obtiene la Demanda Bruta de Riego (DBR) en función del cálculo de la Demanda Unitaria Neta (DUN) y la Eficiencia del tipo de riego (%) de los cultivos seleccionados.

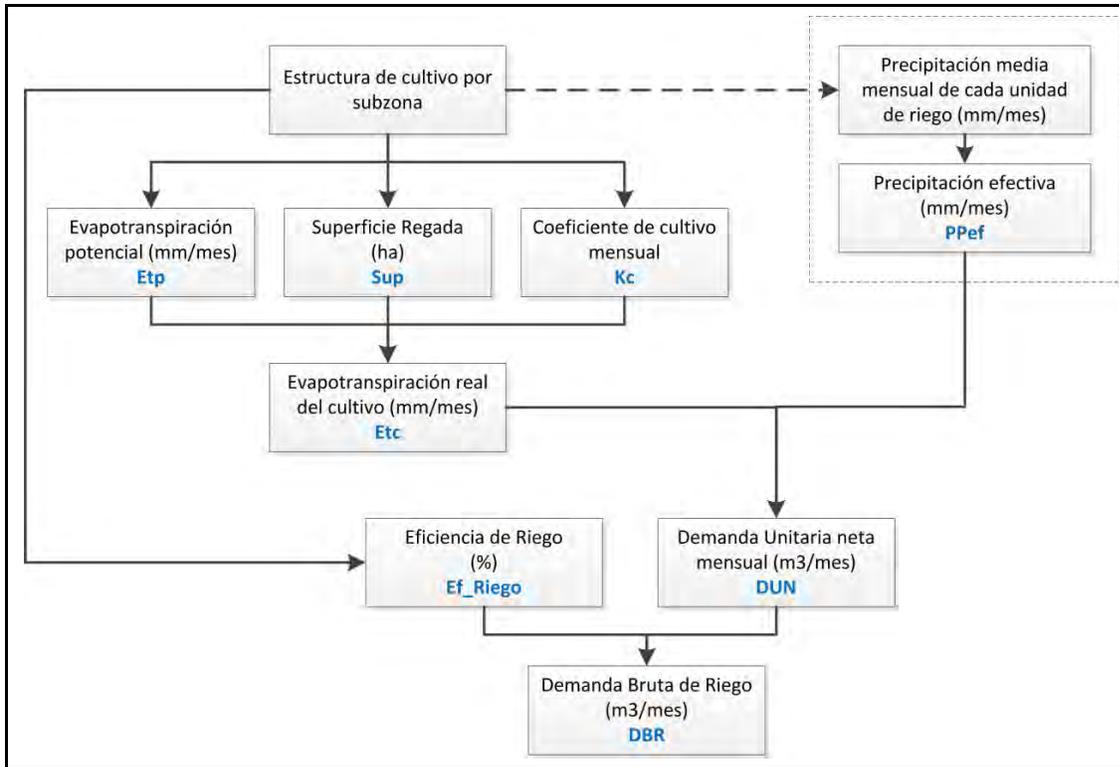


Figura 12. Esquema representativo de la metodología base para la estimación de la Demanda Hídrica Potencial de los cultivos

A continuación se describen brevemente los procesos y parámetros fundamentales de esta metodología:

i) Demanda Unitaria Neta

La Demanda Unitaria Neta (*DUN*) corresponde a las necesidades de agua que presentan las subzonas en función de su estructura de cultivo y se deriva de la diferencia entre la Evapotranspiración Real de los cultivos (*ETc*) y la Precipitación Efectiva (*PPef*) (Ver Ecuación 1) (Allen et al., 1998). Por su parte, la determinación de la *ETc* surge de la relación entre la Evapotranspiración Potencial (*ETp*) determinada para la zona homogénea y el Coeficiente de Cultivo (*Kc*), el cual estará ponderado por su área de cultivo (Ver Ecuación 2).

$$DUN = ((ETc - Ppef) * Sup) * 10 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

DUN = Demanda Unitaria Neta (m³/mes)
 ETc = Evapotranspiración Real de Cultivos (mm/mes)
 Ppef = Precipitación efectiva (mm/mes)
 Sup = Superficie total de la subzona (Há)

$$ETc = ETp * \sum_{i=1}^n (Kci * Ai / AT) \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde: ETp = Evapotranspiración potencial (mm/mes)
 Kc = Coeficiente de cultivo
 A_i = Área de cultivo
 AT = Área total de subzona

La ETp es la cantidad de agua transpirada por una cubierta vegetal de un cultivo verde corto sin ser especificado y con un suelo sin limitaciones de agua. Puede ser estimada mediante diferentes fórmulas (Thorntwaite (1948), Turc (1961), Hargreaves y Samani (1985), Penman-Monteith (1985) (Allen et. al. 2006), sin embargo en este caso se utilizará la información contenida en el Atlas Bioclimático de Chile (2012), el cual corresponde a un modelo de evapotranspiración potencial distribuido espacialmente. Cabe destacar que para cada zona homogénea se obtendrá un valor medio mensual de evapotranspiración potencial.

El valor de Kc por cultivo se observa en el Cuadro 9, donde se entrega el valor de Kc mensual asociado al porcentaje de desarrollo del cultivo y el periodo de desarrollo de cada cultivo, información que se utilizará para la estimación de la ETc .

Cuadro 9. Coeficientes de cultivo por especie, diferenciado por tres grandes zonas geográficas

Kc Zona I												
Cultivo	Meses											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Olivo	0,9	0,86	0,78	0,72	0,68	0,55	0,55	0,65	0,68	0,72	0,78	0,85
Lechuga	0,84	0,82	0,78	0,72	0,55	0,35	0,35	0,48	0,59	0,75	0,88	0,92
Palto	0,96	0,9	0,85	0,75	0,65	0,6	0,6	0,6	0,6	0,75	0,85	0,9
Cítricos	0,82	0,8	0,71	0,65	0,6	0,6	0,55	0,55	0,55	0,74	0,77	0,8
Papa								0,15	0,45	0,9	0,92	
Alcachofa			0,15	0,32	0,45	0,57	0,62	0,68	0,72	0,75	0,65	
Flores	0,82	0,78	0,75	0,7					0,16	0,35	0,62	0,8
Tomate (fresco)	1,15	0,94	0,85						0,25	0,47	0,85	1,05

Kc Zona II												
Cultivo	Meses											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Olivo	0,92	0,89	0,87	0,68	0,62	0,65	0,65	0,65	0,68	0,75	0,85	0,95
Lechuga	0,95	0,9	0,82	0,78	0,77	0,55	0,45	0,62	0,75	0,8	0,86	0,92
Palto	0,96	0,87	0,75	0,7	0,7	0,7	0,65	0,65	0,78	0,84	0,9	0,94
Cítricos	0,85	0,81	0,74	0,68	0,65	0,6	0,55	0,57	0,62	0,7	0,8	0,84
Papa							0,16	0,35	0,65	0,98	0,92	
Alcachofa			0,18	0,38	0,49	0,61	0,68	0,72	0,77	0,78	0,75	0,64
Flores	0,82	0,78	0,67	0,45	0,27			0,18	0,34	0,6	0,74	0,85
Tomate (fresco)	1,18	0,95						0,26	0,48	0,67	0,92	1,1

Kc Zona III												
Cultivo	Meses											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Olivo	0,98	0,9	0,87	0,8	0,75	0,65	0,65	0,68	0,72	0,78	0,87	0,96
Lechuga	1	0,92	0,85	0,78	0,7	0,55	0,55	0,62	0,75	0,88	0,92	0,95
Palto	0,99	0,88	0,81	0,75	0,72	0,7	0,68	0,68	0,81	0,87	0,94	0,97
Cítricos	0,86	0,84	0,8	0,73	0,65	0,6	0,6	0,64	0,71	0,77	0,82	0,89
Papa								0,16	0,57	0,87	0,81	
Alcachofa			0,18	0,38	0,51	0,62	0,7	0,74	0,77	0,8	0,82	0,75
Flores	0,89	0,1	0,74	0,65	0,55	0,25		0,17	0,32	0,57	0,72	0,84
Tomate (fresco)	1,2	0,95	0,9				0,27	0,48	0,64	0,87	1,05	1,15

Zona I correspondiente a los valles y sectores de interior con influencia marina de las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta.

Zona II correspondiente a los sectores costeros y valles de interior con influencia marina de las regiones de Coquimbo y Atacama

Zona III correspondiente a los sectores costeros y valles de interior con influencia marina de la Región de Valparaíso.

La precipitación efectiva (P_{pef}) corresponde en términos conceptuales al agua precipitada que no escurre superficialmente ni percola en profundidad, por lo que queda disponible para el aprovechamiento de la planta (FAO 2010). Para el cálculo de la P_{pef} , existen metodologías como lo propuesto por Blanney y Criddle modificada por Merlet y Santibañez (1989), no obstante en esta ocasión se obtendrá según indica FAO (2010), como una fracción de la precipitación media mensual como se indica en las Ecuaciones 3 y 4. La precipitación media mensual será obtenida a través de los datos entregados por el Atlas Bioclimático de Chile. Cabe mencionar que la estimación de esta variable sólo se obtendrá en aquellas zonas homogéneas que registran precipitación, por lo tanto esta variable no es considerada en todos los casos.

$$P_{pef} = 0.6 * P_m - 10 \quad (\text{Si } P_m \leq 70 \text{ mm}) \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde: P_{pef} = Precipitación efectiva (mm/mes)
 P_m = Precipitación media mensual (mm/mes)

$$P_{pef} = 0.8 * P_m - 24 \quad (\text{Si } P_m > 70 \text{ mm}) \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde: P_{pef} = Precipitación efectiva (mm/mes)
 P_m = Precipitación media mensual (mm/mes)

ii) Demanda Bruta de Riego

La Demanda Bruta de Riego (*DBR*) corresponde al caudal que se requiere en el punto de captación para poder satisfacer las necesidades de agua de las subzonas. La *DBR* depende de la eficiencia de riego (*Ef_Rieg*) que se considere para las subzonas (Ver Ecuación 5).

$$DBR = (DUN / Ef_Rieg) \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde: DBR: Demanda Bruta de Riego (m³/mes)
DUN: Demanda Unitaria Neta (m³/mes)
Ef_Riego: Eficiencia de Riego (0 a 100%)

Cada Subzona presenta diferentes resultados de DBR, pues dependerá de las propuestas de estructura de cultivo, y de las eficiencias de riego utilizadas.

La Eficiencia de Riego utilizada para cada cultivo, se definió a partir de información de terreno, información de artículos y estudios, y la experiencia del equipo consultor. A continuación se presentan las eficiencias de riego utilizadas.

Cuadro 10. Eficiencia de Riego por cultivo

Cultivo	% Eficiencia de riego
Olivo	0,85
Lechuga	0,9
Palto	0,85
Cítricos	0,9
Papa	0,75
Alcachofa	0,75
Flores	0,9
Tomate	0,9

iii) Demanda de Riego con un 85% de seguridad

Según el artículo 13 del DFL N° 98 del reglamento de la Ley N° 18450 la superficie de riego con una seguridad del 85% corresponde a aquella superficie que dispone de un caudal suficiente para satisfacer su demanda de riego durante el 85% del tiempo. Esto se obtiene del análisis de frecuencia de caudales. En este caso, la oferta de agua queda definida por el diseño de la conducción por lo cual no corresponde hacer este análisis. Así, la determinación de la superficie con un 85% de seguridad de riego se obtuvo estimando el promedio de los tres meses de máxima evapotranspiración potencial considerando la eficiencia de aplicación según los métodos de riego que se proyecta utilizar.

Para la obtención de la demanda de riego con un 85% de seguridad por subzona se realizó una sumatoria mensual de los requerimientos hídricos de los cultivos de una subzona, posteriormente, se identificó y promedió los tres meses con mayores requerimientos hídricos de la subzona.

III.4. Etapa 4: Selección y cuantificación de áreas con mayor potencial agrícola y económico

Posterior a la generación de subzonas (etapa 2) y la estructura de cultivo por subzona (etapa 3), se seleccionaron las mejores hectáreas en el área de estudio, ya acotada por altitud y usos limitantes. Esta selección se realizó en base a las características físicas del territorio, a la proximidad de sitios de interés (localidades de interés) y a variables económicas (VAN).

La selección se realizó mediante una evaluación multicriterio (EMC) en la cual se consideró como criterios la distancia a bocatoma, sensibilidad del VAN al costo del agua, formas del terreno (geoformas) y uso de suelo susceptible de ser utilizado por la agricultura (no limitante).

Cada categoría de criterio presenta un factor o ponderador de aptitud, estos fueron estandarizados de manera que todos poseyeran la misma escala (rango de 0 a 1, siendo 1 la mayor aptitud y 0 la menor aptitud). A continuación se exponen los criterios, categorías y su ponderador según aptitud.

Cuadro 11. Criterios utilizados en la Evaluación multicriterio

Criterio	Categoría	Ponderador según aptitud	Observaciones	Peso relativo
Geoformas	Plano	1	-	0,3
	Ondulado	0,7		
	Cerro	0,5		
Sensibilidad del VAN al costo del agua	Variable continua	El criterio es continuo. Por lo que es una relación entre: Escala de ponderación: 1 a 0 Valor: VAN máximo a VAN = 0	Se utiliza para la construcción del criterio la recta del VAN v/s valor agua del cultivo más sensible. Sectores con menor ponderador corresponden a subzonas con VAN cero y sectores con mayor ponderador corresponden a sectores con VAN máximo. ³	0,4
Distancia a bocatoma ⁴	Variable continua	El criterio es continuo. Por lo que es una relación entre: Escala de ponderación: 1 a 0 Distancia: 0 a 50.000 m	Se evalúa aptitud según su distancia a la bocatoma siendo catalogados con mayor aptitud (valor 1) los sectores próximos a la bocatoma y menor aptitud los sectores alejados de ésta (valor 0 de aptitud)	0,2
Uso de suelo susceptible (no	Rotación de cultivos	1	El impacto es mayor en usos silvestres como praderas y	0,1

³ La información requerida para los flujos de caja y estimaciones de VAN provienen se obtienen en la Etapa 3.

⁴ Se calcula la distancia a un punto hipotético ubicado en la costa correspondiente a bocatomas de la carretera hídrica, estas bocatomas se ubican a una distancia fue estimada por la empresa creadora del proyecto.

Criterio	Categoría	Ponderador según aptitud	Observaciones	Peso relativo
limitante)	Desprovistos de vegetación	0,73	matorral	
	Praderas	0,47		
	Matorral	0,2		

En el caso del criterio uso de suelo susceptible se debió realizar un procedimiento adicional, ya que la cobertura discreta de usos no coincide con los límites de las subzonas, por lo tanto una subzona puede presentar más de una categoría de uso de suelo. El valor de aptitud por subzonas se obtuvo mediante un promedio ponderado entre el porcentaje de uso en la subzona y el ponderador de aptitud de la categoría de uso.

Los pesos relativos utilizados en la evaluación multicriterio se obtuvieron mediante opinión de expertos y análisis del equipo de trabajo en base al objetivo del estudio. Estos se observan en el Cuadro 11, en donde el criterio "Sensibilidad del VAN al costo del agua" corresponde al criterio de mayor peso con un 40%. A continuación se expone la ecuación de evaluación de aptitud utilizada.

$$Aptitud = P_g * P_{Ag} + P_{us} * P_{Aus} + P_{sca} * P_{Asca} + P_{db} * P_{Adb} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

P_g = Peso relativo del criterio geoforma

P_{Ag} = Ponderador de aptitud de la categoría del criterio geoforma

P_{us} = Peso relativo del criterio uso de suelo susceptible para la introducción de agricultura

P_{Aus} = Ponderador de aptitud de la categoría del criterio uso de suelo susceptible para la introducción de agricultura

P_{dr} = Peso relativo del criterio sensibilidad al costo de agua

P_{Adr} = Ponderador de aptitud de criterio sensibilidad al costo de agua

P_{db} = Peso relativo de criterio distancia a bocatoma

P_{Adb} = Ponderador de aptitud de criterio de distancia a bocatoma

Posteriormente, el resultado de aptitud fue evaluado estadísticamente agrupándolo en cinco categorías, en este caso categorías de aptitud. A partir de esta agrupación se seleccionaron las dos categorías superiores en términos de aptitud y se eliminaron las subzonas de características geomorfológicas de cerro. Posteriormente, se realizó un análisis y redefinición de las zonas seleccionadas, eliminando del análisis aquellas subzonas que se ubicarán lejos del centroide de la unidad, es decir, se descartaron todas aquellas subzonas dispersas que no permitieran la cohesión y continuidad de la unidad. Este procedimiento permite agrupar las mejores hectáreas en torno o asociadas a las localidades de interés, asegurando continuidad y evitando dispersión. Finalmente, las subzonas seleccionadas próximas entre sí y a las localidades de interés se agrupan dando lugar a

unidades o áreas de riego, pudiendo existir más de una "unidad de riego" o "envolvente" por localidad de interés. A su vez las unidades de riego asociadas a una misma localidad de interés se denominan "conjuntos de unidades de riego". Esta agrupación facilita el cálculo de la demanda hídrica integrada y la definición del trazado de infraestructura.

El procedimiento mencionado permite seleccionar un número de hectáreas superior a las solicitadas por la contraparte, con lo cual se obtiene una visión global de las zonas con mayor potencial agrícola, sin restricciones de área, posibilitando un análisis de mayor profundidad e información.

III.5. Etapa 5: Diseño de infraestructura y cuantificación de costos

La etapa 5 aborda la definición del trazado de infraestructura desde la bocatoma a las unidades de riego ya seleccionadas en la etapa anterior y la cuantificación de costos de inversión, estos últimos estimados en base a un predimensionamiento de las tuberías (Figura 13).

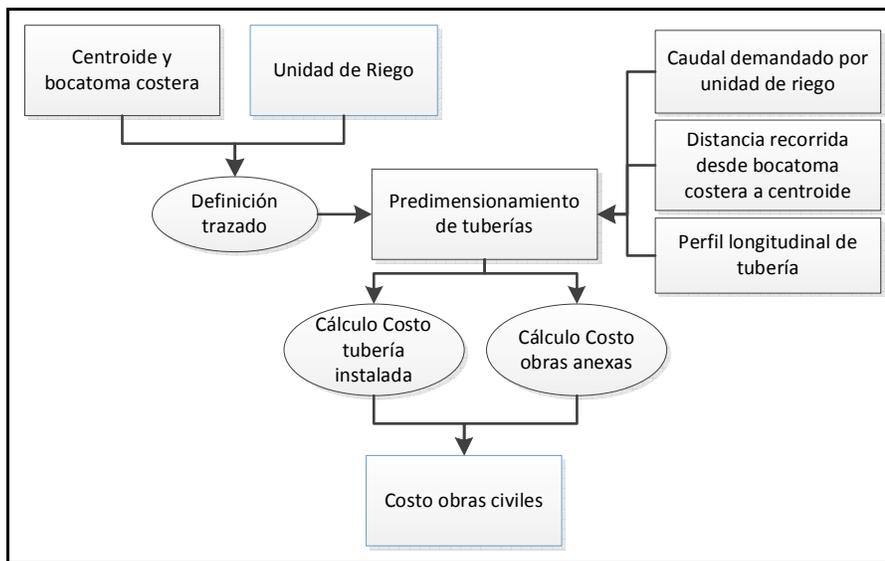


Figura 13. Esquema representativo de la metodología base para la estimación de Costos de obras civiles

III.5.A. Definición de trazado

Posterior a la definición de las Unidades de Riego (subzonas con mayor aptitud agrícola) asociadas a las localidades de interés se define el trazado de la infraestructura de riego. Esta infraestructura debe conducir el agua desde la bocatoma a nivel del mar hacia las unidades de Riego. Para lo cual se definió una ubicación supuesta de bocatoma de la carretera hídrica y un punto final de la conducción. Este punto final de conducción corresponde al punto central de la unidad de riego o un punto cercano a éste, denominado en el presente estudio "centroide". Posteriormente se procedió a identificar la ruta de mínimo costo, procedimiento en el cual se considera la distancia euclidiana (distancia horizontal) y la diferencia altitudinal entre el punto inicial (bocatoma carretera hídrica) y final (centroide) mediante el uso de un Modelo Digital de Elevación.

Con el trazado realizado se obtiene la distancia recorrida de la infraestructura y el perfil longitudinal (distancia versus altitud). Esta información y la demanda hídrica asociada a la unidad de riego corresponden a los insumos necesarios para la cuantificación de los costos de inversión.

III.5.B. Cuantificación de la inversión requerida en obras civiles

El Modelo de cálculo del costo de las obras civiles, cuantifica los costos de la infraestructura proyectada en función de la distancia recorrida entre el centroide de la Unidad de Riego y la bocatoma en línea de costa, el perfil longitudinal del recorrido y el caudal demandado (demanda hídrica).

Con el diseño del trazado de las tuberías se estiman los costos de la infraestructura proyectada, en base criterios de diseño para el predimensionamiento de las obras necesarias para impulsar el agua desde los puntos de entrega de la tubería submarina hacia los distintos valles identificados como prioritarios. Las bases de cálculo y criterios de diseño que se presentan a continuación se fundamentan en las definiciones establecidas por el equipo ejecutor respecto al tipo de solución a adoptar.

i) Criterios de diseño

1) Caudales de Diseño Adoptados

Se utilizó como dato para la determinación del caudal de diseño la superficie de cada unidad de riego (ha) y el caudal (m³/seg).

2) Material de las Impulsiones

Para el análisis hidráulico se ha considerado el uso de tuberías de Acero tipo ALVENIUS que son fabricados a partir de Acero al carbono, en diámetros que van desde 2" hasta 64", con espesores que varían entre 1,5 y 12 mm. y en largos de 6, 9, 12 y 18 metros, o a pedido. En el cuadro siguiente se presentan las características principales de estas tuberías (Cuadro 12).

Cuadro 12. Peso lineal de los tubos

Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Externo (mm)	Espesor de pared (mm)								
		1,5	2	3	4	5	6	8	10	12
		(Kg/m)								
2	48,0	1,72	2,27	-	-	-	-	-	-	-
	76,0	2,76	3,65	-	-	-	-	-	-	-
4	102,0	-	4,93	7,32	-	-	-	-	-	-
6	152,0	-	7,40	11,02	14,60	18,13	21,60	-	-	-
8	203,0	-	9,91	14,80	19,63	24,41	29,15	-	-	-
10	261,0	-	12,77	19,09	25,35	31,56	37,73	-	-	-
12	318,0	-	15,59	23,30	30,97	38,59	46,16	-	-	-
14	368,0	-	-	27,00	35,90	44,76	53,56	-	-	-
16	419,0	-	-	30,78	40,94	51,05	61,11	-	-	-
18	470,0	-	-	-	45,97	57,33	68,65	-	-	-
20	521,0	-	-	-	51,00	63,62	76,20	101,20	126,01	-
22	572,0	-	-	-	56,03	69,91	83,75	111,27	138,59	-
24	622,0	-	-	-	60,93	76,08	91,14	121,13	150,92	180,51
26	650,4	-	-	-	-	80,81	96,83	128,71	160,39	191,87

Diámetro Nominal	Diámetro Externo	Espesor de pared (mm)								
		1,5	2	3	4	5	6	8	10	12
(pulg.)	(mm)	(Kg/m)								
28	711,2	-	-	-	-	87,07	104,34	138,73	172,92	205,91
30	762,0	-	-	-	-	93,34	111,86	148,75	185,44	221,94
32	812,8	-	-	-	-	99,50	119,25	158,61	197,77	236,74
34	863,6	-	-	-	-	105,87	126,89	168,79	210,50	252,01
36	914,4	-	-	-	-	-	134,41	178,81	223,03	267,04
38	955,2	-	-	-	-	-	141,92	188,84	235,55	282,07
40	1016,0	-	-	-	-	-	149,44	198,86	248,08	297,10
42	1066,0	-	-	-	-	-	-	208,88	260,61	312,14
44	1117,6	-	-	-	-	-	-	218,90	273,13	327,17
48	1219,8	-	-	-	-	-	-	218,35	298,19	357,23
52	1320,8	-	-	-	-	-	-	258,99	323,24	387,30
56	1422,4	-	-	-	-	-	-	279,03	348,30	417,37
60	1524,0	-	-	-	-	-	-	299,08	373,35	447,43
64	1625,6	-	-	-	-	-	-	319,12	398,41	477,50

3) Velocidades límites

Se consideran las siguientes velocidades mínimas y máximas y de diseño para efectos del cálculo de los costos:

- Velocidad inferior igual a 0,60 m/s
- Velocidad máxima 3,0 m/s
- Para efectos del prediseño se considera 1,70 m/s

4) Calculo de pérdidas de carga por fricción en tubería recta

Para el cálculo de las pérdidas de carga se ha tomado como base la fórmula de Hazen & Williams para tuberías de hierro de uso común. El método de Hazen-Williams es válido para el agua que fluye en las temperaturas ordinarias (5 °C - 25 °C).

$$h = 10,674 \cdot \left[\frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,871}} \right] \cdot L \quad \text{Ecuación 7}$$

En donde:

- h = Pérdida de carga o de energía (m)
- Q = Caudal (m³/s)
- C = Coeficiente de rugosidad (adimensional)
- D = Diámetro interno de la tubería (m)
- L = Longitud de la tubería (m)

En la siguiente tabla se muestran los valores del coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams para diferentes materiales:

Cuadro 13. Coeficientes de Hazen-Williams para algunos materiales

Material	C	Materiales	C
Acero nuevo	140 -150	Hierro dúctil	120
Acero	130	Tubería lisa nueva	140
Hierro Galvanizado	120	Plástico (PE, PVC)	140 - 150

5) Pérdidas singulares

Se consideró un 12% de las pérdidas friccionales.

6) Carga o altura dinámica total de bombeo (ADT)

La Altura Dinámica Total de bombeo representa todos los obstáculos que tendrá que vencer un líquido impulsado por una bomba (expresados en metros de columna del mismo) para poder llegar hasta el punto específico considerado como la toma más desfavorable.

La expresión para el cálculo de ADT proviene de la ecuación de BERNOULLI y está dado por la siguiente expresión:

$$ADT = h + \sum hf + \frac{V^2}{2g} \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

h = Altura geométrica entre el nivel inferior y el superior del líquido

$\sum hf$ = La sumatoria de todas las pérdidas que sufre el fluido entre el nivel de succión y el de descarga

V^2 = Energía cinética

G = Aceleración de gravedad

7) Dimensionamiento de las bombas

La potencia de la bomba se calcula por la fórmula siguiente:

$$HP = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot n} \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

HP = Potencia de la bomba en caballos de fuerza.

Q = Capacidad de la bomba (l/s)

H = Carga total de la bomba (ADT) (m)

n = Eficiencia de la bomba, que a los efectos del cálculo teórico se estima en 60%.

Los motores eléctricos que accionan las bombas deberán tener una potencia normal según las fórmulas siguientes:

HP (motor) = 1,3 * HP (bomba) para motores trifásicos

Ecuación 10

HP (motor) = 1,5 * HP (bomba) para motores monofásicos

8) Potencia del Equipo de Elevación Mecánica

La potencia útil (Pw) desarrollada por una bomba es equivalente al peso específico del agua (γ) por el caudal de agua (Q) elevado y por la altura manométrica total (Hm) contra la cual funciona. Su medida constituye la potencia hidráulica, que afectada por la eficiencia de la bomba nos da la potencia mecánica útil Ps que debe suministrar el motor en el eje de acoplamiento de la bomba.

Para el caso de equipos de bombeo con motores eléctricos, se tiene:

$$P_s = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_m}{102 \cdot \eta_B} \quad (kw) \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde:

γ = Peso específico del agua (kg/m^3) = 1.000 kg/m^3 para agua fría

Q = Caudal a elevar (m^3/seg)

Hm = Altura manométrica de elevación (m)

η_B = Eficiencia de la bomba (varía entre 53 y 76%)

La potencia del motor eléctrico debe ser entre un 10 a 20% mayor que la potencia Ps. En general la potencia del motor eléctrico debe satisfacer los requerimientos de potencia de las bombas en todo su rango de operación.

ii) Predimensionamiento

El cálculo de los costos se realizó en base a un predimensionamiento de las obras y a los sistemas de riego definidos para el proyecto de ampliación de la superficie agrícola. Las características a definir son las siguientes:

- Velocidad inicial
- Diámetros
- Velocidad de flujo
- Espesor pared de tubería
- Entre otros

iii) Costos obras civiles

La solución conceptual adoptada considera el prediseño de las siguientes unidades:

- Pozo de Aspiración
- Caseta de Bombas
- Equipo de Elevación Mecánica
- Interconexiones Hidráulicas
- Instalaciones Eléctricas o Instalaciones para Motores a Combustión Interna

El pozo o cámara de aspiración de la instalación, con elevación mecánica, es la estructura situada inmediatamente aguas abajo del desarenador y bajo la caseta o recinto donde se montan los grupos motobombas en el cual se instala la tubería de aspiración de las bombas. Estas estructuras generalmente de hormigón armado y debe resistir las presiones de los empujes de tierra, agua, subpresiones y eventuales efectos sísmicos.

La caseta de bombas es en general una construcción convencional de albañilería de ladrillos u hormigón armado o estructura metálica de dimensiones adecuadas para contener el equipo de elevación mecánica, válvulas, piezas especiales de acoplamiento, tableros eléctricos y otros elementos o accesorios. Este recinto debe ser ventilado y mantenerse limpio para evitar que se acumulen humedad, polvo, aceite, etc.

Los equipos de elevación mecánica más usados, en general, son motobombas centrífugas, con motores eléctricos o a combustión interna.

Las Interconexiones Hidráulicas corresponden a piezas especiales, válvulas, y otros elementos que componen las interconexiones hidráulicas de una instalación de captación para riego mecánico.

Los Costos interconexiones hidráulicas, pozo de aspiración y caseta de bombas está dado por una función que depende del caudal de diseño y está dado por:

$$CIH = 1,9824 \cdot D_{ext}^{1,4054} \quad (US\$) \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde:

CIH = Costos interconexiones hidráulicas, pozo de aspiración y caseta de bombas en dólares

Dext = Diámetro externo tubería

Finalmente se agrega otro aspecto que corresponde a las obras anexas, las cuales incluyen:

$$COA = 2.155,3 \cdot D_{ext}^{0,13084} \quad (US\$) \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

COA = Costos obras anexas en dólares

Dext = Diámetro externo tubería

III.6. Etapa 6: Análisis económico de proyectos de inversión para el riego de zonas potenciales

Posterior a la definición de trazados y la evaluación de sus costos se realizó un análisis económico de la superficie seleccionada (etapa 4). Con lo cual se podrá realizar una jerarquización de unidades en términos técnicos y en términos económicos. Adicionalmente se podrá descartar las unidades de riego o envoltentes que se cataloguen como inviables debido a los costos de infraestructura y agua estimados. Hay que recordar que las Unidades de Riego corresponden a una agrupación de las subzonas seleccionadas como las mejores en cuanto a su aptitud y potencial agrícola (condiciones físicas y técnicas de los cultivos).

Esta actividad comprende una evaluación general del proyecto, análisis de la viabilidad económica de la superficie identificada en el área de estudio, análisis FODA del proyecto y análisis de entrevistas a inversionistas y agricultores del área de estudio. Las actividades contempladas en esta etapa relacionadas al análisis de viabilidad económica se visualizan en la Figura 14.

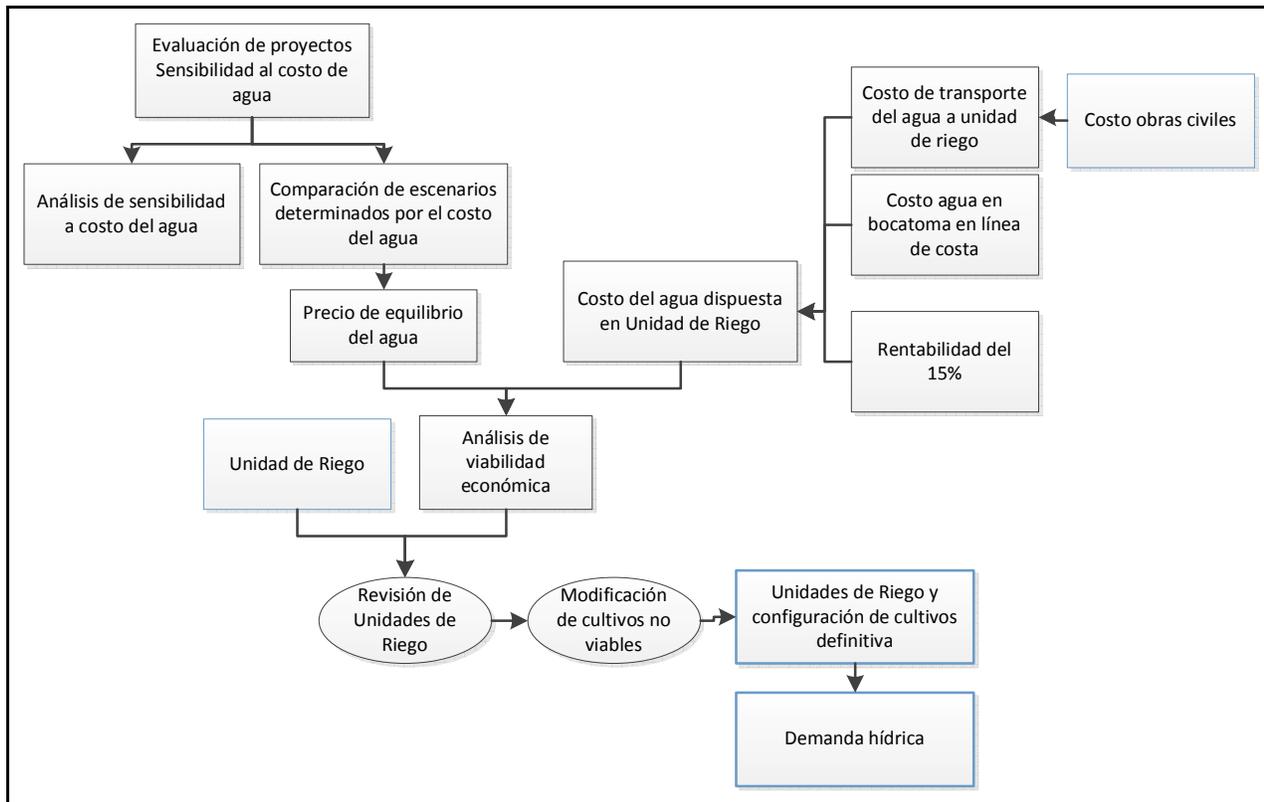


Figura 14. Esquema representativo de la metodología utilizada para el análisis económico

III.6.A. Evaluación de proyecto

En función de los costos expuestos en los flujos de caja de cada cultivo, al valor del agua establecido en las bases técnicas y a los requerimientos de la contraparte, se realizan dos análisis económicos (VAN y Tasa Interna de Retorno (TIR)), para evaluar el proyecto de expansión agrícola.

i) Comparación de escenarios

A los flujos de caja de cada uno de los cultivos se le agregó como costo directo el costo suplir su demanda de agua. Esto se obtuvo a partir del análisis en el cual se estima la demanda de agua por hectárea de cultivo, y cuatro escenarios en donde se modifica el valor del m³ de agua. La demanda de agua utilizada fue un promedio entre las tres zonas climáticas, y los escenarios de valor de agua son los siguientes:

- Sin costo de agua
- Punto de equilibrio, correspondiente al costo del agua en el cual el VAN del cultivo es igual a cero.
- Costo base 1 de US\$ 0.5 el m³ de agua. Este valor corresponde de manera referencial al costo que tendría el m³ de agua en la cota 0, que corresponde al punto inicial de distribución (bocatoma carretera hídrica), según las bases técnicas del proyecto.
- Costo base 2 de US\$ 0.74 el m³ de agua. Este valor corresponde de manera referencial al costo que tendría el m³ de agua en la cota 0, que corresponde al punto inicial de distribución (bocatoma carretera hídrica), según acuerdo con la contraparte.

Se descartó un quinto escenario, que corresponde a incorporar como costo del agua, el valor actual de arriendo de ésta. En esta ocasión se realizó la consulta a expertos de la zona de Copiapó, donde actualmente el precio del agua es mayor en términos comparativos con otras zonas, indicando que por 15.000 m³ al año el precio sería de US\$ 7.000 a US\$ 7.500, lo que corresponde a US\$ 0.5 por m³ de agua, coincidiendo con el escenario "Costo Base 1". De esta forma no se realiza un nuevo escenario, sin embargo en el análisis de resultados se incorpora como un elemento importante a considerar.

ii) Sensibilidad al precio del agua

Por otro lado, en los flujos de caja de cada uno de los cultivos, se realizó un proceso de sensibilización del Valor Actual Neto (VAN) y de la Tasa Interna de Retorno (TIR), en función de la variación del precio del agua, a partir de la cual se graficó y se obtuvieron líneas de tendencia. En esta ocasión sólo se realiza el análisis con los cultivos que presentan, en primer lugar, un VAN positivo tanto en el escenario de "Costo Base 1" (US\$ 0,5) como en el de "Costo Base 2", y en segundo lugar que existan como mínimo 4 puntos a graficar antes de que el VAN se vuelva negativo, es decir, 4 precios del agua de riego en que el VAN es positivo.

III.6.B. Análisis de viabilidad económica

Finalmente se realizó un análisis de viabilidad económica simple en el cual se comparó el costo del agua en la unidad de riego con el punto de equilibrio de la misma, para evaluar la capacidad de los cultivos presentes de absorber este costo, de acuerdo a sus flujos de caja. Según estos resultados, se hizo una redefinición de la estructura de cultivos, descartando aquellos cultivos que no resultaran rentables.

i) Cálculo del costo del agua

El costo del agua se compone de la sumatoria de costo del agua en la cota cero, del costo de transporte del agua a la unidad de riego y una rentabilidad del 15% (adjudicable a la empresa de distribución del agua u otro de los actores del sistema). Para estos efectos, se utilizó como costo del

agua en la cota cero el "Costo Base 2", de US\$ 0,74 el m³ de agua, como una forma de asegurar que el cálculo considere las condiciones actuales del mercado, en acuerdo con la contraparte. El costo de transporte se calculó a partir del predimensionamiento de las tuberías, considerando la potencia del equipo de elevación calculada para cada unidad de riego, y el volumen de agua transportado por las bombas.

ii) Redefinición de estructura de cultivos y cálculo de demanda hídrica

El costo de agua de cada unidad de riego se comparó con el precio de equilibrio del agua por cultivo, obteniendo un valor - positivo o negativo - que indica si el costo del agua puesta en la unidad de riego se encuentra cubierto por el precio de equilibrio del agua del cultivo (donde la rentabilidad del cultivo es nula), en caso de resultar positivo, o si el costo del agua significaría pérdidas en la rentabilidad del cultivo, en caso de resultar negativo.

Este procedimiento se realizó a nivel de las subzonas que conforman cada unidad de riego, de modo de poder discriminar los cultivos que resultaran no rentables a la misma escala en la que se definió la estructura de cultivos existente (etapa 3), los que fueron entonces descartados de la combinación de cultivos, y dicha área fue reasignada con los cultivos que si resultaron rentables dentro de cada subzona. Por ejemplo la subzona "x" presenta los cultivos de tomate, flores y cítricos, este último es incapaz de amortiguar el precio del agua siendo necesaria su sustitución, por lo que el área disponible o liberada se cubre con los cultivos de tomate y flores, cultivos viables en la subzona "x". Finalmente se obtiene la configuración de cultivos definitiva, a la cual se le calcula la demanda hídrica respectiva.

A esta configuración final de cultivos se le calculó como indicador económico la rentabilidad por unidad de riego, a través del VAN, para la totalidad del proyecto. Para estos efectos, se obtuvo una función que representa la variación del VAN con respecto al precio del agua para el flujo de caja de cada cultivo. A partir de estas funciones se calculó el VAN por cultivo según la configuración de cada unidad de riego y el costo total del agua, con lo cual se obtiene el VAN total.

III.6.C. Entrevistas a potenciales inversionistas

Se realizaron entrevistas para recoger la opinión de productores como potenciales inversionistas en los distintos sectores representativos del área de estudio. Estas buscan averiguar específicamente sobre el costo de agua que se dispone a pagar y la posibilidad de expansión agrícola en función de los cultivos seleccionados por su rentabilidad en localidades de interés.

III.6.D. Análisis FODA

Se realizó un análisis FODA considerando para esto la caracterización de la situación base de las unidades y/o conjunto de unidades de riego asociados a localidades de interés. Se consideraron aspectos productivos, la matriz de productos producidos y el mercado externo. Adicionalmente se incorporaron al análisis aspectos ambientales, demográficos, sociales y culturales.

III.6.E. confección de base de datos y proyecto SIG de resultados del proyecto

Se construyó un proyecto SIG con los resultados más relevantes del proyecto. A priori se definieron las siguientes coberturas:

- Zonas homogéneas
- Subzonas
- Unidades de Riego
- Trazados de infraestructura
- Cartografía base

El SIG y sus coberturas se compatibilizaron con el sistema de referencia y de proyección que utiliza la Comisión Nacional de Riego (E-SIIR) correspondiente al DATUM Sirgas.

IV. Resultados

A continuación se exponen los resultados del estudio estructurados en las etapas expuestas en la metodología.

IV.1. Etapa 1: Zonificación agroecológica del área de estudio

Los resultados de la etapa 1 incluyen el análisis territorial y la identificación de las Zonas Homogéneas.

IV.1.A. Análisis Territorial

Se realizó un análisis territorial del área de estudio, centrado en las variables biofísicas determinantes de la aptitud agrícola y aspectos socioculturales, lo cual constituye la base de información utilizada en el presente estudio. A continuación se expone un resumen del análisis territorial; para mayor información consultar el Anexo 1 en donde podrá revisar el análisis territorial en su totalidad.

i) Características Biogeofísicas

1) Altitudes

De este resultado, se desprenden las localidades mínimas a evaluar por región, en consideración de la imposición de altura máxima de 1.000 m.s.n.m. Esta limitación proviene de lo establecido en las bases técnicas para el presente estudio por parte de la institución mandante.

2) Geomorfología y Relieve

El área de estudio se divide en dos grandes zonas geomorfológicas. La primera zona corresponde a la región Septentrional de las Planicies desérticas y cordillera prealtiplánica, mientras que la segunda zona corresponde a la región de las planicies litorales y cuencas del sistema montañoso Andino-costero.

3) Geoformas

En las regiones de Arica y Parinacota, Antofagasta, Atacama, Coquimbo y Valparaíso y bajo la limitante de los 1.000 m.s.n.m predominan los sectores catalogados como Planos, mientras que en la región de Tarapacá predomina la clase Cerros. Se incluye en este análisis la superficie de cuerpos de agua (embalses, lagos, lagunas y tranques) identificados en el territorio.

4) Hidrología y Cuencas Hidrográficas

Es posible diferenciar el área de estudio en dos zonas hidrogeográficas, las cuales coinciden con las zonas geomorfológicas antes definidas. La primera zona, denominada ríos de régimen esporádico en la zona árida de Chile, presenta cuencas del tipo exorreicas, endorreicas y arreicas. La segunda zona, representada por ríos de torrente de régimen mixto en la zona semiárida de Chile, se caracteriza por presentar una condición de semiaridez que determina el escurrimiento superficial.

5) Clima

El área de estudio, correspondiente a las primeras seis regiones del país, presenta una limitante natural determinada por el clima desértico y mediterráneo, presentando altas temperaturas durante gran parte del año o su totalidad y escasez de precipitaciones las cuales se concentran

principalmente en sectores de altura o en un período del año acotado (época invernal). Estas condiciones se materializan como una limitante para el establecimiento de las actividades productivas.

a) Distritos Bioclimáticos

Los distritos bioclimáticos que se ubican en el área susceptible para el asentamiento de la agricultura en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta presentan características comunes como la precipitación media anual, siendo menor a 10 mm, el período seco correspondiente a 11 o 12 meses y la aridez (índice de aridez) correspondiente al rango Hiperárido (índice de aridez menor a 0,05).

En la Región de Atacama se encuentran 10 distritos bioclimáticos, presentando sólo dos variables en común, los meses de período seco correspondiendo a 11 o 12, y la temperatura media máxima (17 – 25 °C). En esta región las precipitaciones aumentan registrando en algunos sectores más de 10 mm de agua caída al año, correspondiente a los distritos de la zona sur de la región, aproximadamente desde la ciudad de Copiapó al sur.

En la Región de Coquimbo se encuentran 25 distritos climáticos, los cuales sólo presentan una variable en común correspondiente a la temperatura media máxima (17 – 25°C). En el 80% del territorio del área de estudio presenta distritos bioclimáticos con precipitaciones entre los 50 y 200 mm de agua caída al año. Los distritos cercanos al límite regional sur presentan precipitaciones entre los 200 y 1.000 mm.

En la Región de Valparaíso se encuentran 23 distritos bioclimáticos, todos ellos presentan una precipitación media anual entre los 200 y 1.000 mm de agua caída al año. La temperatura media máxima se concentra en el rango de 17 a 25 °C. Las temperaturas medias mínimas de los distritos bioclimáticos en el área de estudio de la región se ubican entre los 0 y 9 °C.

6) Suelos

La zona de estudio presenta tres de los seis tipos de zonas edáficas descritas a nivel nacional. Estas zonas corresponden a la Zona desértica, Zona árida y semiárida, y Zona mediterránea árida (Luzio *et al.*, 2009a).

a) Zona desértica

Las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama presenta suelos del tipo desértico (desde 18° 00' a 29° 00' latitud sur). La zona desértica presenta seis tipos de suelos descritos, suelos del sector altiplánico, de la depresión intermedia, del sector costero, del valle de Copiapó y del Valle del Huasco (Luzio *et al.*, 2009b).

b) Zona árida y semiárida

La zona edáfica árida y semiárida se ubica en su totalidad en la región de Coquimbo. Esta Zona presenta subtipos de suelos determinados por su ubicación. Éstos son: suelos de las zonas interiores, suelos de los valles y suelos del sector costero (Casanova *et al.*, 2009).

c) Zona mediterránea árida

La zona mediterránea árida se ubica entre las regiones de Valparaíso y BíoBío. Esta zona diferencia 4 tipos de suelos: los suelos de los sectores cordilleranos, suelos de los sectores de precordillera de los Andes, suelos de la depresión intermedia y suelos de la cordillera de la costa (Luzio *et al.*, 2009c).

7) Vegetación

Las seis regiones político-administrativas analizadas presentan una diversidad de vegetación natural, que varía de oeste a este y de norte a sur. Según la clasificación de vegetación nativa propuesta por Gajardo (1994), estas regiones presentan cuatro de las ocho regiones, de acuerdo al primer nivel de la clasificación jerárquica, considerando 11 Sub-Regiones que abarcan 36 formaciones vegetacionales diferentes. No obstante, cuando acotamos el área de estudio a las zonas de altura bajo los mil metros, las Regiones disminuyen a tres, las Sub-Regiones a seis y las formaciones vegetacionales a 13.

8) Uso del suelo (landcover)

En las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, el tipo de uso del suelo que presenta mayor superficie corresponden a terrenos sin vegetación, correspondientes en su mayoría a zonas desérticas y áridas ubicados en los interfluvios y planicies en altura. En la región de Arica y Parinacota, destaca la superficie utilizada por la agricultura (8 mil hectáreas aprox.), desarrollada principalmente en los valles de Azapa, Lluta, Chaca y Camarones, mientras que en la región de Tarapacá, destaca la superficie correspondiente a Salares, así como zonas utilizadas con plantaciones forestales en la Pampa del Tamarugal.

En la región de Atacama, se evidencia un fuerte aumento de la aptitud agrícola del territorio, existiendo cerca de 22 mil hectáreas destinadas a la agricultura actualmente. Así mismo destaca el fuerte aumento de la presencia de matorrales y suculentas.

La región de Coquimbo, presenta un aumento considerable desde la perspectiva de uso del territorio tanto antrópico como natural (por formaciones vegetacionales). Las zonas agrícolas alcanzan las 100 mil hectáreas, y las zonas urbanizadas cerca de 13 mil hectáreas. Así mismo destaca la presencia de zonas catalogadas como mineras (2 mil hectáreas aprox.)

La región de Valparaíso presenta cerca de 145 mil hectáreas utilizadas por terrenos agrícolas, y aproximadamente 33 mil hectáreas de zonas urbanizadas. En esta región se evidencia un aumento considerable de terrenos utilizados por bosque nativo, matorral arborescente, plantaciones forestales y otros tipos de vegetación arbórea o arbustiva de mayor densidad y cobertura.

ii) Áreas protegidas o con importancia para la conservación

1) Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), alberga tres figuras de protección, estas son los Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales. Dentro del área de estudio se ubican 12 áreas con protección.

Los porcentajes de protección en cada una de las regiones no supera el 10% en relación al área de estudio ya delimitada por el factor altitud. La región con mayor porcentaje de protección es la

Región de Tarapacá, porcentaje dado por la coincidencia de la reserva nacional Pampa del Tamarugal y la zona susceptible para el asentamiento de cultivos.

2) Santuarios de la Naturaleza

En el área de estudio se ubican nueve zonas catalogadas como Santuarios de la Naturaleza, seis de ellas están ubicados en la Región de Valparaíso, una en la región de Tarapacá, uno en la región de Atacama y uno en la región de Coquimbo.

3) Bienes Nacionales Protegidos

Dentro del área de estudio encontramos nueve zonas con protección bajo este instrumento. Destaca la región de Atacama con la mayor superficie regional protegida en el área de estudio y la región de Antofagasta, con el mayor porcentaje de protección dentro del área de estudio.

4) Reservas de la Biosfera

En nuestro país existen 10 reservas de la biosfera, dos de las cuales se ubican en el área de estudio. Éstas corresponden al Bosque Fray Jorge y al sector la Campana – Peñuelas.

5) Sitios Ramsar

En el área de estudio se ubican solo dos sitios Ramsar, el humedal el Yali y la Laguna Conchalí.

6) Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad

En el área de estudio se localizan 18 sitios prioritarios en esta situación, siendo la región de Atacama la que presenta un mayor porcentaje de protección en relación a la superficie regional, con un 28,3%.

7) Síntesis de áreas protegidas

La región con un mayor porcentaje de superficie protegida es la Región de Tarapacá, debido a la coincidencia del área de estudio con la pampa del tamarugal, sector protegido mediante la figura de Reserva Nacional.

iii) Características Socioeconómicas y Culturales

La información que se presenta, está enfocada en las comunas que coinciden de manera parcial o total con el área de estudio antes definido, pues los datos que existen respecto al Censo de Población y Vivienda y el Censo Nacional Agropecuario y Forestal, considera como nivel inferior a la comuna, por lo tanto la información que se refleja es referente a esa unidad administrativa.

1) Actividades Productivas

En este punto, se expone la superficie destinada a las actividades silvoagropecuarias de cada una de las comunas definidas. Las comunas con mayor porcentaje de superficie destinada a la agricultura son las comunas de Coquimbo y Ovalle, ambas comunas se encuentran en su totalidad en el área de estudio.

Las comunas de Illapel y los Vilos son las que presentan el mayor porcentaje de superficie con presencia de ganado en explotaciones silvoagropecuarias. La superficie utilizada para explotaciones forestales no supera el 1% del territorio comunal en las regiones desde Arica y Parinacota a

Coquimbo. Las comunas con mayor porcentaje de superficie destinadas a plantaciones forestales son Huará y Pozo Almonte.

2) Agricultura

Sobre la actividad agrícola, se hace un punto aparte, pues es la principal actividad productiva relacionada con este estudio. A través del análisis de los usos de suelo (*land cover*) realizado, es posible indicar que esta actividad se desarrolla en una superficie aproximada de 338.400 hectáreas (283.400 hectáreas de terrenos agrícolas y 55.500 hectáreas de terrenos con rotación cultivo/pradera) en las seis regiones del área de estudio.

Respecto a los tipos de cultivo sembrados o plantados en las comunas del área de estudio se observa que la región de Coquimbo (principalmente las comunas de Coquimbo, Canela, La Ligua y Ovalle) presenta grandes extensiones de terrenos cultivados, donde existen cultivos de todos los grupos, aunque con una fuerte presencia de las plantas forrajeras. Por otro lado, los viveros y semilleras tienen importancia en la región de Arica y Parinacota y en las regiones de Coquimbo y Valparaíso. No obstante, es posible indicar que en cada una de las comunas analizadas, los mayores porcentajes de áreas cultivadas pertenecen a plantas forrajeras o frutales, y en algunos casos, principalmente en las comunas de más al norte sobresalen las hortalizas.

Respecto a la eficiencia de riego, esta es muy variable en las distintas comunas analizadas. Son pocas las comunas que destacan por poseer riego tecnificado, no obstante más de la mitad de las comunas analizadas supera el porcentaje nacional en tecnología de Microriego.

Por otro lado, la agricultura orgánica se presenta en cuatro de las seis regiones de estudio (Arica y Parinacota, Atacama, Coquimbo y Valparaíso), ya sea en praderas, recolección silvestre, o cultivos como frutas, hortalizas o hierbas (ODEPA, 2012). No obstante, el porcentaje total de hectáreas certificadas en estas cuatro regiones, sólo alcanza el 5% del total de hectáreas certificadas a nivel nacional, por lo tanto, su participación en la exportación de productos orgánicos es marginal.

3) Aspectos demográficos, sociales y culturales

Según los resultados preliminares del Censo de Población y Vivienda 2012 (en adelante Censo 2012), las seis regiones que abarca este estudio son parte de las ocho regiones que presentan una tasa de crecimiento anual mayores al promedio nacional, siendo la Región de Tarapacá la que ha mostrado mayor tasa de crecimiento en los últimos 30 años.

Respecto a la población mayor de 15 años perteneciente a la fuerza de trabajo, es preciso indicar que sólo la región de Valparaíso presenta un total de desocupados (Cesantes y quienes buscan trabajo por primera vez) superior al porcentaje nacional. Si bien, en las regiones de estudio existen cesantes en el área de la agricultura, es más apreciable la cesantía en el área de la construcción, esto toma relevancia cuando consideramos que la construcción de la carretera hídrica puede generar trabajo en este rubro.

4) Aspectos culturales

Las comunidades indígenas que habitan el norte del país, se identifican principalmente con la cultura andina, áreas que están fuera de la zona del presente estudio. Según un estudio realizado por ODEPA y CONADI (2011), aproximadamente el 52% de las explotaciones agrícolas de los

pueblos indígenas se ubican en la precordillera y cordillera de los andes, tendencia que es marcada en las regiones de Arica y Parinacota, Atacama y Antofagasta.

Por otro lado, nos encontramos con las comunidades agrícolas, que corresponden a una forma particular de tenencia de la tierra que se origina en los tiempos de la colonia en el siglo XVI. Actualmente existen 188 comunidades agrícolas en el país las cuales están repartidas entre las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana, sin embargo la Región de Coquimbo abarca el 95% del total de comunidades.

IV.1.B. Zonas homogéneas con potencial productivo agrícola

Cómo se mencionó en el punto II.1.B de la metodología las zonas homogéneas se obtienen mediante la delimitación del territorio por altitud (1000 msnm), uso de suelo y áreas protegidas, para posteriormente incluir los factores de zonificación, geoformas y distritos bioclimáticos.

El territorio bajo los 1.000 msnm presenta una superficie de 6.806.985,46 hectáreas aproximadamente. Posteriormente se descarta el territorio categorizado con un uso limitante y las Áreas protegidas.

Los usos limitantes como se mencionó en la metodología corresponden a sectores que presentan un impedimento físico o ético para su conversión a la agricultura, dentro de estos se cuentan las áreas urbanas e industriales, bosques, cuerpos de agua, nieves y glaciares y áreas sin vegetación⁵, así como los terrenos agrícolas (exceptuando la categoría rotación de cultivos) por considerarse la zonificación propuesta como área de expansión agrícola (Cuadro 14).

Cuadro 14. Superficie descartada por corresponder a sectores limitantes

Uso limitante	Superficie (ha)
Áreas Urbanas e Industriales	66.344,71
Bosques	208.875,09
Cuerpos de agua	21.274,89
Nieves y glaciares	23,49
Terrenos Agrícolas	282.263,26
Áreas sin vegetación	338.749,61
Total	917.531,05

Adicionalmente se eliminaron los sectores protegidos por su características ecosistémicas, biológicas y físicas. En este análisis se consideraron las Áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), Santuarios de la Naturaleza, Bienes Nacionales Protegidos, Reserva de la Biosfera, Sitios Ramsar y Sitios Prioritarios (SP). El desglose de superficie y la identificación de los sitios se encuentra en la sección de Análisis Territorial (Anexo 1). A continuación se expone un cuadro síntesis en donde se observa la superficie regional descartada del análisis.

⁵ Derrumbes, afloramientos rocosos, salares, playas y dunas, cajas de río. Los suelos catalogados como "otros terrenos sin vegetación" son aptos para el análisis posterior por lo tanto no son contabilizados como uso limitante

Cuadro 15. Superficie protegida en el área de estudio

Región	Superficie protegida regional en el área de estudio (ha)	Porcentaje protegido regional del área de estudio (%)
Región de Arica y Parinacota	0,0002	0,0
Región de Tarapacá	73354,1	8,4
Región de Antofagasta	31447,3	2,9
Región de Atacama	87645,6	4,3
Región de Coquimbo	12502,9	0,8
Región de Valparaíso	16844,6	1,8

Posteriormente se realiza el cruce de los factores de zonificación, geoformas y distritos bioclimáticos obteniendo un total de 127 tipos de Zonas Homogéneas distribuidas en toda el área de estudio. En el Cuadro 16 se visualiza la superficie de todas las zonas homogéneas o agroecológicas, en donde el 40,5% del área de estudio corresponde a cinco zonas homogéneas (destacadas en el Cuadro 16). Como se observa cuatro de las cinco zonas homogéneas con mayor superficie corresponden a zonas de cerro (codificadas con valor 3.000), y una de ellas corresponde a una zona plana, codificada con valor 1000 - M344 Ha71, y 379.540,5 hectáreas. En cuanto a la variable climática que determina la zona homogénea dos de las cinco zonas homogéneas con mayor superficie corresponden al distrito M344 Ha71 (1.085.747,97 há).

Cuadro 16. Superficie y porcentaje de representación de las Zonas Homogéneas en el área de estudio

Zona Agroecológica	Área Total (ha)	Zona Agroecológica	Área Total (ha)	Zona Agroecológica	Área Total (ha)
1000 - I241 a63	126,75	1000 - S345 sa63	4.732,26	3000 - I241 Shs44	105,95
1000 - I241 sa64	714,02	2000 - I241 sa64	87,3	3000 - m241 sa54	134,49
1000 - M243 a63	4.532,31	2000 - M243 a63	1.317,14	3000 - M243 a63	41.165,27
1000 - M243 a73	1.026,62	2000 - M243 a73	242,06	3000 - M243 a73	25.163,55
1000 - M243 Ha71	108.241,21	2000 - M243 Ha71	51.672,59	3000 - M243 Ha71	100.746,99
1000 - M243 Ha72	10.115,19	2000 - M243 Ha72	5.063,92	3000 - M243 Ha72	28.036,45
1000 - M252 a64	24,85	2000 - M252 a64	42,65	3000 - M252 a64	109,6
1000 - M252 Ha71	124.332,86	2000 - M252 Ha71	86.760,63	3000 - M252 Ha71	41.432,72
1000 - M344 a63	741,64	2000 - M344 a63	131,34	3000 - M344 a63	8.093,27
1000 - M344 a73	30.699,32	2000 - M344 a73	14.286,49	3000 - M344 a73	183.886,29
1000 - M344 Ha71	379.540,5	2000 - M344 Ha71	167.810,08	3000 - M344 Ha71	706.207,47
1000 - M344 Ha72	247.755,69	2000 - M344 Ha72	10.2258,2	3000 - M344 Ha72	348.749,47
1000 - M445 Ha71	100.144,54	2000 - M445 Ha71	85.258,29	3000 - M445 Ha71	499.090,01
1000 - Mt241 a63	2.841,45	2000 - Mt241 a63	162,73	3000 - Mt241 a63	24.801,45
1000 - Mt241 sa54	685,38	2000 - Mt241 sa54	125,43	3000 - Mt241 a73	23,31
1000 - Mt242 sa64	1.075,24	2000 - Mt242 sa64	102,74	3000 - Mt241 sa54	31.731,94
1000 - Mt242 Shs44	369,31	2000 - Mt243 sa54	146,74	3000 - Mt242 sa64	43.040,27
1000 - Mt243 sa54	3672,9	2000 - Mt243 sa64	2,23	3000 - Mt242 Shs44	7.188,51
1000 - Mt243 sa64	763,37	2000 - Mt344 Shh44	4.573,37	3000 - Mt243 sa54	42.923
1000 - Mt344 Shh44	3.326,44	2000 - Mt345 Shs44	7.056,98	3000 - Mt243 sa64	8.293,65

Zona Agroecológica	Área Total (ha)	Zona Agroecológica	Área Total (ha)	Zona Agroecológica	Área Total (ha)
1000 - Mt345 Shs44	2.687,62	2000 - S241 Ha71	42.728,98	3000 - Mt344 Shh44	7.796
1000 - S241 Ha71	81.716,7	2000 - S242 a63	275,67	3000 - Mt345 Shs44	16.655,7
1000 - S242 a63	3.409,91	2000 - S242 a64	35,37	3000 - S241 Ha71	11.221,98
1000 - S242 a64	178,85	2000 - S242 sa64	6,18	3000 - S242 a63	38.629,26
1000 - S242 a73	38,12	2000 - S243 a63	3.769,07	3000 - S242 a64	1.500,38
1000 - S242 sa64	66,28	2000 - S243 a73	315,86	3000 - S242 a73	1.834,54
1000 - S243 a63	13.572,19	2000 - S243 Ha72	2.284,1	3000 - S242 sa64	2.334,25
1000 - S243 a73	2.514,32	2000 - S243 sa64	614,75	3000 - S243 a63	169.733,77
1000 - S243 Ha71	48,27	2000 - S243 Shs44	116,55	3000 - S243 a73	77.889,09
1000 - S243 Ha72	8.656,42	2000 - S344 a63	6.525,6	3000 - S243 Ha72	44.283,9
1000 - S243 sa44	346,15	2000 - S344 a73	23.780,79	3000 - S243 sa44	8.975,06
1000 - S243 sa64	5.382,4	2000 - S344 Ha72	32.180,03	3000 - S243 sa64	66.506,43
1000 - S243 Shs44	224,51	2000 - S344 sa44	259,64	3000 - S243 Shs44	5.075,34
1000 - S344 a63	11.591,43	2000 - S344 sa54	13.692,26	3000 - S344 a63	167.166,28
1000 - S344 a73	41.222,57	2000 - S344 sa64	5.115,11	3000 - S344 a73	207.720,92
1000 - S344 Ha72	68.975,18	2000 - S344 Shh44	918,85	3000 - S344 Ha72	386.432,5
1000 - S344 sa44	68,51	2000 - S344 Shs44	5.966,78	3000 - S344 sa44	3.879,97
1000 - S344 sa54	34.169,02	2000 - S345 a72	9.686,73	3000 - S344 sa54	148.350,4
1000 - S344 sa64	12.070,58	2000 - S345 sa63	4.694,89	3000 - S344 sa64	106.142,21
1000 - S344 Shh44	694,6	3000 - I241 a63	1.244,21	3000 - S344 Shh44	10.408,74
1000 - S344 Shs44	8.029,71	3000 - I241 sa54	1.633,78	3000 - S344 Shs44	30.984,43
1000 - S345 a72	11.375,66	3000 - I241 sa64	10.172,04	3000 - S345 a72	19.529,44
				3000 - S345 sa63	29.987,07
Total	5.729.580,32				

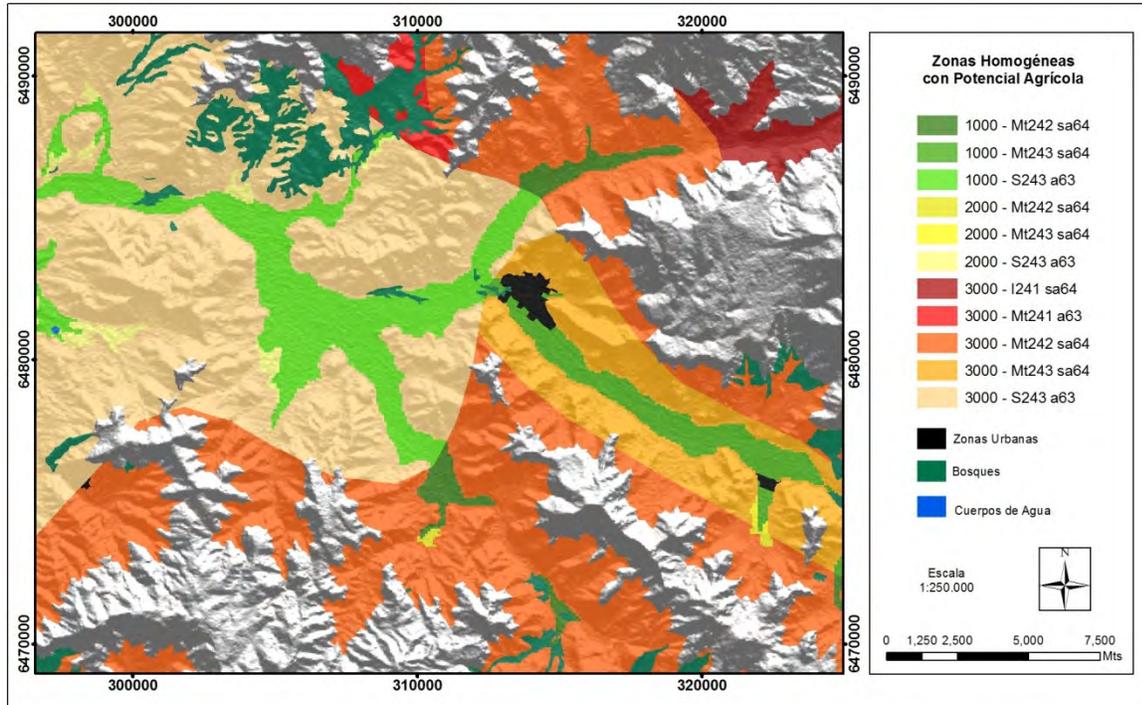


Figura 15. Visualización de Zonas homogéneas. Ejemplo para un sector del área de estudio a escala 1:250.000

En la Figura 15 se observa la zonificación agroecológica de un sector del área de estudio, en donde se visualizan 11 zonas homogéneas. Los sectores representados en tonos verdes representan zonas homogéneas planas, los tonos amarillos zonas homogéneas con formas onduladas y los tonos rojizos zonas homogéneas ubicadas en sectores de cerro. Finalmente, la Figura 16 expone un esquema de procedimientos en donde se visualiza la disminución de de superficie apta tras la inclusión de las variables limitantes.

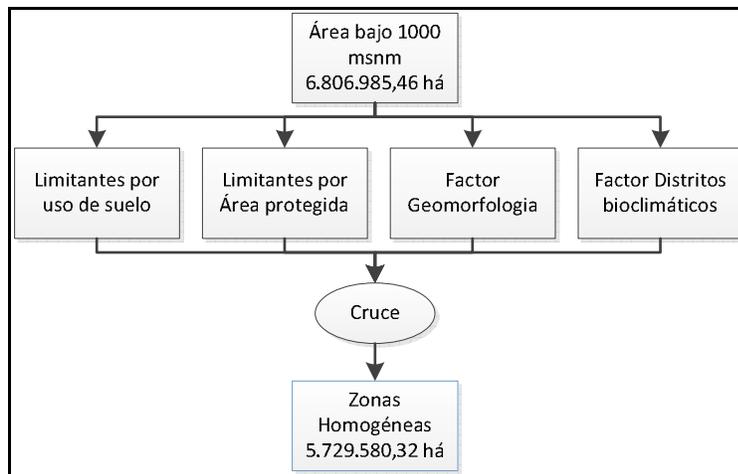


Figura 16. Diagrama de visualización de disminución de superficie apta

IV.2. Etapa 2: Evaluación de aptitud agrícola

En la etapa 2 se obtienen coberturas cartográficas de aptitud por especie, cobertura de aptitud unificada de los cultivos, y subzonas, unidad utilizada para los análisis posteriores.

IV.2.A. Estudio general de mercados

El estudio de mercado realizado consta de dos secciones la primera de ellas expone una descripción general de las características productivas agrícolas de las regiones de estudio y localidades de interés y la segunda incluye un análisis de mercado detallado por especie. A continuación se expone un resumen de cada una de estas secciones, el detalle del estudio se encuentra en el Anexo 3.

i) Situación actual regional

La Región de Arica y Parinacota presenta ventajas climáticas, produciendo 40 especies diferentes dentro de los cuales se privilegia el choclo y tomate para consumo fresco. Esta última es la segunda especie con mayor área cultivada, sin embargo corresponde a la especie con mayor rentabilidad de la zona. Los frutales más cultivados en la región son olivo y mango. Las localidades de interés de la región son Azapa, Lluta, Chaca y Camarones, las dos últimas con pequeñas producciones de hortalizas y especies forrajeras (alfalfa), respectivamente. En el Valle de Azapa corresponde a una de las zonas más relevantes para el abastecimiento de hortalizas de la zona central del país en período de escasez. Este valle produce principalmente tomate y olivo. Finalmente, en el valle de Lluta se cultiva principalmente maíz lluteño, cebolla y ajo.

En la Región de Tarapacá se ubica la localidad de interés de Chucumata, localidad que no registra agricultura, sin embargo, gracias a las características costeras similares a las que presenta la ciudad de Iquique, es posible el desarrollo del cultivo de olivo. La producción de hortalizas también es de pequeña escala, en donde el cultivo de lechuga es la que abarca la mayor superficie.

La Región de Antofagasta presenta una industria agrícola casi nula, concentrada principalmente en el altiplano. La producción es fundamentalmente de forrajeras, orientadas a la alimentación de animales domésticos. Existe una incipiente industria hortícola concentrada en torno a la cuenca del río Loa y en la ciudad de Calama. El cultivo más importante en cuanto a superficie es el Choclo, seguido por el cultivo de la zanahoria. En las localidades de Tocopilla y Mejillones la agricultura es prácticamente nula, en donde solo se presentan algunos huertos caseros y chacras de hortalizas. Sin embargo, las condiciones climáticas similares a la ciudad de Antofagasta (ambas costeras), permite hacer un análisis de las posibilidades de desarrollo agrícola de esta localidad. En la localidad de Taltal la agricultura está escasamente desarrollada, principalmente por fuertes limitaciones de agua para riego, junto con una potente cultura minera. Sin perjuicio de esto, existen algunas iniciativas de cultivo de frutales como el olivo, cítricos y paltos.

La Región de Atacama, con más de 30 mil hectáreas aprovechables, presenta una importante actividad agrícola, altamente concentrada en las cuencas de los ríos Copiapó y Huasco. Una de las actividades productivas de gran importancia, principalmente por la identificación que otorga a la Región y por el alto grado de tecnificación productiva, es la uva pisquera. Una segunda especie, de importancia económica regional equivalente es el olivo. Finalmente, la producción de hortalizas, flores, tubérculos y cultivos industriales ocupan un nivel secundario de importancia. Dentro de las hortalizas de mayor importancia económica está el tomate para consumo fresco, la arveja verde y la

alcachofa. Las localidades de Chañaral y Caldera basan sus actividades económicas en la minería, pesca y servicios, en especial el turismo. La producción agrícola en estas localidades está fuertemente restringida por la escasez de agua dulce. La cuenca del río Copiapó consta de 16 mil hectáreas aprovechables, en donde las condiciones climáticas y el uso de tecnologías de riego, han facilitado la producción intensiva de uva de mesa para exportación y olivo, mientras que en menor proporción se cultiva uva pisquera, tomates para consumo fresco y habas. El valle de Huasco, posee una agricultura dinámica, impulsada principalmente por el cultivo del olivo y la uva de mesa de exportación. Un caso importante es el palto, el cual presentó una favorable adaptación climática al valle. Finalmente Freirina es bastante menos dinámica en su agricultura, sobre todo al compararla con Copiapó y Huasco. No obstante, presenta alguna actividad en la producción frutal, destacando el cultivo de olivo y palta.

En la Región de Coquimbo el principal cultivo es la uva pisquera, concentrando el 94,3% de la superficie total nacional. Adicionalmente, la Región es reconocida mundialmente por su variada oferta de frutas de exportación, destacando especies como uva de mesa, palto, olivos, cítricos, nogal y clementinas. La producción de hortalizas también es importante dentro de la Región, destacando la alcachofa y la lechuga, seguidas por otras de menor importancia como el poroto verde, choclo y pimiento. El tercer subsector agrícola de importancia es la producción de cultivos de leguminosas y tubérculos. Las especies más relevantes, en cuanto a la superficie regional, es la papa y el trigo.

La localidad de Pan de Azúcar, emplazada dentro de la comuna de Coquimbo, presenta una actividad agrícola concentrada en el cultivo de hortalizas como papas, lechugas, apio y choclos. La localidad de Los Choros destaca por su abundante biodiversidad natural, presentando explotaciones agrícolas de pequeña escala. Dentro de las especies agrícolas de mayor importancia destaca la producción centenaria del olivo, destinadas principalmente para la comercialización de aceitunas fuera de la localidad. El valle de Huentelauquén, destaca por la producción de papaya, palta y otros productos pecuarios como el queso. El valle de Limarí es conocido por su tradición de uva pisquera, una gran diversidad de fruta de exportación como uva de mesa, palto, olivos y cítricos, además de una tecnificada producción de hortalizas, concentrada en las terrazas altas del valle, como alcachofa, pepino dulce, junto con tomates y pimentón. Finalmente, el valle del río Quilimarí existe agricultura tecnificada, la que cuenta con inversiones de sistemas de riego. Dentro de las especies que destaca por su rentabilidad está el cultivo del palto y el olivo, en donde este último permite la obtención de reconocidos aceites de oliva de la zona. Otro rubro de importancia es la floricultura, en especial la industria del clavel de corte.

La Región de Valparaíso, es una de las regiones de mayor importancia para la agricultura nacional, llegando a producir por ejemplo, más del 40% de la palta producida en el país. Por otro lado, las hortalizas tienen una importancia secundaria dentro de la región, cultivándose tomate para consumo fresco, lechugas, alcachofas y choclo. En la localidad de la Ligua existe una importante superficie destinada a frutales principalmente paltos, olivos y cítricos. Las hortalizas de mayor importancia dentro de esta localidad son el poroto granado, arveja verde y lechuga. La localidad de Petorca, inminentemente frutícola, tiene como principal especie al palto. Las hortalizas de mayor importancia dentro de esta localidad son el poroto granado, lechuga y choclo. Finalmente, Quintero reporta una baja actividad agrícola, en donde los frutales ocupan 68 hectáreas de las cuales más del 50% corresponde a palto.

ii) Estudio de mercado

Se realizó el estudio de mercado de las especies en evaluación en el área de estudio con lo cual se obtuvieron una serie de conclusiones, las cuales se presentan a continuación (Para mayor información consulte el Anexo 3).

1) Alcachofa

El negocio de la alcachofa a nivel mundial se mantiene constante en torno a las 900 toneladas producidas. El principal país productor es Italia, concentrando el 33% del total producido, mientras que España se posiciona como el principal exportador, muy cerca de Francia y Egipto. En Chile, el negocio se mantiene a la expectativa de evaluar profundos cambios en el modelo del negocio. Años anteriores, el negocio estaba basado en la producción y comercialización en el mercado local, principalmente a través de la venta de alcachofas frescas a granel. Durante los últimos años, e impulsados por la globalización de mercados, y el desarrollo de agroindustrias en Chile, el modelo cambió hacia un negocio centrado en la producción de alcachofas para la elaboración de conservas, principalmente en vinagre o ácido acético. Como consecuencia de lo anterior, la superficie y los precios internos de este producto han sufrido constantes disminuciones, sin embargo, la exportación y, fundamentalmente, el valor unitario de exportación, han experimentado esperanzadores incrementos, los que se han mantenido constantes en estos últimos años.

Pese a esto, aún existen desafíos relevantes para lograr el pleno desarrollo de esta industria, las que principalmente tienen que ver con la incorporación de tecnologías a nivel campo y agroindustria que mejore la calidad y margen del negocio, el incremento de los esfuerzos comerciales para diversificar los mercados internacionales, y la diferenciación de su oferta con países de importancia mundial en esta industria, tales como Perú y Argentina.

2) Cítricos

La producción y el comercio mundial de cítricos están en expansión, en donde Estados Unidos, Sudáfrica y España son productores y exportadores importantes, mientras que Brasil y Argentina, debido a su proximidad con Chile, se perfilan como los principales competidores de los cítricos chilenos.

Pese a lo importante de esta competencia, los cítricos chilenos han experimentado constantes crecimientos, incluso de mayor magnitud que el promedio mundial, llegando a exportar, entre limones y naranjas, cerca de 100 millones de dólares, abriendo importantes mercados como Estados Unidos, Corea del Sur y Japón.

El mercado local es menos dinámico, y debido a los bajos precios en los meses de mayor oferta, la industria ha optado por exportar la mayor cantidad de su producción y solo vender el descarte en el país. Así, los mayores precios se presentan en verano y otoño, mientras que los precios caen abruptamente desde el mes de julio hasta noviembre.

Las superficies más importantes de limón están desde la Región Metropolitana hacia el Norte del país, siendo de gran importancia las Regiones de Valparaíso y Coquimbo. Para el caso de la naranja la situación es similar, salvo que las mayores superficies se encuentran un poco más al Sur en la Región del Gral. Libertador Bernardo O'Higgins.

En general el negocio de los cítricos es promisorio, siempre y cuando esté orientado hacia la exportación de mercados con alto poder adquisitivo, en especial Asia, los cuales presentan pequeñas producciones en relación a su demanda real.

3) Flores de corte

El mercado internacional de flores ha experimentado fuertes tasas de crecimiento, aunque durante los últimos años ha dado muestras de madurez, al estancarse su crecimiento durante los últimos 3 años.

Los principales países productores son economías que cuentan con las condiciones climáticas apropiadas, y que desarrollan su negocio dirigido al mercado local, debido a que tienen grandes mercados con alto poder adquisitivo, como Estados Unidos, o están orientados al mercado de exportación, como el caso de Colombia y Ecuador. El caso de Holanda es especial pues, pese a presentar importantes producciones de flores, sus volúmenes transados aumentan dado que es el principal centro de distribución de flores de Europa.

La industria chilena de flores de corte aun está poco desarrollada, presentando una pequeña superficie y actividad en comparación a otros rubros de mayor dinamismo. Una explicación es el pequeño tamaño del mercado interno, junto con la agresiva competencia con flores importadas, principalmente desde Ecuador. Esto último, ha causado que, pese al aumento en las exportaciones de flores, la balanza comercial de este producto se haya inclinado hacia las importaciones, las que llegaron a ser un 78% de la balanza comercial durante el año 2011.

Pese a esto, existen buenas condiciones productivas y comerciales para flores de nicho, cultivadas en zonas con ventajas climáticas que permitan su cultivo al aire libre. Dentro de las especies más atractivas está el liliun para medianas y grandes empresas, por su elevado margen de ganancia, mientras que el clavel es una excelente alternativa para pequeños productores, pues se vende bien en el mercado local y además, gracias a necesitar una gran cantidad de jornadas hombre, le permite al agricultor emplearse a él y su familia.

4) Lechuga

La producción y comercialización de la lechuga, a nivel mundial, experimenta moderadas expansiones, concentrando las mayores producción en países con un importante tamaño de su demanda interna y cercanía con otros países de igual magnitud pero sin las condiciones para producir el volumen suficiente para satisfacer su demanda interna. En este contexto, China y Estados Unidos son los principales productores, mientras que Alemania y Canadá son los principales importadores de esta hortaliza.

En Chile, pese a que esta hortaliza es cultivada en la mayoría de las Regiones del país, la exportación de lechuga fresca es nula, principalmente por elevados costos de transporte y la lejanía con países con demandas internas importantes. Pese a esto, algunas empresas han explorado con relativo éxito el negocio de la lechuga mínimamente procesada, la cual consiste en lavar, picar y envasar con atmosfera modificada la lechuga, con el objetivo de incorporar valor al producto y reducir los costos de transporte a través de prolongar la vida de post-cosecha del producto.

Debido a lo anterior, es que el negocio principalmente se orienta a la producción de pequeñas superficies cercanas a centros de consumo, por cuanto la mayor cantidad de la lechuga del país es producida en cordones ubicados en los márgenes de las principales ciudades de la Región Metropolitana, Valparaíso y Coquimbo.

Finalmente, pese a tener suficiente superficie disponible con un clima apto para la producción con buenos rendimientos, la industria ve restringido su desarrollo principalmente por el nulo acceso al mercado de exportación, y el pequeño tamaño de la demanda interna, por cuanto la superación de éstas, entre otras brechas de importancia secundarias, son urgentes para la promoción del crecimiento de esta industria.

5) Papa

A nivel mundial, los volúmenes de papa importados aumentan aunque a tasas moderadas, impulsado por el aumento en la población y su poder adquisitivo, en especial Europa, quien es el principal importador de este cultivo. En relación a la producción mundial, ésta se mantiene constante, en donde los principales países productores se caracterizan por tener grandes extensiones de superficies y demandas internas de gran tamaño, como son el caso de China e India.

En Chile, la papa se cultiva desde el Norte del país, esencialmente en zonas costeras cálidas y libres de riesgos de heladas, la cual es cosechada en invierno y primavera, meses en que alcanzan los mejores precios en los mercados mayoristas de Santiago. Sin embargo, este negocio representa menos del 20% de la superficie nacional. El restante 80% es cultivado en el Sur del país, principalmente en la Región de la Araucanía. Su cosecha se realiza en los meses de verano y otoño en donde se registran los menores precios debido al exceso de oferta.

Las perspectivas de desarrollo de la industria de la papa son promisorias, sobre todo para la papa temprana cultivada en el Norte. Esto se justifica gracias a las buenas oportunidades de desarrollo del mercado internacional, en especial en centros de consumo importantes como Brasil y Colombia, y el desarrollo de la agroindustria asociada, productora de productos derivados de la papa. Además, la sólida imagen fitosanitaria de Chile, lo transforman en un promisorio productor de tubérculos para semilla, más aun para proveer en contra estación a Estados Unidos y otros países del hemisferio norte.

6) Tomate

El negocio internacional del tomate fresco se encuentra en expansión, presentando elevadas tasas de crecimiento tanto en las importaciones mundiales, equivalentes a 8% anual promedio, como en la producción, con una tasa de 5% anual promedio.

Los principales mercados son Estados Unidos, Alemania y Rusia, concentrando entre los tres más del 50% de las importaciones mundiales. Ningún país de Latinoamérica figura dentro de los mercados de alta importancia para este producto.

En Chile, el negocio presenta antecedentes contradictorios. Los antecedentes negativos de esta industria son, por un lado, las altas tasas de disminución de la demanda interna y superficie de tomate fresco, además del errático comportamiento de las exportaciones, las que parecen más bien responder a exportaciones de oportunidad, más que a un comportamiento estable en el tiempo. Sin

embargo, dentro de las características positivas de la industria, está el aumento en los precios del mercado local, y las excelentes condiciones edafoclimáticas para el cultivo, las que permiten mantener, además de una gran variedad de cultivos de tomate, diversidad en tecnologías y fechas de cosecha.

7) Olivo

El negocio del aceite de oliva está en expansión a nivel mundial, debido a que se han incrementado en forma sostenida las importaciones de este producto. Así, para el año 2010, el total de importaciones a nivel mundial superó las 14 millones de toneladas, en donde los principales productores y exportadores de este aceite están concentrados en la zona Europea.

Sin embargo, gracias a la rápida expansión de industrias emergentes como la Chilena, Argentina, Australiana y Estado Unidense, poco a poco los países europeos productores por tradición de este aceite han perdido campo comercial.

En Chile, la expansión de este rubro ha sido importante, tanto que hoy alcanza el séptimo lugar en superficie utilizada a nivel nacional, significando para el año 2011 el 5,5% de la superficie total cultivada con frutales en Chile. Más aun, dentro de las zonas del Norte de Chile, como la Región de Tarapacá y Coquimbo, este frutal alcanza el 22% y 12% de la superficie cultivada con frutales dentro de cada Región respectivamente.

Además de lo anterior, otras condiciones hacen pensar en la creciente rentabilidad de este rubro, dentro de las cuales destaca el aumento en las exportaciones, en los precios alcanzados en los mercados extranjeros, y en el incremento del consumo interno y del consumo de países latinoamericanos como Brasil y Colombia, los cuales no poseen producción interna.

Sin embargo, las tecnologías deficientes implementadas en labores de producción y transformación, la débil legislación sanitaria y de derechos de propiedad vigentes, y la escasez hídrica en algunos valles, han restado competitividad a esta industria.

8) Palto

En el contexto internacional, el negocio experimenta una fuerte expansión, en donde las importaciones crecen al 16% anual promedio en los últimos años. Los principales países demandantes de este producto son Estados Unidos y la Eurozona, mientras que los principales países productores y exportadores son México y Chile.

El cultivo del Palto se ha transformado en uno de los rubros de mayor importancia económica para el país, llegando a ocupar el 13% de la superficie total destinada a la producción de frutales, sólo superada por el cultivo de la uva de mesa.

Este negocio se desarrolla, mayoritariamente, entre la Región Metropolitana y la Región de Coquimbo, siendo la Región de Valparaíso la de mayor importancia y superficie, concentrando el 60% de la superficie nacional.

En Chile, el negocio es mayoritariamente de exportación, explicado por los elevados retornos ofrecidos desde el extranjero. El principal mercado de la palta Chilena es Estados Unidos, seguido

por la Eurozona. Otra característica importante de este rubro, es su marcada estacionalidad. De esta forma, durante los meses estivales, donde se incrementa la oferta de palta, aumentan las exportaciones hacia el hemisferio norte, con el objetivo de aprovechar la contra-estación. En invierno, cuando la oferta declina, aumentan los precios en el mercado local, el cual mayoritariamente es de descarte de exportaciones.

IV.2.B. Evaluación de aptitud agrícola

Los resultados de la evaluación de aptitud agrícola se exponen en tres secciones: i) Evaluación de aptitud individual de cultivos; ii) Evaluación de aptitud integrada y obtención de subzonas; y iii) Acotación de Grupos de cultivos de las subzonas.

i) Evaluación de aptitud individual de cultivos

La zonificación obtenida para cada cultivo contiene las mismas categorías definidas para los requerimientos ecológicos de los cultivos, por lo tanto se obtuvieron áreas de aptitud Óptima y Adaptable, y áreas Excluyentes para el desarrollo de cada cultivo. Cabe destacar que no todos los cultivos resultaron en estas tres categorías, y la mayoría resultó ser Apta o No Apta.

El Cuadro 17 resume la superficie por aptitud resultante para cada cultivo dentro del área definida mediante la Zonificación Agroecológica, la cual considera alturas menores a 1.000 m.s.n.m. y limitantes en el uso del suelo.

En cuanto a las restricciones para la adaptabilidad de los cultivos establecidas a través de las 5 variables climáticas utilizadas, la Temperatura Crítica por daño de Heladas resultó ser el parámetro más restrictivo para todos los cultivos, y determinó la mayor cantidad de hectáreas en categoría excluyente, especialmente para el Olivo, Palto, Cítricos, Flores y Tomate al tener estos un umbral de resistencia a las heladas menor.

Los Días Grado, por otra parte, fueron restrictivos para todos los cultivos excepto la Lechuga, mientras que la Temperatura Mínima de Crecimiento sólo resultó ser restrictiva para la mitad de los cultivos, pero representando una mayor cantidad de hectáreas en categoría excluyente que los Días Grado. Las Horas Frío, que sólo eran requisito para la adaptabilidad del Olivo, la Papa y la Alcachofa, determinaron áreas de exclusión por la costa para estos tres cultivos, y por último, la Temperatura de Estrés Térmico fue el parámetro menos restrictivo para todos los cultivos.

Cuadro 17. Superficie total por criterios de aptitud de cultivos

Cultivo	Óptimo		Adaptable		Excluyente	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%
Olivo	1.578.304,71	26,17	759.775,10	12,60	3.693.179,77	61,23
Lechuga	4.030.423,25	66,83	-	-	2.000.836,33	33,17
Palto	2.415.933,21	40,06	794.918,85	13,18	2.820.407,53	46,76
Cítricos	2.405.632,71	39,89	934.769,14	15,50	2.690.857,74	44,62
Papa	1.419.763,19	23,54	-	-	4.611.496,39	76,46
Alcachofa	2.406.223,25	39,90	-	-	3.625.036,33	60,10

Cultivo	Óptimo		Adaptable		Excluyente	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%
Flores	3.455.330,45	57,29	-	-	2.575.929,14	42,71
Tomate	3.455.330,45	57,29	-	-	2.575.929,14	42,71

De acuerdo a la modelación con los requerimientos climáticos de cada cultivo se obtuvo que la Lechuga es la que se adapta de manera óptima en mayor cantidad de hectáreas dentro del territorio, al ser más amplios sus rangos de adaptación en comparación a los otros cultivos, seguida por las Flores y el Tomate (Cuadro 17). Por otra parte el Palto, los Cítricos y la Alcachofa poseen un área muy similar de aptitud óptima, sin embargo sólo los dos primeros poseen superficie con aptitud Adaptable, por lo que su superficie total en aptitud para cultivar es mayor que la de la Alcachofa. Y finalmente, el Olivo y la Papa resultaron ser los cultivos con mayor restricción para su adaptabilidad óptima, aunque el Olivo posee un pequeño porcentaje en aptitud Adaptable.

El detalle de superficie en aptitud óptima por región, para cada cultivo y en el área correspondiente a la zonificación agroecológica se presenta en el Cuadro 18, el que muestra que a grandes rasgos la mayor aptitud para los cultivos estudiados se da en la Región de Atacama, seguida por las regiones de Antofagasta, Tarapacá y Coquimbo, y por último en las regiones de Valparaíso y Arica y Parinacota.

Las Figuras 17 y 18 muestran las zonificaciones de aptitud individual (de cada cultivo) obtenida en esta etapa.

Cuadro 18. Superficie de cultivos con aptitud óptima por región

Cultivo	XV Región de Arica y Parinacota		I Región de Tarapacá		II Región de Antofagasta		III Región de Atacama		IV Región de Coquimbo		V Región de Valparaíso		Total	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%
Olivo	62.384,88	4,0	165.566,68	10,5	206.641,16	13,1	1.056.657,55	66,9	64.610,69	4,1	22.443,75	1,4	1.578.304,71	100
Lechuga	216.474,49	5,4	384.661,25	9,5	644.333,14	16,0	1.765.733,30	43,8	601.252,47	14,9	417.968,60	10,4	4.030.423,25	100
Palto	212.545,94	8,8	351.663,81	14,6	560.069,76	23,2	1.204.599,25	49,9	64.610,69	2,7	22.443,75	0,9	2.415.933,21	100
Cítricos	212.545,94	8,8	351.663,81	14,6	559.329,57	23,3	1.197.466,50	49,8	64.610,69	2,7	20.016,19	0,8	2.405.632,71	100
Papa	15.414,19	1,1	86.740,80	6,1	89.997,88	6,3	733.504,94	51,7	190.493,55	13,4	303.611,82	21,4	1.419.763,19	100
Alcachofa	34.408,54	1,4	138.729,85	5,8	162.028,29	6,7	1.196.568,98	49,7	480.357,84	20,0	394.129,77	16,4	2.406.223,25	100
Flores	212.545,94	6,2	356.527,98	10,3	619.337,60	17,9	1.539.181,68	44,5	405.592,76	11,7	322.144,49	9,3	3.455.330,45	100
Tomate	212.545,94	6,2	356.527,98	10,3	619.337,60	17,9	1.539.181,68	44,5	405.592,76	11,7	322.144,49	9,3	3.455.330,45	100

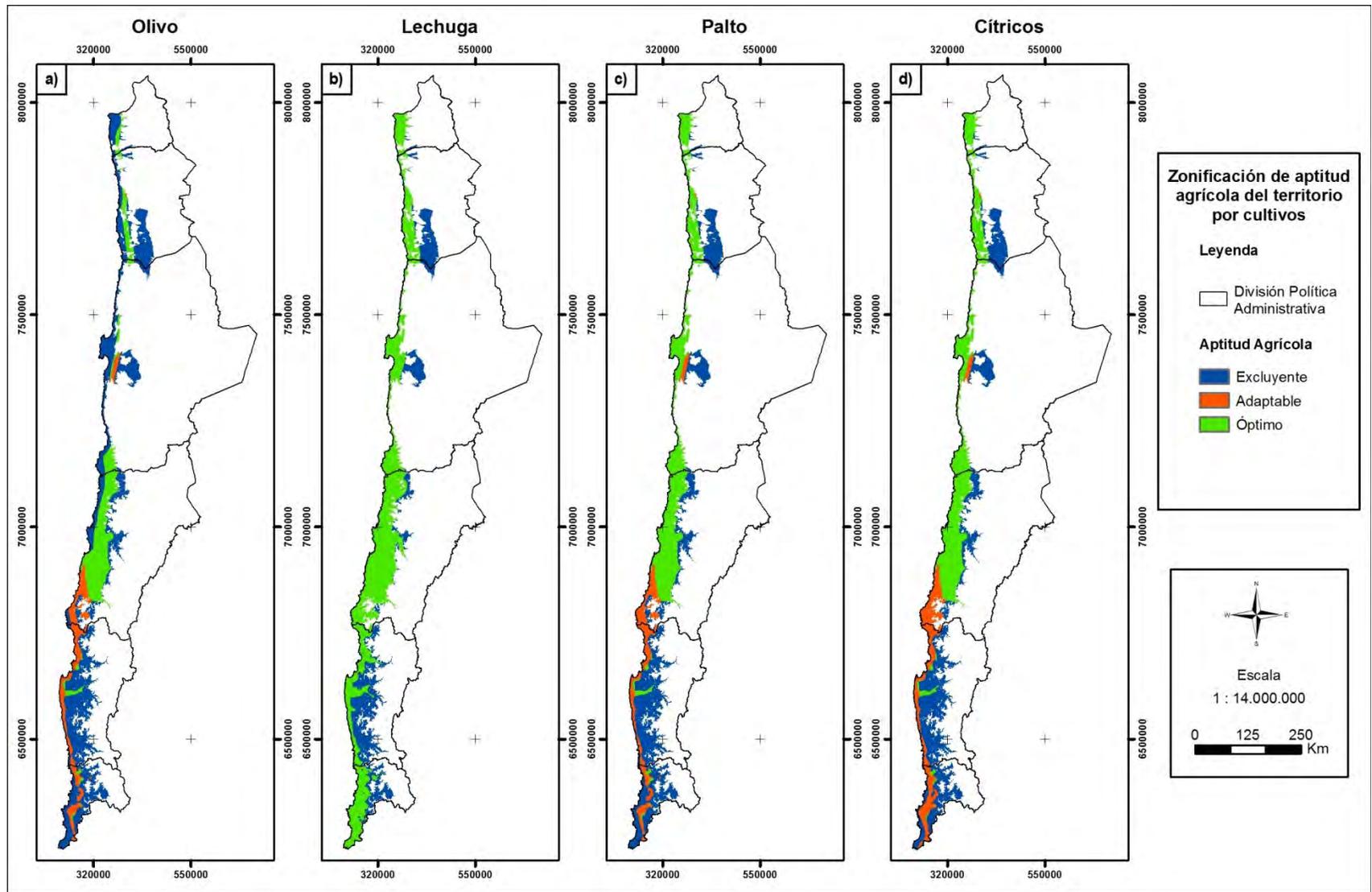


Figura 17. Zonificación de aptitud agrícola del territorio por cultivos. a) Olivo, b) Lechuga, c) Palto, d) Cítricos.

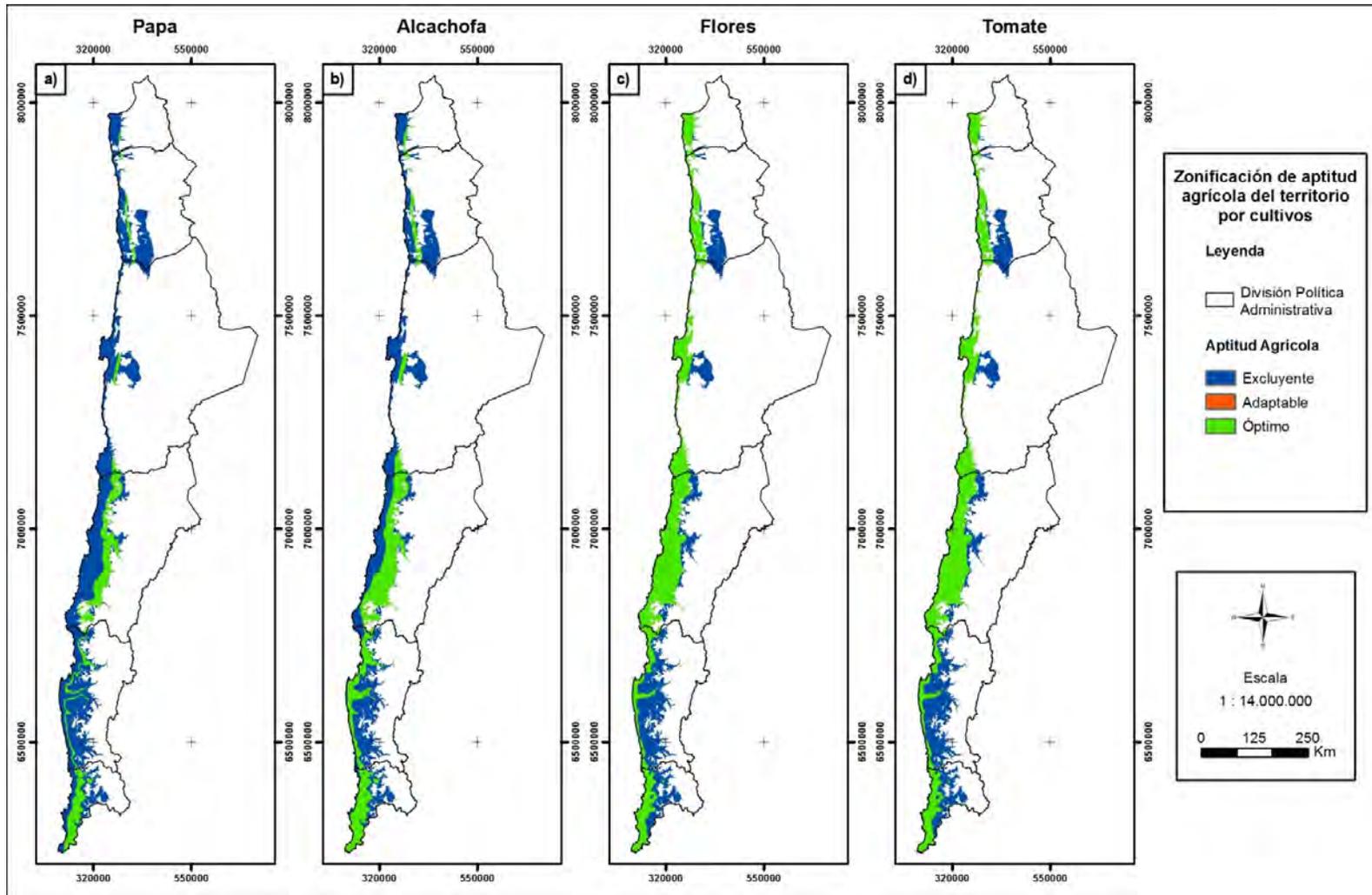


Figura 18. Zonificación de aptitud agrícola del territorio por cultivos. a) Papa, b) Alcachofa, c) Flores, d) Tomate.

ii) Evaluación de aptitud integrada y obtención subzonas

Como resultado de la evaluación integrada de los cultivos se ha obtenido la zonificación del territorio en grupos de cultivos según aptitud óptima. Mediante un análisis general de este resultado, y en consideración de que esta aproximación deriva solamente de la aplicación de variables climáticas, es posible destacar la gran concentración de grupos de cultivos en la región de Atacama, lo cual es un indicador de que es en esta región donde existe un mayor potencial en términos de superficie para el establecimiento de los cultivos seleccionados en este estudio (Figura 20).

Por otro lado, se advierte la escasa existencia de terrenos con aptitud agrícola en las regiones de Tarapacá y Antofagasta, limitándose prácticamente a los sectores correspondientes a planicies costeras y algunas planicies al interior del continente pero con gran influencia oceánica. Finalmente, se destaca la existencia de potencial en los valles transversales de las regiones de Coquimbo y Valparaíso, lo cual es justamente coincidente con las áreas que actualmente presentan gran desarrollo de la agricultura mediante diversos tipos de cultivos.

Conforme la metodología establecida para la determinación de la aptitud agrícola del territorio, el resultado de la evaluación integrada de cultivos fue finalmente cruzado con la zonificación agroecológica con lo cual se obtuvo una nueva zonificación correspondiente a las "subzonas". Éstas son unidades con características agroclimáticas homogéneas y con un mismo grupo de cultivos adaptable (en categoría Óptima). En la Figura 19 se observan las subzonas, representadas mediante líneas plomas, y los grupos de cultivos.

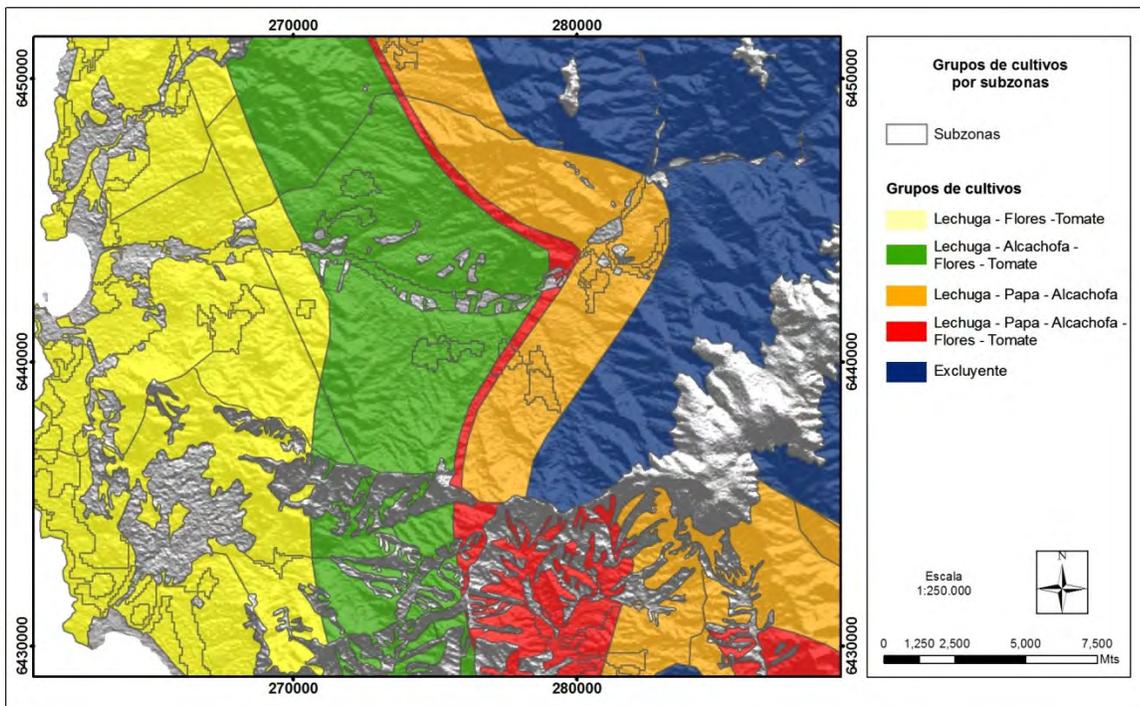


Figura 19. Visualización de subzonas. Ejemplo para un sector del área de estudio a escala 1:250.000

iii) Filtro de Grupos de cultivos de las subzonas.

Finalmente, se aplica la regla de decisión por geomorfología (Cuadro 8) para acotar los grupos de cultivos adaptables de las subzonas del área de estudio. Producto del procedimiento de filtro se obtiene la cobertura cartográfica visualizada en el costado derecho (mapa b) de la Figura 20. Esta difiere notoriamente de la cobertura de grupos de cultivos inicial (costado izquierdo, mapa a, Figura 20), en donde el número de grupos de cultivos es menor, pero con mayor cantidad de cultivos por categoría de grupo.

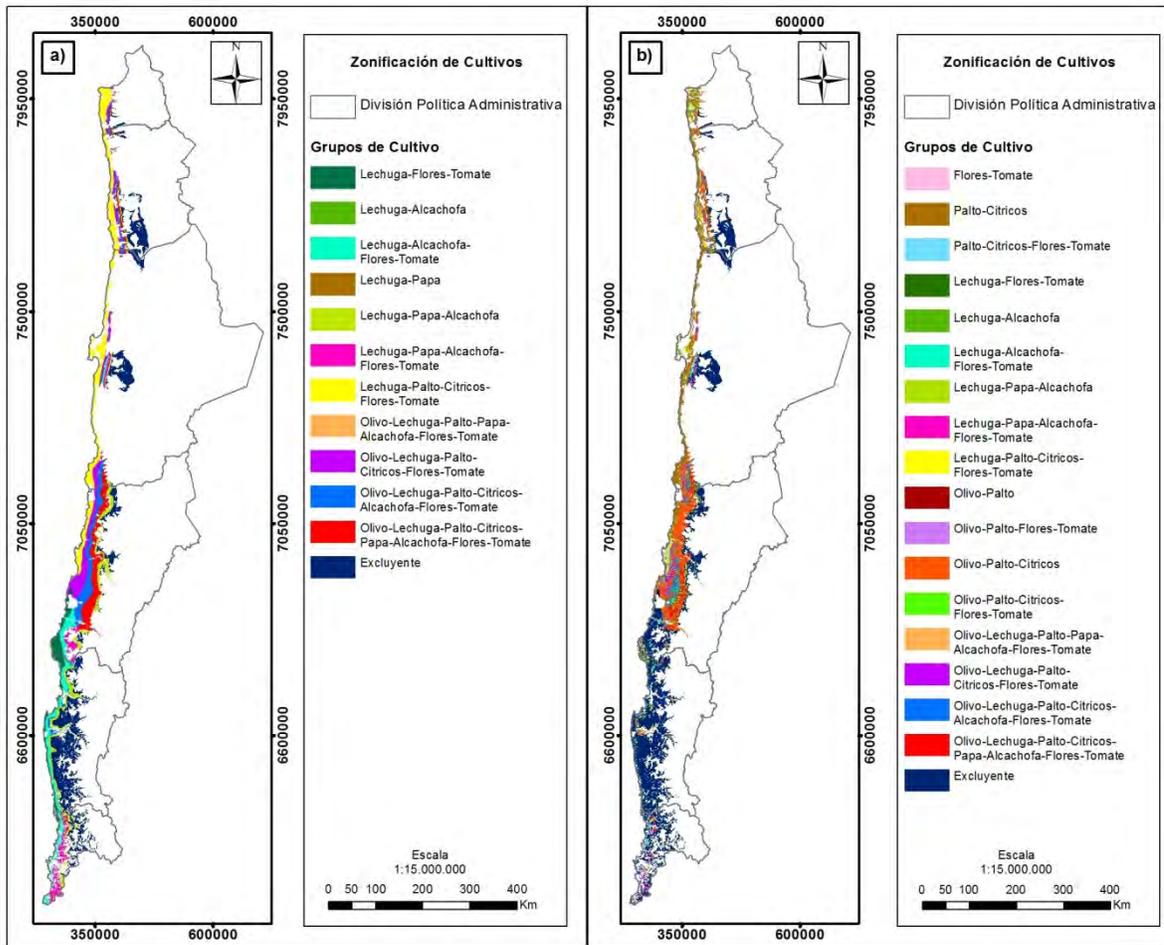


Figura 20. Distribución de estructura de cultivo en sectores de aptitud óptima; a) grupos de cultivos producto de la evaluación de aptitud integrada, b) grupos de cultivos resultado del proceso de filtraje

El Cuadro 19 contiene un resumen de las superficies generales obtenidas luego de las aproximaciones realizadas, lo cual da cuenta de la magnitud de superficie del territorio que se ha descartado por concepto de exclusión climática (rangos climáticos excluyentes para los cultivos), exclusión física (producto de la aplicación de la regla de decisión basada en geformas) y por concepto de eliminación de sectores con usos del suelo limitantes⁶.

⁶ En la etapa 1 se descartaron sectores limitantes por su uso actual, el cuadro 16 expone la cuantificación de superficie descartada en todo el procedimiento metodológico.

Cuadro 19. Cuadro resumen de las unidades de trabajo del área de estudio.

Unidad de Análisis	Superficie	
	Hectáreas	%
Total Área de Estudio (bajo los 1.000 msnm.)	6.806.985,46	100
Total Área de Estudio excluyendo Limitantes del Territorio y Terrenos Agrícolas Actuales	5.729.580,32	84,2
Total Área Excluyente para el establecimiento de cultivos según requerimientos climáticos	1.872.270,9	27,5
Total Área Excluyente para el establecimiento de cultivos según requerimientos físicos ⁷	1.116.047,4	16,4
Total Área Apta para el establecimiento de cultivos	2.741.262,0	40,3

El Cuadro 20 expone la superficie de cada uno de los grupos de cultivos filtrados en cada una de las regiones del área de estudio. Las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta presentan mayor superficie con aptitud para Paltos o Cítricos, con 38,95%, 20,74% y 31,65%. Adicionalmente, en la Región de Tarapacá más del 40% de la superficie inicial de análisis fue excluida por variables climáticas (aptitud climática de los cultivos) o físicas (filtro por geoformas). En la Región de Atacama el grupo de cultivo con mayor representación espacial es "Olivo-Palto-Cítricos" con un 28,82% del área de estudio regional. La Región de Coquimbo presenta alrededor del 90% del área de estudio fue excluido del análisis por variables climáticas (63,24%) y físicas (26,52%), en esta región el grupo de cultivos con mayor porcentaje de representación espacial es el grupo "Flores-tomate" con un 2,43%. En la Región de Valparaíso se obtiene un escenario similar a la región de Coquimbo, presentando una superficie equivalente al 82% del área de estudio excluida del análisis y un 5,8% de la superficie en estudio destinada al grupo "Flores-Tomate".

Finalmente y en base a los resultados expuestos, es que se visualiza la potencialidad de introducción o expansión agrícola en sectores de las regiones del extremo norte del país, Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama.

Con el fin de exponer de manera más clara el procedimiento y la disminución de la superficie apta para la expansión agrícola es que se incluyó un diagrama explicativo (Figura 21), en el cual se observa que la superficie apta resultante de la etapa 1 corresponde a 5.729.580,32 há la cual tras la aplicación del modelo de aptitud agrícola disminuye a 2.741.262 há.

⁷ Zonas excluidas tras el filtro por geoformas

Cuadro 20. Superficie de grupos de cultivos con aptitud óptima por región, incluye filtros

Cultivo	XV Región de Arica y Parinacota		I Región de Tarapacá		II Región de Antofagasta		III Región de Atacama		IV Región de Coquimbo		V Región de Valparaíso	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%
Excluyente por requerimientos climáticos	17.282,97	7,75	277.716,92	41,93	262.146,21	28,94	184.187,35	9,57	931.261,16	63,24	199.676,24	36,85
Excluyente por requerimientos físicos	3.464,12	1,55	19.053,63	2,88	36.222,22	4,00	422.141,51	21,94	390.510,28	26,52	244.655,67	45,15
Flores-Tomate	-	-	797,12	0,12	9.996,38	1,10	26.425,77	1,37	35.818,80	2,43	31.445,99	5,80
Lechuga-Alcachofa	-	-	-	-	-	-	-	-	2.535,77	0,17	-	-
Lechuga-Alcachofa-Flores-Tomate	-	-	348,94	0,05	11.760,51	1,30	10.869,13	0,56	28.331,96	1,92	15.762,90	2,91
Lechuga-Flores-Tomate	-	-	-	-	4.680,22	0,52	31.712,70	1,65	23.656,15	1,61	3.019,94	0,56
Lechuga-Palто-Cítricos-Flores-Tomate	25.014,47	11,22	30.605,91	4,62	38.233,01	4,22	42.209,56	2,19	-	-	-	-
Lechuga-Papa-Alcachofa	215,95	0,10	11.698,59	1,77	9.349,08	1,03	56.094,96	2,92	21.976,71	1,49	5.294,74	0,98
Lechuga-Papa-Alcachofa-Flores-Tomate	-	-	1.100,37	0,17	12.255,58	1,35	4.666,00	0,24	163,62	0,01	26.248,84	4,84
Olivo-Lechuga-Palто-Cítricos-Alcachofa-Flores-Tomate	4.397,85	1,97	16.565,47	2,50	21.750,54	2,40	113.188,74	5,88	6.746,56	0,46	360,30	0,07
Olivo-Lechuga-Palто-Cítricos-Flores-Tomate	5.313,28	2,38	16.547,97	2,50	34.668,85	3,83	85.671,82	4,45	-	-	-	-
Olivo-Lechuga-Palто-Cítricos-Papa-Alcachofa-Flores-Tomate	1.792,52	0,80	23.253,11	3,51	16.124,71	1,78	144.169,06	7,49	14,40	0,00	3.014,51	0,56
Olivo-Lechuga-Palто-Papa-Alcachofa-Flores-Tomate	-	-	-	-	426,68	0,05	1.659,58	0,09	-	-	315,38	0,06
Olivo-Palто	-	-	-	-	281,01	0,03	4.987,33	0,26	-	-	815,69	0,15
Olivo-Palто-Cítricos	33.863,12	15,19	84.398,94	12,74	99.641,15	11,00	554.413,54	28,82	26.721,78	1,81	9.856,16	1,82
Olivo-Palто-Cítricos-Flores-Tomate	14.000,15	6,28	24.801,72	3,74	33.717,02	3,72	136.732,60	7,11	4.803,56	0,33	1.376,10	0,25
Olivo-Palто-Flores-Tomate	-	-	-	-	32,93	0,00	475,05	0,02	-	-	24,83	0,00
Palто-Cítricos	86.862,78	38,95	137.353,60	20,74	286.722,50	31,65	72.841,87	3,79	-	-	-	-
Palто-Cítricos-Flores-Tomate	30.776,18	13,80	18.096,40	2,73	27.941,38	3,08	31.453,63	1,63	-	-	-	-
Total	222.983,40	100	662.338,69	100	905.949,99	100	1.923.900,21	100	1.472.540,75	100	541.867,30	100

los flujos de caja, esta información se presenta en el Anexo 5. Es relevante mencionar que las fichas técnicas difieren de los flujos de caja expuestos en el Anexo 4, debido a ajustes relacionados a nuevas fuentes de información y a modificaciones en los supuestos planteados.

Cuadro 21. Costos totales por ítem para cada cultivo

Cultivo/Ítem costo		Labores	Insumos	Maquinaria	Agua	Costo total	Rendimiento Esperado
Olivo	Olivo Año 1	\$228.000	\$102.000	\$ 11.000	0	\$ 341.000	0 Kg.
	Olivo Año Plena Producción	\$594.000	\$576.000	\$34.000	0	\$ 1.204.000	12.000 Kg.
Lechuga		\$ 471.442	\$1.834.149	\$ 85.500	0	\$ 2.391.091	40.000 Lechugas
Palto	Palto Año 1	\$ 402.250	\$ 242.613	\$ 0	0	\$ 644.863	0 Kg.
	Palto Año Plena Producción	\$ 815.361	\$ 1.263.132	\$ 24.000	0	\$ 2.102.493	16.000 Kg.
Cítricos	Limonero Año 1	\$168.000	\$52.000	\$ 63.000	0	\$ 283.000	0 Kg.
	Limonero Año Plena Producción	\$734.000	\$459.000	\$ 105.000	0	\$ 1.298.000	48.000 Kg.
	Naranja Año 1	\$186.400	\$27.652	\$83.250	0	\$ 297.302	0 Kg.
	Naranja Año Plena Producción	\$662.400	\$376.871	\$276.750	0	\$ 1.316.021	35.000 Kg
Papa		\$ 408.000	\$ 1.532.140	\$ 410.400	0	\$ 2.350.540	500 sacos (50kg. c/u)
Alcachofa	Alcachofa Año 1	\$ 579.240	\$ 687.635	\$ 96.000	0	\$ 1.362.875	28.000 Cabezas
	Alcachofa Año 2	\$ 901.040	\$ 115.735	\$ 30.000	0	\$ 1.046.775	55.000 Cabezas
Flores	Clavel Año 1	\$ 516.891	\$ 887.201	\$ 18.000	0	\$ 1.422.092	27.500 Varas
	Clavel Año 2	\$ 516.891	\$ 286.201	\$ 18.000	0	\$ 821.092	27.500 Varas
	Lilium Invernadero (800 m2 cultivados)	\$ 1.465.550	\$ 227.988	\$ 421.200	0	\$ 2.114.738	27.000 Varas
Tomate	Tomate Invernadero	\$4.848.125	\$3.160.654	\$546.400	0	\$ 8.555.179	100.000 Kg.

Los flujos de caja consideran una producción mínima de 10 años y 10 há para los frutales, paltos, olivos y cítricos. En el caso de las flores se considera un periodo de cinco años y una superficie de 1 há en la cual se disponen seis naves, tres naves para lilium y tres naves para clavel. En el caso de las hortalizas, la superficie de análisis fue de 1 há. En cuanto al periodo de análisis se considero tres años para lechuga y papa, seis años para alcachofa y cinco años para tomate (Anexo 4 y 5). Sin embargo y considerando que el proyecto agrícola no finalizará en el período de evaluación del flujo de caja es que se adiciona un valor de perpetuidad suponiendo que el proyecto agrícola al finalizar el periodo de evaluación es vendido a un tercero. Este precio de venta corresponde al valor de perpetuidad el cual recoge la rentabilidad del proyecto en un horizonte infinito. Este valor se

considera dentro del VAN expuesto en los flujos de caja con lo cual el indicador económico representa la rentabilidad del proyecto a perpetuidad.

ii) Validación fichas técnicas

Luego de recopilar la información pertinente para formular las fichas técnicas, se llevó a cabo el proceso de validación, en el cual se consultó si los costos asociados a la producción de los diferentes cultivos son valores adecuados o bien existe una discordancia evidente respecto a lo que se conoce. Esta consulta se realizó a tres diferentes representantes del área de estudio: Director Regional de INDAP Arica y Parinacota; Coordinadora General UCHILECREA ATACAMA y; Coordinador Programa Gestión Hídrica Provincia Petorca, con el fin de obtener una mirada general de todo el territorio.

Si bien hubo algunas discrepancias entre los tres entrevistados, lo que tiene sentido pues estamos hablando de tres zonas ambiental y culturalmente diferentes, los precios que se presentaron en las fichas técnicas se consideraron, en términos generales, superiores a lo indicado por los entrevistados. Esta alza en los costos de algunos ítems, como por ejemplo la jornada máquina, se mantuvo, pues de esta forma las simulaciones que luego se realizan tienden a entregar resultados más moderados de rentabilidad, pudiendo optar a rentabilidades mayores si efectivamente los costos de producción son menores.

Por otro lado, hubo algunos costos que fueron ajustados a lo indicado por el Coordinador de INDAP Arica y Parinacota, pues éste entregó con mayor detalle información sobre las fichas técnicas de las especies cultivadas en la Región.

En el Anexo 6 se encuentra el detalle de las fichas técnicas económicas utilizadas inicialmente para cada cultivo. Estas se modificaron y validaron con información bibliográfica de la zona e información entregada por los entrevistados.

IV.3.B. Estructuras de cultivo por subzonas

Se definió la estructura de cultivos mediante la aplicación del modelo de optimización lineal el cual selecciona los cultivos que optimizan el indicador económico del VAN.

Cuadro 22. Superficie de estructura de cultivo por región

Cultivo	XV Región de Arica y Parinacota		I Región de Tarapacá		II Región de Antofagasta		III Región de Atacama		IV Región de Coquimbo		V Región de Valparaíso	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%
Olivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lechuga	0	0	0	0	1.373,88	0,23	5.332,81	0,40	4.734,96	3,14	976,00	1,00
Palto	0	0	0	0	492,55	0,08	5.455,12	0,41	0	0	817,61	0,84
Cítricos	189.915,96	93,91	323.058,44	88,37	528.196,12	86,93	1.118.473,54	84,89	34.355,11	22,79	12.741,63	13,07
Papa	9,16	0,00	9.296,68	2,54	18.284,20	3,01	50.675,74	3,85	12.864,87	8,53	11.117,88	11,40
Alcachofa	206,79	0,10	3.405,82	0,93	9.766,23	1,61	15.518,99	1,18	26.623,74	17,66	16.974,43	17,41
Flores	869,33	0,43	2.027,41	0,55	3.466,36	0,57	8.998,35	0,68	5.644,96	3,74	3.348,15	3,43
Tomate	11.235,06	5,56	27.779,80	7,60	46.002,22	7,57	113.091,46	8,58	66.517,26	44,13	51.521,43	52,84

Cultivo	XV Región de Arica y Parinacota		I Región de Tarapacá		II Región de Antofagasta		III Región de Atacama		IV Región de Coquimbo		V Región de Valparaíso	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%
Total	202.236,30	100	365.568,14	100	607.581,56	100	1.317.546,01	100	150.740,91	100	97.497,13	100

El Cuadro 22 contiene los resultados a nivel regional de los cultivos seleccionados por el indicador económico del VAN. Analizando estos resultados se advierte que los cultivos mayormente seleccionados corresponden a cítricos en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama. En la Región de Coquimbo se seleccionan mayormente los cultivos de tomate (44,13%) y cítricos (22,79%). Finalmente, en la región de Valparaíso se selecciona principalmente el cultivo de tomate (52,84%) seguido del cultivo de alcachofa (17,41%) y cítricos (13,07%). Es relevante mencionar que se descartaron 91,98 ha debido a restricciones de superficie incluidas en el modelo de optimización lineal, utilizado para la determinación de la estructura de cultivos, esta superficie se ubica en tres regiones (Región de Atacama, Región de Coquimbo y Región de Valparaíso).

En el Cuadro 22 se puede observar que el cultivo que se impone en términos de superficie en el área de estudio son los cítricos. Por el contrario, el Olivo no fue priorizado en ninguna subzona de las regiones del área de estudio. Los cultivos con menor representatividad espacial fueron lechuga, palto y flores.

Las Figura 22, 23 y 24 contienen los resultados de la selección de cultivos en términos espaciales, es decir, la distribución de las estructuras de cultivo derivadas de la aplicación del modelo de optimización económica. En las figuras 22 y 23a se observa la tendencia descrita anteriormente, en donde prevalece el cultivo de cítricos sobre el resto de los cultivos evaluados, representado en una predominancia del grupo Cítricos - Flores - Tomate en las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama (grupo conformado en mayor proporción por cítricos).

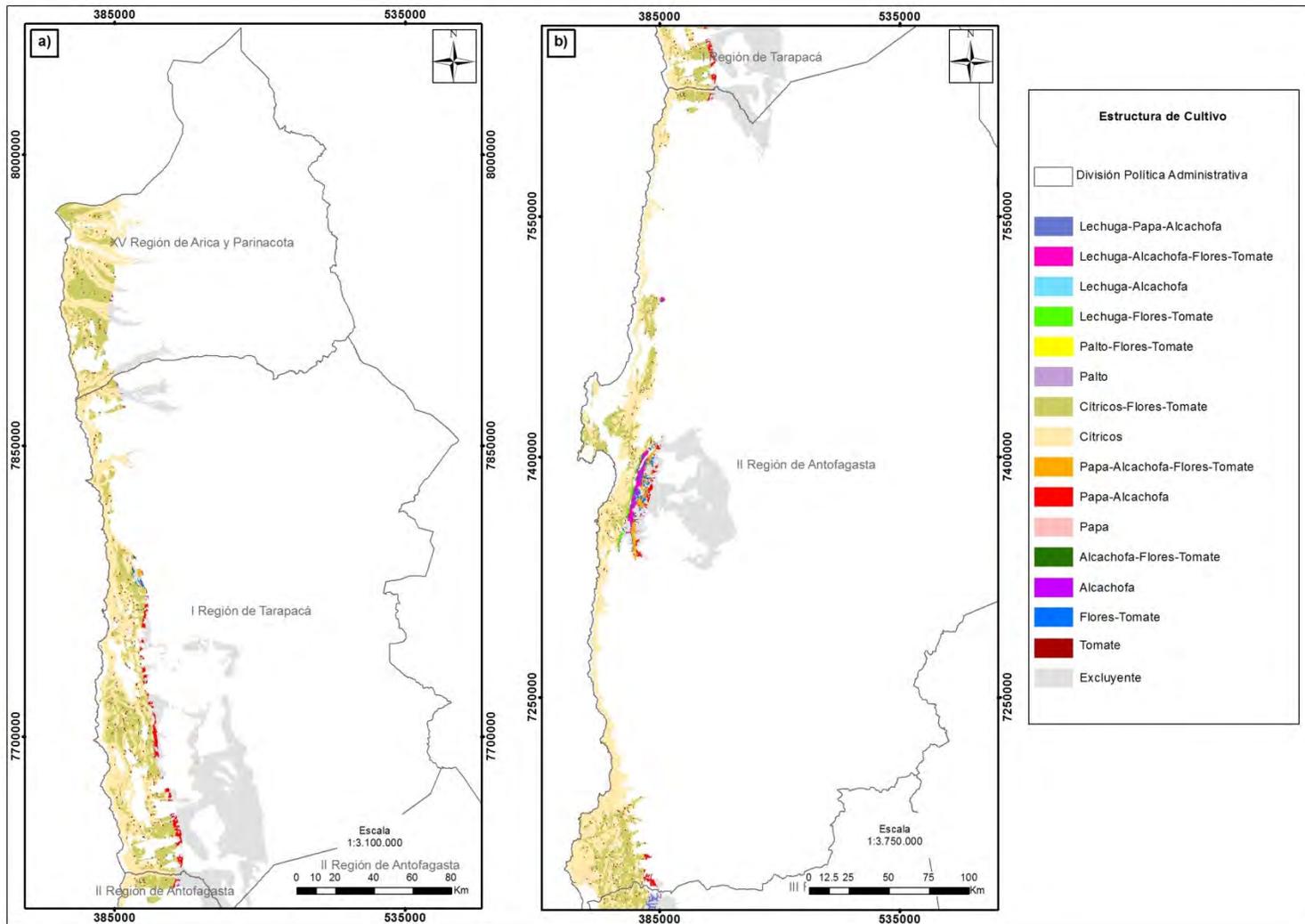


Figura 22. Estructura de cultivos según indicador económico del VAN: a) Región de Arica y Parinacota y Tarapacá, b) Región de Antofagasta

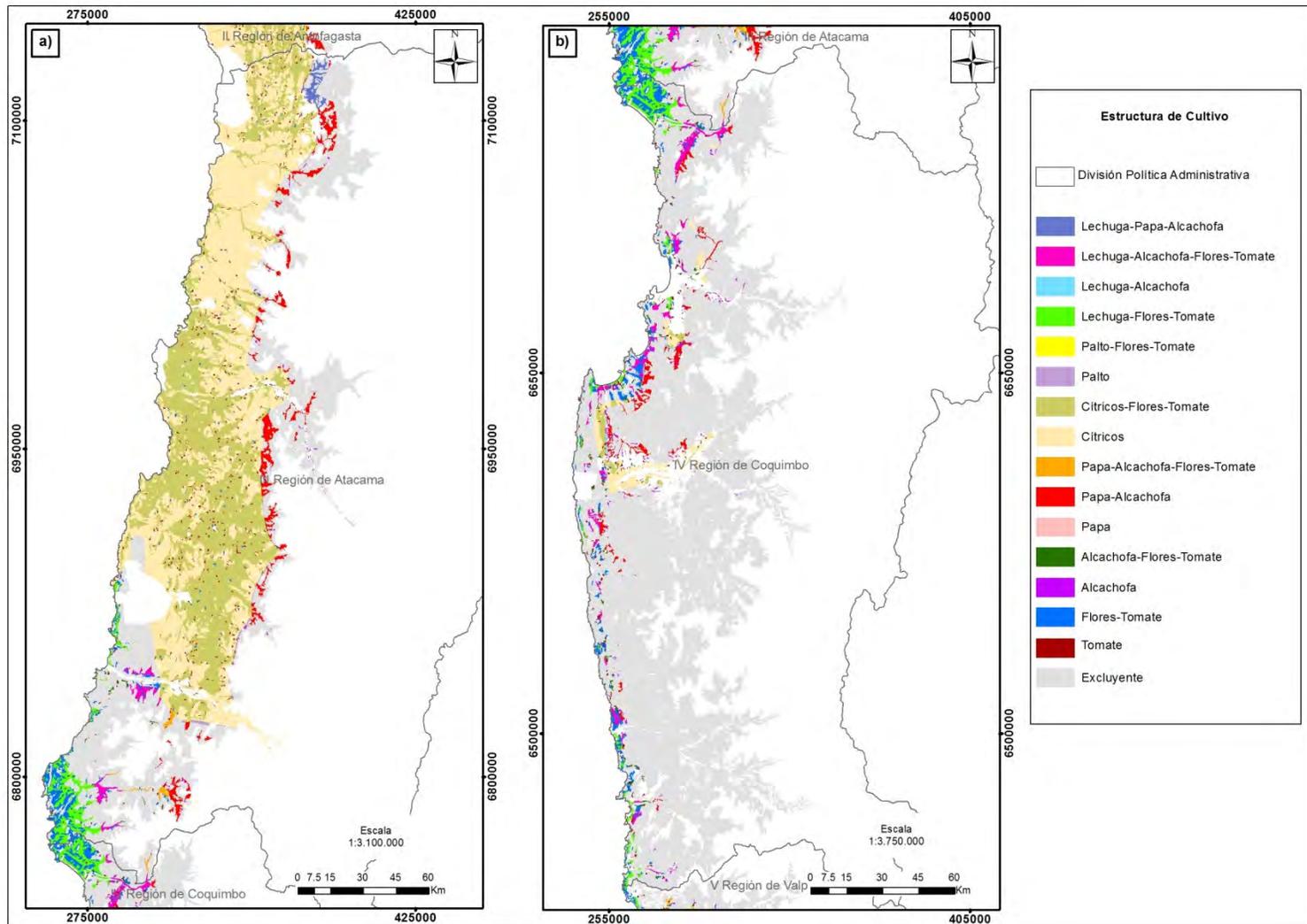


Figura 23. Estructura de cultivos según indicador económico del VAN; c) Región de atacama, d) Región de Coquimbo

Finalmente, en la Figura 23b y 24 se observa la estructura de cultivo de las regiones de Coquimbo y Valparaíso en donde no se distinguen grupos de cultivos prioritarios. En la Región de Coquimbo como ya se mencionó sobresale el cultivo de cítricos, simbolizado en tonos crema y verde musgo. En cuanto a la Región de Valparaíso se observa una mayor concentración de subzonas en la estructura de cultivo de "Flores - Tomate", representado con color azul en la Figura 24.

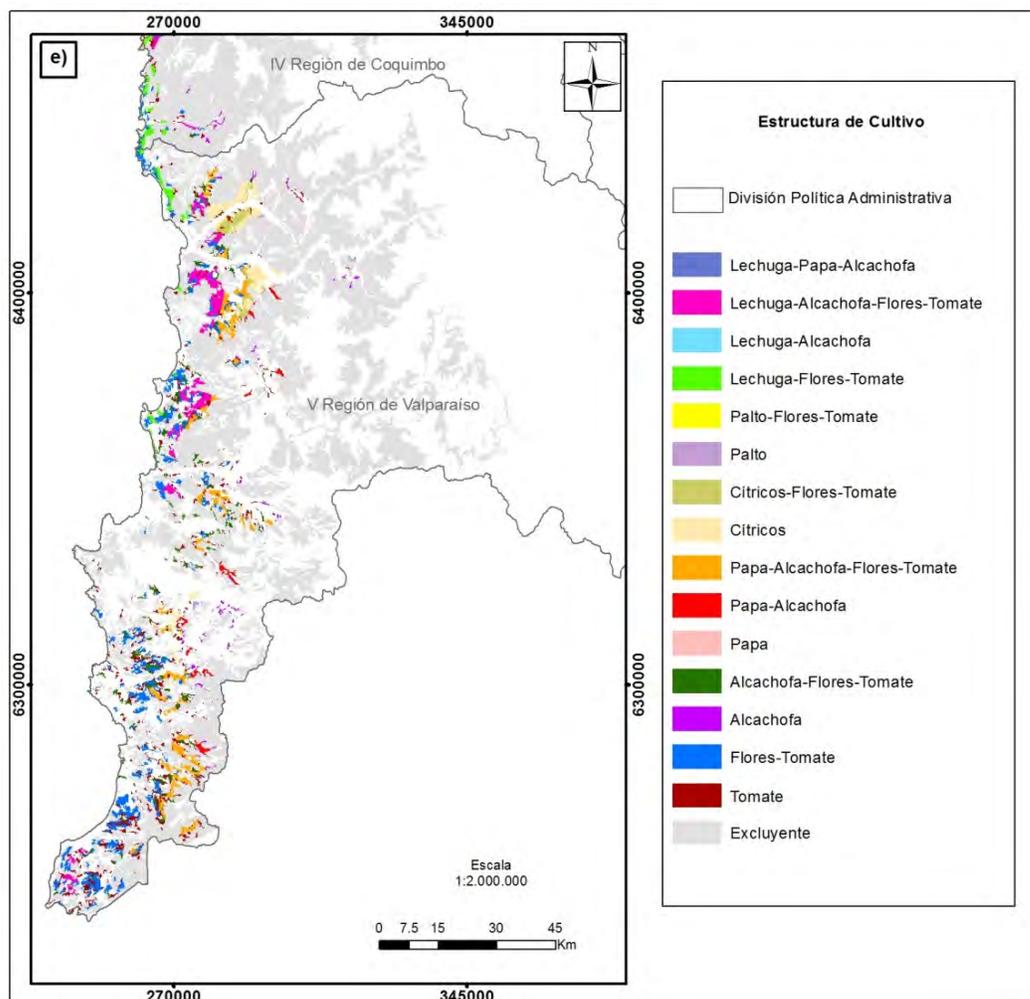


Figura 24. Estructura de cultivos según indicador económico del VAN Región de Valparaíso

IV.3.C. Cálculo de la Demanda Hídrica Potencial de Subzonas y Demanda de Riego con un 85% de Seguridad

Según la metodología expuesta, la Demanda Unitaria Neta (DUN) se obtiene a partir de la evapotranspiración Real de los cultivos (ETc) y de la Precipitación efectiva (Pp ef). Ambas variables requieren a su vez de información base para su estimación.

La ETc se deriva a partir de la Evapotranspiración Potencial (ETp), Coeficientes de cultivo, Área de cultivo y Área de la subzona. La ETp se obtiene a partir del Atlas Bioclimático de Chile (2012). Los Coeficientes de cultivo (Cuadro 9) se obtuvieron a partir del coeficiente de cultivo porcentual y del

período de desarrollo de cada cultivo. Por último, las áreas involucradas son el resultado de la zonificación agroecológica (Zonas homogéneas), cobertura de aptitud de los cultivos, subzonas y la estructura de cultivo, todos expuestos en las secciones anteriores.

Por otra parte, la Precipitación efectiva (Pp_{ef}) para efectos del presente estudio corresponde a una fracción de la Precipitación media mensual (P_{pm}), la cual se obtiene a partir del Atlas Bioclimático de Chile (2012) al igual que la ET_p. Luego de obtener los valores de la ET_c y Pp_{ef} fue posible obtener la Demanda Unitaria Neta.

En el Cuadro 23, es posible observar los resultados de Demanda Bruta de Riego (DBR) a nivel regional, para cada una de las regiones del país incluidas en el presente estudio. Cabe destacar que aún no se seleccionan las hectáreas con mayor potencial agrícola y económico, por lo tanto la DBR estimada corresponde a todas las subzonas consideradas como óptimas en las seis regiones analizadas. En este contexto, la Región de Atacama es la que registra una mayor demanda debido a que es la región que presenta mayor superficie en la categoría óptima para la introducción de los cultivos en evaluación.

La Demanda de Riego con un 85% de Seguridad se obtiene promediando los tres meses de mayor DBR, por zona homogénea y subzona. En el Cuadro 23 se observa este valor, así como la DBR, calculados según la estructura de cultivos seleccionada en cada región. Si bien esta información es relevante para considerarlo como indicador, lo fundamental es obtener las hectáreas con mayor potencial agrícola y económico, para definir exactamente cuál será la DBR por región y por escenario.

Cuadro 23. Demanda Bruta de Riego y Demanda de Riego con un 85% de Seguridad por Región

Región	Área Total (ha)	Demanda de Riego con un 85% de Seguridad [m ³ /seg]	Demanda Bruta de Riego Anual [MMm ³ /año]
XV Región de Arica y Parinacota	202.236,30	60,31	1.329,97
I Región de Tarapacá	365.568,14	111,26	2.505,73
II Región de Antofagasta	607.581,56	188,09	4.143,23
III Región de Atacama	1.317.546,01	515,48	11.130,55
IV Región de Coquimbo	150.740,91	59,73	1.067,43
V Región de Valparaíso	97.497,13	44,58	681,47
Total	2.741.170,05	979,45	20.858,38

Finalmente y al igual que en las etapas anteriores se presenta un diagrama de procedimiento con el detalle de la superficie descartada y apta, en esta etapa y como ya se mencionó sólo se descartan 91,98 há debido a restricciones de área incluidas en el modelo de optimización lineal (Figura 25).

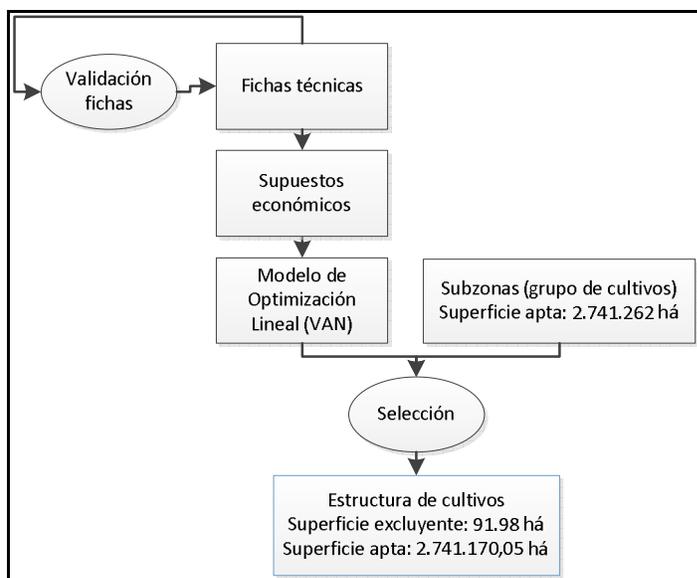


Figura 25. Diagrama selección estructura de cultivos

IV.4. Etapa 4: Primera selección y cuantificación de áreas con mayor potencial agrícola y económico

Se realizó la evaluación multicriterio obteniendo una cartografía de aptitud de subzonas respecto a las formas del territorio (geoformas), distancia a bocatomas, sensibilidad del VAN al costo del agua, y uso de suelo no limitante (criterios de evaluación). Posteriormente y como se mencionó en la sección de metodología se realizó una agrupación estadística de la aptitud obteniendo 5 categorías, visualizadas en las figuras 26 a 33, en donde la categoría con mayor aptitud corresponde a la categoría 5 y la menor aptitud corresponde a la categoría 1.

Posteriormente, y como se menciona en la metodología, se seleccionan las categorías 4 y 5, y se excluyen las subzonas con geomorfología de cerro, con excepción de las unidades de riego asociadas a la localidad de Limarí en donde se mantienen subzonas con esta geomorfología debido a sus condiciones climáticas y edáficas (conocimiento experto). Las subzonas catalogadas con aptitudes 4 y 5 que se encontraran aisladas o inconexas a la unidad fueron excluidas a pesar de su condición con el fin de asegurar la continuidad de la unidad, evitando incurrir en mayores costos por concepto de infraestructura. Este procedimiento da lugar a 32 Unidades de Riego, cada una de ellas asociada a una localidad (Cuadro 24), por lo tanto, una localidad puede presentar más de una unidad de riego o envolvente, en tal caso el conjunto de unidades se denomina "conjunto de unidades de riego" o "grupo de unidades de riego".

En las figuras 26 a 33 se visualizan las 32 unidades de riego preseleccionadas asociadas a las 16 localidades de interés, obteniendo 246.870,72 há con potencial agrícola (Cuadro 24). A continuación se expone una caracterización de los conjuntos de unidades de riego asociados a las 16 localidades de interés, incluyendo una descripción de la estructura de cultivos, demanda bruta de riego, demanda de riego con un 85% de seguridad, formas del territorio (geoformas) y uso de suelo actual.

Cuadro 24. Superficie potencial de expansión agrícola y demandas hídricas de los conjuntos de unidades de riego asociados a localidades

Localidad	Área Total (ha)	Demanda de Riego con un 85% de Seguridad [m ³ /seg]	DBN_año m ³ /año
Lluta - Azapa	8.869,86	2,36	167.765.277,59
Chaca	19.062,38	5,46	13.480.394,98
Camarones	1.850,89	0,64	117.886.623,50
Chucumata	25.647,08	7,88	77.385.956,15
Mejillones	27.169,28	7,34	168.991.373,10
Taltal	23.324,20	8,27	146.613.623,51
Chañaral	10.088,97	3,71	33.170.853,45
Caldera - Copiapó	24.601,30	7,64	114.005.856,51
Huasco - Freirina	18.006,98	8,28	187.319.886,53
Los Choros	24.720,44	9,72	51.131.703,94
Pan de Azucar	7.635,93	2,94	161.569.254,53
Limarí	23.354,74	9,90	155.920.695,84
Huentelauquén	5.532,33	2,13	54.269.257,66
Quilimarí	2.310,80	1,11	16.796.641,77
Ligua - Petorca	15.040,63	7,21	65.090.110,50
Quintero	9.654,80	4,62	181.822.754,88
Total	246.870,62	89,21	1.713.220.264,46

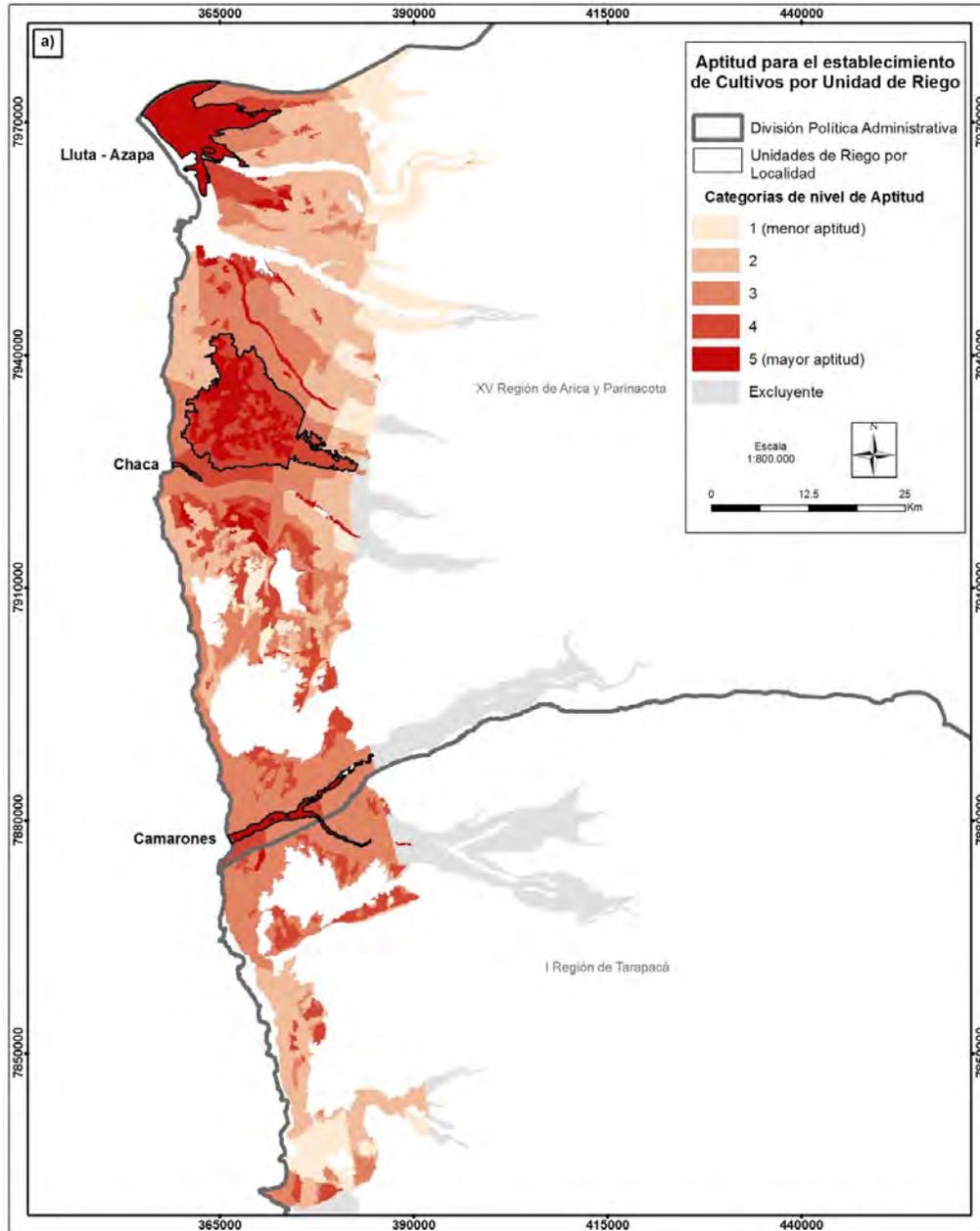


Figura 26. Conjunto de Unidades de Riego por localidad, primera selección. Localidades de Lluta - Azapa, Chaca y Camarones

IV.4.A. Lluta - Azapa

El valle de Lluta, ocupa el segundo lugar en cuanto a su importancia como productor de hortalizas dentro de la Región de Arica, específicamente maíz lluteño, cebolla y ajo. Por su parte el principal rubro del valle de Azapa es la olivicultura, aunque de igual forma más de 1.500 hectáreas son destinadas a la producción de hortalizas, destacando la producción de tomate. En Lluta existen condiciones extremas y limitantes, donde destacan la baja calidad del agua de riego, principalmente por los altos contenidos de Boro, razón por la cual también se ha impulsado con fuerza el cultivo de la alfalfa, la cual presenta mayores resistencias a la salinidad.

Luego del análisis que selecciona las mejores hectáreas para nuevos cultivos, en la localidad de Lluta se reconocen 8.869,86 ha, donde el 94,53% corresponde a cítricos, 0,45% a flores y 5,02% a tomate (Cuadro 25). Estos cultivos presentan una demanda bruta de riego 51.131.703 m³/año, con una demanda de riego al 85% de seguridad de 2,36 m³/s (Cuadro 24, Figura 26).

Cabe señalar que los terrenos seleccionados se dividen entre zonas planas y onduladas, en un 50,3% y 49,7%, respectivamente, que actualmente corresponden a terrenos sin vegetación. El grupo de suelo presente en esta localidad es de tipo Torriorthents (suelos de desarrollo limitado), lo que podría ser un impedimento para el desarrollo productivo debido a su aridez.

IV.4.B. Chaca

La localidad de Chaca actualmente cuenta con 450 ha cultivadas principalmente con hortalizas y cucurbitáceas.

Dentro de esta localidad se reconocen 19.062,38 hectáreas óptimas para nuevos cultivos, donde un 90,36% correspondería a cítricos, un 0,33% a flores y un 8,9% a tomate (Cuadro 25). Estos cultivos presentan una demanda bruta de riego de 117.886.623 m³/año, con una demanda de riego al 85% de seguridad de 5,46 m³/s (Cuadro 24, Figura 26).

Cabe señalar que estos cultivos se concentrarían en terrenos planos y ondulados (que corresponden al 54,1% y 45,9% del territorio a cultivar respectivamente), en zonas desprovistas de vegetación, y en una asociación de suelos de tipo Torriorthents (suelos de desarrollo limitado), lo que podría ser un impedimento para el desarrollo productivo debido a su aridez.

IV.4.C. Camarones

La localidad de Camarones, de la Región de Arica y Parinacota, no presenta una actividad agrícola significativa. La mayor superficie agrícola es cultivada con forrajeras, principalmente alfalfa, con una superficie cercana a las 500 ha, seguida por el cultivo de hortalizas bajo sistemas abiertos (*i.e.* maíz choclero).

En Camarones se ha estimado un potencial agrícola de 1.850,89 ha, en donde 75,87% corresponde a cítricos, 22,58% a tomate, 1,35% a flores y 0,2% a alcachofa (Cuadro 25). Su demanda bruta de riego es de 13.480.394 m³/año y su demanda de riego al 85% de seguridad de 0,64 m³/s (Cuadro 24, Figura 26).

Esta área corresponde a terrenos planos y sin vegetación. Los suelos, por su parte, son de tipo Torriorthents, suelos limitados (delgados, estratificados, poco evolucionados o pedregosos) (Lucio y Alcayaga, 1992).

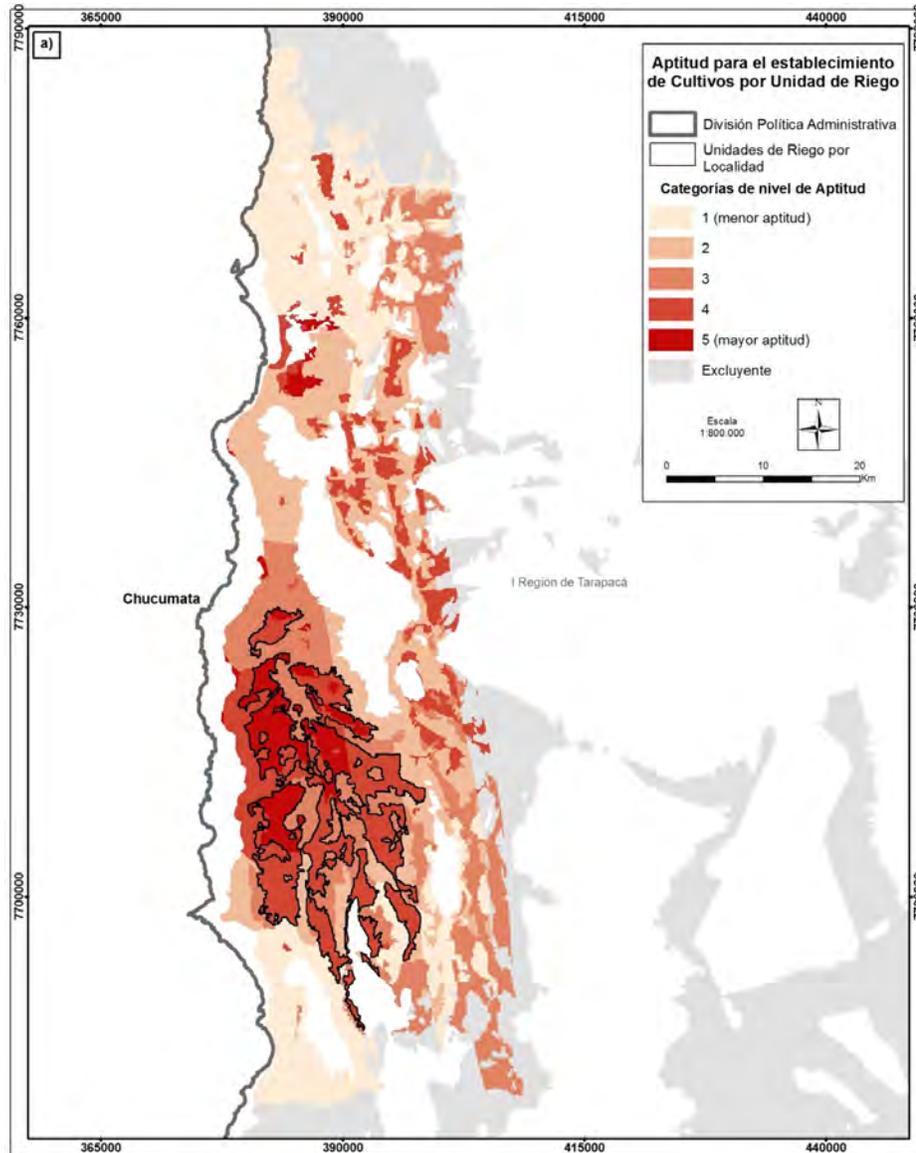


Figura 27. Conjunto de Unidades de Riego por localidad, primera selección. Localidad de Chucumata

IV.4.D. Chucumata

Si bien esta localidad no registra agricultura, presenta características costeras similares a las de Iquique, que permiten el desarrollo de cultivos como el olivo, que actualmente se produce en forma incipiente dentro de la provincia. Así también, existe producción de hortalizas a pequeña escala, destinada al consumo de la ciudad.

Dentro de esta localidad se reconocen 25.647,08 hectáreas óptimas para nuevos cultivos, destinados en un 84,22% a cítricos, 14,62% a tomate y 1,16% a flores (Cuadro 25). Considerando lo anterior, la demanda bruta de riego corresponde a 168.991.373 m³/año, con una demanda de riego con un 85% de seguridad de 7,88 m³/s (Cuadro 24, Figura 27).

La zona en la cual se emplazarían los cultivos actualmente se encuentra desprovista de vegetación, con un 75,3% de terrenos planos y un 24,7% de terrenos ondulados. La asociación de suelos

presente en esta localidad es de tipo Torriorthens, lo que podría ser una limitación para el desarrollo productivo de los cultivos debido a su aridez.

Cuadro 25. Superficie de cultivos en evaluación en los Conjuntos de Unidades de riego asociados a localidades, producto de la primera selección, Lluta - Azapa a Chuchumata

Cultivo	Lluta - Azapa		Chaca		Camarones		Chuchumata	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%
Olivo	-	-	-	-	-	-	-	-
Lechuga	-	-	-	-	-	-	-	-
Palto	-	-	-	-	-	-	-	-
Cítricos	8.384,28	94,53	17.225,70	90,36	1.404,30	75,87	21.598,91	84,22
Papa	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcachofa	-	-	-	-	3,66	0,20	-	-
Flores	40,00	0,45	139,27	0,73	25,00	1,35	297,95	1,16
Tomate	445,58	5,02	1.697,41	8,90	417,93	22,58	3.750,22	14,62
Total	8.869,86	100	19.062,38	100	1.850,89	100	25.647,08	100

IV.4.E. Mejillones

En la localidad de Mejillones la agricultura es prácticamente nula, en donde solo se presentan algunos huertos caseros y chacras de hortalizas. Sin embargo, las condiciones climáticas similares a la ciudad de Antofagasta (costeras), permite hacer un análisis de las posibilidades de desarrollo agrícola de esta localidad.

Para esta localidad se reconocen 27.169,28 ha óptimas para nuevos cultivos, donde un 89,22% corresponden a cítricos, 10,06% a tomate y 0,72% a flores (Cuadro 26). Esta condición permite estimar una demanda bruta de riego de 155.920.695 m³/año y una demanda de riego con un 85% de seguridad de 7,34 m³/s (Cuadro 24, Figura 28).

Las hectáreas cultivables se emplazan principalmente en terrenos planos (62,3%), y también en terrenos ondulados (37,7%), en zonas de matorrales o desprovistas de vegetación y en suelos áridos (asociación de suelos tipo Torriorthens), lo que podría ser una limitación para el desarrollo productivo de los cultivos debido a su aridez.

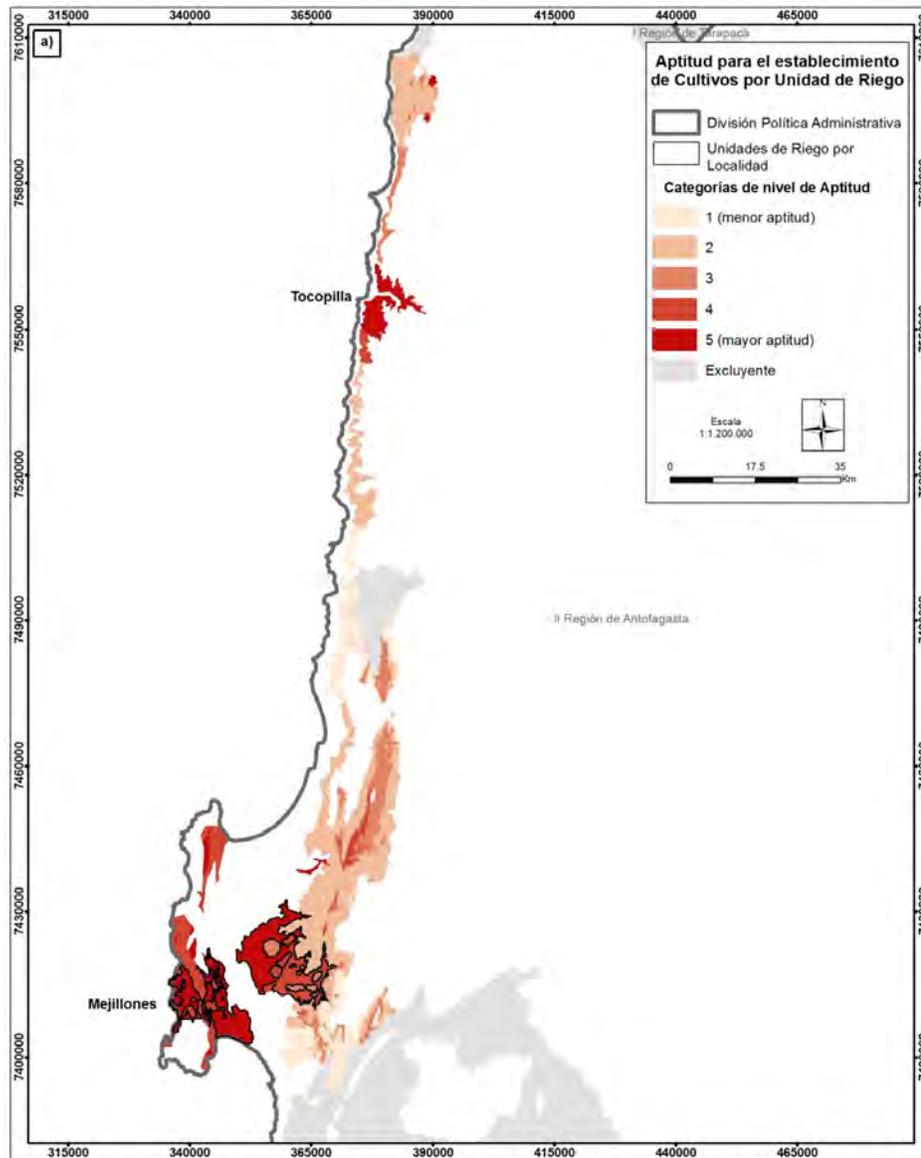


Figura 28. Conjunto de Unidades de Riego por localidad, primera selección. Localidad de Mejillones

IV.4.F. Taltal

Actualmente en la localidad de Tal tal la agricultura está escasamente desarrollada, existen algunas iniciativas de cultivo de frutales como el olivo, cítricos y paltos, donde la superficie agrícola supera levemente las 10 Ha.

No obstante lo anterior, se detectaron 23.324,20 ha para cultivar, donde el 86,21% del área correspondería a cultivos de cítricos, 12,98% a cultivo de tomate y el 0,8% a cultivo de flores (Cuadro 26). La demanda bruta de riego de este cultivo en estas áreas es de 181.822.754 m³/año. Por su parte, la demanda de riego con un 85% de seguridad es de 8,27 m³/s (Cuadro 24, Figura 29).

Los terrenos seleccionados se dividen entre zonas planas y onduladas, en un 82,5% y 17,5% respectivamente, que actualmente corresponden a matorrales y terrenos sin vegetación. El grupo de

suelo presente en esta localidad es de tipo Torriorthents (suelos de desarrollo limitado), lo que podría ser un impedimento para el desarrollo productivo debido a su aridez.

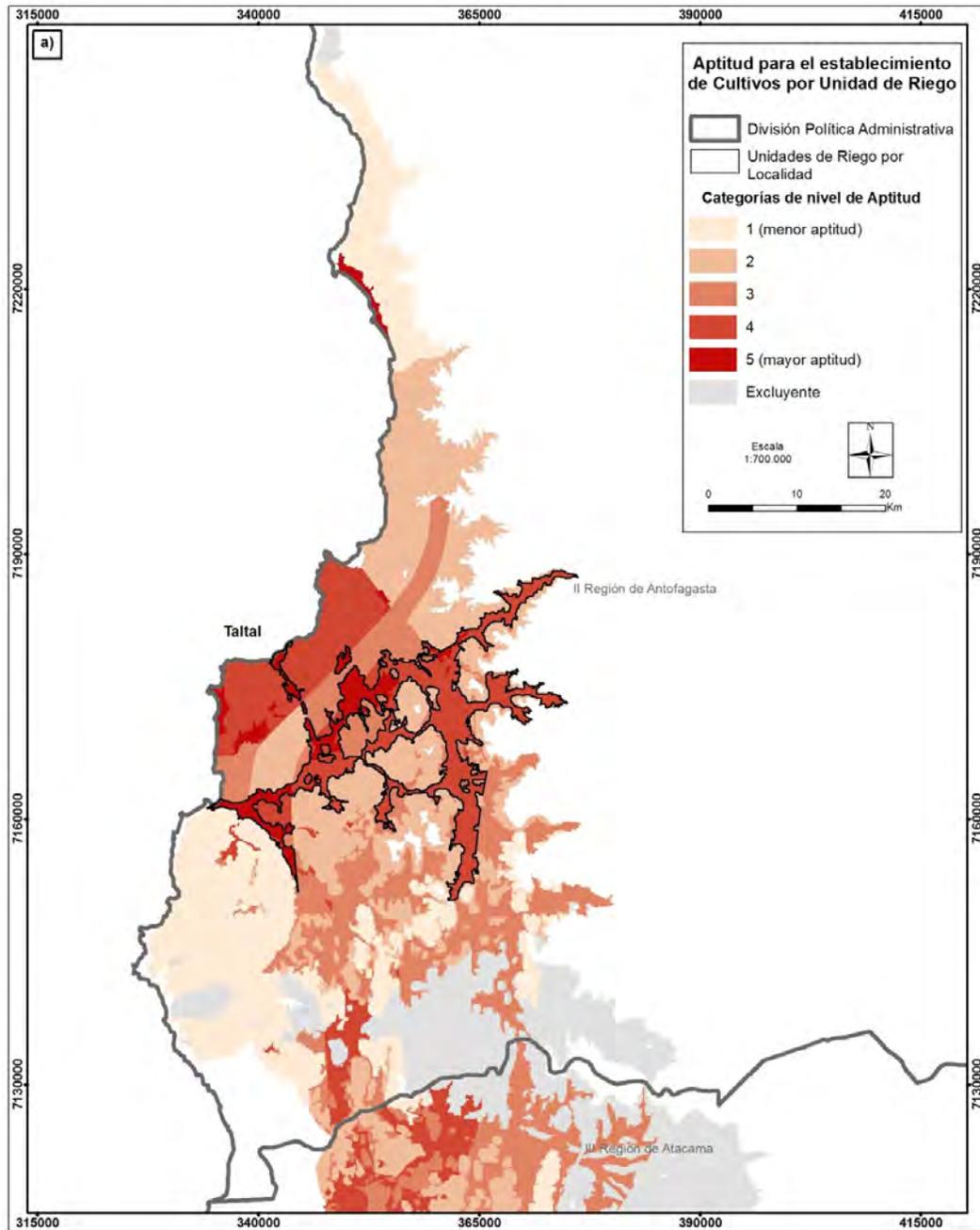


Figura 29. Conjunto de Unidades de Riego por localidad, primera selección. Localidad de Taltal

IV.4.G. Chañaral

En esta localidad las principales actividades productivas son la minería, pesca y servicios. La agricultura se desarrolla a pequeña escala, debido a la escasez de agua dulce para tales fines productivos. Dentro de esta restricción, el olivo, limonero y los pequeños huertos caseros de hortalizas se desarrollan en forma favorable.

En esta localidad se reconocen 10.088,97 ha óptimas para nuevos cultivos, donde un 65,16% correspondería a cítricos, un 22,03% a papas, un 8,87% a tomate, un 1,98% a alcachofas, 1,32% a palto y un 0,64% a flores (Cuadro 26). La totalidad de estos cultivos presentaría una demanda bruta de riego de 77.385.956 m³/año, con una demanda de riego con 85% de seguridad de 3,71 m³/s (Cuadro 24, Figura 29).

Las hectáreas cultivables se emplazan principalmente en terrenos planos (92,7%), aunque existe un pequeño porcentaje de terrenos ondulados (7,3%). El uso actual de esta zona corresponde principalmente a matorral, con algunos sectores desprovistos de vegetación, los que se desarrollan sobre una asociación de suelos de tipo Torriorthens, lo que podría ser una limitación para el desarrollo productivo de los cultivos debido a su aridez.

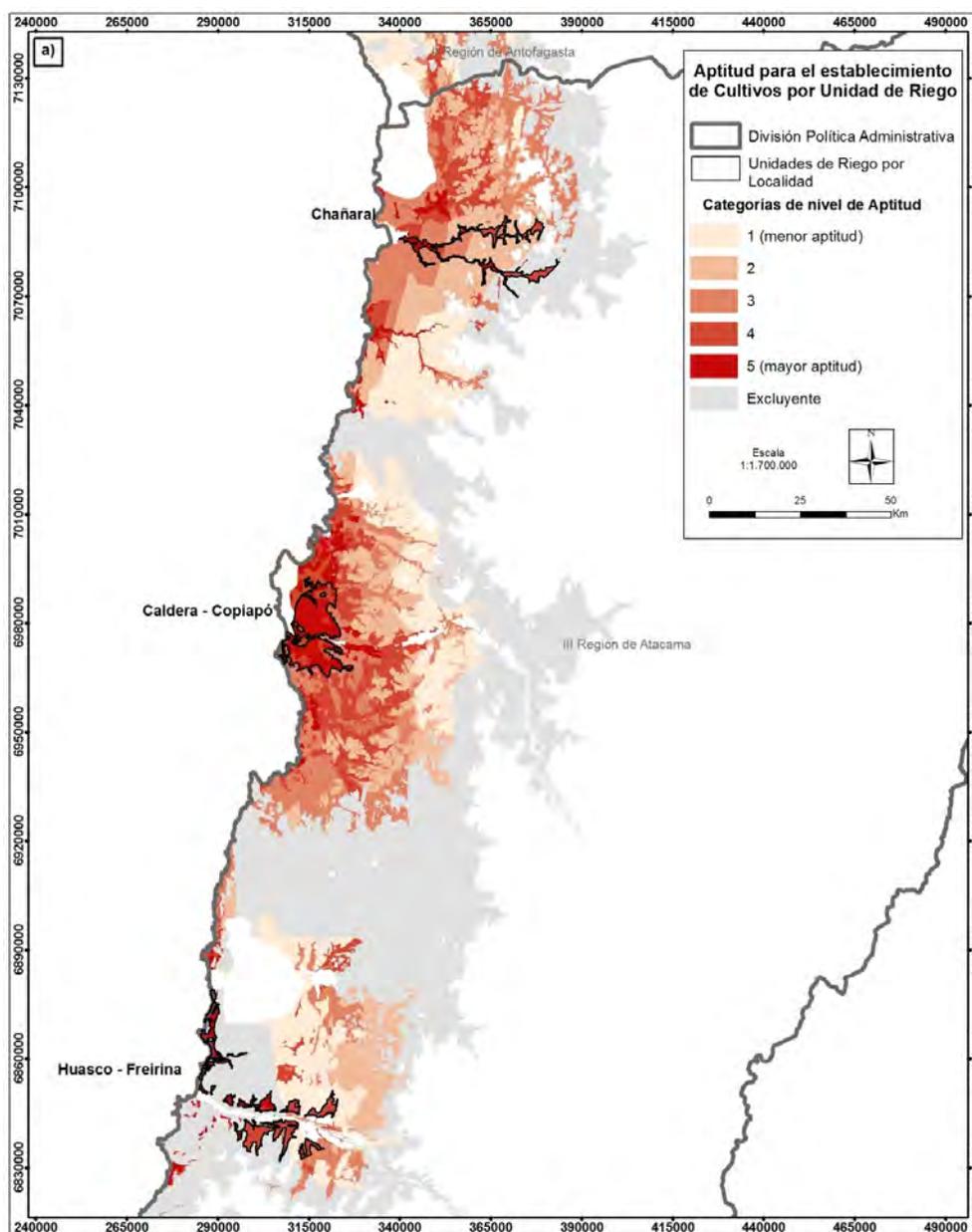


Figura 30. Conjunto de Unidades de Riego por localidad, primera selección. Localidad de Chañaral, Caldera - Copiapó, Huasco - Freirina

IV.4.H. Caldera – Copiapó

La localidad de Caldera basa sus actividades económicas en la minería, pesca y servicios, en especial el turismo. La producción agrícola en esta localidad está fuertemente restringida por la escasez de agua dulce. En consecuencia, tanto la fruticultura como la horticultura se desarrollan a pequeña escala, dando buenos resultados para el cultivo del olivo, limonero y huertos caseros de hortalizas.

La cuenca del río Copiapó consta de 16 mil hectáreas aprovechables, en donde las condiciones climáticas y el uso de tecnologías de riego, han facilitado la producción intensiva de uva de mesa

para exportación (1.062 hectáreas) y olivo (1.246 hectáreas), mientras que en menor proporción se cultiva uva pisquera (245 ha), tomates para consumo fresco (175 ha) y habas (135 ha).

Dentro de estas localidades se reconocen 24.601,30 hectáreas óptimas para nuevos cultivos, destinados en un 90,89% a cítricos, 8,33% a tomate y 0,78% a flores (Cuadro 26). Considerando lo anterior, la demanda bruta de riego correspondería a 167.765.277 m³/año, con una demanda de riego al 85% de seguridad de 7,64 m³/s (Cuadro 24, Figura 30).

La zona en la cual se emplazarían los cultivos actualmente presenta matorrales y sectores desprovistos de vegetación. Adicionalmente este terreno presenta un 59,9% de sectores planos y 40,1% de sectores ondulados.

La Unidad de Riego presenta suelos del tipo Camborthids - Torriorthents - Paleorthids, estos suelos presentan un desarrollo limitado por su condición desértica combinado con suelos con un grado mayor de evolución presentando horizonte B estructural (cámbico) bien desarrollado y un horizonte argílico, generalmente de estructura prismática y con un cambio textural abrupto con el horizonte superficial. En general, el contenido de arcilla del suelo es elevado.

IV.4.1. Huasco - Freirina

Las localidades de Huasco y Frerina, ambas del Valle del río Huasco poseen en conjunto alrededor de 4.300 ha de cultivo de frutales, de las cuales un poco de 2.000 ha corresponden a cultivo de olivo, 1.100 ha a uva de mesa y 530 ha de palto. También se destacan 980 ha de hortalizas (destacándose la arveja verde, el poroto verde y la alcachofa), 230 ha de papas y 186 ha de maíz de grano seco. Es importante destacar que Huasco supera con creces la superficie agrícola de Freirina proviniendo de esta localidad buena parte de los distintos cultivos mencionados.

En su conjunto, ambas localidades tienen 18.006,98 ha en condiciones apropiadas para el desarrollo de cultivos, destacándose los cultivos de cítricos y tomate con un 52,75% y 34,47% respectivamente, de la superficie estimada (9.498,60 ha y 6.207,72 ha, respectivamente). Luego, sigue el cultivo de alcachofa con un 8,59% y finalmente el 4,19% entre flores y lechuga (Cuadro 26). Asociado a esta superficie hay una demanda bruta de riego de 146.613.623 m³/año con una demanda de riego al 85% de seguridad de 8,28 m³/s (Cuadro 24, Figura 30).

Esta zona se emplaza mayoritariamente en terrenos planos (75,8%), seguidos por formaciones onduladas (24,2%), ambas con presencia de matorrales. Los suelos por su parte, pueden ser Camborthids-Torriorthents, la más preponderante, que se caracteriza por tener suelos más evolucionados con horizonte cámbico, pero delgados a moderadamente profundos (< a 100 cm). También hay presencia de Camborthids - Paleorthids, que también son evolucionados con horizonte cámbico o bien con horizonte petrocálcico (Lucio y Alcayaga, 1992), siendo estos últimos muy duros a tal extremo que los fragmentos secos no se sueltan al sumergirlos en agua y las raíces no pueden entrar en él (Dorronsoro *et al*, s/a).

Cuadro 26. Superficie de cultivos en evaluación en los Conjuntos Unidades de Riego asociados a localidades, producto de la primera selección, Mejillones a Huasco - Freirina

Cultivo	Mejillones		Taltal		Chañaral		Caldera - Copiapó		Huasco - Freirina	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%
Olivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lechuga	-	-	-	-	-	-	-	-	303,92	1,69
Palto	-	-	-	-	132,99	1,32	-	-	-	-
Cítricos	24.239,81	89,22	20.107,95	86,21	6.574,13	65,16	22.360,10	90,89	9.498,60	52,75
Papa	-	-	-	-	2.222,19	22,03	-	-	-	-
Alcachofa	-	-	-	-	199,99	1,98	-	-	1.546,97	8,59
Flores	196,86	0,72	187,66	0,80	65,00	0,64	191,26	0,78	449,77	2,50
Tomate	2.732,62	10,06	3.028,59	12,98	894,65	8,87	2.049,94	8,33	6.207,72	34,47
Total	27.169,28	100	23.324,20	100	10.088,97	100	24.601,30	100	18.006,98	100

IV.4.J. Los Choros

La localidad de Los Choros, comuna de la Higuera, destaca por su abundante biodiversidad natural, presentando explotaciones agrícolas de pequeña escala. Dentro de las especies agrícolas de mayor importancia destaca la producción centenaria del olivo, destinadas principalmente para la comercialización de aceitunas fuera de la localidad.

Dentro de esta localidad se reconocen 24.720,44 ha óptimas para nuevos cultivos, destinados a lechuga, flores y tomate, este último con una superficie equivalente 87,20% de la unidad de riego (Cuadro 27). Considerando lo anterior, la demanda bruta de riego correspondería a 161.569.254 m³/año (Cuadro 24, Figura 31).

La zona en la cual se emplazarían los nuevos cultivos actualmente presenta praderas y matorrales. Adicionalmente este terreno presenta un 64,9% de sectores planos y 35,1% de sectores ondulados.

La unidad de riego presenta suelos del tipo Torriorthents, estos suelos presentan un desarrollo limitado por su condición desértica lo que podría ser una limitación para el desarrollo productivo de los cultivos. Fisiográficamente se asocian a sectores de cordillera de la Costa y áreas sedimentarias de terrazas marinas.

IV.4.K. Pan de Azúcar

Esta localidad presenta una actividad agrícola concentrada en el cultivo de hortalizas los cuales son comercializados dentro de la Región y exportado hacia otras regiones del país, sobre todo en épocas de escasez. Pese a este comportamiento tradicional, existen nuevos rubros con potencial económico, como el caso de la floricultura.

En esta zona se detectaron 7.635,03 ha como las mejores áreas para cultivar. Si bien, gran parte de los cultivos analizados aparecen en esta zona, las papas, alcachofas, cítricos y tomates resultan con mayores áreas (30,96%, 26,97%, 21,13%, 19,4% respectivamente) (Cuadro 27). La demanda total

de agua para riego corresponde a 54.269.257 m³/año, mientras que la demanda de riego con un 85% de seguridad es de 2,94 m³/s (Cuadro 24, Figura 31).

Los terrenos seleccionados corresponden en un 93,3% a zonas planas, y son áreas que actualmente corresponden a matorrales, praderas y terrenos agrícolas actualizados. El grupo de suelo presente en esta localidad es de tipo Torriorthents (suelos de desarrollo limitado), lo que podría ser un impedimento para el desarrollo productivo debido a su aridez.

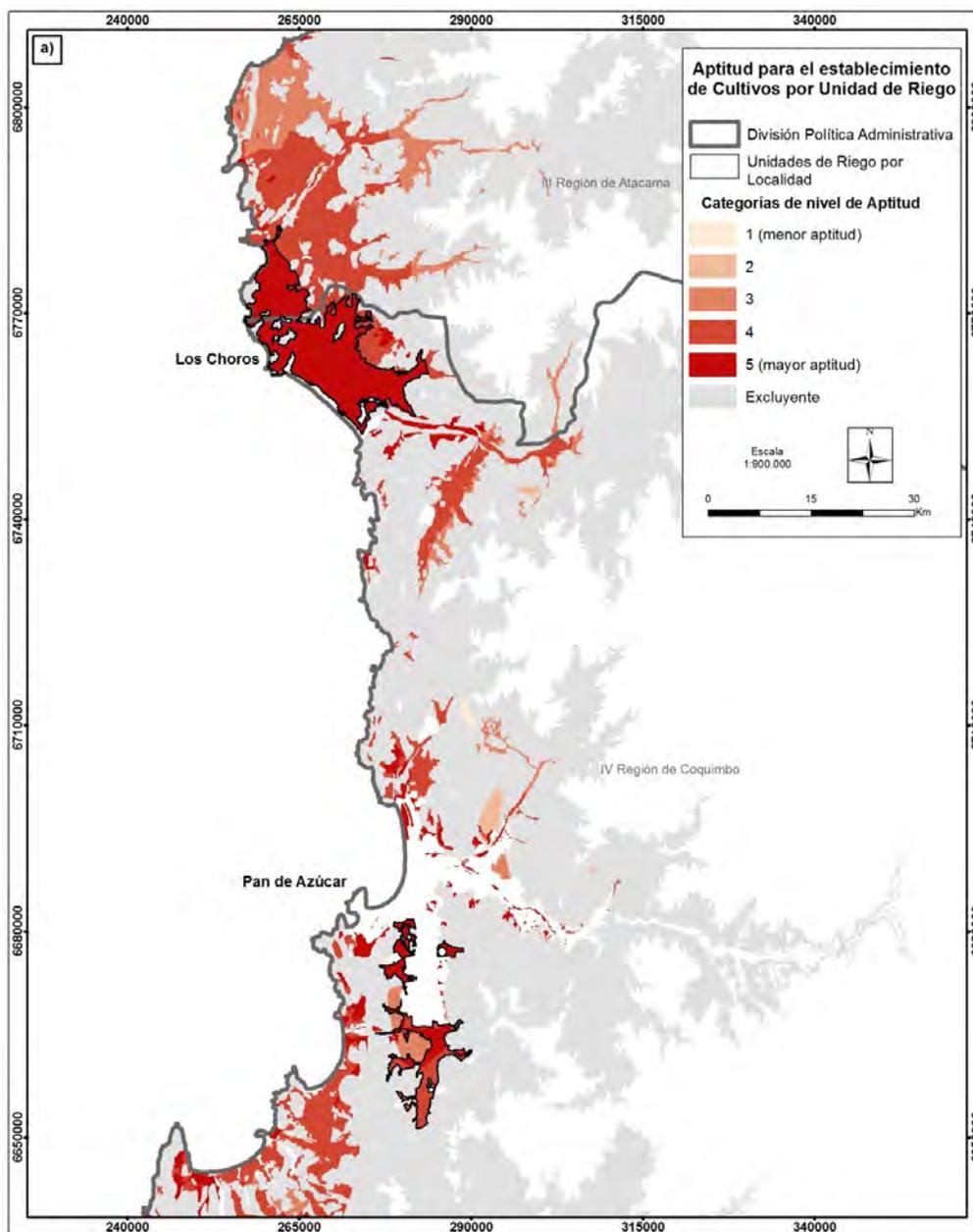


Figura 31. Conjunto de Unidades de Riego por localidad, primera selección. Localidad de Los Choros y Pan de Azúcar

IV.4.L. Limarí

La cuenca del río Limarí es la más importante del Norte Chico, pues con sus aguas riega más de 70 mil hectáreas. Destaca dentro de este valle, además de su conocida tradición de uva pisquera, una gran diversidad de fruta de exportación (20.000 hectáreas) como uva de mesa (7.700 hectáreas), palto (4.500 hectáreas), olivos (1.461 hectáreas) y cítricos (más de 2.000 hectáreas), además de una tecnificada producción de hortalizas, concentrada en las terrazas altas del valle, como alcachofa (1.300 hectáreas), pepino dulce (550 hectáreas), junto con tomates y pimentón para primores.

Dentro de estas localidades se reconocen 23.354,73 ha óptimas para nuevos cultivos, destinados a lechuga, papa, tomate, alcachofa, flores y cítricos, en donde este último presenta la mayor superficie con un 75,55% (Cuadro 27). Considerando lo anterior, la demanda bruta de riego correspondería a 187.319.886 m³/año (Cuadro 24, Figura 32).

La zona en la cual se emplazarían los nuevos cultivos actualmente presenta praderas y matorrales, sectores desprovistos de vegetación y con rotación de cultivos. Adicionalmente la unidad de riego presenta un 33,8% de sectores planos, 14,1% de sectores ondulados y un 52,1% de sectores de cerros.

La Unidad de Riego presenta suelos del tipo Camborthids - Torriorthents - Paleorthids, estos suelos presentan un desarrollo limitado por su condición desértica combinado con suelos con un grado mayor de evolución presentando horizonte B estructural (cámbico) bien desarrollado y un horizonte argílico, generalmente de estructura prismática y con un cambio textural abrupto con el horizonte superficial. En general, el contenido de arcilla del suelo es elevado.

IV.4.M. Huentelauquén

La localidad de Huentelauquén perteneciente al Valle de Choapa de la Región de Coquimbo tiene dentro de su producción agrícola la producción de papaya, palta, un poco de uva de mesa y arándanos, junto a cultivos extensivos de secano, como trigo y forrajeras.

Para esta localidad se ha estimado 5.532,33 ha potenciales para el desarrollo agrícola, destacándose principalmente el tomate con 3.309,91 ha y la alcachofa con 1.340,42 ha, correspondientes al 59,83% y 24,23% de esta superficie, respectivamente (Cuadro 27). El 15,94% restante se distribuye en forma decreciente entre papa, flores y lechuga. Esta superficie tiene una demanda bruta de riego de 33.170.853 m³/año y una demanda de riego con un 85% de seguridad de 2,13 m³/s (Cuadro 24, Figura 32).

El relieve de esta área potencial de desarrollo agrícola se distribuye entre terrenos planos y ondulados (49,1% y 50,9% respectivamente), con presencia de praderas, matorrales y terrenos sin vegetación. Los suelos son limitados de tipo Torriorthents.

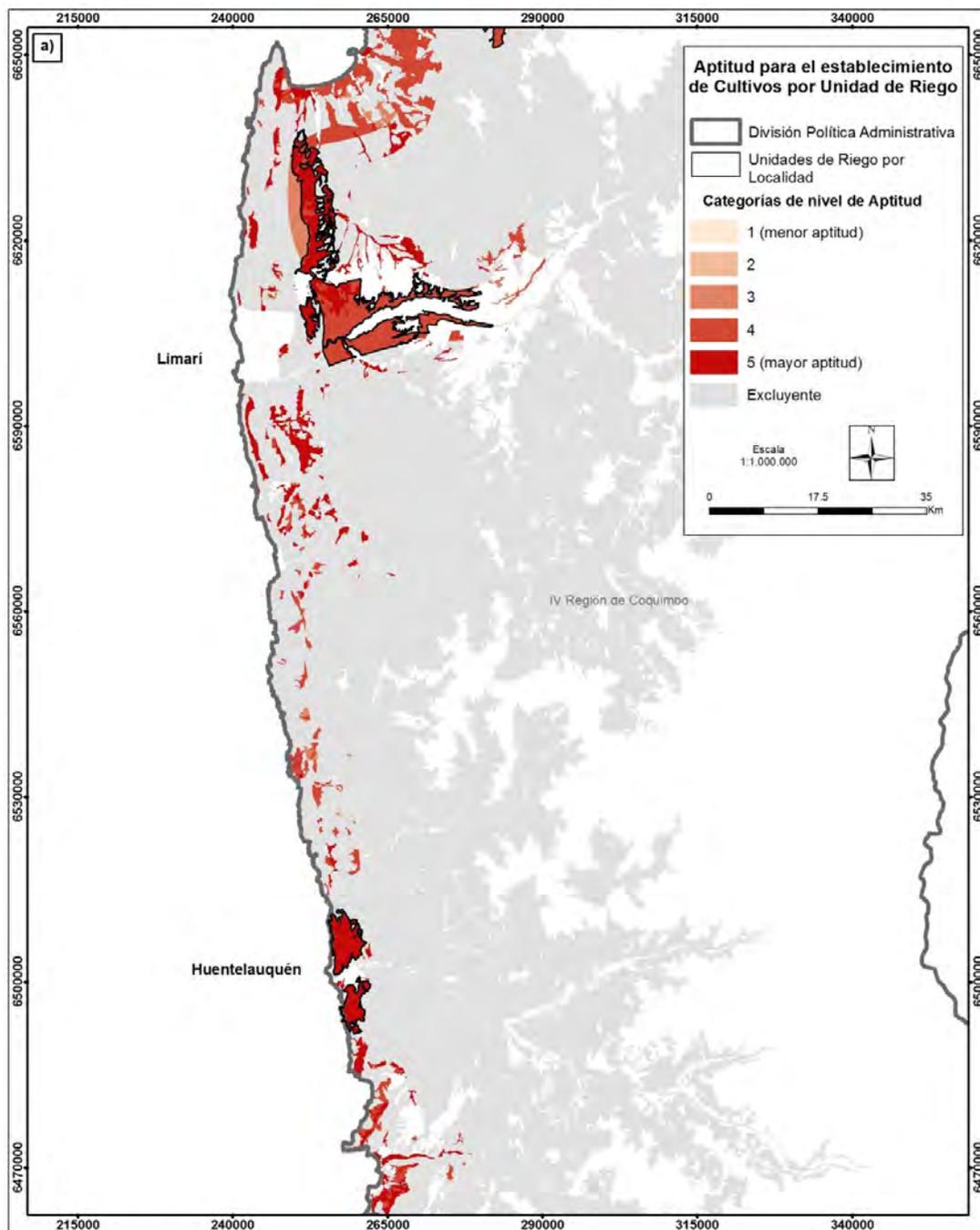


Figura 32. Conjunto de Unidades de Riego por localidad, primera selección. Localidad de Limarí, Huentelauquén y Quilimarí

IV.4.N. Quilimarí

La actividad agrícola de este valle, que se desarrolla en las terrazas aluviales del río Quilimarí, no se desarrolla en forma intensiva debido a las fuertes limitaciones hídricas, destinando superficie como pradera natural para el pastoreo de animales menores. Sin embargo, existe agricultura tecnificada, destacando por su rentabilidad el cultivo del palto y el olivo, en donde este último permite la obtención de reconocidos aceites de oliva de la zona. Otro rubro de importancia es la floricultura, en

especial la industria del clavel de corte, el cual debido al clima de la zona, es producido a bajos costos y comercializado en su gran mayoría en los centros de distribución de la zona metropolitana.

En esta localidad existen 2.310,8 ha óptimas para nuevos cultivos, donde un 63,55% se destinaría al cultivo de tomates, un 26,07% a alcachofas, un 5,56% a flores y un 4,82% a lechuga (Cuadro 27). Lo anterior se traduce en una demanda bruta de riego de 16.796.641 m³/año, y una demanda de riego con un 85% de seguridad de 1,11 m³/s (Cuadro 24, Figura 32).

El uso actual de las hectáreas cultivables es de pradera y matorral, en terrenos principalmente planos (65,5%) y ondulados (34,5%). La asociación de suelos de esta localidad es de tipo Xerollic Camborthids, que presentan contenidos de materia orgánica en el horizonte superficial altos para zonas semidesérticas (3%).

Cuadro 27. Superficie de cultivos en evaluación en los Conjuntos de Unidades de Riego asociados a localidades, producto de la primera selección, Los Choros a Quilimarí

Cultivo	Los Choros		Pan de Azúcar		Limarí		Huentelauquén		Quilimarí	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%
Olivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lechuga	1.380,92	5,59	46,39	0,61	46,40	0,20	107,79	1,95	111,49	4,82
Palto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cítricos	-	-	1.614,23	21,13	17.650,45	75,55	-	-	-	-
Papa	-	-	2.365,31	30,96	1.199,22	5,13	526,32	9,51	-	-
Alcachofa	-	-	2.060,31	26,97	1.728,15	7,40	1.340,42	24,23	602,49	26,07
Flores	1.782,51	7,21	71,31	0,93	159,46	0,68	247,90	4,48	128,40	5,56
Tomate	21.557,01	87,20	1.481,65	19,40	2.578,15	11,04	3.309,91	59,83	1.468,43	63,55
Total	24.720,44	100	7.636,04	100	23.354,73	100	5.532,33	100	2.310,80	100

IV.4.O. Ligua – Petorca

Las localidades de La Ligua y Petorca, ambas pertenecientes a la Provincia de Petorca, poseen más de 3.000 ha destinadas al cultivo de frutales, principalmente paltos (68%), más de 900 ha de hortalizas y más de 200 ha de cultivos, leguminosas y tubérculos.

En esta zona se determinaron 15.040,63 ha potenciales para el desarrollo agrícola, lo cual se desagrega en forma decreciente en un 32,65% para tomate, 24,84% para cítricos, un 21,84% para papa y un 17,95% para alcachofa, distribuyéndose el restante 2,72% entre flores y lechuga (Cuadro 28). Esta potencial superficie se asocia a una demanda bruta de riego de 114.005.856 m³/año con una demanda de riego al 85% de seguridad de 7,21 m³/s (Cuadro 24, Figura 33).

Estas áreas se concentrarían mayoritariamente en terrenos planos (76,9%) seguidos por terrenos ondulados (23,1%), y se vinculan con los siguientes usos de suelo: matorrales, praderas y rotación de cultivo y pradera. Los suelos que reconocen en esta unidad son de dos tipos: uno es *Xerollic Camborthids*, aridisoles con horizonte cámbico, con humedad entre el régimen árido y el régimen xérico y que presentan algo de materia orgánica en el horizonte superficial. El otro es *Haplustalfs* –

Ustochrepts presente en la zona más costera con un régimen de humedad ústico que permite el desarrollo de cultivos. Es suelo evolucionado con un horizonte argílico desarrollado. Su origen proviene de la roca granítica que conforma la Cordillera de la Costa (Lucio y Alcayaga, 1992).

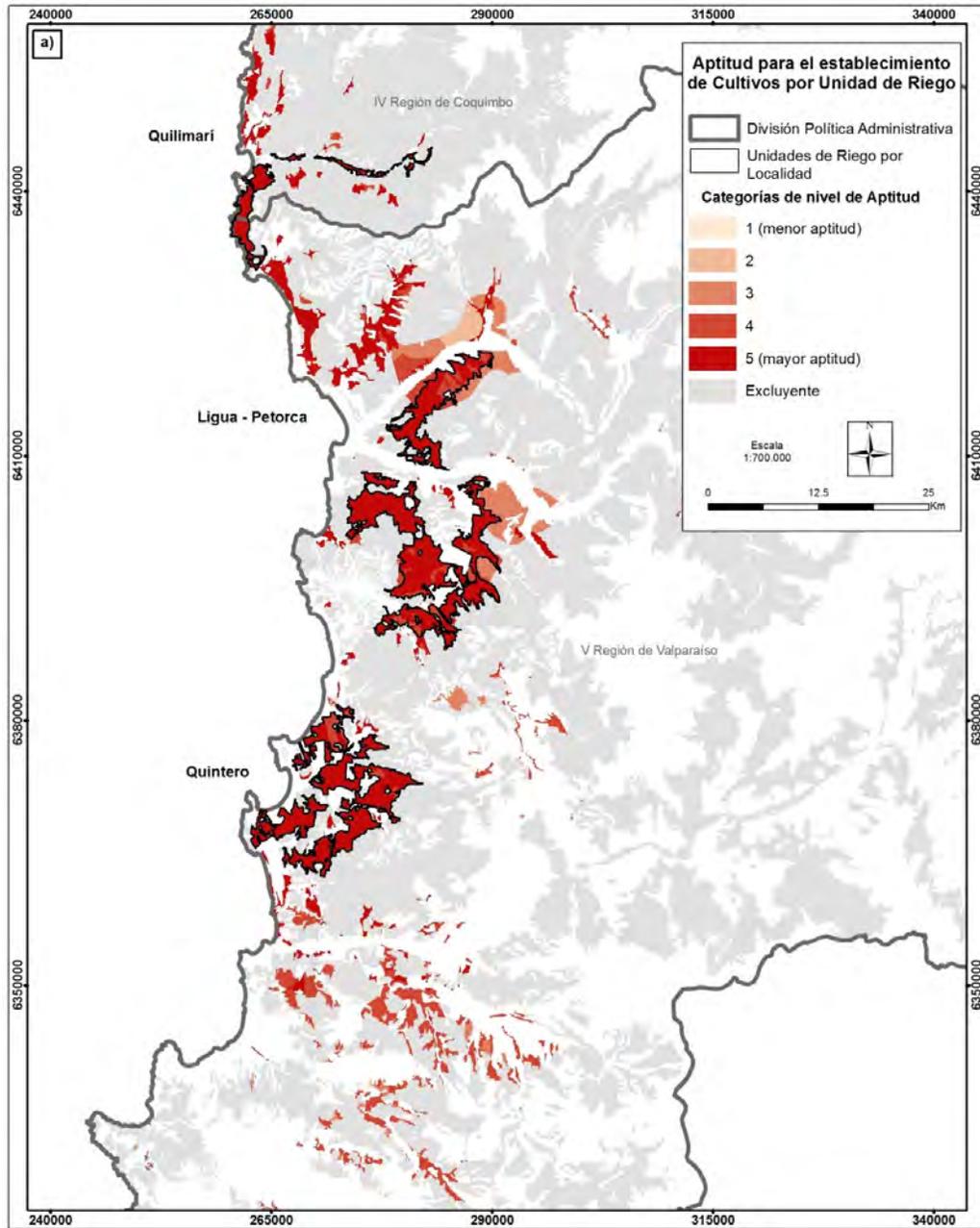


Figura 33. Conjunto de Unidades de Riego por localidad, primera selección. Localidad de Ligua - Petorca y

IV.4.P. Quintero

Esta localidad reporta una baja actividad agrícola, donde los frutales ocupan 68 hectáreas (50% corresponde a palto).

Se identifican 9.654,80 ha óptimas para nuevos cultivos, donde un 55,29% correspondería a cultivos de tomate, un 30,96% a alcachofas, un 3,77% a flores, un 7,82% a papas y un 2,16% a lechuga (Cuadro 28). Se estima para la totalidad de estos cultivos una demanda bruta de riego de 65.090.110 m³/año y una demanda de riego con un 85% de seguridad de 4,62 m³/s (Cuadro 24, Figura 33).

El uso actual del área cultivable es principalmente de matorral y praderas, con ciertas zonas de rotación cultivo-pradera y zonas desprovistas de vegetación, en terrenos planos y ondulados (60,1% y 39,9% respectivamente). La asociación de suelos presente en esta zona es de tipo Haplustalfs - Ustochrepts (áreas de cerros de la Cordillera de la Costa), donde existe una cierta disponibilidad de agua en el suelo durante la época de crecimiento de los cultivos (régimen de humedad ústico).

Cuadro 28. Superficie de cultivos en evaluación en los Conjuntos de Unidades de Riego asociados a localidades, producto de la primera selección, Ligua Petorca y Quintero

Cultivo	Ligua - Petorca		Quintero	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%
Olivo	-	-	-	-
Lechuga	68,92	0,46	208,87	2,16
Palto	-	-	-	-
Cítricos	3.736,21	24,84	-	-
Papa	3.284,43	21,84	755,02	7,82
Alcachofa	2.700,49	17,95	2.988,69	30,96
Flores	339,33	2,26	364,38	3,77
Tomate	4.911,25	32,65	5.337,84	55,29
Total	15.040,63	100	9.654,80	100

Se puede observar que los conjuntos de unidades de riego⁸ en su mayoría presentan mayor porcentaje de área destinada al cultivo de cítricos, exceptuando los conjuntos de unidades de riego asociados a las localidades de Los Choros, Huentelauquén, Quilimarí, Ligua – Petorca, Quintero y Pan de Azúcar, los cuales presentan mayor superficie destinada al cultivo de tomate o papa. A continuación se expone un cuadro resumen con la superficie destinada a cada uno de los cultivos.

⁸ Las localidades pueden presentar más de una unidad de riego, en este caso se denominan grupos o conjuntos de unidades de riego asociadas a una localidad

Cuadro 29. Superficie de cultivos en evaluación en los Conjuntos de Unidades de Riego asociados a localidades, producto de la primera selección, Ligua Petorca y Quintero

Cultivo	Olivo		Lechuga		Palto		Cítricos		Papa		Alcachofa		Flores		Tomate		Total	
	Há	%	Há	%	Há	%	Há	%	Há	%	Há	%	Há	%	Há	%	Há	%
Lluta - Azapa	-	-	-	-	-	-	8.384,3	94,5	-	-	-	-	40,0	0,5	445,6	5,0	8.869,9	100
Chaca	-	-	-	-	-	-	17.225,7	90,4	-	-	-	-	139,3	0,7	1.697,4	8,9	19.062,4	100
Camarones	-	-	-	-	-	-	1.404,3	75,9	-	-	3,7	0,2	25,0	1,4	417,9	22,6	1.850,9	100
Chucumata	-	-	-	-	-	-	21.598,9	84,2	-	-	-	-	298,0	1,2	3.750,2	14,6	25.647,1	100
Mejillones	-	-	-	-	-	-	24.239,8	89,2	-	-	-	-	196,9	0,7	2.732,6	10,1	27.169,3	100
Taltal	-	-	-	-	-	-	20.108,0	86,2	-	-	-	-	187,7	0,8	3.028,6	13,0	23.324,2	100
Chañaral	-	-	-	-	133,0	1,3	6.574,1	65,2	2.222,2	22,0	200,0	2,0	65,0	0,6	894,7	8,9	10.089,0	100
Caldera - Copiapó	-	-	-	-	-	-	22.360,1	90,9	-	-	-	-	191,3	0,8	2.049,9	8,3	24.601,3	100
Huasco - Freirina	-	-	303,9	1,7	-	-	9.498,6	52,8	-	-	1.547,0	8,6	449,8	2,5	6.207,7	34,5	18.007,0	100
Los Choros	-	-	1.380,9	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	1.782,5	7,2	21.557,0	87,2	24.720,4	100
Pan de Azúcar	-	-	46,4	0,6	-	-	1.614,2	21,1	2.365,3	31,0	2.060,3	27,0	71,3	0,9	1.481,7	19,4	7.636,0	100
Limarí	-	-	46,4	0,2	-	-	17.650,5	75,6	1.199,2	5,1	1.728,2	7,4	159,5	0,7	2.578,2	11,0	23.354,7	100
Huentelauquén	-	-	107,8	2,0	-	-	-	-	526,3	9,5	1.340,4	24,2	247,9	4,5	3.309,9	59,8	5.532,3	100
Quilimarí	-	-	111,5	4,8	-	-	-	-	-	-	602,5	26,1	128,4	5,6	1.468,4	63,6	2.310,8	100
Ligua - Petorca	-	-	68,9	0,5	-	-	3736,2	24,8	3.284,4	21,8	2.700,5	18,0	339,3	2,3	4.911,3	32,7	15.040,6	100
Quintero	-	-	208,9	2,2	-	-	755,0	7,8	-	-	2.988,7	31,0	364,4	3,8	5.337,8	55,3	9.654,8	100
Total			2.274,7		133,0		155.149,7		9.597,5		13.171,2		4.686,1		61.868,9		246.870,7	-

A continuación se expone un diagrama que clarifica la disminución del área apta para la expansión agrícola según la selección de los sectores con mayor potencial, de acuerdo a las actividades desarrolladas en esta etapa.

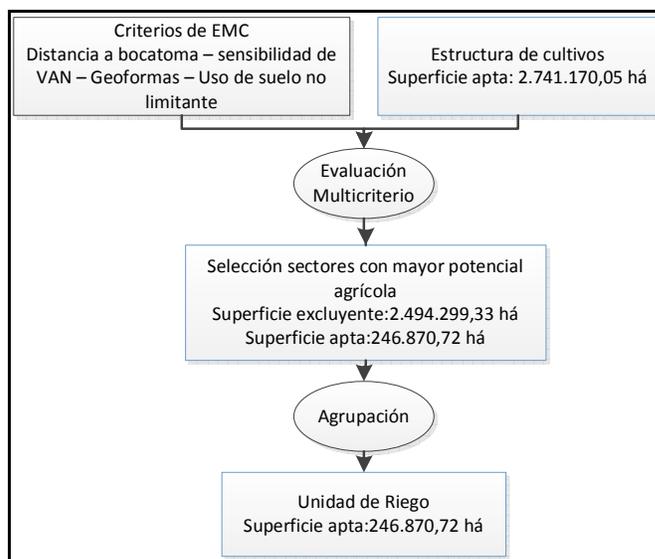


Figura 34. Diagrama de procedimiento y disminución de superficie apta tras la selección de áreas de mayor potencial agrícola

IV.5. Etapa 5: Diseño de infraestructura y cuantificación de costos

La Etapa 5 incluye la definición del trazado de la infraestructura extrapredial y los costos asociados a la construcción de la infraestructura proyectada.

IV.5.A. Trazado

Se realizaron trazados para todas las unidades de riego o envoltentes definidos y caracterizados en el Etapa 4. Se utilizó un método de ruta de mínimo costo, considerando para ello la topografía del lugar, el punto de bocatoma o toma de agua de la carretera hídrica y un punto final de conducción correspondiente al centroide⁹ de la unidad de riego. Como se mencionó las localidades de interés presentan más de una unidad de riego o envoltente en sus proximidades por lo tanto se definió más de un tramo de tuberías por localidad. Los tramos de tuberías se identifican por el nombre de la localidad y un número identificador (ID_envoltente, Cuadro 30).

En las figuras 35 a 38 se exponen los trazados de tuberías predefinidos para cada unidad de riego y los números identificadores de cada tramo de tubería. En estas imágenes se logran diferenciar cuatro tipos de infraestructura, el primer tipo correspondiente a una tubería central proveniente de la bocatoma a nivel del mar la cual se ramifica dando lugar a nuevas tuberías que conducen a unidades de riego más alejadas, como es el caso de Chañaral (Figura 36). En el segundo tipo de

⁹ El centroide para efectos del presente estudio corresponde al punto medio de la unidad de riego o un punto cercano a éste.

infraestructura no existe una tubería principal, por el contrario existe más de una tubería proveniente de la bocatoma, como es el caso de las unidades de riego asociadas a las localidades de Caldera – Copiapó y Quintero (Figura 36 y 38). El tercer tipo de infraestructura corresponde a una combinación de los tipos ya expuestos, en el cual existe más de una tubería proveniente de la bocatoma y tuberías que se ramifican o conducen a más de una unidad de riego, como en el caso de las unidades de riego asociadas a la localidad Ligua – Petorca (Figura 38). Finalmente, el cuarto tipo de infraestructura se compone de sólo una tubería la cual abastece a más de una unidad de riego, como es el caso de la tubería asociada a las unidades de riego de la localidad de Chaca (Figura 35).

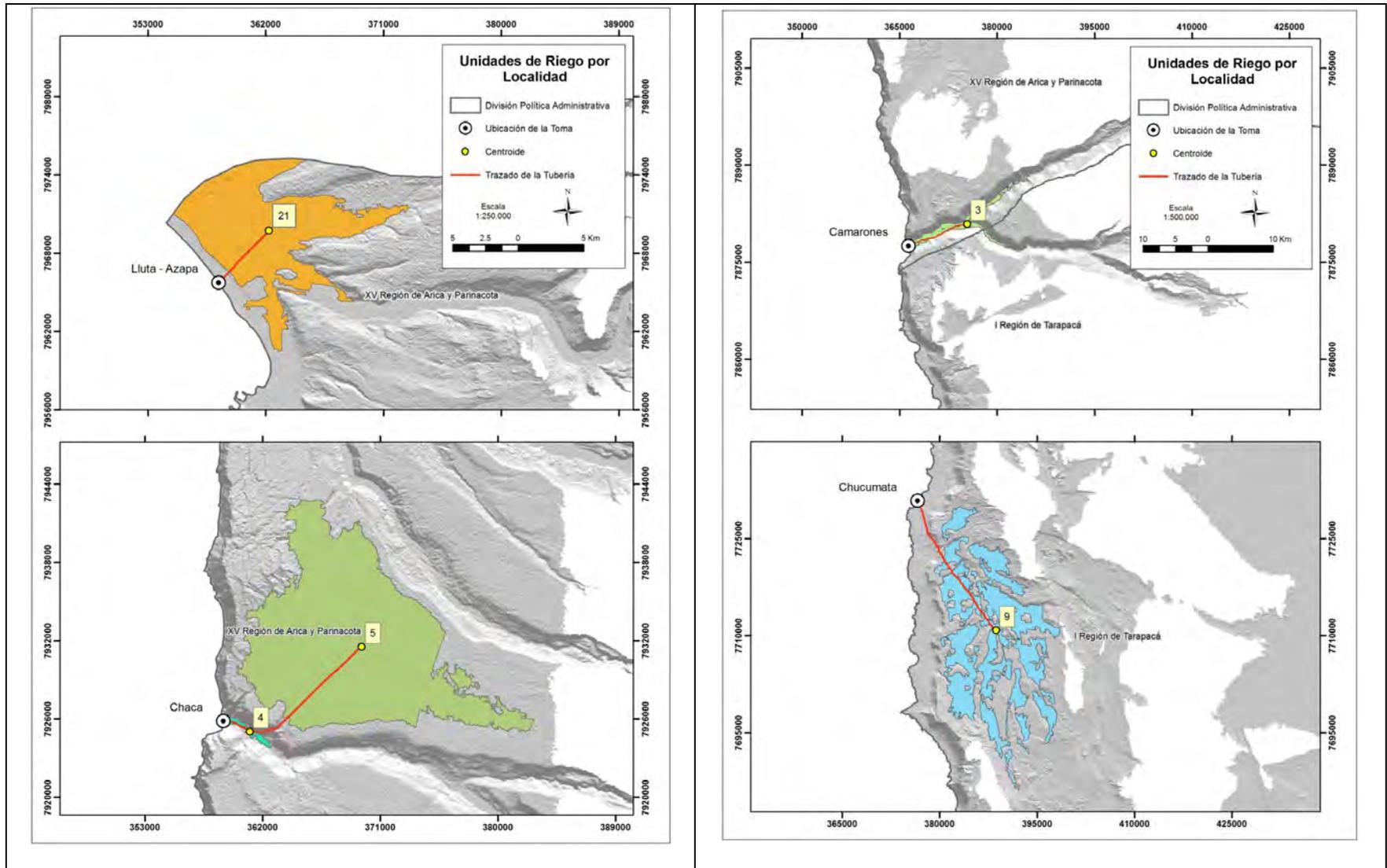


Figura 35. Trazado de infraestructura de Unidad de Riego asociada a las localidades de Lluta - Azapa, Chaca, Camarones y Chucumata

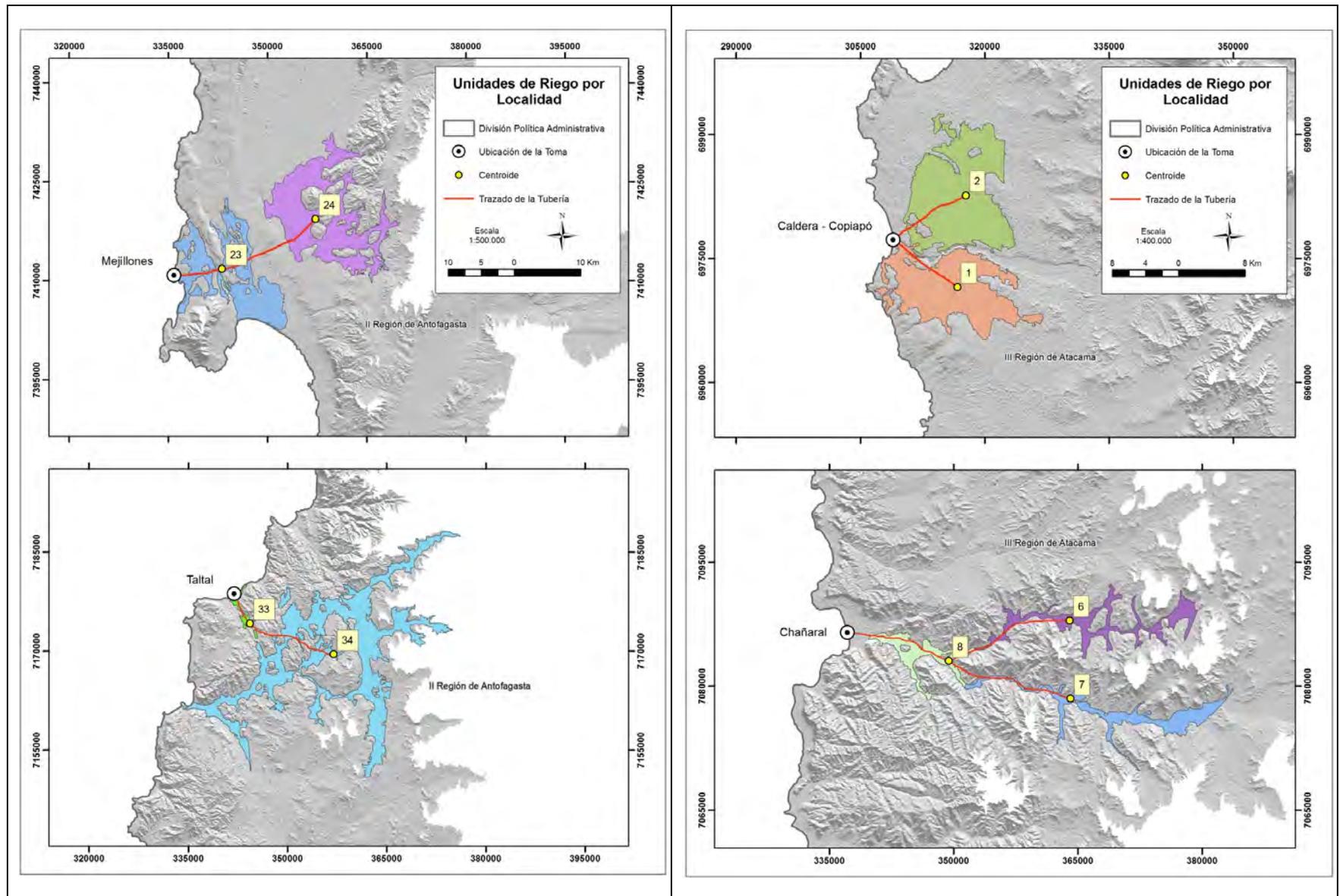


Figura 36. Trazado de infraestructura de Unidad de Riego asociada a las localidades de Mejillones, Taltal, Caldera - Copiapó y Chañaral

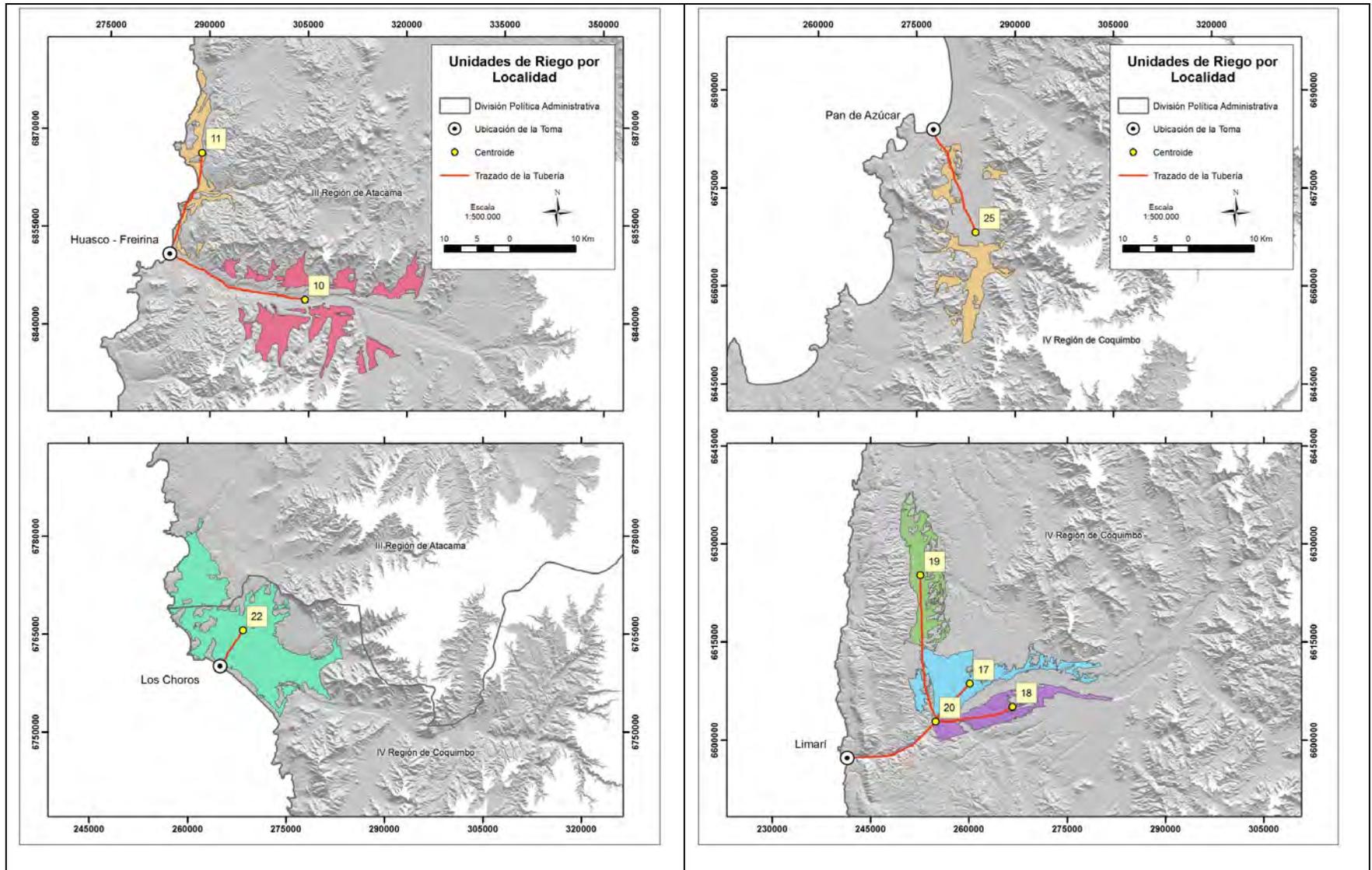


Figura 37. Trazado de infraestructura de Unidad de Riego asociada a las localidades de Huasco-Freirina, Los Choros, Pan de Azúcar y Limarí

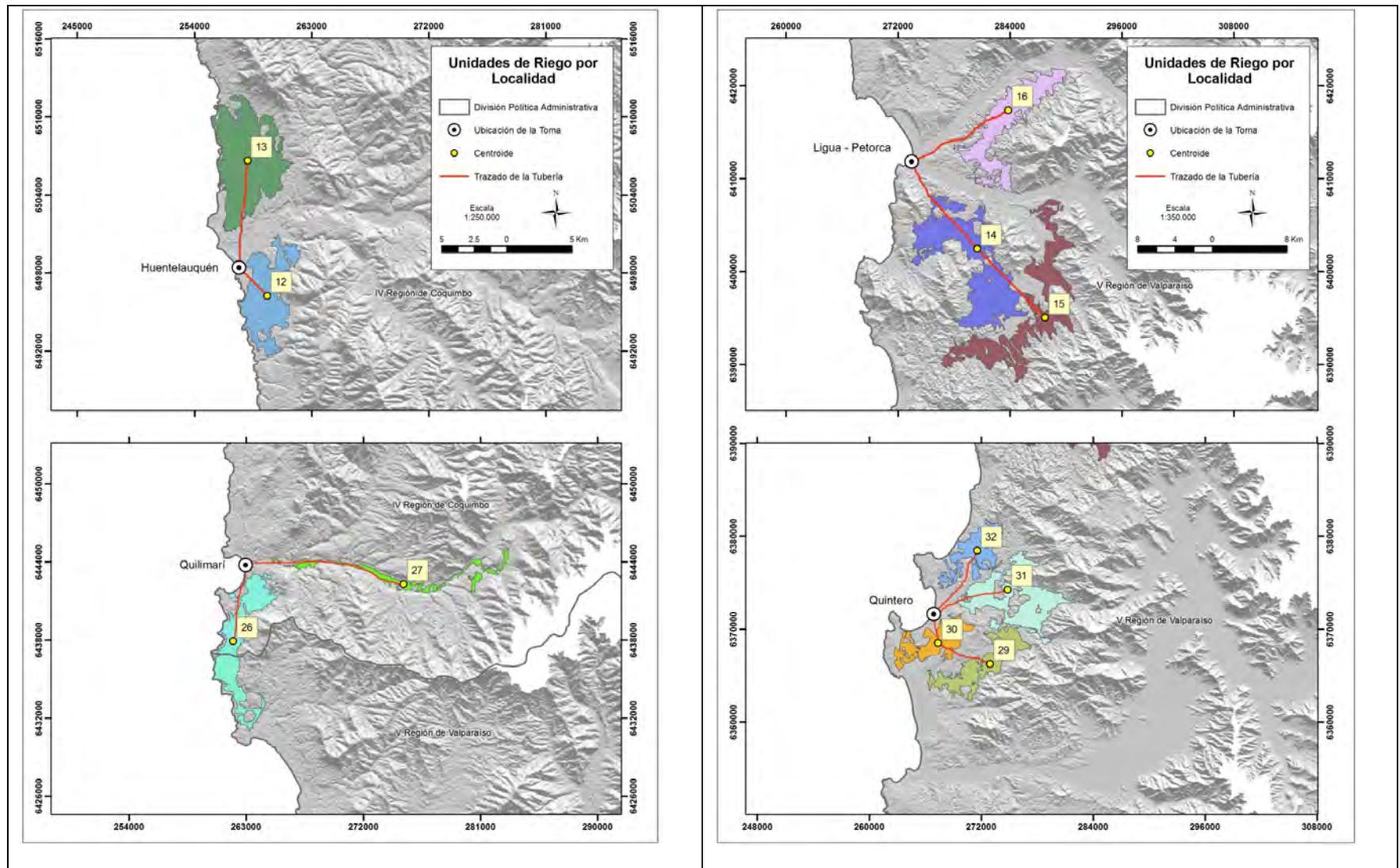


Figura 38. Trazado de infraestructura de Unidad de Riego asociada a las localidades de Huentelauquén, Quilimarí, Ligua - Petorca y Quintero

Cuadro 30. Tramos por localidad y sus características

Nº	Localidad	Tramo	ID_ envoltente	Superficie	Caudal (Q)	Altura máxima dentro de la envoltente	Altura centroide	Desnivel Entrada-Salida	Longitud tramo
				(ha)	(m3/seg)	(msnm)	(msnm)	(msnm)	(m)
1	Caldera - Copiapó	0 - 1	1	10.899,99	3,44	310	154	154	9.939,36
2	Caldera - Copiapó	0 - 2	2	13.701,31	4,20	226	136	136	10.802,10
3	Camarones	0 - 3	3	1.850,89	0,64	272	82	82	10.124,94
4	Chaca	0 - 4	4	171,30	0,05	52	22	22	2.313,51
5	Chaca	4 - 5	5	18.891,08	5,41	949	645	623	11.183,59
6	Chañaral	8 - 6	6	4.003,08	1,48	887	539	363	16.371,02
7	Chañaral	8 - 7	7	3.836,38	1,42	745	351	175	16.304,06
8	Chañaral	0 - 8	8	2.249,51	0,81	361	176	176	13.478,96
9	Chucumata	0 - 9	9	25.647,08	7,88	925	631	631	24.470,74
10	Huasco - Freirina	0 - 10	10	13.156,86	6,00	589	176	176	23.099,66
11	Huasco - Freirina	0 - 11	11	4.850,12	2,28	270	131	131	17.108,18
12	Huentelauquén	0 - 12	12	2.061,24	0,86	198	69	69	3.086,54
13	Huentelauquén	0 - 13	13	3.471,09	1,26	201	60	60	8.440,76
14	Ligua - Petorca	0 - 14	14	6.017,07	2,98	200	71	71	12.128,69
15	Ligua - Petorca	14 - 15	15	5.022,77	2,33	235	112	41	10.387,15
16	Ligua - Petorca	0 - 16	16	4.000,79	1,89	288	130	130	12.447,01
17	Limarí	20 - 17	17	9.993,11	4,51	372	202	177	7.904,48
18	Limarí	20 - 18	18	5.879,04	2,75	368	176	151	12.526,36
19	Limarí	20 - 19	19	7.482,59	2,63	392	151	126	23.145,73
20	Limarí	0 - 20	20	Tramo intermedio (no incluye envoltente)			25	25	15.638,34
21	Lluta - Azapa	0 - 21	21	8.869,86	2,36	342	93	93	5.526,07
22	Los Choros	0 - 22	22	24.720,44	9,72	358	90	90	6.718,69

Nº	Localidad	Tramo	ID_ envolverte	Superficie	Caudal (Q)	Altura máxima dentro de la envolverte	Altura centroide	Desnivel Entrada-Salida	Longitud tramo
				(ha)	(m3/seg)	(msnm)	(msnm)	(msnm)	(m)
23	Mejillones	0 - 23	23	11.485,85	3,13	240	137	137	7.574,36
24	Mejillones tramo	23 - 24	24	15.683,43	4,22	770	218	81	16.909,51
25	Pan de Azucar	0 - 25	25	7.635,93	2,94	302	135	135	18.046,54
26	Quilimarí	0 - 26	26	1.721,08	0,87	131	52	52	6.202,11
27	Quilimarí	0 - 27	27	589,72	0,24	302	73	73	12.869,13
28	Quintero tramo	30 - 29	29	2.422,98	1,21	159	63	11	6.335,07
29	Quintero	0 - 30	30	1.839,75	0,78	123	52	52	3.310,12
30	Quintero	0 - 31	31	3.715,55	1,83	213	51	51	8.826,38
31	Quintero	0 - 32	32	1.676,52	0,80	151	51	51	8.694,29
32	Taltal	0 - 33	33	596,16	0,17	353	221	221	5.335,83
33	Taltal	33 - 34	34	22.728,04	8,10	1007	717	496	14.390,53
Total				246.870,62	89,21				381.639,81

ID_envolverte: Código identificador de la unidad de riego – Q: Caudal unitario según estimación estudio agrícola – Altura_Max envolverte: Cota máxima de la superficie de riego – Altura_punto: Cota punto de entrega – Desnivel Entrada – Salida: Diferencia de altura entre la entrada y salida de la tubería – Longitud_tramo: Longitud tramo de la tubería

En la Figura 35 se observa las unidades de riego asociadas a las localidades de Lluta – Azapa, Chaca, Camarones y Chucumata, en ella se visualiza el tramo de tubería que conecta la bocatoma correspondiente y el centroide de la unidad. Dentro de las unidades de riego expuestas en la Figura 31, la que presenta su centroide a mayor altura es la unidad asociada a la localidad de Chucumata (631 msnm, Cuadro 30). Del mismo modo la unidad asociada a la localidad de Chucumata presenta la mayor longitud de tubería ascendiendo a 24.470,74 metros (Cuadro 30).

En la Figura 36 se observa el diseño de trazado de tuberías de las unidades de riego asociadas a las localidades de Mejillones, Caldera – Copiapó, Taltal y Chañaral. Todas estas unidades de riego poseen más de un tramo de tubería en su diseño. El tramo que presenta su centroide a mayor altura se presenta en una de las unidades de riego asociada a la localidad de Taltal. En cuanto a la longitud de la infraestructura diseñada el conjunto de unidades de riego con mayor longitud de tuberías corresponde a la ubicada en la localidad de Chañaral, sumando 46.154,04 metros de tuberías (Cuadro 30).

En la Figura 37 se observa el diseño de trazado de tuberías de las unidades de riego asociadas a las localidades de Huasco – Freirina, Limarí, Los Choros y Pan de Azúcar. Las unidades de Huasco y Freirina y Limarí poseen más de un tramo de tubería en su diseño. El tramo que presenta su centroide a mayor altura se presenta en una de las unidades de riego asociada a la localidad de Limarí (202 msnm, Cuadro 30). En cuanto a la longitud de la infraestructura diseñada el conjunto de unidades de riego con mayor longitud de tuberías corresponde a la ubicada en la localidad de Limarí, sumando 59.214,91 metros de tuberías (Cuadro 30).

En la Figura 38 se observa el diseño de trazado de tuberías de las unidades de riego asociadas a las localidades de Huentelauquén, Ligua – Petorca, Quilimarí y Quintero. Todas estas unidades de riego poseen más de un tramo de tubería en su diseño. El tramo que presenta su centroide a mayor altura se presenta en una de las unidades de riego asociada a la localidad de Ligua – Petorca (130 msnm, Cuadro 30). En cuanto a la longitud de la infraestructura diseñada el conjunto de unidades de riego con mayor longitud de tuberías corresponde a la ubicada en la localidad de Ligua - Petorca, sumando 34.962,85 metros de tuberías (Cuadro 30).

Finalmente la longitud de tuberías de conducción de agua extrapredial del proyecto completo (246.870,72 ha) asciende a 381.639,81 metros (Cuadro 30).

IV.5.B. Cuantificación de la inversión requerida en infraestructura y obras civiles

La estimación de los costos de obras civiles para el transporte del agua a la superficie catalogada con potencial agrícola requiere de un predimensionamiento de las tuberías. Esta información de diseño de las tuberías se encuentra en el Anexo 7 en donde se exponen, por tramo de tubería, los caudales de salida y de diseño, velocidad inicial, diámetro nominal, interno y externo, espesor pared de tubería, área de escurrimiento de la tubería, velocidad del flujo, coeficiente de Hazen-Williams, pérdidas friccionales, pérdidas singulares, pérdidas totales, altura de diseño y carga o altura dinámica total de bombeo.

Adicionalmente se calculan la potencia de la bomba y la potencia del equipo de elevación mecánica, mediante las ecuaciones 9 y 10 respectivamente (mencionadas en metodología). Esta información

se encuentra en el Anexo 7 para todos los tramos de tuberías contemplados en el diseño del proyecto de ampliación agrícola.

Con la información detallada anteriormente se definen el tipo de tubería y su peso (en base a Cuadro 12), para posteriormente calcular los costos de instalación de la tubería. Como se observa en el Cuadro 31, los tramos de tuberías con un mayor costo de instalación son Chucumata, Huasco – Freirina (0 – 10) y Limarí (20 – 19). En los casos de Huasco – Freirina y Limarí sólo uno de sus tramos se cataloga como uno de los más cuantiosos, si evaluamos el proyecto por localidad se obtiene que el costo de instalación del sistema de tuberías asociado a la localidad de Limarí asciende a 76.110 Millones de pesos y el sistema asociado a la localidad de Huasco –Freirina asciende a 78.748 Millones de pesos, correspondiendo a los sistemas más costosos. Los tramos de tubería asociados a las localidades de Camarones, Lluta – Azapa y Quilimarí son los más económicos equivaliendo a 8.217, 11.259 y 8.030 Millones de pesos.

Cuadro 31. Costos de tuberías de acero instaladas por unidad de riego

Nº	Localidad	Tramo	Peso tubería		Costo Suministro tubería en obra		Costo Montaje tubería		Costo total tubería instalada
			P unit	P total	C unit	C total	C unit	C total	CT tubería
			Kg/m	(ton)	(\$/kg)	(Mill \$)	(\$/kg)	(Mill \$)	(Mill \$)
1	Caldera - Copiapó	0 - 1	373,35	3.710,86	1.800	6.679,5	3.600	13.359,09	20.038,64
2	Caldera - Copiapó	0 - 2	373,35	4.032,96	1.800	7.259,3	3.600	14.518,67	21.778,01
3	Camarones	0 - 3	138,73	1.404,63	1.950	2739	3.900	5.478,068	8.217,10
4	Chaca	0 - 4	21,22	49,09	1.950	95,731	3.900	191,4611	287,1916
5	Chaca	4 - 5	373,35	4.175,39	1.950	8142	3.900	16.284,03	24.426,05
6	Chañaral	8 - 6	248,08	4.061,32	1.800	7.310,4	3.600	14.620,76	21.931,15
7	Chañaral	8 - 7	248,08	4.044,71	1.800	7.280,5	3.600	14.560,96	21.841,44
8	Chañaral	0 - 8	158,61	2.137,90	1.800	3.848,2	3.600	7.696,434	11.544,65
9	Chucumata	0 - 9	373,35	9.136,15	1.800	16.445	3.600	32.890,15	49.335,22
10	Huasco - Freirina	0 - 10	373,35	8.624,26	1.800	15.524	3.600	31.047,33	46.571
11	Huasco - Freirina	0 - 11	348,3	5.958,78	1.800	10.726	3.600	21.451,61	32.177,41
12	Huentelauquén	0 - 12	168,79	520,98	1.650	859,61	3.300	1.719,224	2.578,84
13	Huentelauquén	0 - 13	248,08	2.093,98	1.650	3.455,1	3.300	6.910,145	10.365,22
14	Ligua - Petorca	0 - 14	373,35	4.528,25	1.650	7.471,6	3.300	14.943,21	22.414,82
15	Ligua - Petorca	14 - 15	348,3	3.617,84	1.650	5.969,4	3.300	11.938,89	17.908,33
16	Ligua - Petorca	0 - 16	298,19	3.711,57	1.650	6.124,1	3.300	12.248,19	18.372,29
17	Limarí	20 - 17	373,35	2.951,14	1.650	4.869,4	3.300	9.738,752	14.608,13
18	Limarí	20 - 18	348,3	4.362,93	1.650	7.198,8	3.300	14.397,67	21.596,50
19	Limarí	20 - 19	348,3	8.061,66	1.650	1.3302	3.300	26.603,47	39.905,21
20	Limarí	0 - 20	-	-	-	-	-	-	-
21	Lluta - Azapa	0 - 21	348,3	1.924,73	1.950	3.753,2	3.900	7.506,443	11.259,66
22	Los Choros	0 - 22	373,35	2.508,42	1.650	4.138,9	3.300	8.277,796	12.416,69
23	Mejillones	0 - 23	373,35	2.827,89	1.800	5.090,2	3.600	10.180,4	15.270,6

Nº	Localidad	Tramo	Peso tubería		Costo Suministro tubería en obra		Costo Montaje tubería		Costo total tubería instalada
			P unit	P total	C unit	C total	C unit	C total	CT tubería
			Kg/m	(ton)	(\$/kg)	(Mill \$)	(\$/kg)	(Mill \$)	(Mill \$)
24	Mejillones	23 - 24	373,35	6.313,16	1.800	11.364	3.600	22.727,39	34.091,08
25	Pan de Azucar	0 - 25	373,35	6.737,67	1.800	12.128	3.600	24.255,63	36.383,44
26	Quilimarí	0 - 26	168,79	1.046,85	1.500	1.570,3	3.000	3.140,563	4.710,84
27	Quilimarí	0 - 27	57,33	737,79	1.500	1.106,7	3.000	2.213,361	3.320,04
28	Quintero	30 - 29	248,08	1.571,60	1.500	2.357,4	3.000	4.714,814	7.072,22
29	Quintero	0 - 30	148,75	492,38	1.500	738,57	3.000	1.477,14	2.215,71
30	Quintero	0 - 31	298,19	2.631,94	1.500	3.947,9	3.000	7.895,815	11.843,72
31	Quintero	0 - 32	158,61	1.379,00	1.500	2.068,5	3.000	4.137,006	6.205,51
32	Taltal	0 - 33	44,76	238,83	1.800	429,9	3.600	859,7951	1.289,69
33	Taltal	33 - 34	373,35	5.372,70	1.800	9.670,9	3.600	19.341,74	29.012,60

Posteriormente se estiman los costos en interconexiones hidráulicas, pozo de aspiración, caseta de bomba y obras anexas, costos estimados en base al diámetro externo de la tubería y al valor del dólar del día 8 de mayo de 2013. Finalmente se obtiene el costo total en obras civiles, los cuales se observan en el Cuadro 32. Al igual que en el análisis anterior las tramos de tuberías asociados a las localidades de Chucumata, Huasco – Freirina (0 – 10) y Limarí (20 - 19) presentan los costos más elevados debido a su longitud y diseño de tubería. Las tuberías asociadas a las localidades de Camarones, Lluta – Azapa y Quilimarí registran los menores costos de infraestructura (Obras civiles).

Cuadro 32. Costos de obras civiles estimadas

N	Localidad	Tramo	Costos interconexiones hidráulicas, pozo de aspiración y caseta de bombas		1 US\$ (8-5-2013)	Costos obras anexas		Costo Total Obras civiles
			US\$	Mill \$		US\$	Mill \$	Mill \$
1	Caldera - Copiapó	0 - 1	64.557,98	31,89	494	5.669,02	2,80	20.073,33
2	Caldera - Copiapó	0 - 2	64.557,98	31,89		5.669,02	2,80	21.812,70
3	Camarones	0 - 3	20.201,35	9,98		5.088,01	2,51	8.229,59
4	Chaca	0 - 4	3.861,27	1,91		4.361,78	2,15	291,25
5	Chaca	4 - 5	64.557,98	31,89		5.669,02	2,80	24.460,74
6	Chañaral	8 - 6	33.348,76	16,47		5.331,01	2,63	21.950,25
7	Chañaral	8 - 7	33.348,76	16,47		5.331,01	2,63	21.860,55
8	Chañaral	0 - 8	24.371,51	12,04		5.177,66	2,56	11.559,25
9	Chucumata	0 - 9	64.557,98	31,89		5.669,02	2,80	49.369,91

N	Localidad	Tramo	Costos interconexiones hidráulicas, pozo de aspiración y caseta de bombas		1 US\$ (8-5-2013)	Costos obras anexas		Costo Total Obras civiles
			US\$	Mill \$		US\$	Mill \$	Mill \$
10	Huasco - Freirina	0 - 10	64.557,98	31,89		5.669,02	2,80	46.605,69
11	Huasco - Freirina	0 - 11	53.511,61	26,43		5.570,87	2,75	32.206,60
12	Huentelauquén	0 - 12	26.108,16	12,90		5.210,94	2,57	2.594,31
13	Huentelauquén	0 - 13	33.348,76	16,47		5.331,01	2,63	10.384,32
14	Ligua - Petorca	0 - 14	58.960,12	29,13		5.621,37	2,78	22.446,72
15	Ligua - Petorca	14 - 15	53.511,61	26,43		5.570,87	2,75	17.937,51
16	Ligua - Petorca	0 - 16	43.088,47	21,29		5.459,67	2,70	18.396,27
17	Limarí	20 - 17	64.557,98	31,89		5.669,02	2,80	14.642,82
18	Limarí	20 - 18	53.511,61	26,43		5.570,87	2,75	21.625,69
19	Limarí	20 - 19	53.511,61	26,43		5.570,87	2,75	39.934,40
20	Limarí	0 - 20	-	-		-	-	-
21	Lluta - Azapa	0 - 21	53.511,61	26,43		5.570,87	2,75	11.288,85
22	Los Choros	0 - 22	64.557,98	31,89		5.669,02	2,80	12.451,39
23	Mejillones	0 - 23	58.960,12	29,13		5.621,37	2,78	15.302,50
24	Mejillones	23 - 24	64.557,98	31,89		5.669,02	2,80	34.125,78
25	Pan de Azúcar	0 - 25	58.960,12	29,13		5.621,37	2,78	36.415,34
26	Quilimarí	0 - 26	26.108,16	12,90		5.210,94	2,57	4.726,32
27	Quilimarí	0 - 27	11.286,46	5,58		4.819,68	2,38	3.328,00
28	Quintero	30 - 29	33.348,76	16,47		5.331,01	2,63	7.091,33
29	Quintero	0 - 30	22.258,24	11,00		5.134,14	2,54	2.229,24
30	Quintero	0 - 31	43.088,47	21,29		5.459,67	2,70	11.867,70
31	Quintero	0 - 32	24.371,51	12,04		5.177,66	2,56	6.220,11
32	Taltal	0 - 33	8.002,65	3,95		4.667,89	2,31	1.295,95
33	Taltal	33 - 34	64.557,98	31,89		5.669,02	2,80	29.047,30

IV.6. Etapa 6: Análisis económico de proyectos de inversión para el riego de zonas potenciales

La etapa 6 comprende una evaluación de proyecto respecto al costo de agua, análisis de viabilidad económica, análisis FODA y entrevistas a inversionistas y/o agricultores del área de estudio. La primera sección corresponde a un análisis del precio del agua que podría presentar el recurso según los cultivos y condiciones expuestas, la segunda sección corresponde a un análisis de viabilidad en donde se analiza el proyecto completo considerando costo equilibrio del agua por cultivo y costo de obras civiles, la tercera sección corresponde a un análisis FODA del proyecto de expansión agrícola y la cuarta sección corresponde a un análisis de las opiniones de inversionistas respecto al precio del agua y el cultivo propuesto en la zona de estudio. Adicionalmente se informa sobre el proyecto SIG y base de datos de la información cartográfica utilizadas y generada en el estudio.

IV.6.A. Evaluación de proyecto

En esta sección se expone un análisis económico del proyecto incluyendo el precio del agua en los flujos de caja. Este análisis permite evaluar la sensibilidad del proyecto respecto al costo del agua de riego y el valor equilibrio que ésta presenta según las condiciones y supuestos mencionados con anterioridad.

i) Comparación de escenarios

Los resultados de los flujos de caja de los diferentes cultivos (Ver Cuadro 33) indican que el Costo base de US\$ 0,5 y de US\$0,74 el m³ de agua, hace inviable la producción de olivos y lechugas, pues en ambos su VAN es negativo. Los cultivos de palto y alcachofa muestran un VAN negativo sólo en el escenario base 2 (0,74 m³ de agua). Bajo esta situación base de costo de agua en la cota cero el escenario para inversionistas agrícolas es poco atractivo, ya que según se expuso en la metodología, el precio del agua según expertos consultados del país corresponde a US\$ 0,5 el m³ de agua dispuesto en el predio del comprador, siendo necesarios instrumentos e incentivos económicos para compensar esta diferencia en el costo de adquisición de agua por parte de los agricultores.

Los cultivos de cítricos, flores y tomate son los que presentan un mayor valor en el VAN en ambos escenarios base (US\$0,5 y 0,74 m³/s), validando la estructura de cultivos seleccionada, la cual prácticamente corresponde a cítricos (Cuadro 33).

Por otro lado, el punto de equilibrio en el cual se obtiene un VAN = 0 corresponde a precios del agua bastante variables. Por una parte, encontramos a los olivos con un precio de \$18,2 el m³ de agua, y por otro lado a los tomates con un precio de \$13.833,7 el m³ de agua. En el caso de los olivos, añadir un costo a la adquisición y conducción del agua para riego en las zonas determinadas, unidades de riego, lo hace un proyecto inviable. A su vez, los cítricos, papa, flores y tomate presentan valores superiores al costo base 2, lo que permite tenerlos en consideración en el momento de la toma de decisiones.

Cuadro 33. Análisis rentabilidad en base a tres escenarios

Cultivo	Escenario	Valor Agua	VAN	TIR
Cítricos Limoneros	Sin costo Agua	\$ 0	\$ 201.791.928	33%
	Pto de equilibrio	\$ 435,7	\$ 0	15%
	Costo Base (US\$ 0,5)	\$ 247,0	\$ 88.444.390	22%
	Costo Base (US\$ 0,74)	\$ 365,56	\$ 32.897.924	17%
Olivos	Sin costo Agua	\$ 0	\$ 11.132.920	17%
	Pto de equilibrio	\$ 18,2	\$ 0	15%
	Costo Base (US\$ 0,5)	\$ 247,0	-\$ 143.888.045	-%
	Costo Base (US\$ 0,74)	\$ 365,56	-\$ 221.878.956	-%
Palto	Sin costo Agua	\$ 0	\$ 174.828.224	27%
	Pto de equilibrio	\$ 280,4	\$ 0	15%
	Costo Base (US\$ 0,5)	\$ 247,0	\$ 21.137.540	16%
	Costo Base (US\$ 0,74)	\$ 365,56	-\$ 53.940.683	12%
Alcachofa	Sin costo Agua	\$ 0	\$ 10.727.546	38%
	Pto de equilibrio	\$ 307,0	\$ 0	15%
	Costo Base (US\$ 0,5)	\$ 247,0	\$ 2.095.241	19%
	Costo Base (US\$ 0,74)	\$ 365,56	-\$ 2.048.264	11%
Lechuga	Sin costo Agua	\$ 0	\$ 2.113.752	25%
	Pto de equilibrio	\$ 124,9	\$ 0	15%
	Costo Base (US\$ 0,5)	\$ 247,0	-\$ 2.065.166	7%
	Costo Base (US\$ 0,74)	\$ 365,56	-\$ 4.071.047	0%
Papa	Sin costo Agua	\$ 0	\$ 8.074.445	54%
	Pto de equilibrio	\$ 1.329,5	\$ 0	15%
	Costo Base (US\$ 0,5)	\$ 247,0	\$ 6.574.320	44%
	Costo Base (US\$ 0,74)	\$ 365,56	\$ 5.854.260	40%
Flores	Sin costo Agua	\$ 0	\$ 118.830.504	40%
	Pto de equilibrio	\$ 652,6	\$ 0	15%
	Costo Base (US\$ 0,5)	\$ 247,0	\$ 73.854.746	31%
	Costo Base (US\$ 0,74)	\$ 365,56	\$ 52.266.383	26%
Tomate	Sin costo Agua	\$ 0	\$ 484.416.402	135%
	Pto de equilibrio	\$ 13.833,7	\$ 0	15%
	Costo Base (US\$ 0,5)	\$ 247,0	\$ 475.767.218	131%
	Costo Base (US\$ 0,74)	\$ 365,56	\$ 471.615.609	129%

ii) Análisis de sensibilidad

Realizado el análisis de sensibilidad para todos los cultivos, sólo es posible describir un comportamiento para los cultivos de Papa, Tomates, Cítricos y Flores, pues el resto de los cultivos no cumplen con los requerimientos básicos para realizar el análisis, con esto nos referimos a que antes del cuarto precio de análisis de sensibilidad el VAN se vuelve negativo (Cuadro 34).

Cuadro 34. Resultados del Análisis de sensibilidad

Precio m ³ agua (pesos)	Indicadores Económicos	Cultivos							
		Cítricos	Tomate	Olivo	Flores	Papa	Lechuga	Alcachofa	Palto
240	VAN	\$88,444,389	\$475,767,217	-\$143,888,044	\$73,854,746	\$6,574,320	-\$2,065,166	\$2,095,241	\$21,137,540
	TIR	22%	131%	-2%	31%	44%	7%	19%	16%
288	VAN	\$65,326,437	\$474,037,380		\$64,859,595	\$6,274,295		\$368,780	-\$10,140,909
	TIR	20%	130%		29%	43%		16%	14%
336	VAN	\$42,163,214	\$472,307,544		\$55,864,443	\$5,974,270.		-\$1,357,680	
	TIR	18%	129%		27%	41%		12%	
384	VAN	\$18,999,990	\$470,577,707		\$46,869,292	\$5,674,245			
	TIR	16%	128%		25%	39%			
432	VAN	-\$4,163,232	\$468,847,870		\$37,874,141	\$5,374,220			
	TIR	15%	128%		23%	38%			
480	VAN		\$467,118,033		\$28,878,989	\$5,074,195			
	TIR		127%		21%	36%			
528	VAN		\$465,388,196		\$19,883,838	\$4,774,170			
	TIR		126%		19%	35%			
576	VAN		\$463,658,359		\$10,888,686	\$4,474,145.7 6			
	TIR		125%		17%	33%			
624	VAN		\$461,928,523		\$1,893,535	\$4,174,120			
	TIR		125%		15%	32%			
672	VAN		\$460,198,686		-\$7,231,358	\$3,874,095			
	TIR		124%		13%	30%			

El análisis de sensibilidad del VAN realizado (Figura 39) indica que el cultivo de cítricos es el que se ve mayormente afectado por la variación del precio del agua. Por lo tanto, aunque el VAN sea alto en el escenario base (US\$ 0,5 m³) un aumento del costo del agua lo vuelve rápidamente poco atractivo para los inversionistas. El mismo fenómeno se observa en el cultivo de Flores, aunque este presenta una pendiente menos inclinada, comparándola con el cultivo de cítricos, es un cultivo que se muestra sensible respecto a la variación del costo del agua. Por otro lado, los cultivos de Papas y Tomates, estos últimos a pesar de tener un VAN superior al resto de los cultivos, presentan una baja sensibilidad, por lo tanto el costo del agua no se vuelve un factor determinante al momento de la toma de decisiones.

La mayor o menor sensibilidad que presentan los cultivos que se muestran en la Figura 39 depende de una serie de variables. En el caso de la papa, la demanda de agua es notoriamente inferior al resto de los cultivos, razón por la cual su efecto en el costo total es menor. Por otro lado los tomates presentan una inversión inicial y un costo de operación mayor a los cítricos u otros cultivos, por lo tanto en términos porcentuales, los costos asociados al precio a pagar por el agua adquirida influye en menor medida que en el resto de los cultivos, provocando una menor sensibilidad al precio del agua.

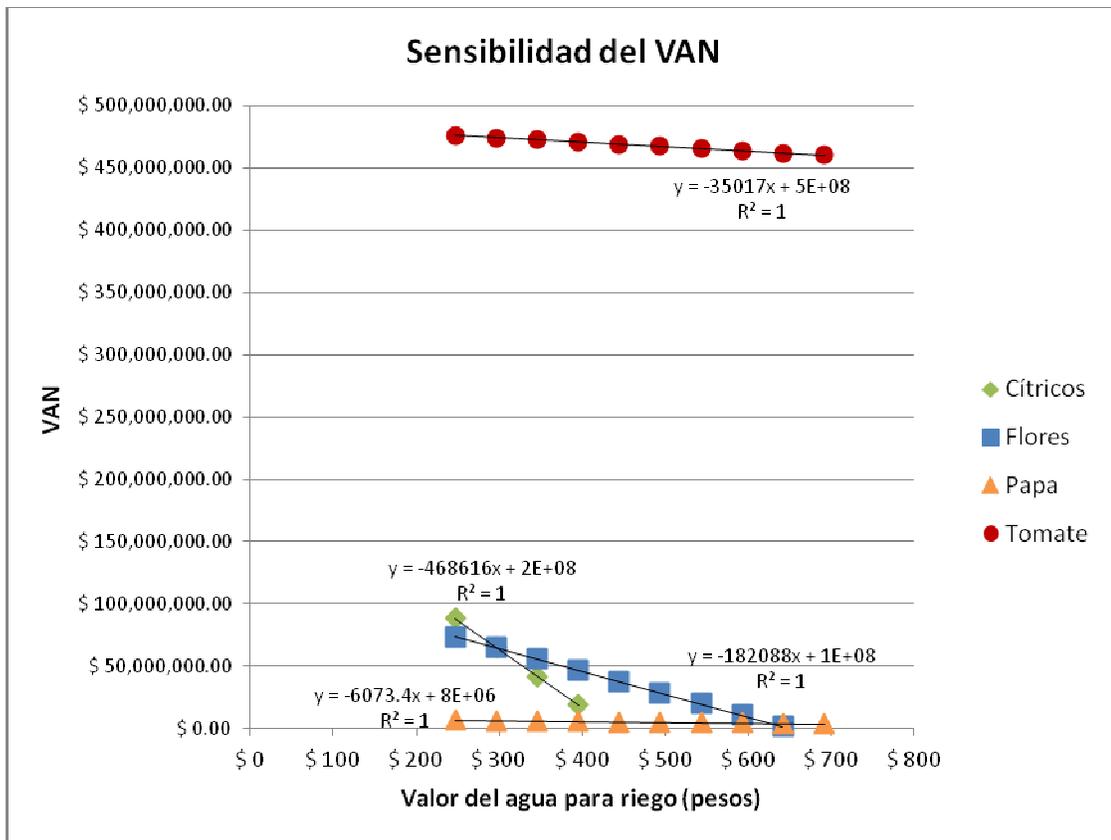


Figura 39. Gráfico de sensibilidad del costo del agua versus VAN

Respecto a la TIR, los cuatro cultivos analizados presentan pendientes muy similares, por lo tanto su sensibilidad al precio del agua no hace una diferencia entre los cultivos. No obstante, los cultivos de

papas y de tomates, que son los que presentan una menor sensibilidad en el VAN, son los cultivos que presentan una mayor TIR (Figura 40).

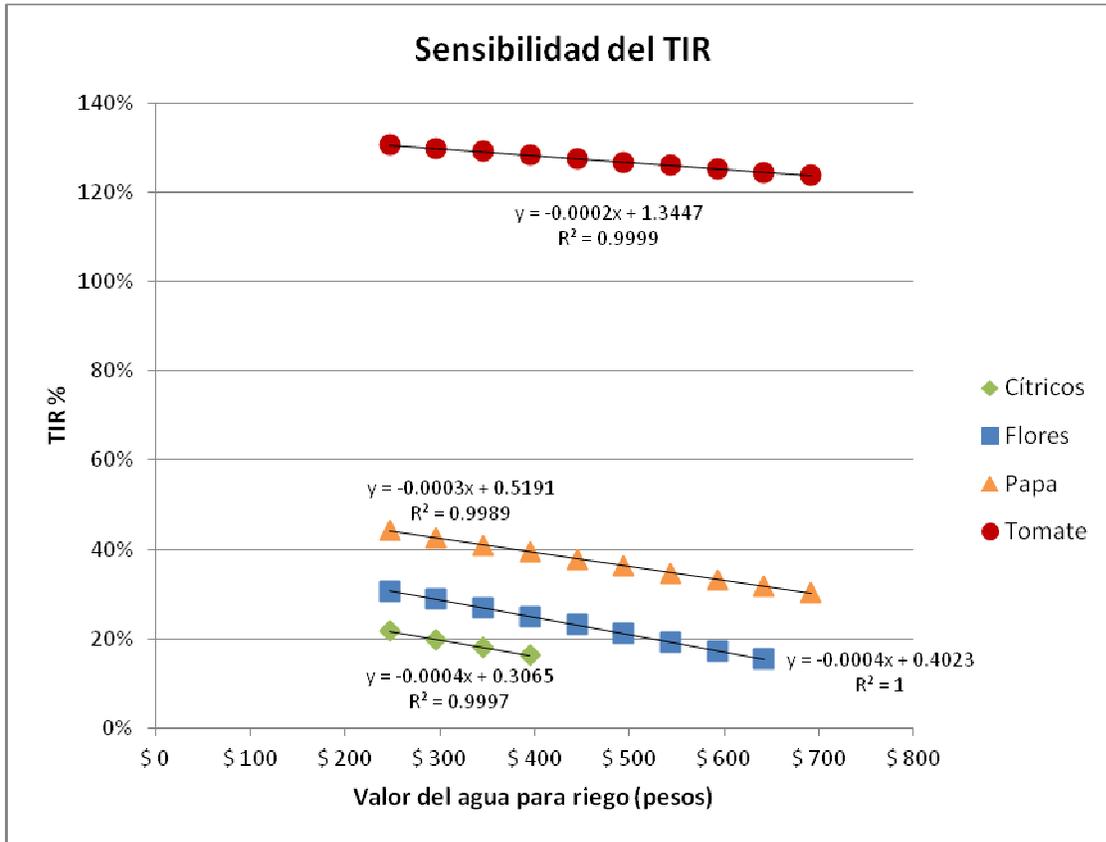


Figura 40. Gráfico de sensibilidad del costo del agua versus TIR

IV.6.B. Análisis de viabilidad económico

Finalmente se realizó el análisis de viabilidad económica en el cual se calculó el costo total del agua puesta en la unidad de riego, y se comparó con el punto de equilibrio de ésta, con lo cual se identificaron los cultivos, dentro de la unidad de riego, que no absorbían los costos del agua. Estos cultivos fueron reemplazados por aquellos que cubrieran el costo del agua en la subzona en cuestión. A continuación se exponen los resultados del análisis de viabilidad económica:

i) Cálculo del costo del agua

El costo del agua se compone de la sumatoria de costo del agua en la cota cero, del costo de transporte del agua a la unidad de riego y una rentabilidad del 15% (adjudicable a la empresa de distribución del agua). El costo del agua en la cota cero utilizado para este análisis es US\$ 0,74 el m³ de agua, valor acordado por la contraparte.

El costo de transporte se derivó a partir de la demanda anual de riego de la unidad (envolvente) considerada en cada uno de los tramos de tubería, de la potencia de elevación, el precio del KWh (\$52,02) y la depreciación anual de las obras civiles (vida útil de 18 años). El precio del KWh se calculó en base a los Precios Medios de Mercado (PMM) para el Sistema Interconectado Central

(SIC) y el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), publicados por la Comisión Nacional de Energía, obteniéndose un promedio de ambos para realizar el cálculo de costos energéticos de transporte del agua en el área de estudio. A su vez, la vida útil de las obras civiles usada en el cálculo se obtuvo a partir de la Nueva Tabla de Vida Útil fijada por el Servicio de Impuestos Internos para bienes físicos del activo inmovilizado, según Resolución N°43, de 26-12-2002, correspondiente a activos agrícolas, como tuberías para agua potable.

A continuación se expone el costo total de transporte de un m³ para cada tramo de tubería diseñado (Cuadro 35), el cual considera el tiempo total que debe funcionar el equipo de elevación (bombas) para satisfacer la demanda de riego anual de la unidad o envolvente regada por cada tramo de tubería, y el costo (Mill \$) efectuado en energía según la potencia (KW) requerida de las bombas, a lo que se le suma la depreciación de las obras civiles.

Cuadro 35. Costo total de transporte de un m³ en cada tramo de tubería diseñado

N	Localidad	Tramo	Demanda Anual del Área Regada	Tiempo para satisfacer la Demanda Anual	Costo Anual de Elevación	Depreciación Anual Obras Civiles (vida útil 18 años)	Costo Total Anual	Costo Total de transporte por m ³	
			m ³ /año	h/año	Mill \$	Mill \$	Mill \$	\$/m ³	US\$/m ³
1	Caldera - Copiapó	0 - 1	75.779.210,97	6.114,47	3.012,07	1.115,19	4.127,26	54,46	0,11
2	Caldera - Copiapó	0 - 2	91.986.066,63	6.081,42	3.443,35	1.211,82	4.655,17	50,61	0,10
3	Camarones	0 - 3	13.480.394,98	5.837,65	382,40	457,20	839,60	62,28	0,13
4	Chaca	0 - 4	1.003.869,24	5.707,02	11,04	16,18	27,23	27,12	0,05
5	Chaca	4 - 5	116.882.754,26	6.005,49	18.826,79	1.358,93	20.185,72	172,70	0,35
6	Chañaral	8 - 6	33.044.941,00	6.204,42	4.597,69	1.219,46	5.817,15	176,04	0,36
7	Chañaral	8 - 7	26.240.508,26	5.138,43	2.461,71	1.214,48	3.676,19	140,10	0,28
8	Chañaral	0 - 8	18.100.506,89	6.217,07	923,60	642,18	1.565,78	86,50	0,18
9	Chucumata	0 - 9	168.991.373,10	5.957,18	31.675,23	2.742,77	34.418,00	203,67	0,41
10	Huasco - Freirina	0 - 10	110.198.292,87	5.105,72	6.990,86	2.589,21	9.580,07	86,93	0,18
11	Huasco - Freirina	0 - 11	36.415.330,63	4.433,49	1.316,96	1.789,26	3.106,21	85,30	0,17
12	Huentelauquén	0 - 12	12.793.121,88	4.116,05	233,26	144,13	377,39	29,50	0,06
13	Huentelauquén	0 - 13	20.377.731,57	4.481,15	382,11	576,91	959,01	47,06	0,10
14	Ligua - Petorca	0 - 14	45.131.135,58	4.202,74	952,84	1.247,04	2.199,88	48,74	0,10
15	Ligua - Petorca	14 - 15	38.206.096,87	4.548,18	1.137,31	996,53	2.133,84	55,85	0,11
16	Ligua - Petorca	0 - 16	30.668.624,06	4.500,09	1.118,69	1.022,02	2.140,71	69,80	0,14
17	Limarí	20 - 17	82.501.266,67	5.077,56	4.302,96	813,49	5.116,45	62,02	0,13
18	Limarí	20 - 18	51.748.082,36	5.230,70	2.430,86	1.201,43	3.632,29	70,19	0,14
19	Limarí	20 - 19	53.070.537,50	5.594,97	2.382,22	2.218,58	4.600,80	86,69	0,18
20	Limarí	0 - 20	-	-	-	-	-	-	-

N	Localidad	Tramo	Demanda Anual del Área Regada	Tiempo para satisfacer la Demanda Anual	Costo Anual de Elevación	Depreciación Anual Obras Civiles (vida útil 18 años)	Costo Total Anual	Costo Total de transporte por m ³	
			m ³ /año	h/año	Mill \$	Mill \$	Mill \$	\$/m ³	US\$/m ³
21	Lluta - Azapa	0 - 21	51.131.703,94	6.011,03	1.215,95	627,16	1.843,11	36,05	0,07
22	Los Choros	0 - 22	161.569.254,53	4.615,52	5.984,48	691,74	6.676,23	41,32	0,08
23	Mejillones	0 - 23	65.841.427,61	5.849,68	2.325,72	850,14	3.175,85	48,23	0,10
24	Mejillones	23 - 24	90.079.268,23	5.932,11	5.389,86	1.895,88	7.285,74	80,88	0,16
25	Pan de Azúcar	0 - 25	54.269.257,66	5.125,58	2.071,02	2.023,07	4.094,10	75,44	0,15
26	Quilimarí	0 - 26	12.965.263,21	4.116,77	210,65	262,57	473,22	36,50	0,07
27	Quilimarí	0 - 27	3.831.378,56	4.482,04	117,98	184,89	302,87	79,05	0,16
28	Quintero	30 - 29	16.798.234,51	3.857,04	303,34	393,96	697,31	41,51	0,08
29	Quintero	0 - 30	11.054.625,20	3.915,84	169,51	123,85	293,36	26,54	0,05
30	Quintero	0 - 31	25.976.875,08	3.948,66	412,83	659,32	1.072,14	41,27	0,08
31	Quintero	0 - 32	11.260.375,71	3.925,77	202,64	345,56	548,20	48,68	0,10
32	Taltal	0 - 33	3.475.470,64	5.589,75	218,14	72,00	290,14	83,48	0,17
33	Taltal	33 - 34	178.347.284,24	6.115,24	34.451,06	1.613,74	36.064,80	202,22	0,41

En el cuadro se puede observar que las tuberías con un mayor costo de transporte son Chucumata, Taltal tramo 33 - 34 y Chañaral tramo 8 - 6, registrando 203,67; 202,22 y 176,04 pesos/m³, respectivamente. Las unidades de Chucumata y Taltal (33 -34) presentan el punto final de la tubería o centroide hacia el interior y abasteciendo una unidad de riego extensa, mientras que el tramo de Chañaral (8 - 6) abastece un área más reducida. Los tramos con menor costo de transporte de agua son Quintero tramo 0 - 30, Chaca tramo 0 - 4 y Huentelauquén tramo 0 - 12.

Posteriormente se calcula el costo final del agua, al cual se le incorpora el 15% de rentabilidad destinada a la empresa encargada de la distribución del recurso (Cuadro 36). Las unidades de riego con mayores costos de agua son Chucumata (654,61 pesos/m³), Taltal tramo 33 - 34 (652,94 pesos/m³) y Chañaral tramo 8 - 6 (622,84 pesos/m³). Las unidades de riego con menor costo de agua son Quintero tramo 0 - 30 (450,91 pesos/m³), Chaca tramo 0 - 4 (451,58 pesos/m³) y Huentelauquén tramo 0 - 12 (454,32 pesos/m³).

Las localidades de Lluta - Azapa, Camarones y Pan de Azúcar presentan el menor costo de agua evaluando todos los tramos de tubería asociados a la localidad. La localidad de Lluta - Azapa registra 461,85 pesos/m³ (0,93 US\$/m³), Camarones registra 492,02 pesos/m³ (0,93 US\$/m³) y Pan de Azúcar registra 507,15 pesos/m³ (1,03 US\$/m³). Por el contrario las localidades asociadas a las localidades de Quintero (1.863,28 pesos/m³), Chañaral (1.724,22 pesos/m³), Limarí (1.512,91 pesos/m³) y Ligua - Petorca (1.461,73 pesos/m³) corresponden a los proyectos con mayores costos de agua. En el Anexo digital 7 es posible observar los resultados intermedios del proceso de obtención del costo del agua.

Cuadro 36. Costo del agua en cada Unidad de Riego

N	Localidad	Tramo	Costo transporte + Costo agua puesta en costa (US\$ 0,74/m³)		Costo agua final (Considera 15% rentabilidad)	
			\$/m3	US\$/m3	\$/m3	US\$/m3
1	Caldera - Copiapó	0 - 1	420.02	0.85	483.03	0.98
2	Caldera - Copiapó	0 - 2	416.17	0.84	478.59	0.97
3	Camarones	0 - 3	427.84	0.87	492.02	1.00
4	Chaca	0 - 4	392.68	0.79	451.58	0.91
5	Chaca	4 - 5	538.26	1.09	619.00	1.25
6	Chañaral	8 - 6	541.60	1.10	622.84	1.26
7	Chañaral	8 - 7	505.66	1.02	581.50	1.18
8	Chañaral	0 - 8	452.06	0.92	519.87	1.05
9	Chucumata	0 - 9	569.23	1.15	654.61	1.33
10	Huasco - Freirina	0 - 10	452.49	0.92	520.37	1.05
11	Huasco - Freirina	0 - 11	450.86	0.91	518.49	1.05
12	Huentelauquén	0 - 12	395.06	0.80	454.32	0.92
13	Huentelauquén	0 - 13	412.62	0.84	474.52	0.96
14	Ligua - Petorca	0 - 14	414.30	0.84	476.45	0.96
15	Ligua - Petorca	14 - 15	421.41	0.85	484.62	0.98
16	Ligua - Petorca	0 - 16	435.36	0.88	500.67	1.01
17	Limarí	20 - 17	427.58	0.87	491.71	1.00
18	Limarí	20 - 18	435.75	0.88	501.11	1.01
19	Limarí	20 - 19	452.25	0.92	520.09	1.05
20	Limarí	0 - 20	-	-	-	-
21	Lluta - Azapa	0 - 21	401.61	0.81	461.85	0.93
22	Los Choros	0 - 22	406.88	0.82	467.91	0.95
23	Mejillones	0 - 23	413.79	0.84	475.86	0.96
24	Mejillones	23 - 24	446.44	0.90	513.41	1.04
25	Pan de Azúcar	0 - 25	441.00	0.89	507.15	1.03
26	Quilimarí	0 - 26	402.06	0.81	462.37	0.94
27	Quilimarí	0 - 27	444.61	0.90	511.30	1.04
28	Quintero	30 - 29	407.07	0.82	468.13	0.95
29	Quintero	0 - 30	392.10	0.79	450.91	0.91
30	Quintero	0 - 31	406.83	0.82	467.86	0.95
31	Quintero	0 - 32	414.24	0.84	476.38	0.96
32	Taltal	0 - 33	449.04	0.91	516.40	1.05

N	Localidad	Tramo	Costo transporte + Costo agua puesta en costa (US\$ 0,74/m ³)		Costo agua final (Considera 15% rentabilidad)	
			\$/m ³	US\$/m ³	\$/m ³	US\$/m ³
33	Taltal	33 - 34	567.78	1.15	652.94	1.32

A modo de ejemplo se muestra un esquema del cálculo realizado para la localidad de Lluta-Azapa (Figura 41).

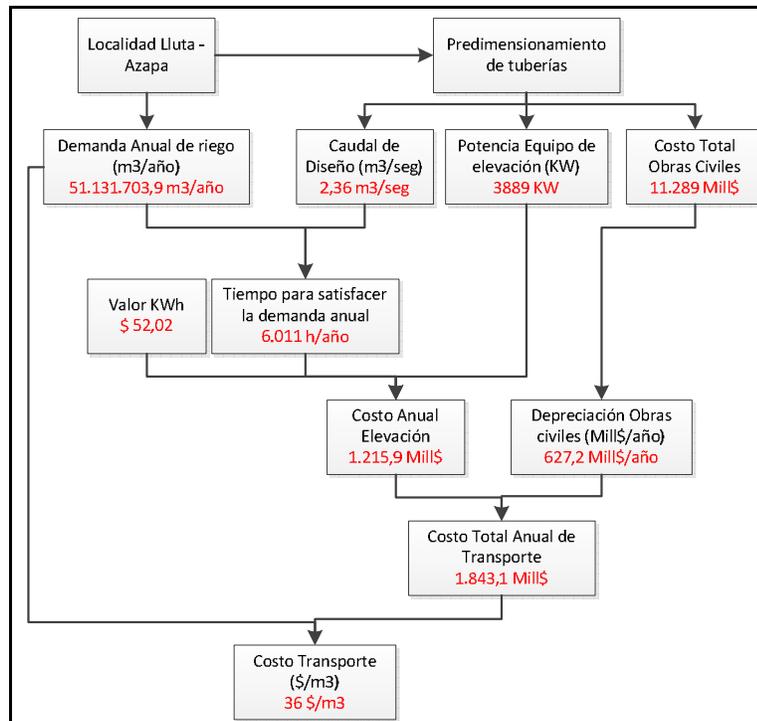


Figura 41. Ejemplo esquemático de cálculo del Costo de Transporte para la localidad de Lluta-Azapa.

ii) Redefinición de estructura de cultivos y cálculo de demanda hídrica

El costo de agua de cada unidad de riego se comparó con el precio de equilibrio del agua por cultivo, obteniendo un valor - positivo o negativo - que indica si el costo del agua puesta en la unidad de riego se encuentra cubierto por el precio de equilibrio del agua del cultivo (precio del agua al cual la rentabilidad del cultivo es nula). Si el resultado de la comparación es positivo significa que el cultivo absorbe el precio del agua teniendo un VAN igual o mayor a cero; si el resultado es negativo significa que el precio equilibrio del cultivo es menor al costo del agua por lo que corresponde a un cultivo no rentable en la unidad de riego.

Este procedimiento se realizó a nivel de las subzonas que conforman cada unidad de riego, de modo de poder discriminar los cultivos que resultaran no rentables a la misma escala en la que se definió la estructura de cultivos existente (etapa 3), los que fueron entonces descartados de la combinación de cultivos, y dicha área fue reasignada con los cultivos que si resultaron rentables dentro de cada

subzona. Por ejemplo la subzona "2" presenta los cultivos de "a", "c" y "d", el cultivo "a" es incapaz de amortiguar el precio del agua siendo necesaria su sustitución, por lo que el área disponible o liberada se cubre con los cultivos de "c" y "d", cultivos viables en la subzona "2". Finalmente se obtiene la configuración de cultivos definitiva y por ende la demanda hídrica respectiva. A continuación se expone un esquema explicativo de la operación:

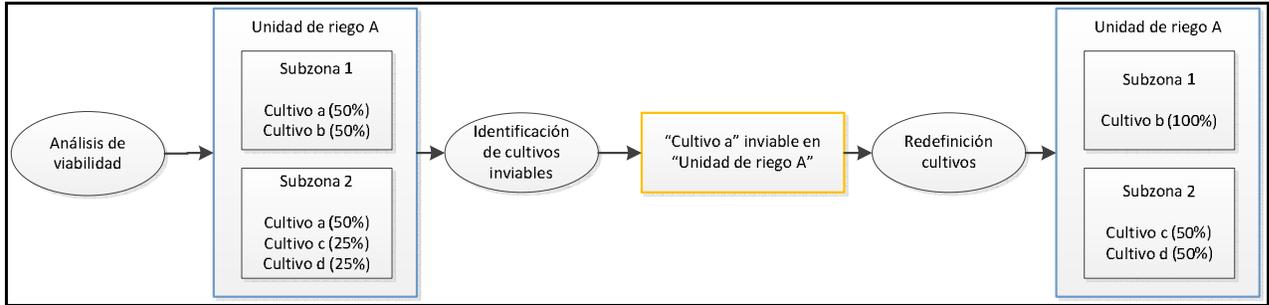


Figura 42. Diagrama explicativo de la redefinición de cultivos

Producto de este proceso, existieron subzonas en que ningún cultivo de la estructura definida resultó ser rentable, por lo que no se pudo reasignar el área a ningún cultivo (ya habiendo sido descartados todos los demás por los factores edafoclimáticos y económicos de las etapas anteriores). En este caso esas subzonas se excluyeron de las unidades de riego finales, reduciéndose el área a 228.550 hectáreas (Figura 42).

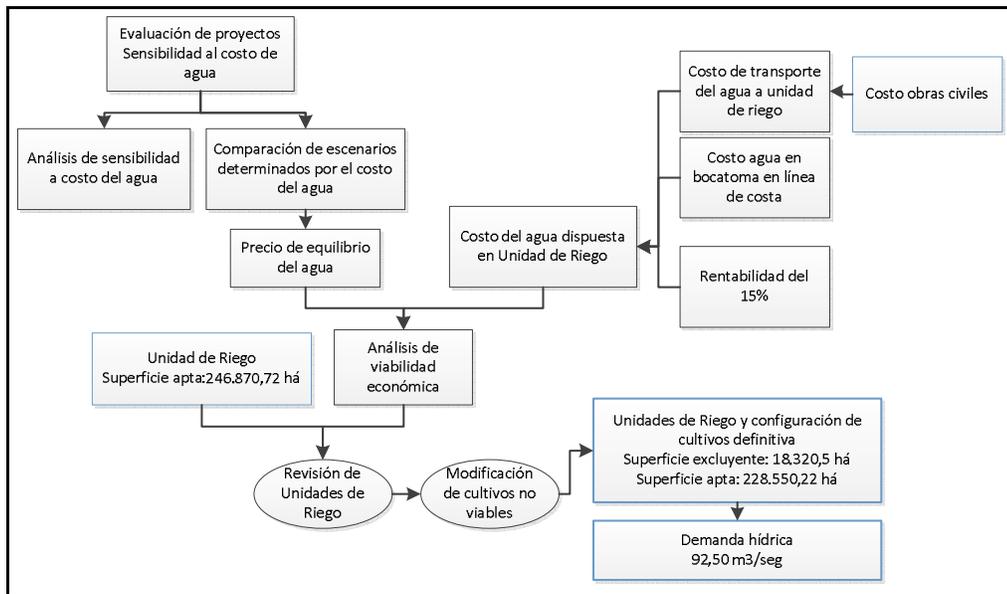


Figura 43. Diagrama explicativo del análisis viabilidad económica

La reducción de área ocurrió en sólo seis localidades, y asciende a 18.320,5 hectáreas, según se muestra en el Cuadro 37. En el caso del conjunto de unidades de riego asociadas a la localidad de Limarí, fueron eliminadas dos unidades completas (ID_envolvente 17 y 18, ver Cuadro 29 y Figura 37), debido a que casi la totalidad de las subzonas que las conforman resultaron excluidas, haciendo inviables estas envolventes.

La nueva configuración de las unidades de riego correspondientes a estas localidades se muestra en las Figura 44 y Figura 45, así como los trazados de infraestructura. La localidad de Limarí presenta los mayores cambios, como ya se mencionó, seguida de la localidad de Pan de Azúcar y la de Quilimarí, mientras que las localidades de Camarones y Ligua – Petorca sufrieron cambios menores.

Cuadro 37. Área excluida producto de la redefinición de estructura de cultivos por localidad

Localidad	Hectáreas eliminadas
Limarí	17.032,59
Pan de Azúcar	923,51
Quilimarí	170,45
Huentelauquén	122,26
Ligua - Petorca	67,93
Camarones	3,66
Total	18.320,5

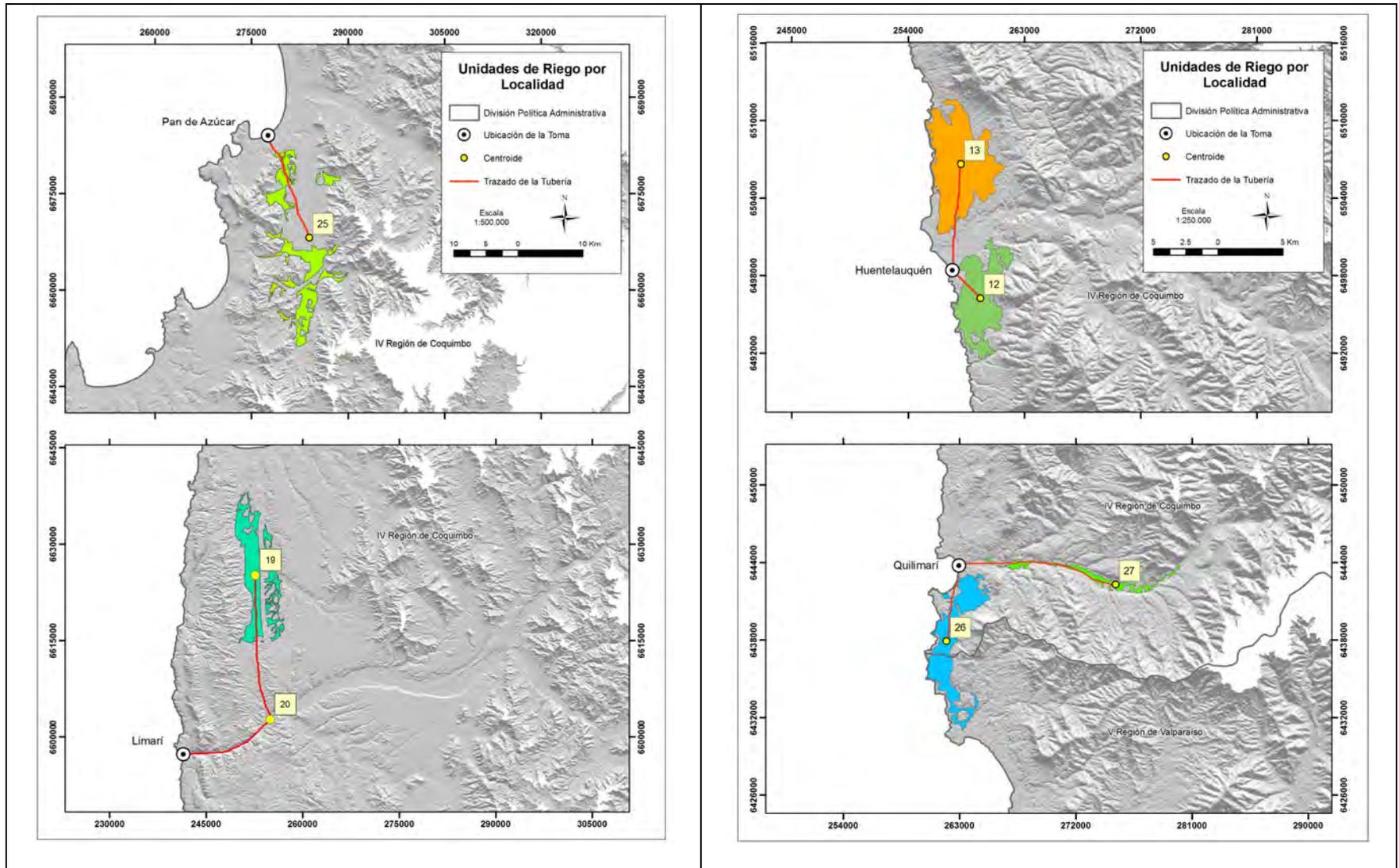


Figura 44. Unidades de Riego y trazado de infraestructura finales, asociadas a las localidades que sufrieron modificaciones (Pan de Azúcar, Limarí, Huentelauquén y Quilimarí)

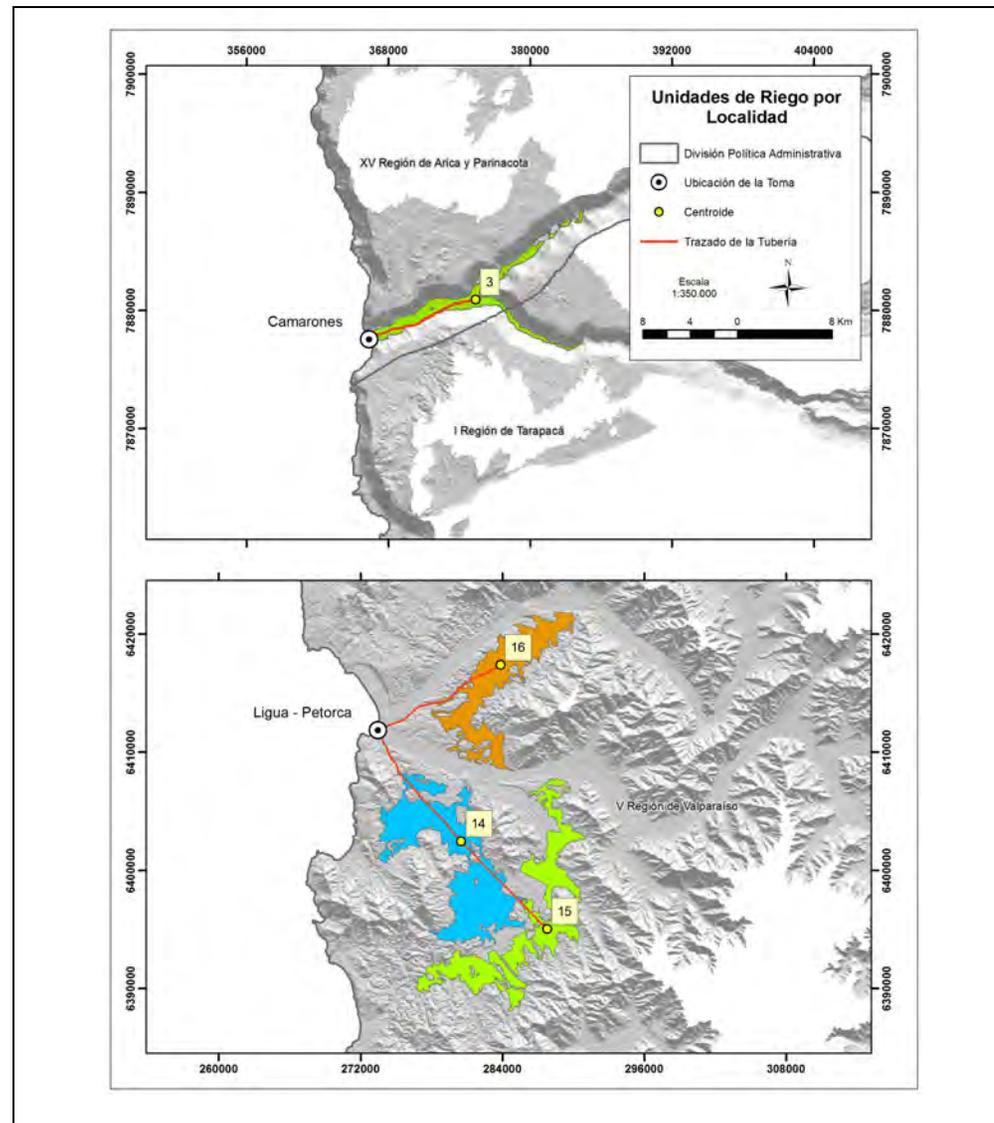


Figura 45. Unidades de Riego y trazado de infraestructura finales, asociadas a las localidades que sufrieron modificaciones (Camarones y Ligua - Petorca)

Una vez realizado el análisis de viabilidad económica, los cultivos que conforman la configuración final de uso de nuevo suelo agrícola fueron Papa, Flores y Tomate (con 10.819,44 ha, 14.820,29 ha y 202.910,50 ha respectivamente, ver Cuadro 38), siendo descartados el resto de los cultivos debido a que el costo base del agua con el que se evaluó resultó ser más restrictivo a nivel de los indicadores económicos. Según el análisis de sensibilidad, los cultivos que resultaron con VAN positivo en ambos escenarios de costo base del agua (a 0,5 y 0,74 US \$) fueron Cítricos, Papa, Flores y Tomate, de modo que el costo de transporte determinó que el cítrico no fuera rentable para ninguna de las unidades de riego, al superar su precio de equilibrio una vez considerado el costo total del agua puesta en cada unidad, determinando la configuración de cultivos final mencionada.

En el Cuadro 38 se expone el área con mayor potencial agrícola entre las regiones de Arica y Parinacota y Valparaíso bajo los 1.000 msnm, indicando su Demanda de Riego con un 85% de seguridad, una vez recalculada la demanda hídrica para la nueva configuración de cultivos, como también su rentabilidad, expresada en el VAN total del proyecto por localidad, y en el VAN total del proyecto por unidad de área (hectárea).

Las unidades de riego con mayor rentabilidad por hectárea son Chucumata, Taltal y Camarones, y las unidades de riego asociadas a las localidades de Pan de Azúcar y Limarí corresponden a las unidades con menor rentabilidad por hectárea. Cabe mencionar que la Demanda de Riego con un 85% de seguridad aumentó levemente respecto de la estructura de cultivos anterior, puesto que la configuración de los cultivos, así como sus demandas hídricas, variaron, lo que hizo aumentar la demanda en 3,29 m³/seg mientras que el área disminuyó en 18.320,5 hectáreas.

Cuadro 38. Área con mayor potencial agrícola y su respectiva demanda hídrica, por localidad de interés

Localidad	Superficie (ha)	Cultivos Asignados (ha)			Demanda Bruta de Riego Anual (m ³ /año)	Demanda de Riego con un 85% de Seguridad (m ³ /seg)	VAN total Unidad de Riego (MM\$)	VAN total por hectárea (\$/ha)
		Papa	Flores	Tomate				
Caldera - Copiapó	24.601,30	0	2.223,98	22.377,32	145.705.330,86	9,43	10.533.052,49	428.150.246,77
Camaronés	1.847,23	0	152,66	1.694,57	11.127.852,37	0,76	796.144,71	430.994.260,73
Chaca	19.062,38	0	1.705,23	17.357,15	98.045.231,43	6,74	8.043.686,86	421.966.491,91
Chañaral	10.088,97	2.422,45	674,71	6.991,80	61.974.465,51	4,08	3.263.072,56	323.429.810,38
Chucumata	25.647,08	0	0	25.647,08	128.571.073,14	9,79	11.835.978,74	461.494.164,83
Huasco - Freirina	18.006,98	0	1.556,57	16.450,41	131.897.511,36	9,05	7.707.000,43	428.000.715,73
Huentelauquén	5.410,08	344,43	425,47	4.640,17	31.027.317,44	2,12	2.188.211,00	404.469.598,35
Ligua - Petorca	14.972,70	2.928,03	999,38	11.045,29	119.603.851,01	7,63	5.207.853,41	347.823.235,11
Limarí	6.322,15	1.662,30	397,68	4.262,17	37.646.528,11	2,41	2.004.809,61	317.108.845,09
Los Choros	24.720,44	0	2.218,92	22.501,52	145.316.216,38	9,84	10.606.040,23	429.039.276,02
Lluta - Azapa	8.869,86	0	802,21	8.067,66	42.827.147,71	2,96	3.805.495,41	429.036.526,97
Mejillones	27.169,28	0	2.400,46	24.768,82	130.954.791,89	9,06	11.634.646,73	428.227.996,69
Pan de Azúcar	6.712,42	2.841,97	291,59	3.578,86	38.101.398,72	2,44	1.692.017,29	252.072.732,20
Quilimarí	2.140,35	0	187,06	1.953,29	15.488.684,18	1,10	920.110,57	429.887.250,68
Quintero	9.654,80	620,25	734,29	8.300,25	68.010.138,35	4,73	3.913.532,88	405.345.740,10
Taltal	23.324,20	0	50,07	23.274,13	137.110.673,93	10,34	10.746.082,74	460.726.779,54
Total	228.550,22	10.819,44	14.820,29	202.910,50	1.343.408.212,38	92,50	94.897.735,66	6.397.773.671,11

Como forma de explicitar el cálculo de la rentabilidad, se pondrá como ejemplo el caso de la localidad de Lluta-Azapa. En el Cuadro 39 se muestra la configuración final de cultivos de la localidad, así como el precio del agua puesta en la Unidad de Riego, y su superficie.

Cuadro 39. Ejemplo de Cálculo de rentabilidad, localidad de Lluta-Azapa

Localidad	Superficie (ha)	Cultivos Asignados (ha)			Precio del Agua
		Papa	Flores	Tomate	
Lluta - Azapa	8.869,86	0	802,21	8.067,66	\$ 461.85

De acuerdo a los flujos de caja de los cultivos Flores y Tomate, los principales costos se muestran en los Cuadro 40 y Cuadro 41, donde en el ítem "Costo del Agua" se incluyó el costo de ésta considerando una demanda de agua promedio para cada cultivo y el precio del agua puesta en la unidad, el cual considera el costo del agua a nivel de costa, costo de transporte, y una rentabilidad de un 15% para el distribuidor (ver Figura 41).

Cuadro 40. Ejemplo detalle de flujo de caja cultivos Flores y Tomate, ítem Inversión y Costos Indirectos

Cultivo	Inversión		Costo Indirecto Anual
	Sistema de Riego	Total	
Flores	\$ 71,583,600	\$ 71,583,600	\$ 11,640,000
Tomate	\$ 40,100,379	\$ 40,100,379	\$ 11,400,000

Cuadro 41. Ejemplo detalle de flujo de caja cultivos Flores y Tomate, ítem Costos Directos

Cultivo		Costos Directos				
		Insumos	Mano de obra	Maquinaria	Agua	Costo Directo Total
Flores	Año 1	\$ 4,663,993	\$ 4,050,005	\$ 511,200	\$ 4,803,211	\$ 14,028,409
	Promedio Período	\$ 3,461,993	\$ 4,050,005	\$ 511,200	\$ 4,803,211	\$ 12,826,409
Tomate	Año 1	\$ 11,250,000	\$ 4,500,000	\$ 180,000	\$ 2,771,083	\$ 18,701,083
	Promedio Período	\$ 11,250,000	\$ 4,500,000	\$ 180,000	\$ 2,771,083	\$ 18,701,083

Finalmente, y como se muestra en el Cuadro 42, de acuerdo a cada flujo de caja se obtuvo un VAN por proyecto de cada cultivo (los que consideraban 1 hectárea de cultivo), el cual fue ponderado por su superficie según la configuración final en la localidad de Lluta Azapa , obteniéndose un VAN Total

por cultivo. De esta forma al sumar el VAN de ambos cultivos se obtiene la rentabilidad total de la unidad, o VAN total y por hectárea (al dividir por la superficie total).

Cuadro 42. Ejemplo de Cálculo de rentabilidad, localidad de Lluta-Azapa

Cultivo	VNA Flujo de Caja (\$)	Superficie	VAN total Cultivo (MM\$)	VAN total Unidad de Riego (MM\$)	VAN total por hectárea (MM\$/ha)
Flores	34,733,636	802,21	27.863,67	3.805.496	429,04
Tomate	468,243,927	8.067,66	3.777.632,80		

Es relevante mencionar que el proceso metodológico económico (Etapa 3) expuesto estableció los costos asociados a cada cultivo sobreestimando algunos de estos ítems (información expuesta en fichas técnicas y flujos de caja por cultivo), por lo que la configuración de cultivos expuesta podría presentar mayores rentabilidades que las mencionadas en el presente informe.

Adicionalmente, la configuración final de cultivos se debe al aumento del costo base en la cota cero desde US\$ 0,5 el m³ (bases técnicas de licitación) a US\$ 0,74 el m³ (requerimiento de contraparte), lo cual modificó las rentabilidades de los cultivos en las diferentes unidades de riego, resultando en la eliminación del cultivo de cítricos.

Finalmente se expone el diagrama de flujo del procedimiento llevado a cabo para la obtención de los productos comprometidos. Adicionalmente el diagrama presenta el detalle del área descartada en cada una de las etapas y la superficie apta para la agricultura (Figura 46). El diagrama expuesto direcciona a la secuencia gráfica de disminución de área en la Región de Arica y Parinacota ubicado en el Anexo 8, para mayor detalle revisar el Anexo digital 9 en el cual se expone la misma secuencia para el área de estudio.

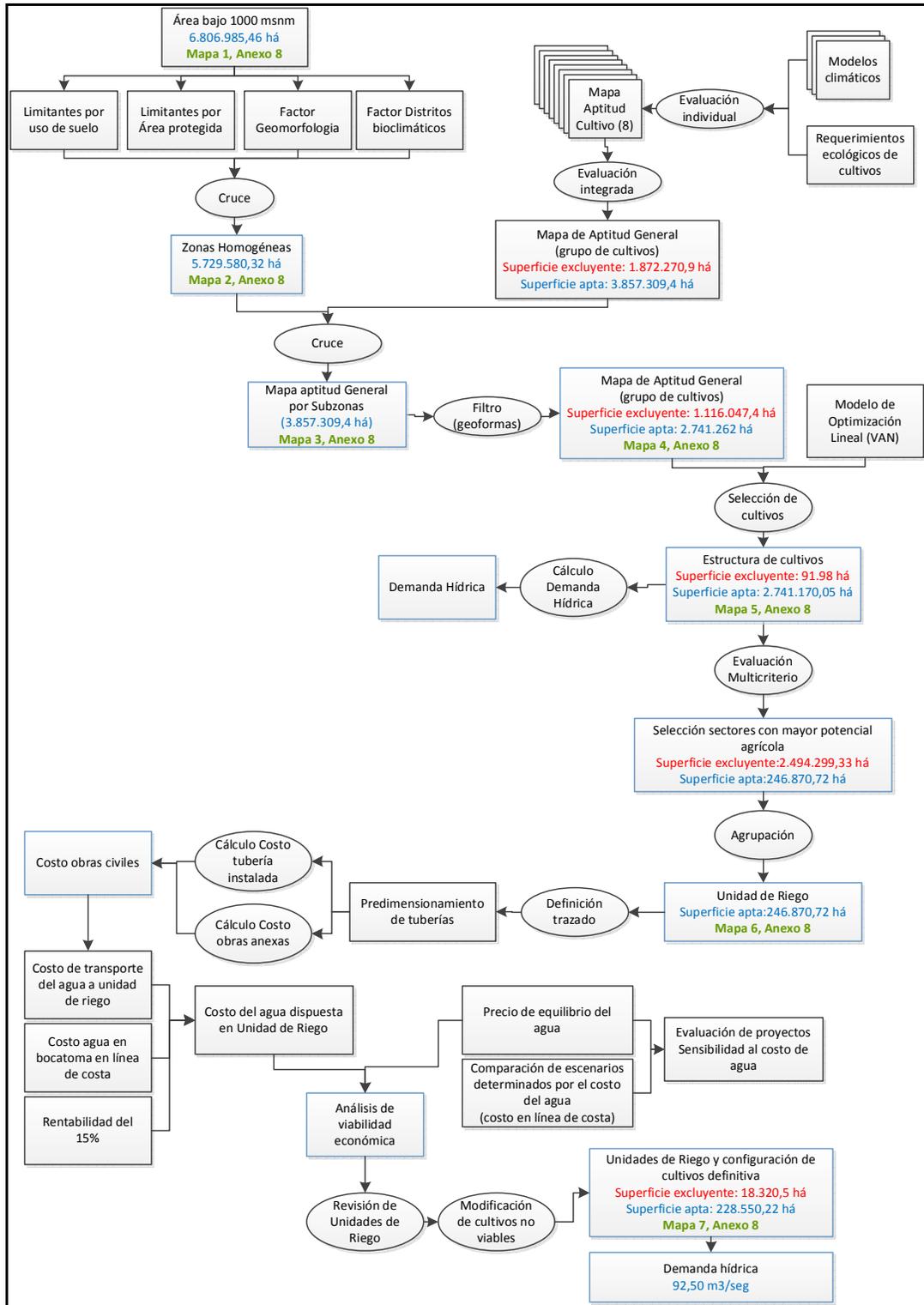


Figura 46. Diagrama resumen de actividades y resultados

IV.6.C. Entrevista a inversionistas

Se realizaron entrevistas para averiguar el interés de inversión en expansión de la superficie agrícola y el costo o disponibilidad a pagar por el agua en el caso hipotético de presentar una nueva fuente del recurso, en este caso la carretera hídrica. Los actores entrevistados corresponden a agricultores, empresas agrícolas y semilleras, potenciales inversionistas en las cuencas de los Ríos Copiapó (Región de Atacama), San José (Región de Arica y Parinacota) y de la Ligua y Petorca (Región de Valparaíso).

En el sector de Copiapó se entrevista a inversionistas agrícolas del sector de Tierra Amarilla y a agricultores de sectores bajos de la cuenca. Estos se muestran interesados en invertir en expansión agrícola en el caso hipotético de existir disponibilidad hídrica, mencionan que este factor constituye la mayor limitante de la zona para el crecimiento del sector agrícola. Adicionalmente exponen que las posibilidades de invertir dependen del costo del recurso hídrico y de la rentabilidad de los cultivos, lo cual repercutiría en las posibilidades reales de expansión.

En cuanto al cultivo preferido a utilizar en la expansión los agricultores se inclinan hacia la uva de mesa, cultivo tradicional de la zona. También se mencionan hortalizas, paltos, cítricos y mangos.

Los actores de las cuencas de La Ligua y Petorca, concuerdan con los actores entrevistados de la cuenca del Río Copiapó respecto a la posible expansión en caso de existir disponibilidad hídrica. Los cultivos catalogados como rentables en la zona de Ligua y Petorca corresponden a paltos y nogales, siendo este último el cultivo preferido mayormente por los inversionistas en la actualidad. Se señala que dentro de los cítricos podría ser interesante invertir en mandarinos por los precios de comercialización actual.

Los inversionistas y agricultores de la cuenca del Río San José invertirían recursos en la ampliación de los terrenos cultivados focalizándose en cultivos rentables con los cuales se pudiese amortiguar la inversión rápidamente, como lo es el tomate. Las condiciones climáticas de la zona del Valle de Azapa posibilitan la cosecha de tomate en más de una ocasión permitiendo amortiguar en 2 o 3 años inversiones de 30 a 40 millones de pesos. En este contexto los agricultores de este sector preferirían mayormente la expansión agrícola del cultivo de tomate por el conocimiento de manejo y mercado del producto. En contraposición se descarta la inversión en cultivos inexistentes en el valle por el desconocimiento del manejo (plagas), mercado y las dificultades de posicionar el producto. Finalmente, las semilleras del Valle de Azapa y Chaca señalan una disposición a invertir en expansión de la superficie de semilleros de maíz, pero en zonas que cumplan otros requisitos aparte del climático y de la disponibilidad de agua de buena calidad como son el aislamiento de otras actividades agrícolas.

En cuanto al costo del agua, el primer aspecto recogido desde las entrevistas es que en general no se tiene una noción clara de cuanto es lo que vale el agua dentro del sistema productivo, con la excepción de las empresas y los productores de Copiapó donde si se tiene una estimación de cuánto podría costar el m³ de agua. En general se puede señalar que los potenciales inversores están dispuestos a pagar hasta los 5.000 US\$ ha/año, precio considerando la conducción hasta el predio en cuestión. Es relevante mencionar que la disponibilidad a pagar se condiciona por la rentabilidad del cultivo.

La mano de obra corresponde a un recurso crítico respecto a la incorporación de nuevos cultivos en las áreas estudiadas, debido a la ausencia de recurso humano capacitado en manejo de estos cultivos y a la baja disponibilidad de recurso humano ya que estos están centrados en actividades arraigadas y propias de cada uno de estos territorios.

Para mayor información consultar el Anexo 10, el cual presenta las respuestas tabuladas obtenidas tras la aplicación de la entrevista.

IV.6.D. Análisis FODA

A continuación se presenta el análisis FODA del proyecto de aumento de la superficie regada, impulsada por la "carretera hídrica". Este análisis considera los resultados entregados de la selección de las mejores hectáreas, y se analiza desde la perspectiva social, ambiental y económica. Puesto que el análisis FODA se realiza fundamentalmente en base a percepciones y no necesariamente sobre mediciones objetivas, se agregan parte de los resultados de las encuestas que se realizaron, con el fin de entregar una visión externa al equipo de trabajo sobre las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que tiene este proyecto.

1. Fortalezas

- Se genera dinamismo económico debido a la generación de mano de obra y el aumento en el consumo de productos agrícolas. De esta forma disminuye la cesantía, que en estas localidades se encuentra en el rango de 3,8 a 7,2%.
- El dinamismo económico también se refleja en el consumo que generan los nuevos trabajadores, al tener ingresos. Aumenta la calidad de vida.
- El aumento de la oferta de trabajo puede disminuir la emigración de jóvenes a otras localidades.
- En términos productivos, en las localidades sin cultura agrícola se genera un nuevo rubro, diversificando la matriz productiva. En las localidades con una cultura agrícola se potencia el rubro.
- En el caso del cultivo de flores, las buenas condiciones fitosanitarias del país, en especial para el desarrollo del negocio de producción y engorda de bulbos.
- Los inversionistas se ven interesados en aumentar su producción siempre que cuenten con disponibilidad de agua.
- Posicionamiento de Chile como productor de papas de calidad libre de plagas y enfermedades, en especial la zona Norte del país, lo que potencia el negocio de la papa para semilla.
- Amplia diversidad de material genético certificado del cultivo de papa.
- Diversidad climática que permite la producción de tomate durante todo el año en condiciones de alto rendimiento.
- Altos estándares tecnológicos en el segmento de medianos y grandes productores de tomate

2. Oportunidades

- La decisión de incorporar agua a estas localidades, principalmente con fines agrícolas, significa una oportunidad para que otros rubros, como la minería o empresas de agua potable accedan a este recurso, asumiendo los costos que esto signifique¹⁰.
- En el caso de las localidades donde actualmente no está presente la agricultura (Taltal, Chucumata, Tocopilla, Mejillones, Quintero) se presenta una oportunidad de desarrollo económico más seguro pues no habrá competencia en este rubro en la zona.
- La gran demanda internacional de productos agrícolas, considerando que las exportaciones agrícolas crecieron en un 209% desde el 2001 (ODEPA, 2012), se consideran potenciales mercados de esta producción, así como también la posibilidad de abastecer al mercado interno.
- Los volúmenes exportados de flores de corte han aumentado sostenidamente.
- Alza de las industrias de procesamiento y congelado de papa para productos tales como papas congeladas, puré y snack
- Cercanía geográfica y cultural con importantes centros de consumo de papa como Brasil.

3. Debilidades

- El costo del agua corresponde a una variable crítica pudiendo significar rentabilidades negativas de los inversionistas, por lo tanto influye en el éxito o fracaso del proyecto.
- En las localidades sin cultura agrícola se requerirá un proceso de adaptación, principalmente de la mano de obra, que pueda demorar la probabilidad de éxito de la iniciativa.
- Las consecuencias de un cambio de uso de suelo pueden significar fragmentación de ecosistemas, los que en el Norte de Chile son frágiles, debido a las condiciones climáticas extremas y a la intervención humana.
- Los precios indicados por los entrevistados, sobre disponibilidad a pagar por el agua, son menores al costo base 1 de US\$ 0.5 el m³ de agua.
- En los sectores con cultura y actividades agrícolas podría existir una limitación a la expansión de las áreas agrícolas por falta de mano de obra disponible y capacitada.
- Desconocimiento de manejos de los cultivos propuestos en el área con mayor potencial, lo cual puede aumentar los costos de los inversionistas pudiendo transformar inviable la inversión.
- El mercado interno del cultivo de flores es de pequeño tamaño y poder adquisitivo.
- La distribución y cadena de frío del cultivo de flores y papas es débil y poco tecnificado.
- El mercado internacional de papa es pequeño y poco diversificado
- Bajo valor agregado y diferenciación del tomate tanto en el mercado interno como en el extranjero

¹⁰ Esto se considera una oportunidad siempre y cuando estos usos accedan a los excedentes del recurso por parte de la agricultura, no en un escenario de competencia por el mismo, pues es dicho escenario se convertiría en una amenaza para el proyecto. Esto finalmente dependerá de las condiciones que se establezcan a esta inyección de agua a la zona.

4. Amenazas

- Zonas productoras de los mismos cultivos, nacionales e internacionales que tengan una producción consolidada con precios competitivos. Países Latinoamericano que entren en competencia con los productos generados.
- Aumento de la conciencia ambiental en la sociedad puede significar un perjuicio al proyecto, producto de los conflictos ambientales que puede generar el aumento progresivo de hectáreas agrícolas y por traslado de agua.
- Las crisis mundiales tienen una fuerte repercusión en las exportaciones silvoagropecuarias, significando esto una amenaza para la rentabilidad de cultivos de exportación (ODEPA, 2012).
- La inexistencia de recursos económicos para la subvención de las actividades agrícolas proyectadas constituye una amenaza al proyecto, pudiendo influir en la decisión de los inversionistas.
- Respecto al cultivo de flores el crecimiento de competencia extranjera (Ecuador) se materializa como una amenaza
- Aumento sostenido del costo de la energía y mano de obra.

Para complementar el análisis FODA, se presentan una serie de externalidades que produciría la generación del proyecto:

- Luego de posicionarse la agricultura en estas zonas, es posible activar o ampliar el agro-turismo mediante la generación de circuitos turísticos.
- Si bien, este proyecto está pensado en la utilización de riego tecnificado, pueden existir zonas donde esto no se implante de manera inmediata, lo que generaría un aumento de la recarga de acuíferos, producto del aumento de la infiltración de agua.
- El aumento de las exportaciones de los productos agrícolas que se generen, pueden mejorar el posicionamiento internacional en esta materia.
- El cambio de uso de suelo, y por ende la expansión agrícola influye sobre el clima, los ciclos hidrológicos. Asimismo se producen cambios en los contenidos de carbono y nitrógeno en la biosfera.

IV.6.E. Base de datos y proyecto SIG de resultados del proyecto

Se generó un proyecto SIG compatible con ArcGis 9.3 con la información cartográfica generada en el estudio, este se adjunta a la presente entrega. El proyecto incluye la siguiente información cartográfica:

- Cultivos seleccionados por unidad de riego
- Aptitud de subzonas (preselección de subzonas)
- Uso de suelo actualizado
- Evaluación integrada de aptitud de cultivos
- Trazado de tuberías de las unidades de riego
- Cartografía base
 - Áreas Protegidas

- División Política Administrativa
- Ciudades
- Poblados
- Red Vial
- Red Hídrica
- Modelo Digital de Elevación

V. CONSIDERACIONES

Los resultados expuestos en este informe están orientados a una estimación más bien general de la demanda hídrica potencial, por consiguiente deben considerarse solamente como referenciales y en ningún caso constituyen recomendación alguna para el establecimiento de cultivos. Esto se debe a que la estimación de la aptitud agrícola en la zona de estudio debió realizarse sobre la base de información restringida y a una escala que no permite la representación de particularidades que podrían ser relevantes al momento de tomar una decisión económica.

Dentro de las restricciones de información importantes para la estimación de la aptitud de la tierra en la generación de escenarios de uso corresponde a la información de capacidad de uso de los suelos. Esto se debió a la inexistencia de estudios agrológicos que pudieran proporcionar información para el área de estudio. Sin embargo, esta falta de información se suplió mediante el uso del modelo de geformas del paisaje, el cual proporciona información suficiente para discriminar entre grandes clases de aptitud, especialmente si se trabaja bajo el supuesto de riego tecnificado.

Los escenarios de uso de la tierra que se construyeron para la estimación de la demanda hídrica se basaron en un conjunto de supuestos acerca de la decisión de inversiones privadas. Entre estos supuestos, el más relevante es que estas decisiones se basan fundamentalmente en la racionalidad económica y la factibilidad técnica. Sin embargo se debe considerar que las decisiones privadas para la inversión es un proceso complejo, especialmente en la agricultura, donde influyen factores culturales, disponibilidad de conocimiento técnico y expectativas que no necesariamente responden a una racionalidad estricta.

Otro factor importante es la cartera de cultivos que se seleccionaron para estimar el uso del suelo. Estos cultivos se seleccionaron por su factibilidad técnica y económica, pero también por la posibilidad de contar con información acerca de los requerimientos que estos cultivos tienen. No se consideró la posibilidad de desarrollar agricultura con especies emergentes que eventualmente pudieran resultar más rentables, fundamentalmente por la imposibilidad de estimar adecuadamente tanto sus parámetros técnicos como sus expectativas de mercado. En consecuencia, la configuración de cultivos considerados debe entenderse como **especies modelo**, vale decir como **representativas del tipo de demanda hídrica** y de capacidad para adaptarse a las condiciones agroecológicas del área de estudio, pero no necesariamente significa que una eventual expansión agrícola en el área de estudio esté restringida a este conjunto de especies.

En los escenarios construidos, el costo del agua de riego juega un papel muy relevante en la viabilidad económica del uso agrícola estimado. Este costo se estimó en cada caso en función de los costos de instalación de infraestructura y de energía para la operación. Estas variables son muy sensibles al diseño de los sistemas de conducción ya que dependen de la distancia y diferencias de cota que es necesario remontar para disponer el agua de riego a nivel predial. Sin embargo en una situación en que no existe infraestructura previa ni planes para ella, las configuraciones posibles de estos sistemas son virtualmente infinitas. Por esta razón se utilizó una aproximación basada en cálculos de ruta de mínimo costo entre puntos teóricos de entrega de agua a nivel del mar y puntos

de entrega ubicados en los centroides de las distintas zonas de cultivo. Esta aproximación no debe considerarse como un diseño definitivo, sino que solamente como una referencia.

Como se mencionó anteriormente el costo del agua de riego corresponde a un parámetro determinante de la viabilidad de los diferentes proyectos, por lo que el aumento del costo del agua solicitado desde US\$ 0,5 a US\$ 0,74 provoca fuertes modificaciones en la configuración de cultivos propuesta durante la ejecución del proyecto. Esta situación pone de manifiesto la sensibilidad de los diferentes proyectos al costo de agua de riego, es decir, al costo del agua en cota cero, costo de transporte y rentabilidades asociadas.

VI. CONCLUSIONES

Como resultado de este estudio, y tomando en cuenta las consideraciones expuestas en el capítulo anterior, es posible concluir que de existir un suministro de agua de riego en la zona de estudio se podría lograr una expansión agrícola equivalente a 228.550,22 hectáreas, repartidas en distintas localidades ubicadas entre las regiones de Arica y Parinacota y la de Valparaíso.

La expansión agrícola calculada representa una demanda hídrica estimada total de 92,50 m³/s, la que representa el caudal requerido para satisfacer las necesidades de riego con un 85% de seguridad. Este caudal demandado se reparte de norte a sur en 16 localidades, cuyo caudal particular se muestra en el Cuadro 38.

Una diferencia importante entre la actividad agrícola que se desarrollaría en las superficies que se detectaron como potenciales en este estudio y la actividad agrícola que se desarrolla actualmente en otros sectores del país es a la necesidad de incluir el agua de riego como un insumo cuyo costo es relevante para el flujo de caja de los proyectos. Según las estimaciones que se realizaron en este estudio, el efecto de este costo sobre los flujos de caja permitiría un margen por sobre el punto de equilibrio para algunos cultivos como flores, tomate y papa, y por debajo del punto de equilibrio para cultivos de olivos y alcachofas. Sin embargo es importante recordar que el costo de agua de riego se estimó considerando un costo de agua en línea de costa de US\$0,74, un costo de transporte estimado en base a la primera aproximación general de infraestructura y a un supuesto de 15% de rentabilidad, por lo tanto, los valores y tendencias expuestas corresponden a una primera aproximación general limitada por supuestos y escala de trabajo.

Por consiguiente las unidades de riego con mayor margen para absorber el costo del agua corresponden a aquellos sectores con mayores oportunidades para la rentabilidad de ambos negocios, conducción por carretera hídrica y conducción del agua a zona de producción agrícola, pero es posible que para hacer competitiva la actividad frente a otras opciones de inversión, sea necesario considerar en algunos casos algún grado de subvención.

Por otro lado y como se mencionó en las consideraciones (capítulo anterior), los cultivos incorporados en el presente estudio corresponden a especies modelos, por lo tanto en una eventual expansión agrícola no debe restringirse a las especies propuestas, por el contrario se recomienda ampliar el espectro de cultivos en la medida que exista información técnica y económica de especies con mayor rentabilidad y oportunidades económicas en el mercado interno e internacional.

Finalmente, se recomienda el aumento de la escala de trabajo, con lo cual se puede perfeccionar el presente estudio, incorporando características del suelo, información específica de cada una de las localidades en cuanto a costos de producción y costos del agua, predimensionamiento y trazado de tuberías con información de terreno, limitantes técnicas (disponibilidad de mano de obra) y culturales, y oportunidades en el territorio.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Allen, R., Pereira, L, Raes, D, Smith, M, 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, Estudio Fao Riego y drenaje. Roma. n° 56, 298 p.

Dorronsoro Fdez, C., y otros. Carbonato en Suelos. Programa sobre el proceso de acumulación y lavado de los carbonatos y de los rasgos resultantes de su actuación en los suelos. [En línea] 10 de Enero de 2012. [Citado el: 01 de Abril de 2013.]

FAO. 1976. A framework for land evaluation. Soil Bulletin., FAO. Vol. 32. Rome, Italy.

FAO. 1997. Zonificación Agro-ecológica. Guía General. Boletín de suelos de la FAO N°73. 82p. Roma, Italia.

Merlet B., Horacio y Santibáñez Q., Fernando (1989): Evaluación y cartografía de la evapotranspiración potencial en la zona de climas mediterráneos de Chile. Boletín Técnico, Número 48, págs. 27-50. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile

ODEPA. 2012. Mercados Agropecuarios. Informativo para Agricultores. ISSN 0717-0025. Disponible en: <http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/Mercados/sep-12.pdf>

Rossiter, D. G. 1996. A theoretical framework for land evaluation. Geoderma 72: 165- 190.

Uribe, J., Cabrera, R., de la Fuente, A. y M. Paneque. 2012. Atlas Bioclimático de Chile. Laboratorio de Bioenergía y Biotecnología Ambiental, Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 230 pp.

VIII. ANEXOS

VIII.1. Anexo 1. Análisis Territorial

El Anexo 1 corresponde a un anexo digital que aborda Características físicas, demográficas, culturales y productivas de la zona de estudio.

VIII.2. Anexo 2. Modelo de optimización lineal

A continuación se exponen las funciones de optimización y restricciones:

Función objetivo: Maximizar el valor actual neto de la subzona i asignando una superficie w para cada cultivo j . La variable d_j asigna la unidad de superficie la que puede tomar valor de 1 hectárea en el caso de los cultivos de tomate, lechuga, papa, alcachofa y flores, mientras que toma valor de 10 hectáreas para el caso de olivo, palta y cítricos

$$\max_{w_{i,j}} \sum_{j=1}^8 w_{i,j} * d_j * VAN_j \quad \forall i \in \{1,2,3,\dots,n\}$$

Sujeto a las siguientes restricciones

Restricción 1: Ninguna superficie puede ser negativa para toda subzona i y cultivo j .

$$0 \leq w_{i,j} \leq 10.000.000 \quad \forall i \in \{1,2,3,\dots,n\} \wedge j \in \{1,2,3,\dots,8\}$$

Restricción 2: La suma de toda la superficie asignada debe ser menor o igual a la superficie disponible en la subzona i

$$\sum_{j=1}^8 w_{i,j} * d_j \leq S_i \quad \forall i \in \{1,2,3,\dots,n\}$$

Restricción 3: La suma de toda el agua utilizada (requerimiento de agua del cultivo j ra_j) por el conjunto de los cultivos j asignados en la zona i debe ser menor o igual a la cantidad de agua A disponible en la subzona i

$$\sum_{j=1}^8 w_{i,j} * d_j * ra_{i,j} \leq A_i \quad \forall i \in \{1,2,3,\dots,n\}$$

A continuación se expone el área mínima considerada por cultivo en el modelo de optimización:

Cuadro 43. Áreas Mínimas por cultivo

Cultivo	Superficie Mínima (há)
Palto	10
Olivo	10
Cítricos	10
Flores	1
Tomate	1
Alcachofa	1
Lechuga	1
Papa	1

Como se expone anteriormente el modelo de optimización lineal presenta restricciones que condicionan la asignación de superficie para los cultivos con el fin de evitar la selección de un sólo cultivo en todo el territorio. Como consecuencia de estas restricciones algunas subzonas del área de estudio presentaban sectores sin la asignación de cultivos ya que en el proceso de selección ya se había agotado la superficie máxima de las especies aptas en la subzona en cuestión. Por lo tanto, y en base a la aptitud óptima de la subzona, es que se decide asignar cultivos en estos sectores vacíos siguiendo la proporcionalidad de la asignación resultante de la aplicación del modelo de optimización, eliminando así la restricción máxima de áreas. A continuación se expone un diagrama explicativo del procedimiento:

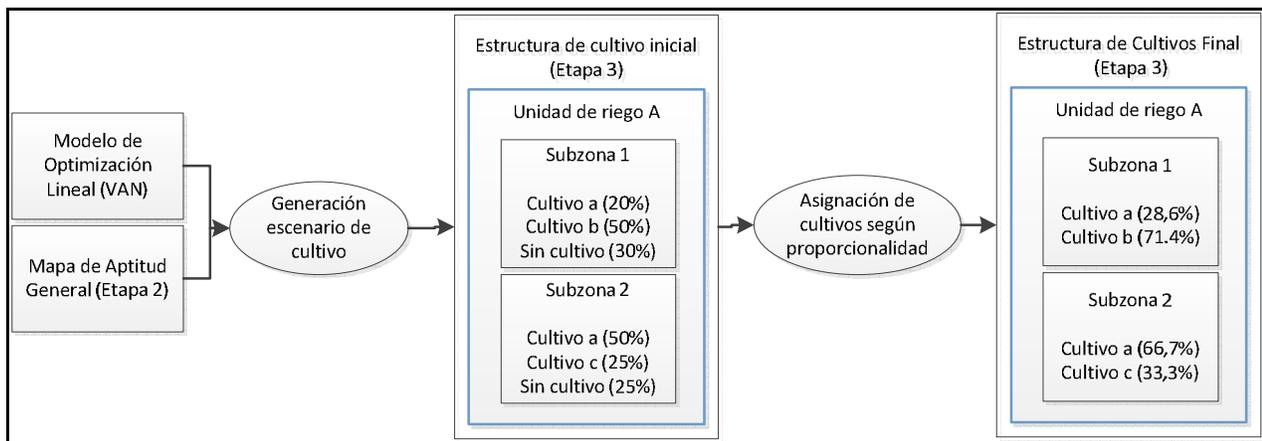


Figura 47. Diagrama explicativo de asignación a sectores vacíos en subzonas

VIII.3. Anexo 3. Estudio de mercado de los cultivos

Este estudio está enfocado en las 20 localidades costeras¹¹, y un análisis de 9 especies agrícolas (Olivo, Lechuga, Palto, Cítricos, Papa, Alcachofa, Flores, Tomate) que se podrían transformar, gracias a su adaptación y a las condiciones del mercado, en alternativas viables y rentables desde una perspectiva económica. Dentro de las especies que se incluyen encontramos 4 frutales, 4 hortalizas y flores de corte.

VIII.3.A. Situación actual de la Región de Arica y Parinacota

Esta Región es reconocida por la ventaja que ofrece su clima para la producción de hortalizas al aire libre durante todo el año, produciendo más de 40 especies diferentes. La hortaliza que ocupa la mayor superficie es el choclo, conocido en la zona como el maíz Lluteño, ocupando un poco más de 1.000 hectáreas. El segundo cultivo en cuanto a superficie es el tomate para consumo fresco, con 840 hectáreas, aunque es el segundo cultivo en superficie, ocupa el primer lugar en cuanto a su rentabilidad, pues las condiciones de la Región permiten cultivarlo desde abril a noviembre, destinándolo a suplir la escasez de este producto en los principales centros de consumo de Chile. Sin embargo, aunque este cultivo puede desarrollarse durante todo el año, los agricultores evitan cultivar durante el verano pues las rentabilidades caen, como consecuencia de una disminución en los precios debido al aumento en la oferta de zonas centrales, y los elevados costos fitosanitarios debido a la alta presión de plagas y enfermedades sobre este cultivo durante esos meses. Pese a esto, en forma insipiente, se han desarrollado estrategias alternativas, como producir bajo malla antiáfidos, polinización con abejorros y venta a través de canales directos en ciudades como Antofagasta e Iquique.

Dentro de la Región, las especies frutícolas de mayor superficie cultivada son el olivo (1.500 hectáreas) y el mango (93 hectáreas), seguidas de otras especies de menores superficies como el palto, tuna y cítricos. Pese a la creciente importancia del cultivo del olivo, dentro del contexto nacional, en la Región se concentra el 10% de la superficie nacional cultivada, concentrándose en los valles de Azapa y Lluta. En relación al mango, dentro de la Región se aprecia más del 50% del total cultivado en el país, huertos que también se encuentran emplazados en la cercanías de Arica.

En cuanto a la superficie total regada dentro de la Región, solo el 13% del total se trabaja con algún sistema de riego. Además de este bajo índice de cobertura de riego, la situación dentro de la Región es muy disímil pues, la Provincia de Arica, presenta un 34% de su superficie regada, mientras que Parinacota solo presenta un 9% del total producido.

Localidad 1: Lluta

Este valle, conformado por aproximadamente 600 productores, ocupa el segundo lugar en cuanto a su importancia como productor de hortalizas dentro de la Región de Arica, específicamente maíz lluteño, cebolla y ajo. Después de Azapa, este valle presenta condiciones más extremas y limitante, en donde destacan la baja calidad del agua de riego, principalmente por los altos contenidos de

¹¹ Lluta, Azapa, Chaca, Camarones, Chucumata, Tocopilla, Mejillones, Taltal, Chañaral, caldera, Copiapó, Huasco, Freirina, Pan de Azúcar, Los Choros, Huentelauquén, Limarí (Terrazas costeras), Quilimarí, Ligua, Petorca, Quintero.

Boro, las menores temperaturas medias comparadas con Azapa, la fuerte presión de plagas y enfermedades y la escasez hídrica.

En consecuencia a lo anterior, los agricultores han optados por especies con mayor resistencia a la salinidad, impulsando con fuerza el cultivo de la alfalfa, base para la producción pecuaria concentrada en la crianza de caprinos y algunos camélidos.

En cuanto a los principales mercados, el maíz lluteño tiene una amplia aceptación local y en zonas fronterizas con Perú y Bolivia, mientras que el ajo y las cebollas son destinados principalmente a la exportación.

En relación a las perspectivas del valle, destaca la introducción de tomate con buenos resultados agronómicos y económicos.

Otro cultivo de importancia en la localidad es la alfalfa, principalmente el ecotipo denominado "Alta Sierra", por su alta capacidad de adaptación a sistemas de alta salinidad. Una segunda opción forrajera es el maíz lluteño, debido a su buena adaptación a las condiciones edáficas de Lluta, el que es sembrado en mayor densidad por hectárea para optimizar la producción de materia seca.

Localidad 2: Azapa

El valle de Azapa, inminentemente agrícola, está conformado por cerca de 1200 productores agrícolas distribuidos en 3.000 hectáreas de producción intensiva, en donde el principal rubro es la olivicultura, aunque de igual forma más de 1.500 hectáreas son destinadas a la producción de hortalizas, de las cuales 840 hectáreas de tomate (590 ha aire libre y 250 bajo malla antiáfido).

Otra característica distintiva de este valle son sus excepcionales condiciones climáticas, la que la han posicionado como uno de los principales productores de hortalizas que abastecen a la zona central en períodos de escasez. Pese a esto, se identifican algunas desventajas, dentro de las que destaca la poca tecnificación y sustentabilidad ambiental de la agricultura, la escasez hídrica y la salinidad y mala calidad del suelo, lo que ha limitado el desarrollo económico de la localidad.

Dentro de los cultivos hortícolas destaca el tomate, el cual es cultivado con éxito durante todo el año, y es destinado a cubrir la escasez presentada en la zona central de Chile durante invierno.

En la parte alta del valle, conocida como Comunidad Andina, se concentra la producción de hortalizas de hoja, principalmente lechuga, la que abarca cerca de 70 hectáreas con rendimientos promedio de 32.500 unidades por hectárea. El principal mercado de esta producción son los mercados de Calama, Iquique y Arica.

Localidad 3: Chaca

El Valle de Chaca está compuesto por alrededor de 80 agricultores, distribuidos en cerca de 450 hectáreas cultivadas, principalmente con hortalizas, las cuales se riegan con agua de pozos. En relación a los cultivos, la situación del valle ha cambiado durante los últimos años, principalmente debido a la llegada de productores foráneos de tomate. En este valle, catalogado como el más

pequeño de la comarca, se caracteriza también por el cultivo de cucurbitáceas, como melón, sandías y calabazas.

Localidad 4: Camarones

Este valle presenta una pobre actividad agrícola, limitada por importantes problemas de escasez hídrica. Principalmente, destaca la crianza de animales menores, los cuales son alimentados con forrajeras cultivadas dentro de la localidad. De esta forma, la actividad agrícola que ocupa la mayor superficie es la producción de forrajeras, principalmente alfalfa, abarcando cerca de 500 hectáreas. El segundo cultivo en orden de importancia son las hortalizas producidas bajo sistemas abiertos, dentro de las que destaca el maíz choclero.

VIII.3.B. Situación actual de la Región de Tarapacá

Localidad 5: Chucumata

Esta localidad no registra agricultura, sin embargo, gracias a las características costeras similares a las que presenta la ciudad de Iquique, es posible el desarrollo del cultivo del olivo, el cual es producido en forma incipiente dentro de la provincia de Iquique (cerca de 6,5 hectáreas). La producción de hortalizas también es de pequeña escala, en donde el cultivo de lechuga es la que abarca la mayor superficie (3,88 hectáreas), destinada en su totalidad para el consumo de la ciudad.

VIII.3.C. Situación actual de la Región de Antofagasta

La Región presenta una industria agrícola casi nula, concentrada principalmente en el altiplano y en oasis de agua dulce como Peine y Toconao. La producción es fundamentalmente de forrajeras, orientadas a la alimentación de animales domésticos. Con respecto a la producción frutícola, según el censo agropecuario del año 2007, dentro de la Región se producen 152 hectáreas, en donde abundan explotaciones poco tecnificadas denominados huertos caseros. Dentro de las especies de relevancia dentro de la Región se encuentra el peral (15 hectáreas), membrillo (12 hectáreas) y olivo (11 hectáreas).

Pese a las limitaciones fundadas por la escasez de agua para riego, dentro de la Región existe una incipiente industria hortícola, la que alcanzó en el año 2007 las 350 hectáreas, la cual está concentrada en torno a la cuenca del río Loa y en la ciudad de Calama. El cultivo más importante en cuanto a superficie es el Choclo (158 hectáreas), seguido por el cultivo de la zanahoria (109 hectáreas).

Los cultivos tradicionales son escasos pero destaca el trigo candeal, el trigo blanco, papa y maíz, los cuales, al igual que las hortalizas, son cultivados en la Provincia del Loa.

Localidad 5 y 6: Tocopilla y Mejillones

En las localidades de Tocopilla y Mejillones la agricultura es prácticamente nula, en donde solo se presentan algunos huertos caseros y chacras de hortalizas. Sin embargo, las condiciones climáticas

similares a la ciudad de Antofagasta (ambas costeras), permite hacer un análisis de las posibilidades de desarrollo agrícola de esta localidad.

En relación a esto, en la ciudad de Antofagasta, se presenta un creciente aumento del cultivo de hortalizas, principalmente como consecuencia del fuerte crecimiento económico de la Región. Dentro de los cultivos más importantes destaca la Lechuga (6 hectáreas), cilantro (2,5 hectáreas) y acelga (2,4 hectáreas).

Dentro de la fruticultura de la ciudad de Antofagasta, destaca la producción de olivo (9,6 hectáreas), y el desarrollo de otras especies de alta rentabilidad como el palto, chirimoyo y cítricos.

Localidad 7: Taltal

La agricultura está escasamente desarrollada, principalmente por fuertes limitaciones de agua para riego, junto con una potente cultura minera. Sin perjuicio de esto, existen algunas iniciativas de cultivo de frutales como el olivo, cítricos y paltos, dentro de las que destaca el cultivo del olivo para la producción de aceite de oliva (cerca de 6,5 hectáreas).

Existen algunas iniciativas incipientes lideradas por el PRODESAL de INDAP, el cual ha entregado infraestructura para el desarrollo de hidroponía, principalmente para la producción de hortalizas como lechuga y tomate. Sin embargo, la superficie destinada a esta producción no alcanza a completar una hectárea.

VIII.3.D. Situación actual de la Región de Atacama

Esta Región, con más de 30 mil hectáreas aprovechables, presenta una importancia actividad agrícola, altamente concentrada en las cuencas de los ríos Copiapó y Huasco. Una de las actividades productivas de gran importancia, principalmente por la identificación que otorga a la Región y por el alto grado de tecnificación productiva, es la uva pisquera, cultivo que ocupa cerca de 600 hectáreas, equivalentes al 6% de la superficie nacional destinado a este producto.

Una segunda especie, de importancia económica regional equivalente es el olivo. En la Región la superficie destinada a producir olivos alcanza las 3.000 hectáreas, concentrando el 19% de la superficie nacional.

Una característica importante de ambos valles, Copiapó y Huasco, es su alto crecimiento económico asociado a la agricultura la que, pese a las condiciones climáticas desérticas, ha logrado sustentar un fuerte desarrollo basado en importantes inversiones en obras públicas y privadas asociados a la infraestructura de riego. Además, las condiciones edafoclimáticas de estos valles transversales, tales como alta luminosidad, ausencia de neblinas costeras, elevada radiación solar, alta oscilación térmica diaria, permiten cultivar una amplia gama de especies frutales y hortícolas - destacando la uva, tomate, ajíes y pimentones -, las que alcanzan un gran potencial productivo y buenas oportunidades comerciales, gracias a las cosechas en forma temprana.

Un tercer rubro importante dentro de la Región es la viticultura de mesa, la que tuvo sus inicios y mayor desarrollo dentro del valle de Copiapó. En la zona, predominan empresas nacionales y

transnacionales de gran tamaño orientadas a la exportación, alcanzando una superficie regional de 8.760 hectáreas, equivalente al 15% de la superficie nacional.

Finalmente, la producción de hortalizas, flores, tubérculos y cultivos industriales ocupan un nivel secundario de importancia. Dentro de las hortalizas de mayor importancia económica está el tomate para consumo fresco, la arveja verde y la alcachofa, donde las dos últimas han impulsado un fuerte desarrollo de las industrias de alimentos durante los últimos años. Adicional a estos cultivos, dentro de la Región se han impulsado otros negocios que han tomado una relativa importancia económica, como el cultivo de la jojoba y flores de corte, en donde la especie de mejor proyección económica es el Alelí, producción que es destinada solo para el mercado interno.

Localidad 8 y 9: Chañaral y Caldera

Estas localidades basan sus actividades económicas en la minería, pesca y servicios, en especial el turismo. La producción agrícola en esta localidad está fuertemente restringida por la escasez de agua dulce. En consecuencia, tanto la fruticultura como la horticultura se desarrollan a pequeña escala, dando buenos resultados para el cultivo del olivo, limonero y huertos caseros de hortalizas.

En relación a las perspectivas de esta localidad, cabe destacar algunos proyectos de innovación, como la generación de energías renovables a partir de cultivos de alto potencial energético como lo la Tuna, higuera y otras especies adaptadas a zonas áridas.

Localidad 10: Copiapó

La cuenca del río Copiapó consta de 16 mil hectáreas aprovechables, en donde las condiciones climáticas y el uso de tecnologías de riego, han facilitado la producción intensiva de uva de mesa para exportación (1.062 hectáreas) y olivo (1.246 hectáreas), mientras que en menor proporción se cultiva uva pisquera (245 ha), tomates para consumo fresco (175 ha) y habas (135 ha).

Localidad 11: Huasco

El valle del Huasco, posee una agricultura dinámica, impulsada principalmente por el cultivo del olivo y la uva de mesa de exportación. Según el Censo Agropecuario 2007, el valle contaba con más de 3.900 hectáreas de frutales, de las cuales 1.600 corresponden a olivo y 1.100 a uva de mesa. Otras variedades de importancia económica han aumentado la superficie cultivada, aunque se han visto restringidas por la escasa oferta de agua apta para riego. Un caso importante es el palto, el cual presentó una favorable adaptación climática al valle, alcanzando las 455 hectáreas.

En relación a la horticultura del valle, la superficie total alcanza las 980 hectáreas, las cuales están concentradas mayoritariamente por arveja verde (340 hectáreas), poroto verde (149 hectáreas) y alcachofa (127 hectáreas).

Dentro del valle también es importante el cultivo de algunos cultivos como la papa (230 hectáreas) y el maíz para grano seco (186 hectáreas), en donde éste último se ha visto impulsado por la creciente producción pecuaria en la zona.

Localidad 12: Freirina

La localidad de Freirina es bastante menos dinámica en su agricultura, sobre todo al compararla con Copiapó y Huasco. No obstante, presenta alguna actividad en la producción frutal, destacando el cultivo de olivo (417 hectáreas) y palta (75 hectáreas), además de una pequeña superficie destinada huertos caseros (6 hectáreas) y otros a cultivos (10 hectáreas).

VIII.3.E. Situación actual de la Región de Coquimbo

La Región de Coquimbo, con una superficie total de 4,6 millones de hectáreas, comprende los valles de los ríos Elqui, Limarí y Choapa, cuyo principal cultivo es la uva pisquera, concentrando el 94,3 % de la superficie total nacional. Sin embargo, debido a la calidad de sus climas, y a importantes obras públicas de riego, como el sistema interconectado de embalses más importante del país, compuesto por los embalses Paloma, Cogotí y Recoleta, la Región es reconocida mundialmente por su variada oferta de frutas de exportación, destinando más de 30.000 hectáreas para estos fines, destacando especies como uva de mesa (10.000 hectáreas), palto (6.800 hectáreas), olivos (2.000 hectáreas), cítricos (2.200 hectáreas), nogal (1.600 hectáreas) y clementinas (2.000 hectáreas).

La producción de hortalizas también es importante dentro de la Región, abarcando una superficie total de 11.400 hectáreas. Dentro de las especies de mayor importancia económicas para la Región destaca la alcachofa (2.950 hectáreas) y la lechuga (1.500 hectáreas), seguidas por otras de menor importancia como el poroto verde (820 hectáreas), choclo (610 hectáreas) y pimienta (600 hectáreas). Todos estas hortalizas se han visto impulsadas por el creciente desarrollo de la agroindustria de deshidratados y congelados, los que se han transformado en un importante polo de demanda dentro de la Región.

El tercer subsector agrícola de importancia es la producción de cultivos de leguminosas y tubérculos, el cual abarca una superficie de 6.600 hectáreas. Las especies más relevantes, en cuanto a la superficie regional, es la papa (3.232 hectáreas) y el trigo (1.700 hectáreas), en donde la primera se ve beneficiada por ser cosechada en un período de escasez del producto en los centros de consumo de Santiago.

Localidad 13: Pan de Azúcar

Esta localidad, emplazada dentro de la comuna de Coquimbo, presenta una actividad agrícola concentrada en el cultivo de hortalizas como papas, lechugas, apio y choclos, los cuales son comercializados dentro de la Región y exportado hacia otras regiones del país, sobre todo en épocas de escasez en donde los precios suben en los mercados de la zona central. Pese a este comportamiento tradicional, existen nuevos rubros con potencial económico, como el caso de la floricultura el cual, a través de algunos proyectos financiados por CORFO como el "Fortalecimiento y Desarrollo de Floricultores de Pan de Azúcar y La Serena, Región de Coquimbo" y otros seminarios

temáticos organizados por INDAP, han buscado posicionar a los pequeños agricultores de la localidad en un centro de producción de flores de corte a través de la asociatividad.

Localidad 14: Los Choros

La localidad de Los Choros, comuna de la Higuera, destaca por su abundante biodiversidad natural, presentando explotaciones agrícolas de pequeña escala. Dentro de las especies agrícolas de mayor importancia destaca la producción centenaria del olivo, destinadas principalmente para la comercialización de aceitunas fuera de la localidad.

Localidad 15: Huentelauquén

Este valle costero, que pertenece a la cuenca del Choapa, destaca por la producción de papaya, palta y otros productos pecuarios como el queso. Existe también dentro de esta localidad, una agricultura poco rentable de cultivos extensivos de secano, principalmente trigo y forrajeras, la cual solo es posible debido a las fuertes condiciones de escasez hídrica.

Sin embargo, hacia los sectores altos de la cuenca, los que tienen menores restricciones hídricas, comienzan a cultivarse frutales y parronales, principalmente palta, uva de mesa y arándanos.

Localidad 16: Limarí (Terrazas Costeras)

El río Limarí desemboca en la localidad denominada punta Limarí, lugar donde se forman las terrazas costeras de la cuenca con el mismo nombre. Esta cuenca es las más importantes del Norte Chico, pues con sus aguas riega más de 70 mil hectáreas. Destaca dentro de este valle, además de su conocida tradición de uva pisquera, una gran diversidad de fruta de exportación (20.000 hectáreas) como uva de mesa (7.700 hectáreas), palto (4.500 hectáreas), olivos (1.461 hectáreas) y cítricos (más de 2.000 hectáreas), además de una tecnificada producción de hortalizas, concentrada en las terrazas altas del valle, como alcachofa (1.300 hectáreas), pepino dulce (550 hectáreas), junto con tomates y pimentón para primores.

Localidad 17: Quilimarí

Este valle costero se extiende hasta el pueblo de Guangualí, en donde toda la actividad agrícola se desarrolla en las terrazas aluviales del río Quilimarí. Las fuertes limitaciones hídricas, no permiten desarrollar una agricultura intensiva, en consecuencia, mucha superficie es destinada como pradera natural para el pastoreo de animales menores. Sin embargo, existe agricultura tecnificada, la que cuenta con inversiones de sistemas de riego. Dentro de las especies que destaca por su rentabilidad está el cultivo del palto y el olivo, en donde este último permite la obtención de reconocidos aceites de oliva de la zona. Otro rubro de importancia es la floricultura, en especial la industria del clavel de corte, el cual debido al clima de la zona, es producido a bajos costos y comercializado en su gran mayoría en los centros de distribución de la zona metropolitana.

VIII.3.F. Situación actual de la Región de Valparaíso

La Región de Valparaíso, es una de las regiones de mayor importancia para la agricultura nacional, llegando a producir por ejemplo, más del 40% de la palta producida en el país. Los factores que se combinan para posicionar a esta Región como potencia agrícola son, la alta calidad de suelos, un

clima mediterráneo, agua de riego suficiente y su cercanía a centros de consumo importante y puertos marítimos y aéreos.

Dentro de los rubros con mejores perspectivas económicas, destaca la fruticultura de exportación, la cual ocupa más de 50.000 hectáreas, en donde solo la palta ocupa 22.000 hectáreas, posicionándose claramente como el cultivo de mayor importancia económica. Otras especies frutales de importancia dentro de la región es la uva de mesa (13.000 hectáreas).

Por otro lado, las hortalizas tienen una importancia secundaria dentro de la región, sin embargo es un gran motor de generación de empleo. Debido a las condiciones climáticas de este lugar, a diferencia de las zonas del norte, la horticultura se desarrolla principalmente bajo plástico, en donde excepcionalmente el tomate para consumo fresco (1.180 hectáreas) se cultiva, en alguna proporción, al aire libre. Otras hortalizas cultivadas al aire libre, de importancia económica, son las lechugas (1.286 hectáreas), alcachofas (1.070 hectáreas) y choclo (1.000).

Localidad 18: Ligua

Los suelos mejor aprovechados para la agricultura están ubicados en la cuenca del río La Ligua. Dentro de esta localidad costera, existe una importante superficie destinada a frutales (3.000 hectáreas), de las cuales un 65% corresponde a paltos. Especies secundarias en superficies son olivos (400 hectáreas) y cítricos (300 hectáreas).

Las hortalizas de mayor importancia dentro de esta localidad son el poroto granado (230 hectáreas), arveja verde (68 hectáreas) y lechuga (48 hectáreas).

Los cultivos, leguminosas y tubérculos tienen una relativa importancia dentro de la localidad, en donde la papa se presenta como la especie que ocupa la mayor superficie (220 hectáreas).

Localidad 19: Petorca

Esta localidad, inminentemente frutícola (3.220 hectáreas), tiene como principal especie al palto (2.270 hectáreas), pese a que este cultivo tiene una alta demanda de recurso hídrico, escaso en la zona. Las hortalizas de mayor importancia dentro de esta localidad son el poroto granado (292 hectáreas), lechuga (145 hectáreas) y choclo (119 hectáreas).

Localidad 20: Quintero

Esta localidad reporta una baja actividad agrícola, en donde los frutales ocupan 68 hectáreas (de las cuales más del 50% corresponde a palto), mientras que el cultivo de hortalizas tampoco es importante.

VIII.3.G. Estudio de mercado por cultivos seleccionados

En función de la descripción anterior, se seleccionan los siguientes cultivos:

- Alcachofa
- Cítricos (naranjas, limones)
- Flores (lillium y claveles)
- Lechuga

- Papa
- Tomate
- Olivo
- Palto

En términos generales estos cultivos cumplen con dos condiciones, que fueron los motivos principales de su elección. Primero, debido a la superficie que actualmente ocupan dentro de las localidades descritas, presentan una adecuada adaptación a las condiciones edafoclimáticas y culturales, junto con ser una alternativa de actividad económica. Segundo, son industrias en expansión, o en algunos casos como la palta, industrias consolidadas y exitosas en mercados internacionales, por cuanto, y solo considerando argumentos de mercado, aseguran un éxito empresarial.

A continuación, se presentan los estudios de mercado de cada una de estas especies, describiendo la demanda y oferta actual y futura, la estructura de sus precios, un análisis estratégico de la industria y una conclusión final por cada especie.

i) Mercado de la alcachofa

El negocio de la alcachofa, en el contexto internacional, presenta leves incrementos en cuanto a la producción y volúmenes transados. En promedio, la producción fluctúa en torno a las 900 mil toneladas, mientras que los volúmenes importados representan el 46% del total producido. En relación a los actores relevantes de la industria, Italia destaca como principal productor e importador del producto, mientras que España y Francia son los principales exportadores.

En el contexto nacional, el modelo de negocio en Chile ha experimentado profundos cambios, pasando de ser un negocio de producción de alcachofas frescas a granel orientadas al mercado local, hacia un negocio productor de alcachofas conservadas y envasadas orientados a la exportación. Los resultados de este cambio son mixtos, pues por un lado se ven disminuciones en la superficie cultivada y en los precios del mercado local, mientras que los montos exportados y el valor unitario de exportación han aumentado.

Todo lo anterior, justifica que este rubro se presente como una actividad económica de importancia para zonas costeras del norte de Chile, principalmente por la buena adaptación del cultivo a las condiciones edafoclimáticas de estas zonas, y por las oportunidades de desarrollo de industrias que agreguen valor al producto. Pese a esto, la baja incorporación de tecnologías, la nula presencia en mercados importantes de Europa, la excesiva concentración de las exportaciones en cuatro países y la escasez de recursos hídricos, se presentan como las principales debilidades y amenazas que ponen en jaque al desarrollo económico de este cultivo.

1) Demanda actual y futura de la alcachofa

La demanda internacional de la alcachofa está estacionada en torno las 40 mil toneladas, en donde los principales países importadores están ubicados en Europa, en donde este vegetal es parte importante de la dieta Mediterránea.

Chile, como país productor, presenta una pequeña importancia en el concierto mundial, exportando para el año 2011 un poco más de 5,5 millones de dólares, exportaciones que además están concentradas en pocos meses del año (Septiembre - Enero), y en cuatro mercados importantes (Estados Unidos, Canadá, México y Brasil), en donde Estados Unidos concentra el 58% de las exportaciones del país.

El mercado interno de alcachofa también presenta una disminución en su tamaño, presentando tasas de disminución de 7,8% anual promedio durante el período 2003 - 2011. Esta disminución tiene dos explicaciones, a saber, una disminución de la superficie cultivada, y el cambio del negocio desde las alcachofas frescas a granel, a las alcachofas conservadas envasadas.

a) *Demanda Internacional de alcachofa*

Este producto ha experimentado leves incrementos en las importaciones mundiales en el período 2003 - 2010, pasando desde las 40 mil toneladas importadas por algún mercado internacional en el año 2003, a las 41 mil toneladas en 2010, pasando un proceso de recesión del mercado internacional (Ver Figura 48). La alcachofa comercializada en los mercados internacionales es, primordialmente, conservada en vinagre o ácido acético, pues la exportación del producto en formato fresco, a través de sistemas refrigerados, es aún demasiado costoso y la rentabilidad del negocio no lo permite.

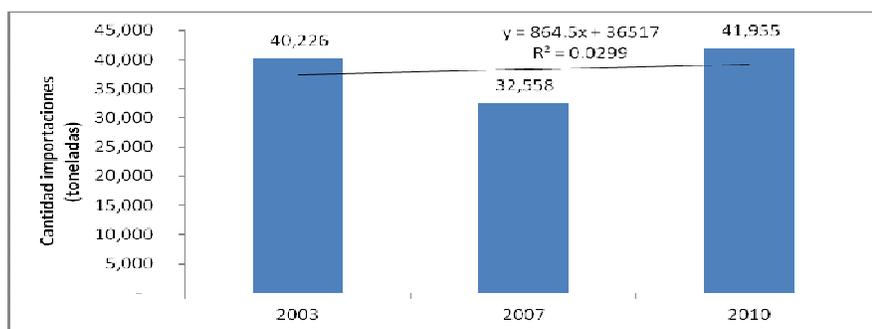


Figura 48. Importaciones mundiales de alcachofa en toneladas métricas, período 2003 - 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

Dentro de los países con mayor importancia en cuanto a las importaciones de este producto, destaca Italia y Francia, demandando cerca del 40% y 35% del total de alcachofas importadas, respectivamente (Ver Figura 49).

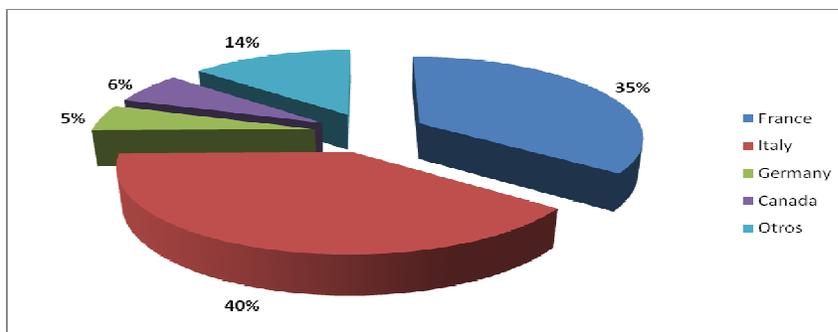


Figura 49. Principales países importadores de alcachofa, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012

b) Exportaciones de alcachofa Chilena

Las exportaciones de alcachofas conservadas desde Chile evidencian una caída en los volúmenes exportados (en el año 2008 se exportaron 3,5 millones de kilos, mientras que en 2011 se exportaron solo 1,7 millones), lo que ha implicado una disminución de los montos de dólares obtenidos a través de la exportación de este producto, cayendo a una tasa de 7,5% promedio anual durante el período 2008 – 2011 (Ver Figura 50).

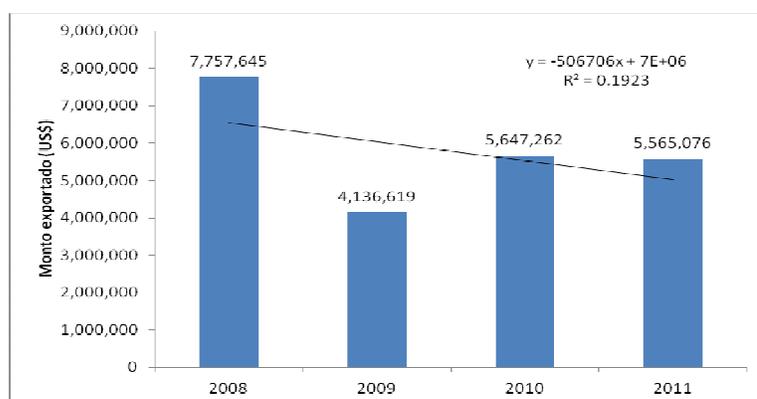


Figura 50. Exportación chilenas de alcachofa preparadas o conservadas en vinagre o ácido acético, en dólares americanos, período 2008 – 2011. Fuente: PROCHILE, 2012.

En relación a la dinámica de las exportaciones, debido a que este producto (alcachofa variedad Royal Globe) se cosecha durante los meses de Septiembre y Noviembre, presenta una marcada estacionalidad, aun cuando las exportaciones sean en formatos preservados con fechas de vencimiento extendidas (Ver Figura 51). La explicación, es que el costo de almacenamiento, y la escasez de materia prima en los países del hemisferio norte, justifican la cosecha, elaboración y exportación concentrada en pocos meses del año, marcando una estacionalidad pronunciada y concentrada en los meses del período septiembre – enero.

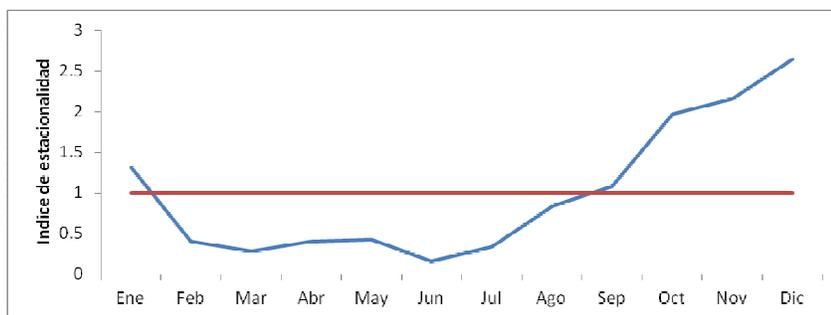


Figura 51. Estacionalidad de las exportaciones de alcachofas preparadas, período 2008 – 2011. Fuente: PROCHILE, 2012

El principal destino de la alcachofa conservada es Estados Unidos, quien importó 58% de las exportaciones de alcachofas chilenas en el año 2011, equivalentes a cerca de 5 millones de dólares americanos. Le siguen en importancia Canadá, aunque solo con montos que no superan el millón de dólares. Cabe notar que el negocio de exportación de alcachofa presenta un alto riesgo comercial, producto a que concentra sus envíos en tres o cuatro países, todos dentro del continente americano, a saber y en orden de importancia, Estados Unidos, Canadá, México y Brasil (Ver Figura 52).

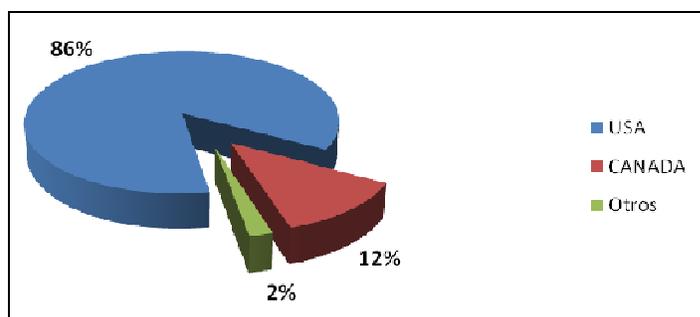


Figura 52. Destinos de las exportaciones chilenas de alcachofas preparadas, año 2010. Fuente: PROCHILE, 2012.

c) Mercado interno de la alcachofa

El mercado interno presenta una disminución de los volúmenes transados (Ver Figura 53), explicado fundamentalmente por el auge de la industria alimentaria de este producto. Tradicionalmente, este producto era cosechado y comercializado inmediatamente en formato fresco a granel en los centros de distribución de hortalizas de las principales ciudades del país. Con el nacimiento y desarrollo de agroindustrias, ubicadas principalmente en la Región de Coquimbo y Metropolitana, en los últimos años, el negocio ha experimentado una transformación en su modelo de negocios, incorporando un proceso de transformación que significa la separación de la base floral de las hojas, y la posterior conservación de la base floral en ácido acético o vinagre, y finalmente el envasado y rotulado en envases de vidrio transparente. Como consecuencia de lo anterior, y pese a que parte de la disminución de los volúmenes transados en el mercado interno se explica por una disminución de la superficie cultivada, parte importante de esta disminución es explicada por el crecimiento de la industrialización de este producto.

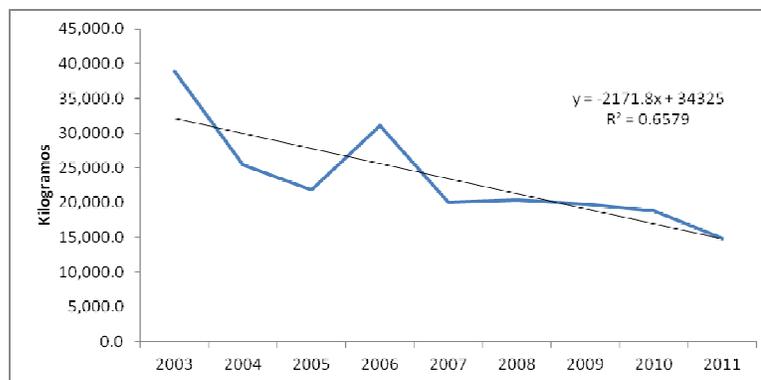


Figura 53. Volúmenes de alcachofa fresca arribados a los centros de consumo mayoristas de Santiago, período 2003 - 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

Al igual que las exportaciones, este cultivo presenta una estacionalidad en la oferta local, la cual es fundamentalmente en formato fresco a granel, distribuyéndose en una baja proporción en formato conservado y envasado a través de supermercados durante todo el año. Es así como las fechas de cosecha, concentradas entre septiembre y noviembre, explican como las ventas se concentran entre el mismo período de tiempo (Ver Figura 54).

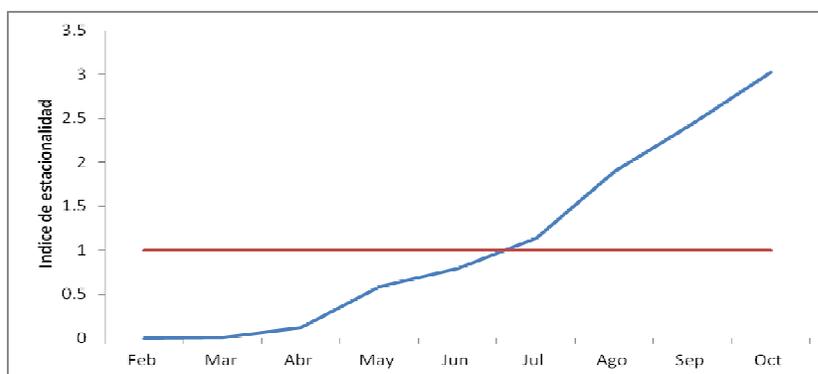


Figura 54. Estacionalidad de los montos transados de alcachofa fresca en los mercados mayoristas de Santiago, período 2003 - 2011. Fuente: ODEPA, 2012

2) Oferta actual y futura de la alcachofa

La oferta mundial de alcachofas a permanecido constante, en donde países como Italia y España y Egipto se han transformado en actores relevantes de la industria internacional. En Chile, la superficie dedicada a este cultivo a disminuido, aunque la incorporación de mayores tecnologías han provocado de que las disminuciones en la producción no sean equivalentes a las disminuciones en superficie. En cuanto a la distribución geográfica de este cultivo dentro de Chile, las principales Regiones productivas son la Metropolitana, Coquimbo y Valparaíso, en donde en éstas dos últimas, este cultivo presenta una importancia económica para las zonas costeras.

a) Oferta internacional de alcachofa

En el mercado internacional, la alcachofa ha mantenido una producción constante en torno a las 900 toneladas (Ver Figura 55). Los principales países productores son Italia, Egipto y España, con un 33%, 15% y 11% respectivamente (Ver Figura 56), en donde el primero es el principal productor e

importador de este producto, mientras España se consolida como el principal exportador de alcachofas (Ver Figura 57).

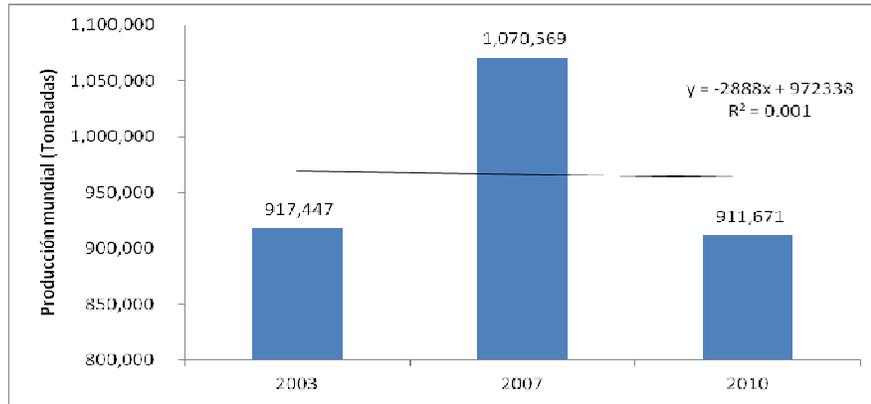


Figura 55. Producción mundiales de alcachofa en toneladas métricas, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

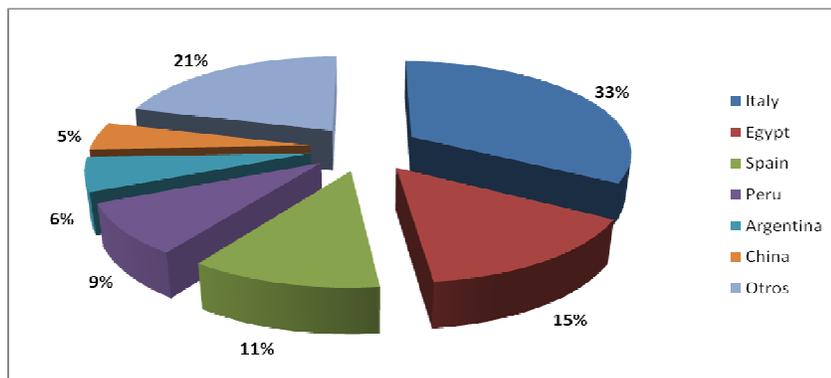


Figura 56. Países productores de alcachofa, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

En relación a los países exportadores de alcachofas, tal como se menciona en el párrafo anterior, España lidera el listado al exportar durante el año 2010 el 28% del total de exportaciones mundiales, equivalentes a 10 mil toneladas del producto. El segundo y tercer lugar lo ocupa Francia y Egipto con el 27% y 22% del total exportado respectivamente.

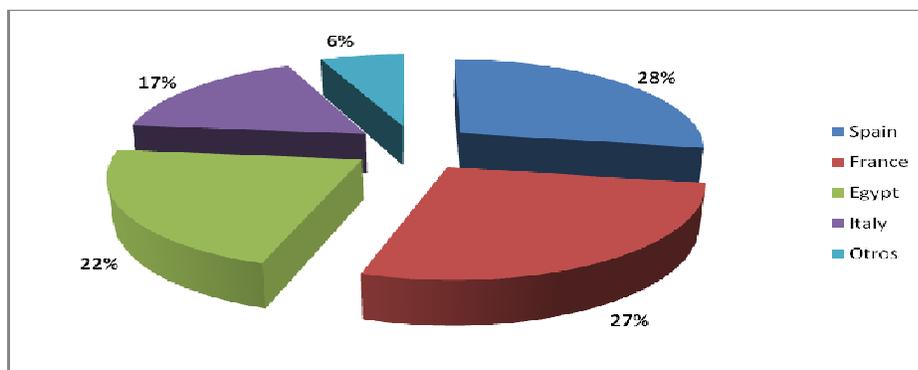


Figura 57. Países exportadores de alcachofa, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

b) El cultivo de la alcachofa en Chile

La superficie destinada al cultivo de alcachofas ha disminuido progresivamente (Ver Figura 58), pasando desde las 5 mil hectáreas cultivadas en el año 2007, a 4,4 mil hectáreas censadas al año 2011. La explicación, es que las explotaciones se han tecnificado y orientado a producir y vender para agroindustrias procesadoras. Adicional a esto, el cultivo compite con otras opciones de rentabilidad similar pero de menor inversión inicial, como las papas, ajíes y pimentones.

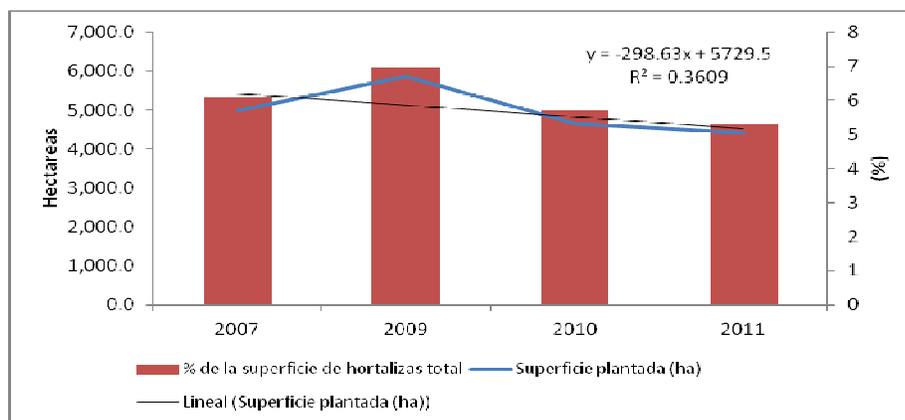


Figura 58. Superficie chilena cultivada con alcachofa, período 2007 - 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

En relación a la distribución geográfica de este cultivo (Ver Figura 59), la producción se concentra mayoritariamente la Región Metropolitana (33%), seguido por la Región Coquimbo y Valparaíso, con un 14% y 11% respectivamente, transformándose en un rubro importante y rentable para las zonas costeras de las últimas dos Regiones.

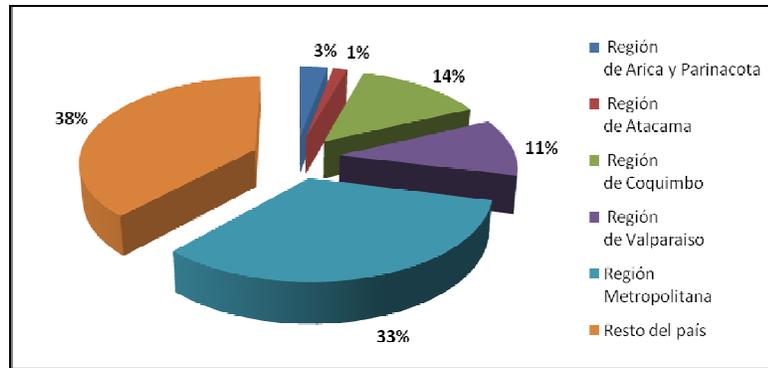


Figura 59. Porcentaje de superficie cultivada con alcachofa por Región como proporción de la superficie de alcachofa nacional, año 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

3) Estructura de Precios

Los precios internacionales de la alcachofa conservada chilena han experimentado un incremento, producto de lograr, paulatinamente, un mejor posicionamiento del producto en mercados internacionales, además de una mejor calidad intrínseca del producto. Así, en relación al valor unitario de exportación (Ver Figura 60), medido por cantidad de dólares recibidos por kilo exportado, para el año 2008 alcanzaba los 2,3 dólares/kilo, mientras que para el año 2011 éste alcanzó los 3,3 dólares/kilo, reportando una tasa de crecimiento anual promedio de 8% entre los años 2008 - 2011.

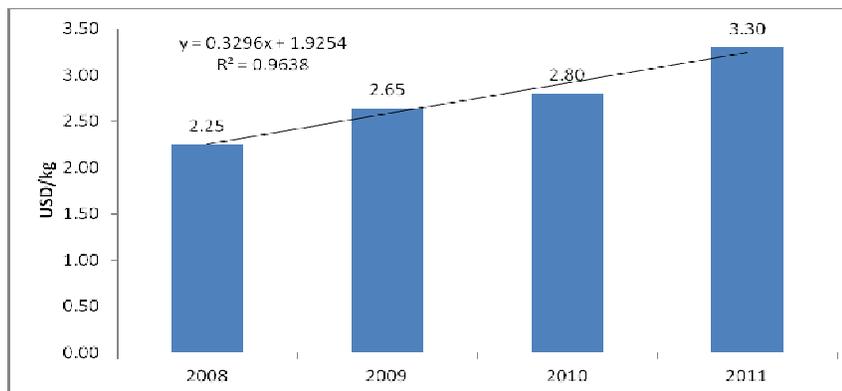


Figura 60. Evolución del valor unitario de exportación nominado en dólares americanos por kilo, período 2008 - 2011. Fuente: FAOSTAT, 2012.

En relación al mercado local, el comportamiento es inverso, principalmente porque el mercado de la alcachofa fresca a granel pierde terreno en comparación a productos con mayor elaboración disponibles en todo el año. Es así como, entre el período 2010 - 2012, el precio anual promedio, reportado en los centros mayoristas de Santiago, disminuyó un 11% (ver Figura 61).

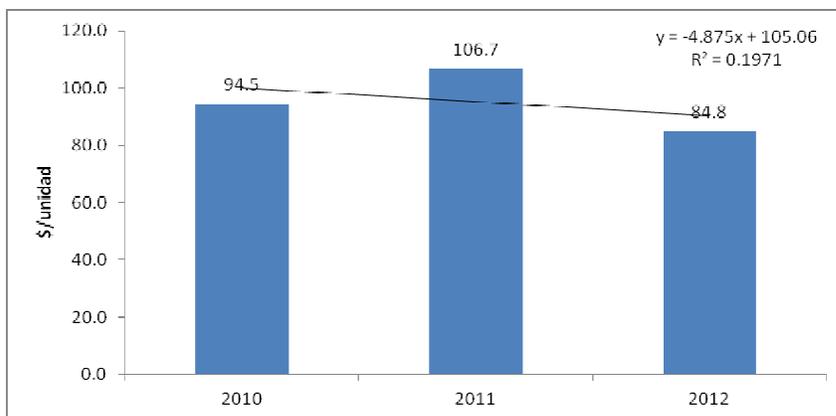


Figura 61. Evolución del precio promedio por unidad transada en el mercado local, período 2010 - 2012. Fuente: ODEPA, 2012.

4) Análisis estratégico de la industria de la alcachofa nacional

Fortalezas de la industria de la alcachofa en Chile:

- Clima Mediterráneo apto para el cultivo de variedades comerciales.
- Presencia de un grupo (cluster) de agroindustrias especializadas en la elaboración y conservación de la alcachofa fresca.
- Incremento de la imagen marca y valorización del producto procesado dentro de mercados internacionales, principalmente Estados Unidos.
- Contra-estación hacia mercados con alto poder adquisitivo, tales como Estados Unidos y Canadá.

Debilidades de la industria de alcachofa en Chile:

- Débil y tamaño reducido del mercado local.
- Producción atomizada en muchos productores, lo que dificulta el progreso y desarrollo de actividad de I+D dentro de la industria.
- Nula penetración en mercados internacionales de importancia mundial, principalmente Europa.
- Demanda internacional altamente concentrada en 4 países, todos de la misma región, a saber, Estados Unidos, Canadá, México y Brasil.

Oportunidades de la industria de alcachofa en Chile:

- Disponibilidad de zonas costeras, con interesantes cualidades edafoclimáticas, dentro de fuera de las Regiones de Valparaíso y Coquimbo, disponibles para la inversión de productores de mediano y gran tamaño.
- Posibilidades de formar *cluster* de empresas productoras, transformadoras y comercializadoras en localidades de mayor tamaño, principalmente las cercanas a La Serena y otras ciudades de importancia de la Región de Valparaíso.

Amenazas de la industria de alcachofas en Chile:

- a. Creciente competencia de Perú y Argentina, quienes se posicionan como el cuarto y quinto país productor a nivel mundial.
- b. Aumento sostenido del costo de la energía y mano de obra.
- c. Aumento de la escasez de recurso hídrico en zonas de alto potencial productivo.

5) Conclusiones del estudio de mercado de la alcachofa

El negocio de la alcachofa a nivel mundial se mantiene constante en torno a las 900 toneladas producidas. El principal país productor es Italia, concentrando el 33% del total producido, mientras que España se posiciona como el principal exportador, muy cerca de Francia y Egipto.

En Chile, el negocio se mantiene a la expectativa de evaluar profundos cambios en el modelo del negocio. Años anteriores, el negocio estaba basado en la producción y comercialización en el mercado local, principalmente a través de la venta de alcachofas frescas a granel. Durante los últimos años, e impulsados por la globalización de mercados, y el desarrollo de agroindustrias en Chile, el modelo cambió hacia un negocio centrado en la producción de alcachofas para la elaboración de conservas, principalmente en vinagre o ácido acético. Como consecuencia de lo anterior, la superficie y los precios internos de este producto han sufrido constantes disminuciones, sin embargo, la exportación y, fundamentalmente, el valor unitario de exportación, han experimentado esperanzadores incrementos, los que se han mantenido constantes en estos últimos años.

Pese a esto, aún existen desafíos relevantes para lograr el pleno desarrollo de esta industria, las que principalmente tiene que ver con la incorporación de tecnologías a nivel campo y agroindustria que mejores la calidad y margen del negocio, incrementar los esfuerzos comerciales para diversificar los mercados internacionales, y diferenciar su oferta con países de importancia mundial en esta industria, tales como Perú y Argentina.

ii) Mercado de los cítricos

El mercado de los cítricos, en este estudio representados por el limón y la naranja, a nivel internacional y nacional están en expansión, donde los principales países productores de limón son India México y Argentina, mientras que los principales productores de naranja son Brasil, Estados Unidos e India.

A nivel mundial, la producción y el comercio internacional presentan tasas de crecimientos constantes en el tiempo, mientras que en Chile, pese a que las tasas de aumento de la superficie permanece constante, las tasas de exportación han aumentado fuertemente. Los principales mercados son Japón, Estados Unidos y Argentina para el caso del limón, y Estados Unidos, Corea del Sur y Canadá para el caso de la naranja. De acuerdo a esta última información, destaca la expansión y profundización de los mercados asiáticos, los cuales no poseen grandes producciones propias.

En Chile, la superficie de cítricos se concentra, para el caso del limón, desde la Región Metropolitana hacia el Norte, mientras que la Naranja lo hace desde la Región de O'Higgins hacia Norte. El negocio es claramente de exportación, vendiendo el descarte en el mercado local y solo destinando una proporción marginal a la agroindustria.

1) Demanda actual y futura de los cítricos

La demanda internacional por cítricos, individualizados para este estudio como limones y naranjas, experimenta una expansión, siendo más pronunciado en el caso del limón, aunque este es de menor tamaño que la naranja. En términos agregados, la demanda por cítricos, representada por el total de importaciones de cítricos, alcanzó en el año 2010 las 6,3 millones de toneladas, un 11% mayor que las importaciones registradas en el año 2003. En relación a los países que realizan las mayores importaciones, destacan países ubicados en Europa en el caso de la naranja, mientras que Estados Unidos destaca como el principal importador de limones.

En relación a la demanda por los cítricos chilenos, representada a través de las exportaciones chilenas de limones y naranjas, también experimentó crecimientos, aun mayores que los registrados a nivel mundial. Es así como, entre el año 2000 y 2011, las exportaciones de limones y naranjas crecieron un 10% y 35% anual promedio. Los principales destinos de estas exportaciones fueron Japón en el caso del limón, y Estados Unidos para el caso de la naranja.

a) Demanda Internacional de los cítricos

Los cítricos de mayor importancia y tradición son la naranja y el limón, en donde la naranja prevalece en tamaño dentro de este grupo de especies. En relación a las importaciones mundiales (Ver Figura 62), ambas frutas experimentan aumentos en los volúmenes transados, pero es el limón el que presenta las mayores tasas, equivalentes a un aumento en el 25% de la cantidad transada dentro del período 2003 - 2010, mientras que la naranja aumenta un 5% durante el mismo período. De acuerdo a lo anterior, del total de cítricos (limones y naranjas), durante el año 2010, el 70% correspondió a naranjas.

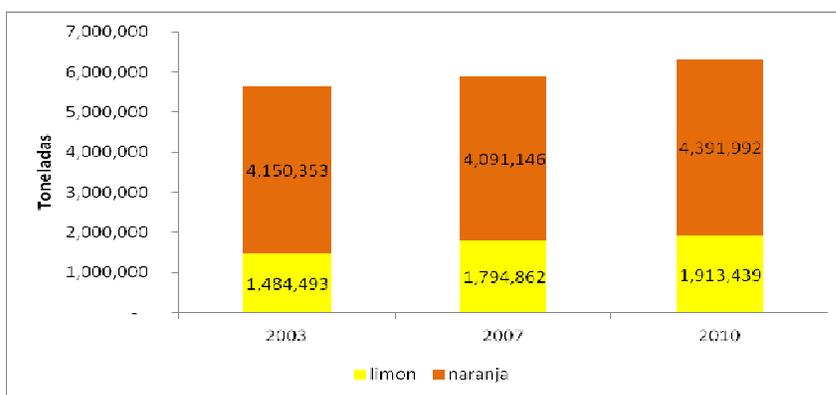


Figura 62. Importaciones mundiales de limones y naranjas en toneladas métricas, período 2003 - 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

Las importaciones de estos frutales están concentradas en Europa principalmente, aunque Estados Unidos es el principal importador de limones con 21% del total de importaciones de limones (Ver Figura 63). En el caso de la naranja, las mayores importaciones son hechas por Holanda, puerto de destino y distribución a Europa, concentrando el 12% del total importado.

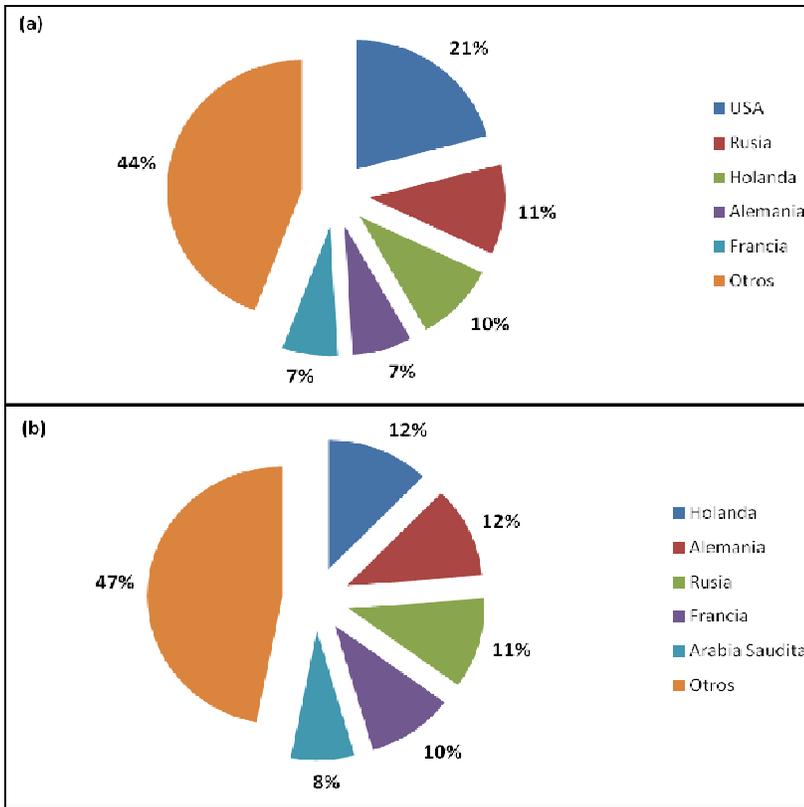


Figura 63. Principales países importadores de cítricos. (a) Limones; (b) Naranjas. Año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012

2) Exportaciones Chilenas de cítricos

Las exportaciones chilenas de limones y naranjas (Ver Figura 64) han aumentado consistentemente durante la última década, con una tasa anual promedio de 10% y 35% respectivamente durante el período 2000 - 2011. En total, sumando las exportaciones de limones y naranjas en estado fresco, durante el año 2011 se exportaron 96 millones de dólares, de los cuales 40% correspondió a limones.

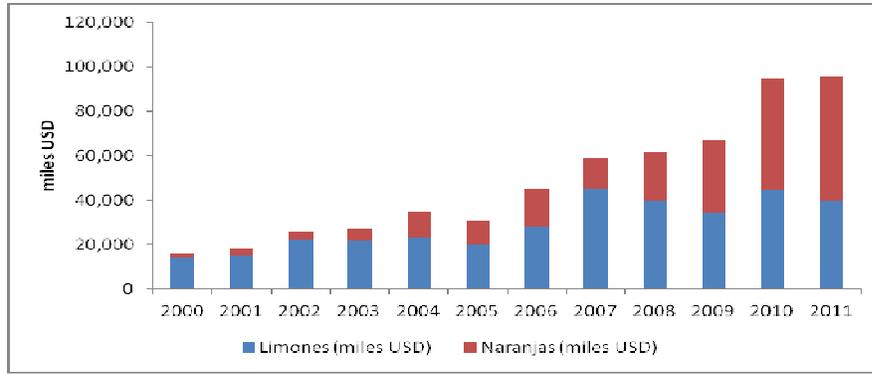


Figura 64. Exportaciones chilenas de limones y naranjas en dólares americanos, período 2000 – 2011. Fuente: PROCHILE, 2012.

En relación a la dinámica de las exportaciones, al ser estos productos perecibles, presentan una marcada estacionalidad (Ver Figura 65), concentrando en los meses de cosecha de cada uno de los frutales. En relación a esto, la primera en ser cosechado es el limón hacia finales de julio y durante agosto, en donde se presenta la mayor cantidad de exportaciones, mientras que los mayores volúmenes de naranja son exportados hacia finales de septiembre y durante octubre.

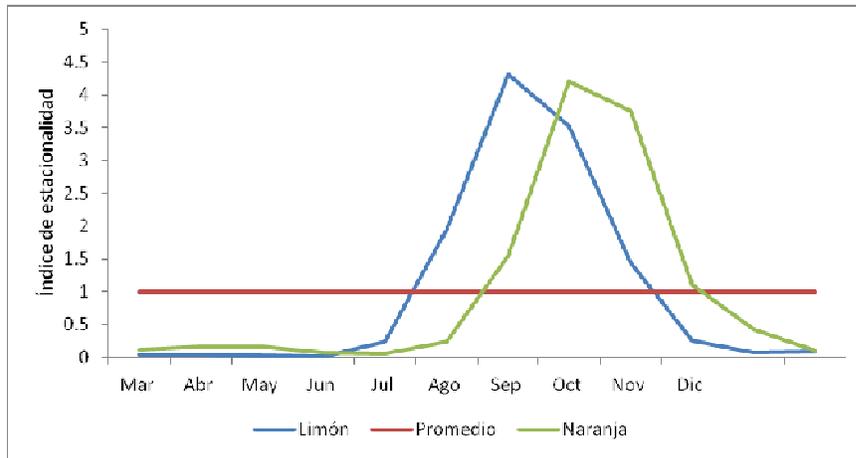


Figura 65. Estacionalidad de las exportaciones chilenas de productos del olivo, período 2008 – 2011. Fuente: PROCHILE, 2012

Dentro de los mercados más importantes para las exportaciones de cítricos en Chile destaca Estados Unidos, quien importa el 41% y 71% del limón y naranja chilena respectivamente (Ver Figura 19). En estos rubros los mercados asiáticos cobran importancia, pues Japón es el principal mercado para el limón chileno, exportando el 45% del total a este mercado, mientras que Corea del Sur es el segundo mercado en tamaño de la naranja, concentrando el 8% de las exportaciones chilenas.

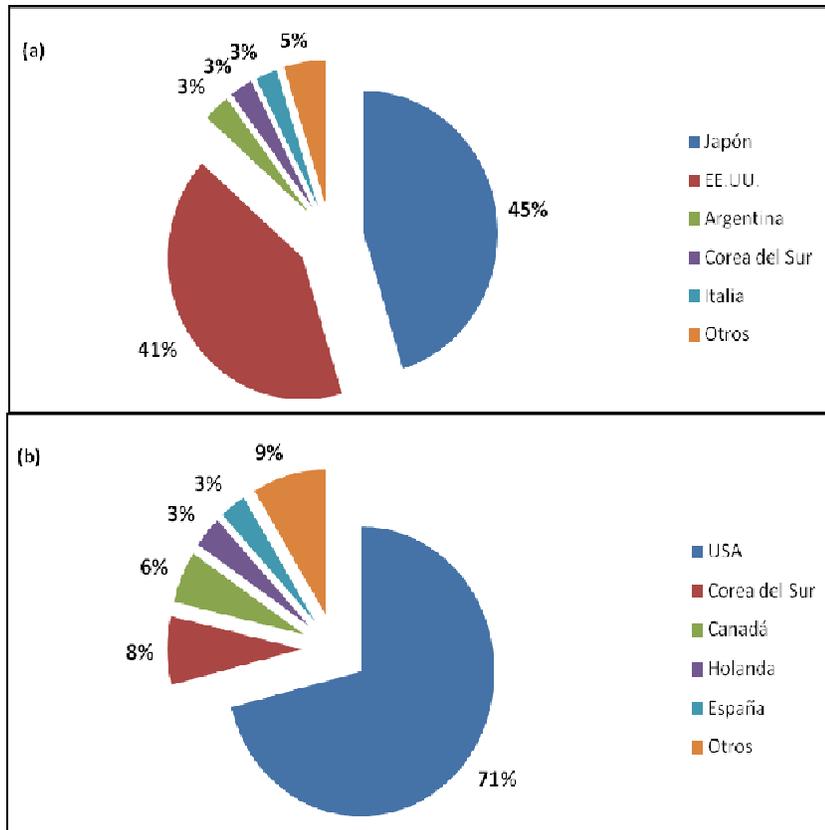


Figura 66. Destinos de las exportaciones chilenas de cítricos. (a) Limón; (b) Naranja, año 2011. Fuente: PROCHILE, 2012.

3) Oferta actual y futura de cítricos

La producción mundial de cítricos presenta una moderada expansión. De esta forma, las tasas de crecimiento dentro del período 2003 – 2010 son equivalentes a 10% y 15% de limones y naranjas respectivamente, en donde el principal productor de limones son India y México, mientras que los principales exportadores de esta fruta son España y Sudáfrica. En el caso específico de la naranja, destacan como principales productores Brasil y Estados Unidos, mientras que los países con mayores exportaciones de este producto son México y Turquía.

En Chile, la superficie cultivada con ambas especies se ha mantenido en torno a las 7 mil hectáreas, acumulando las mayores superficies de limón y naranja en la Región Metropolitana y la Región O'Higgins respectivamente. Las Regiones del Norte del país también presentan importantes superficies de limón y naranjas, en especial las zonas costeras y algunas localidades ubicadas en los valles de la Región de Valparaíso y Coquimbo.

a) Oferta internacional de cítricos

La producción mundial de cítricos (Ver Figura 67), al igual que las importaciones, han aumentado. En el caso de los limones, en el período 2003 – 2010, la tasa de crecimiento fue de 10%, mientras que la producción de naranjas aumentó en un 15% en el mismo período. En relación a la composición de la producción total, la mayor proporción es de naranjas, equivalente al 83% del total producido en cítricos.

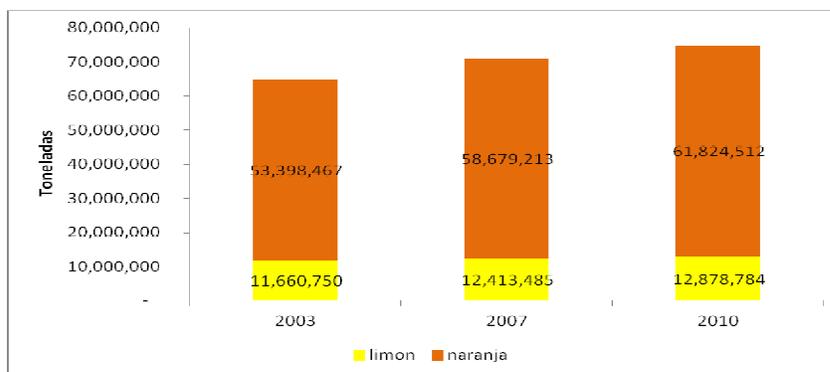


Figura 67. Producción mundial de cítricos en toneladas métricas, período 2003 - 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

Dentro de los principales países productores destacan países de Sudamérica, en donde el de mayor tamaño es Brasil, produciendo el 29% y 8% de la producción mundial de naranjas y limones respectivamente (Ver Figura 68).

En el caso específico del limón, los principales países productores son India, México y Argentina, con el 20%, 15% y 9% de la producción mundial respectivamente, mientras que la producción mundial de naranja está liderada, además de Brasil, por Estados Unidos e India.

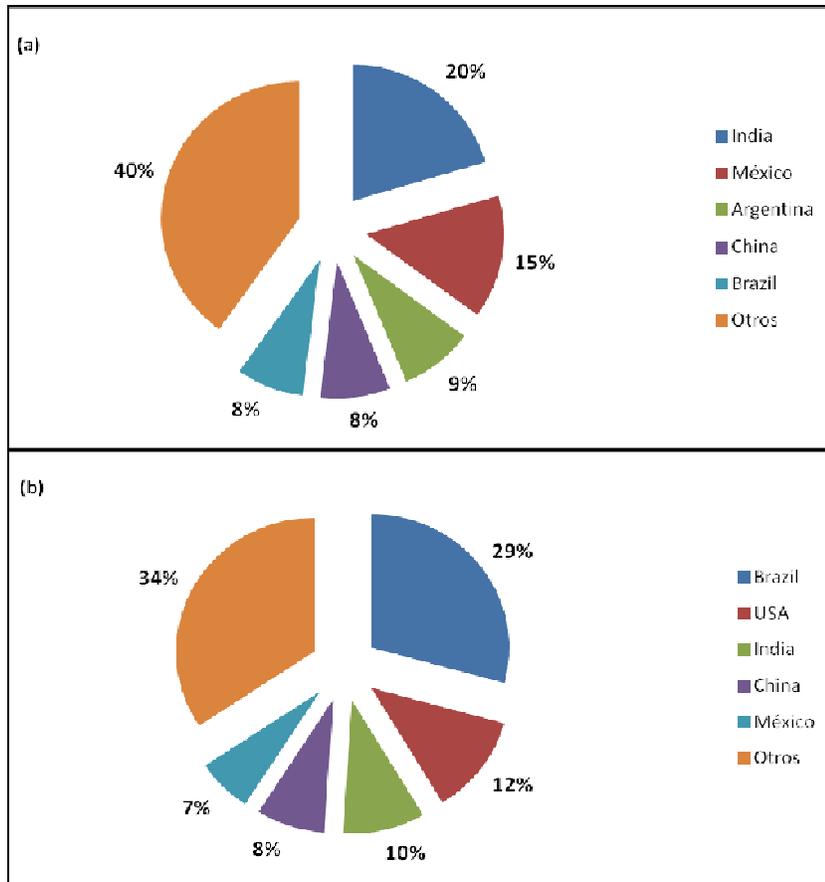


Figura 68. Países productores de cítricos. (a) limones; (b) Naranjas. Año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012

Los países que presentan la mayor cantidad de exportaciones de estos productos son, en el caso del limón, España y Sudáfrica, con 16% y 13% de las exportaciones mundiales. En el caso de la naranja, los mayores exportadores son, en el año 2010, México, Turquía y España, con un 13%, 13% y 12% respectivamente. Es importante destacar también las elevadas exportaciones de Argentina, principal competidor de Chile en la región, concentrando el 8% de las exportaciones mundiales de naranjas (Ver Figura 69).

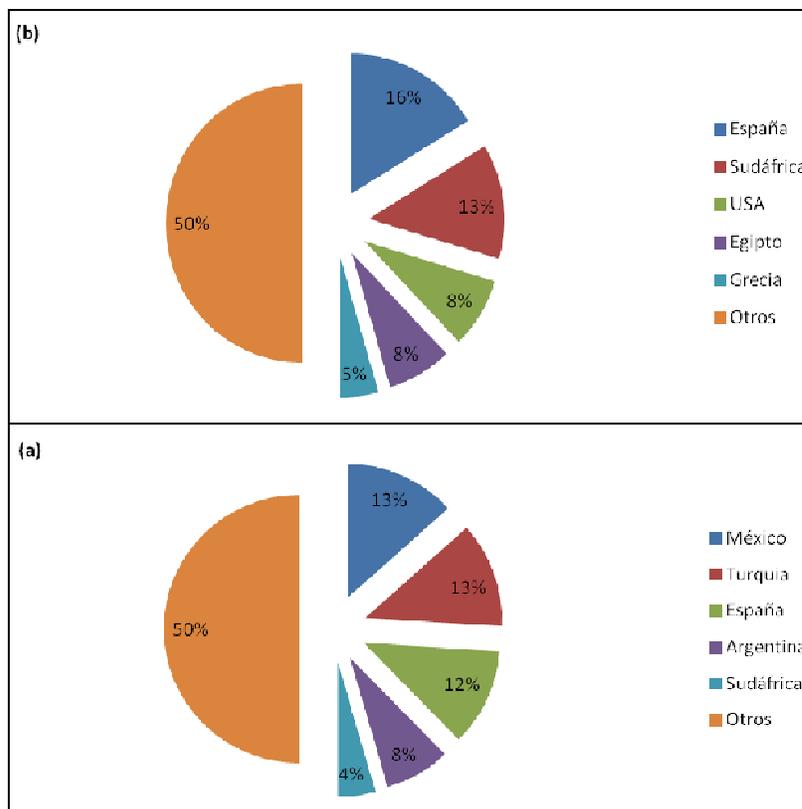


Figura 69. Países exportadores de cítricos. (a) Limones; (b) Naranjas. Año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012

a) El cultivo de cítricos en Chile

La producción de ambos cítricos en Chile presenta una prolongada tradición, manteniendo un tamaño y evolución similar en cuanto a la superficie. En relación a esto, las superficies cultivadas con limón y naranja son, en el año 2011, 7,1 y 7,8 mil hectáreas respectivamente, correspondiente al 2,5% y 2,8% de la superficie nacional de frutales respectivamente.

En cuanto a la evolución histórica de la superficie, ambas especies presentan superficies constantes a lo largo del período analizados (Ver Figura 70 y Figura 71), manteniéndose en el rango de las 7 a 8 mil hectáreas cada una de ellas.

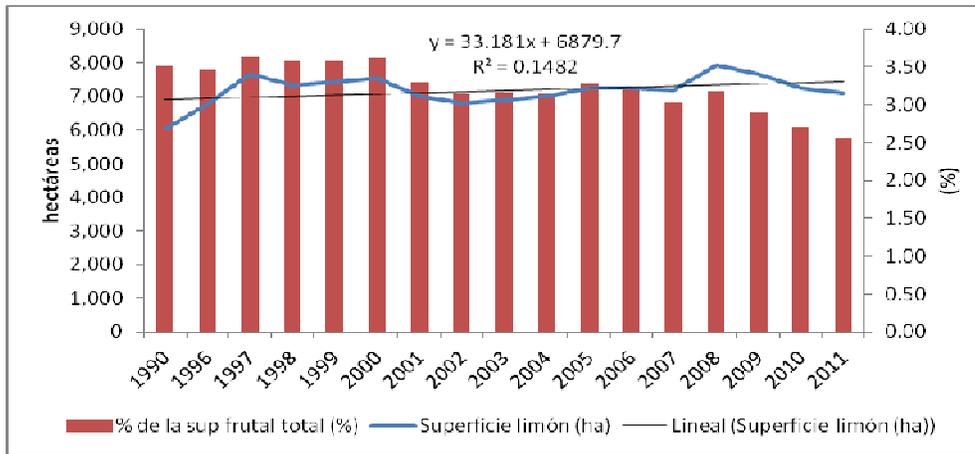


Figura 70. Superficie chilena plantada con limón, período 2007 - 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

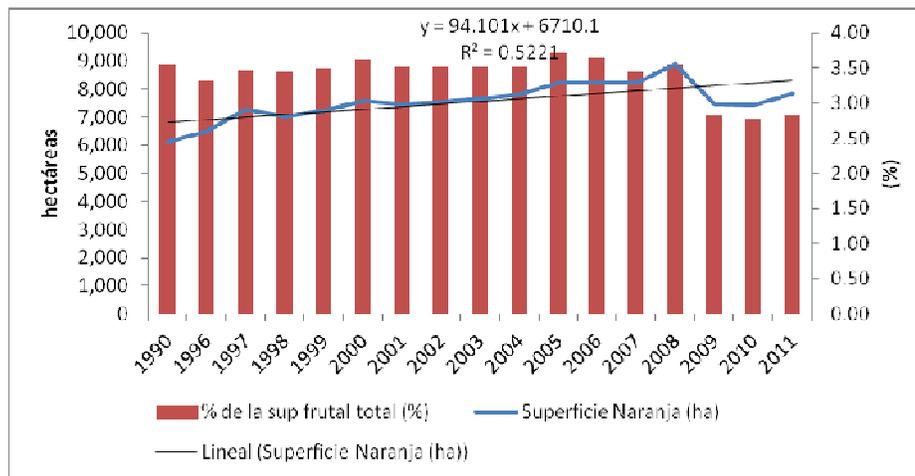


Figura 71. Superficie chilena plantada con naranja, período 2007 - 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

El cultivo de ambos cítricos se desarrolla entre la Región de Atacama y el Bio - Bio, en donde el limón presenta las mayores superficies en la Región Metropolitana, mientras que la mayor superficie de Naranja se presenta en la Región del Gral. Libertado Bernardo O'Higgins, con 2,7 y 2,6 mil hectáreas respectivamente.

Adicionalmente, cabe destacar que estas especies presentan una importancia económica relevante dentro de la zona Norte del país. Es así como, en términos porcentuales, la Región de Valparaíso concentra el 35% y 24% de la superficie de limón en Chile respectivamente, mientras que la Región de Coquimbo concentra el 17% y 14% de ambos cultivos, respectivamente (Ver Figura 72).

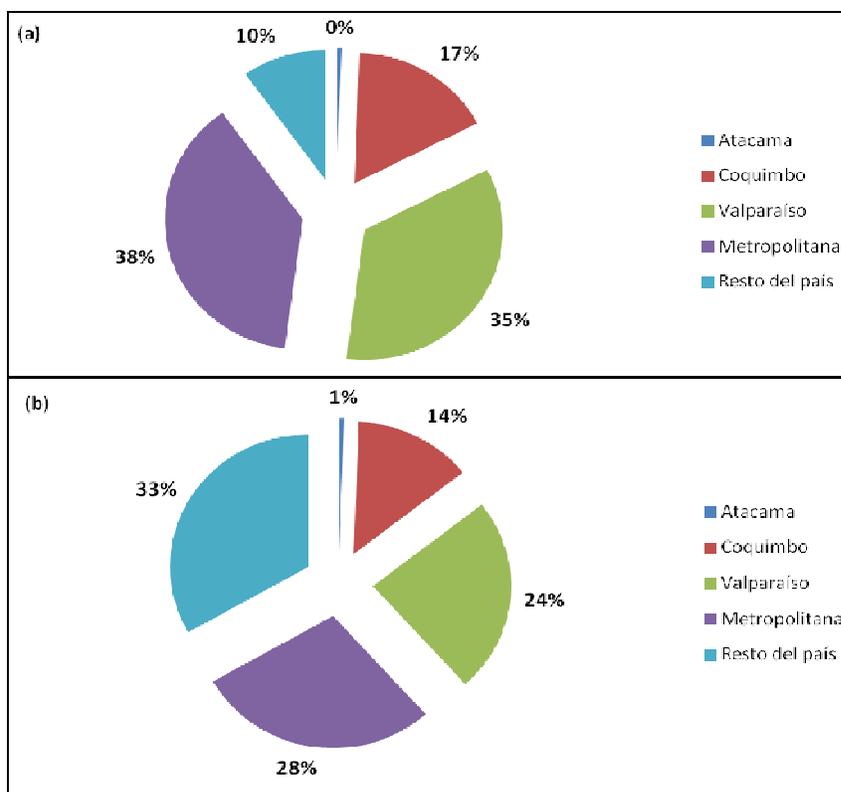


Figura 72. Distribución regional de cítricos. (a) Limones; (b) Naranjas. Año 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

En relación a la importancia relativa de estos cultivos en cada una de las Regiones del país, y en específico en las Regiones del Norte, cabe destacar que en Valparaíso la superficie destinada al cultivo del limón y naranjo como proporción de la superficie regional destinada al cultivo de frutas, es de 5% y 4% respectivamente, mientras que en la Región de Coquimbo es de 4 y 3,5% respectivamente (Ver Figura 73 y Figura 74).

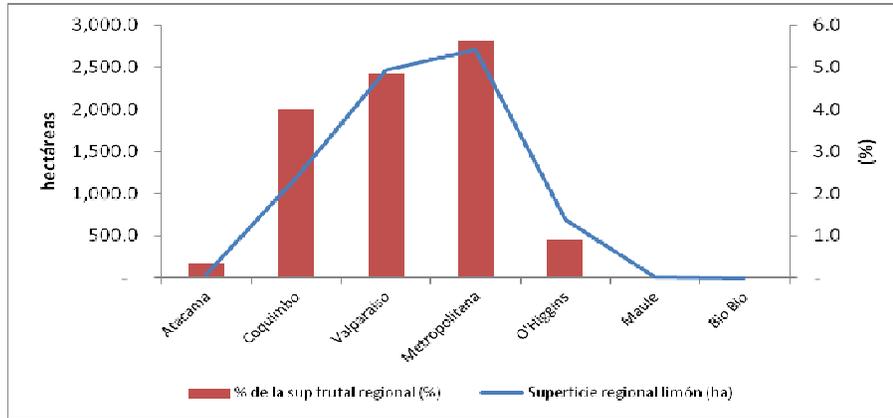


Figura 73. Superficie regional de limón y participación del total de la superficie regional destinada al cultivo de fruta. Fuente: ODEPA, 2012.

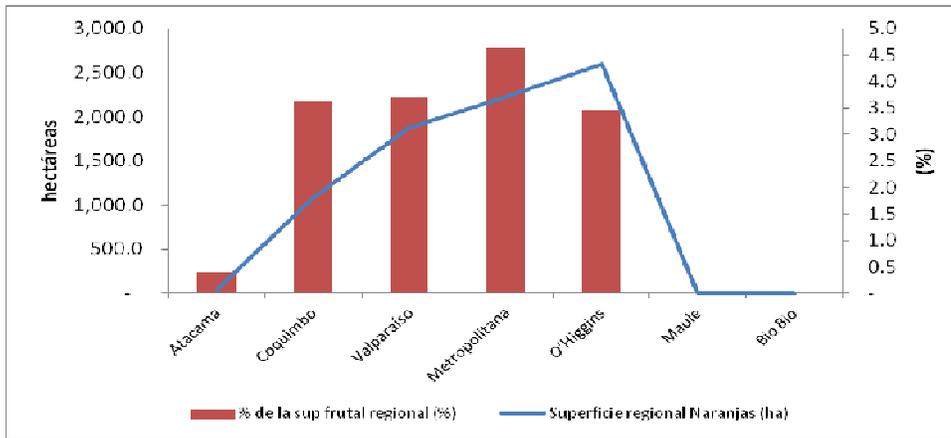


Figura 74. Superficie regional de naranja y participación del total de la superficie regional destinada al cultivo de fruta. Fuente: ODEPA, 2012.

4) Estructura de precios de los cítricos

Los precios internacionales del limón y la naranja (Ver Figura 75 y Figura 76), en el caso de Chile, presentan una tendencia al aumento, alcanzando en el año 2010 los 460 dólares por kilo de limón, y los 260 dólares por kilo de naranja.

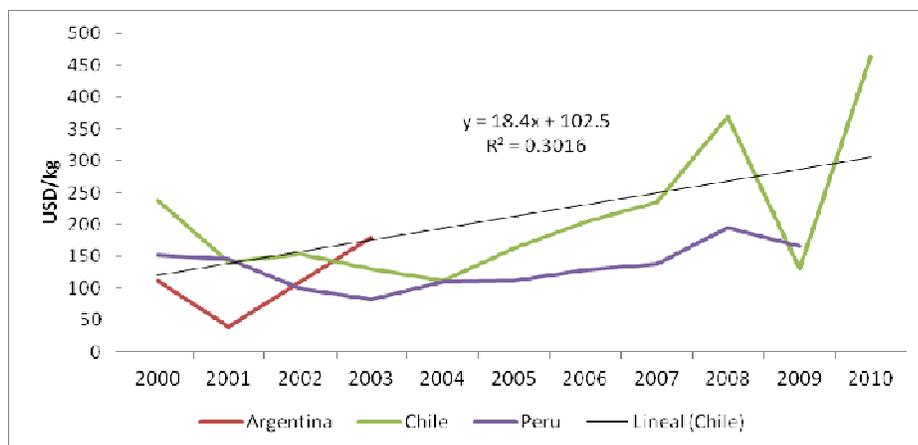


Figura 75. Precios internacionales del limón, período 2000 - 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012

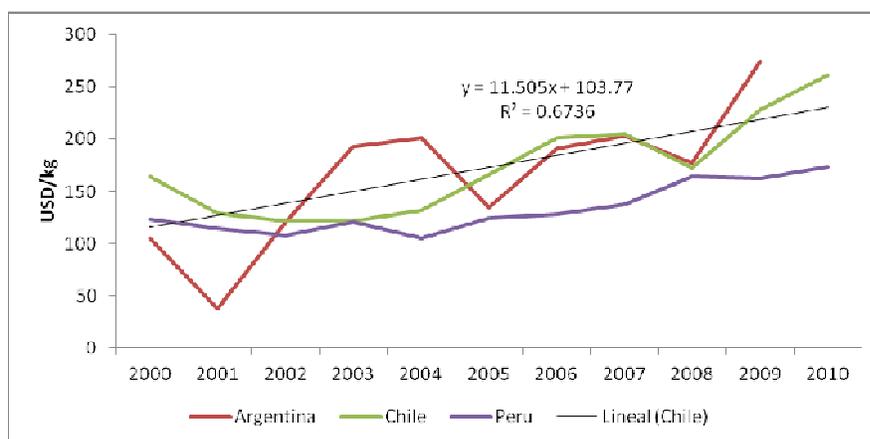


Figura 76. Precios internacionales de la naranja, período 2000 - 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012

En relación a los precios del mercado local, el limón presenta una tendencia al alza, mientras que la naranja no evidencia variaciones relevantes en el largo plazo. En relación a los niveles de precios, en el centro mayorista de Santiago, durante el año 2011, se registró un precio de 242 pesos por kilo en promedio durante el año, alcanzando los mejores precios en los meses de febrero y marzo, en torno a los 600 pesos por kilo (Ver Figura 77).

En el caso de la naranja, se observa una menor variabilidad de los plazos, reportando en promedio durante el año 2011 un precio de 128 pesos por kilo, con máximo en diciembre de 166 pesos por kilo y el mínimo en octubre, con 83 pesos por kilo de naranja.

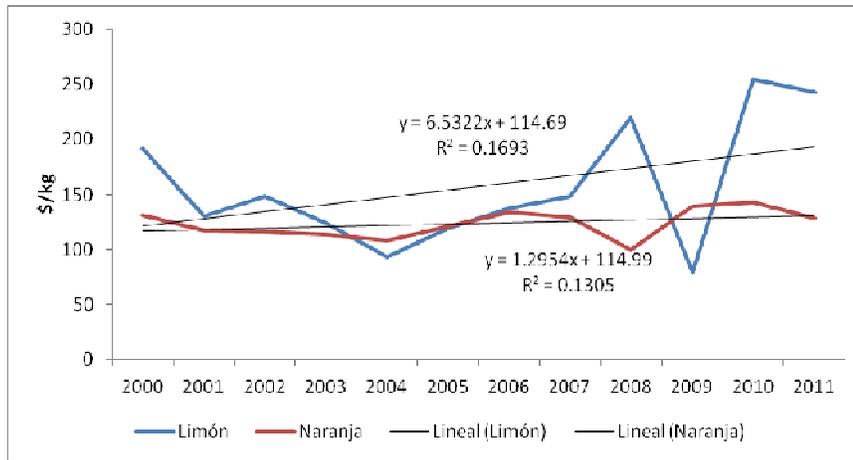


Figura 77. Precios mensuales reportados en centros mayoristas, periodo enero 2008 – octubre 2012. Fuente: ODEPA, 2012.

En cuanto a la estacionalidad en los precios (Ver Figura 78), en promedio, los mejores precios de ambos productos se presentan entre los meses de diciembre y mayo, pues es la época de mayor escasez dentro del mercado, disponiendo solo de fruta proveniente del norte, importada o conservada en frío. Cabe destacar también que el limón presenta una mayor estacionalidad histórica en sus precios, mientras que los precios de la naranja es más estable durante el año.

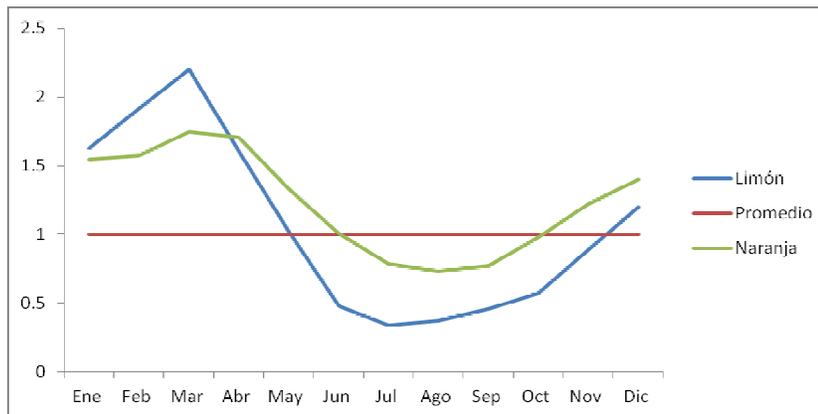


Figura 78. Índice de estacionalidad del precio del limón y la naranja en los centros mayoristas de Santiago, período 2008 – 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

5) Análisis estratégico de la industria de cítricos nacional

Fortalezas de la industria de los cítricos en Chile:

- Amplio conocimiento agronómico del negocio a lo largo de Chile
- Disponibilidad de climas y suelos para incrementar la base productiva de cítricos.
- Posicionamiento de los cítricos chilenos en mercados importantes como Estados Unidos, Asia y Europa.
- Alta diversidad de especies y variedades de cítricos.

Debilidades de la industria de los cítricos en Chile:

- a. Alta incidencia de plagas en la zona Norte de Chile, en especial el minador de la hoja de los cítricos.
- b. Pequeño tamaño y poder adquisitivo del mercado interno.
- c. Lejanía a los principales mercados de Asia y Europa.
- d. Escasez hídrica en zonas de alto potencial productivo.

Oportunidades de la industria de cítricos en Chile:

- a. Aumento sostenido de los volúmenes exportados de cítricos.

Amenazas de la industria de cítricos en Chile:

- a. Aumento sostenido del costo de la energía y mano de obra.
- b. Aumento de escasez de recurso hídrico en zonas de alto potencial productivo.

6) Conclusiones del estudio de mercado de cítricos

La producción y el comercio mundial de cítricos está en expansión, en donde Estados Unidos, Sudáfrica y España son productores y exportadores importantes, mientras que Brasil y Argentina, debido a su proximidad con Chile, se perfilan como los principales competidores de los cítricos chilenos.

Pese a lo importante de esta competencia, los cítricos chilenos han experimentados constantes crecimientos, incluso de mayor magnitud que el promedio mundial, llegando a exportar, entre limones y naranjas, cerca de 100 millones de dólares, abriendo importantes mercados como Estados Unidos, Corea del Sur y Japón.

El mercado local es menos dinámico, y debido a los bajos precios en los meses de mayor oferta, la industria ha optado por exportar la mayor cantidad de su producción y solo vender el descarte en el país. Así, los mayores precios se presentan en verano y otoño, mientras que los precios caen abruptamente desde el mes de julio hasta noviembre.

Las superficies más importantes de limón están desde la Región Metropolitana hacia el Norte del país, siendo de gran importancia las Regiones de Valparaíso y Coquimbo. Para el caso de la naranja la situación es similar, salvo que las mayores superficies se encuentran un poco más al Sur en la Región del Gral. Libertador Bernardo O'Higgins.

En general el negocio de los cítricos es promisorio, siempre y cuando este esté orientado hacia la exportación de mercados con alto poder adquisitivo, es especial Asia, los cuales presentan pequeñas producciones en relación a su demanda real.

iii) Mercado de flores de corte

El mercado de flores en el mundo alcanza un punto de madurez, después de crecer a grandes tasas durante la última década. Dentro de los principales mercados destacan países como Estados Unidos, Japón y Holanda, todos con mercados internos de gran tamaño y con alto poder adquisitivo. Otros actores relevantes son Colombia y Ecuador quienes, al tener excelentes condiciones climáticas, han desarrollado importantes industrias de flores centradas en la exportación.

En Chile, la industria de flores es de pequeño tamaño, concentrada en la Región de Valparaíso y Coquimbo, en la que mayoritariamente agricultores de pequeño tamaño desarrollan la producción con sistema al aire libre, mientras que una minoría de la industria lo hace bajo invernadero utilizando alta tecnología. Pese a estas dificultades, sumadas a otras como la ausencia de un eslabón de distribución y servicios de postcosecha y alta competencia de países importadores, no han impedido que la industria continúe creciendo tanto en su producción, exportaciones y consumo interno.

Dentro de las especies con mejor perfil económico destaca el liliun y el clavel. El liliun es una excelente alternativa para empresas de mediano y gran tamaño, con acceso a inversión y tecnología que le permitan desarrollar el negocio de la exportación. El clavel, orientado a la pequeña agricultura, es una excelente alternativa al tener muy buena venta en el mercado local, y requerir de alta cantidad de jornadas hombre, la que es satisfecha por el propio agricultor y su familia.

1) Demanda actual y futura de flores de corte

El mercado internacional de flores ha experimentado fuertes expansiones, sin embargo, durante los últimos años, se observa que dichas tasas de crecimiento han disminuido, como consecuencia de la etapa de madurez del mercado. Dentro de los principales países importadores destacan economías con un gran tamaño de mercado local, además de un gran poder adquisitivo, como lo son Alemania y Estados Unidos, además de Holanda, principal centro de distribución de flores dentro de Europa.

Las exportaciones chilenas se han mantenido constante, sin embargo, las importaciones, han experimentado crecimientos constantes, producto de que la demanda por flores del mercado interno ha aumentado gracias al aumento del poder adquisitivo de la economía. Dentro de las especies más exportadas destaca la Fresa y el ranúnculo, mientras que el principal mercado es Estados Unidos, seguido a distancia por Holanda.

a) Demanda Internacional de flores de corte

La industria mundial de flores de corte ha experimentado fuertes expansiones, estabilizándose solo en los últimos años, demostrando que este mercado ha alcanzado una madurez. De esta forma, el total de importaciones creció un 40% entre los años 2003 y 2010, superando los 7 mil millones de dólares (Ver Figura 79).

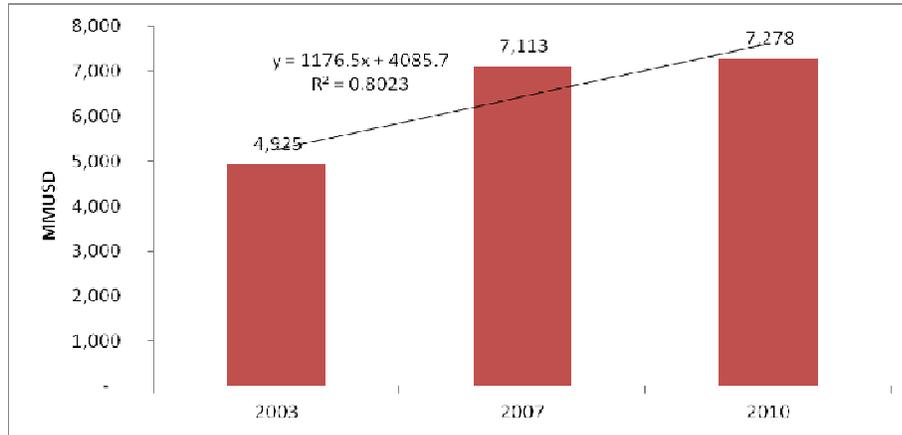


Figura 79. Importaciones mundiales de flores de corte en millones de dólares, período 2003 - 2010. Fuente: ODEPA, 2012.

Los principales países importadores se caracterizan por presentar un gran mercado local, además de tener un alto poder adquisitivo, pues las flores están definidas como un tipo de bien suntuario. De acuerdo a lo anterior, Alemania lidera los montos importados, concentrando el 17% de las importaciones mundiales, seguido muy de cerca por Estados Unidos, Holanda y Reino Unido, con 14%, 13% y 12% respectivamente (Ver Figura 80).

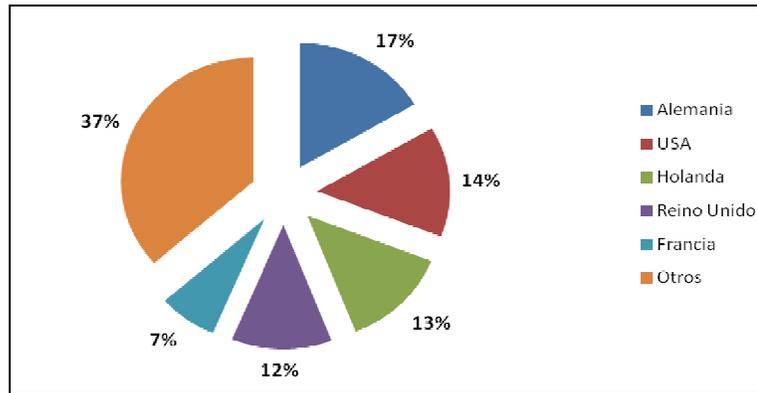


Figura 80. Principales países importadores de flores de corte, año 2010. Fuente: ODEPA, 2012

b) Exportaciones Chilenas de flores de corte

Al igual que el tamaño del mercado internacional, la balanza comercial (resultado de la suma entre importaciones y exportaciones) de flores de corte en Chile también ha experimentado tasas de crecimiento importantes, llegando a crecer un 11% anual promedio durante el período 2005 – 2011. Adicionalmente, la balanza está caracterizada por estar inclinada hacia las importaciones (Ver Figura 81), las que llegaron a ser 78% de la balanza comercial del año 2011, tendencia que se profundiza año a año, producto de la acotada oferta interna y los aumentos en la demanda local por flores, como consecuencia del crecimiento en el poder adquisitivo del país.

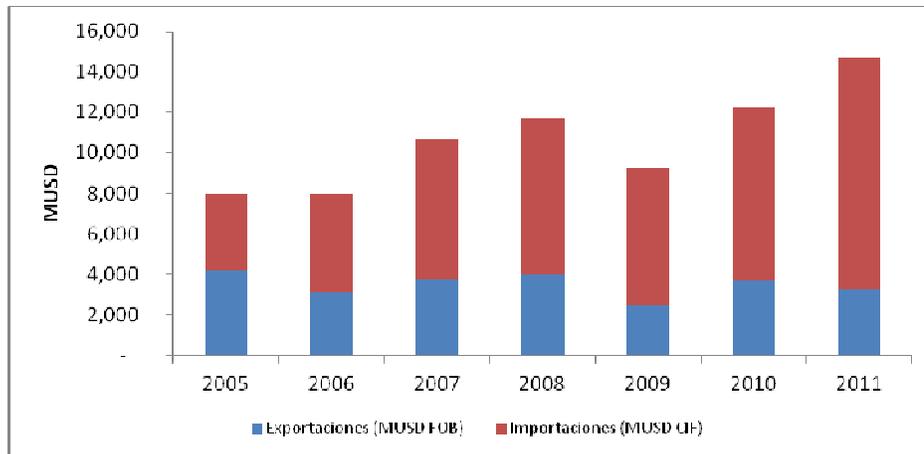


Figura 81. Balanza comercial chilena de flores de corte en miles de dólares americanos, período 2005 - 2011.
Fuente: ODEPA, 2012.

La composición de las exportaciones de flores de corte (Ver Figura 82), según especie exportadas, es variada, llegando a exportar durante el año 2011 más de 32 especies, dentro de las que destacan, gracias al monto exportado, la Fresa equivalente al 31% del monto exportado y ranúnculo con un 21%.

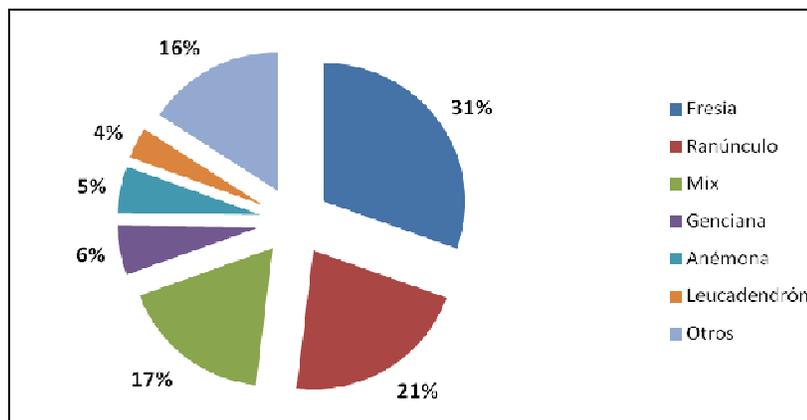


Figura 82. Composición de las exportaciones chilenas de flores por especie, año 2011. Fuente: PROCHILE, 2012

Dentro de los mercados más importantes para las exportaciones de flores de corte chilenas, destaca por sobre todos el de Estados Unidos (Ver Figura 83), el que durante el año 2011 importó el 66% de las flores chilenas, aunque éstas solo fueron el 0,4% del total de flores importadas por este mercado. Holanda se presenta como el segundo mercado en importancia, destino del 25% de las exportaciones, mientras que Perú destaca por los montos y cercanía, recibiendo el 7% de las exportaciones de flores chilenas.

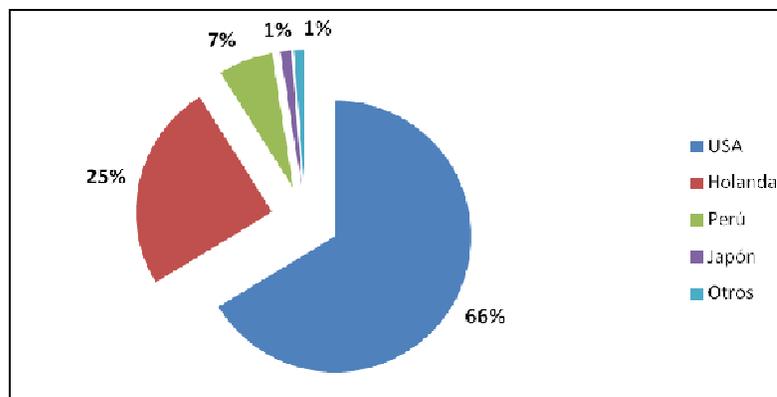


Figura 83. Destinos de las exportaciones chilenas de flores de corte, año 2011. Fuente: PROCHILE, 2012.

2) Oferta actual y futura de flores de corte

La oferta mundial de flores es liderada por Estados Unidos, quien produce el 15% de la superficie mundial cultivada con flores, seguido por Japón quien presenta 13% de la superficie. Adicional a esto, Estados Unidos también lidera las exportaciones. En relación a los principales países exportadores, la lista también es liderada ampliamente por Holanda, quien es, además de un gran productor, un centro de distribución de flores para el resto de Europa. Le siguen en importancia dos países de la región de Sudamérica, Colombia y Ecuador con un 14% y 7% respectivamente.

a) Oferta internacional de flores de corte

Las flores en el mundo ocupan cerca de 19 mil hectáreas, donde la mayor superficie se ubica en Estados Unidos quien reporta cerca de 21 mil hectáreas (Ver Figura 84), seguido por Japón y Holanda, con 18 mil y 18 mil hectáreas respectivamente, sumando entre estas industrias el 50% de la superficie.

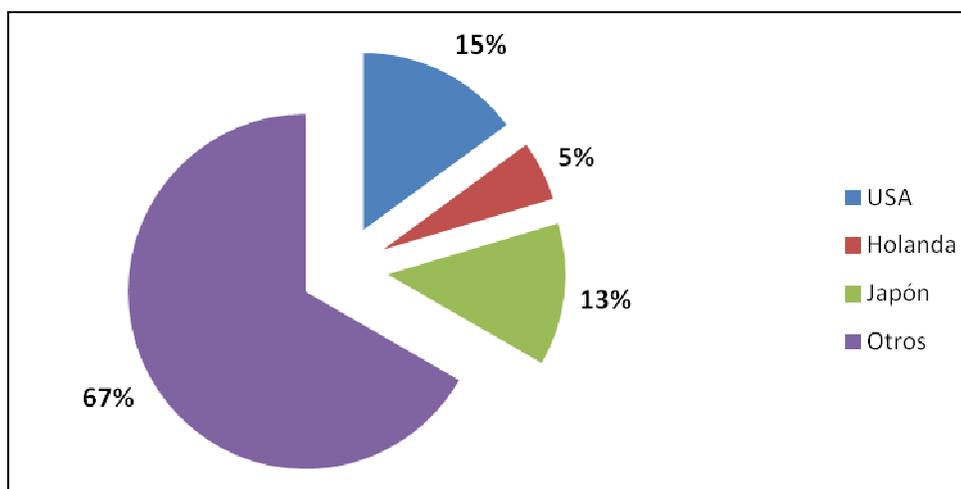


Figura 84. Países productores de flores de corte según superficie cultivada, año 2010. Fuente: Elaborado por los autores, 2012

El principal exportador de flores de corte en el mundo es Holanda (Ver Figura 73), quien exporta el 49% de las exportaciones mundiales, como consecuencia de su producción y de las importaciones que realiza, dado que es el principal centro de distribución de Europa. Un segundo exportador

relevante es Colombia, el que exporta el 14% de las flores en el mundo, debido principalmente al tamaño y tecnificación de su industria productora de flores.

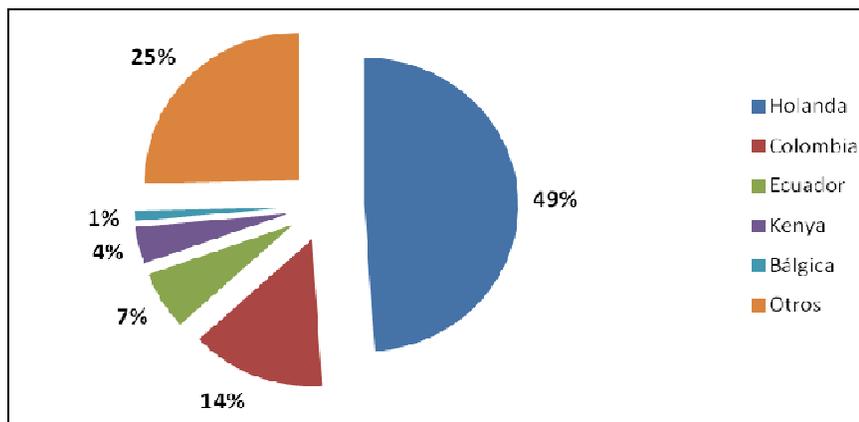


Figura 85. Países exportadores de flores de corte, año 2010. Fuente: ODEPA, 2012

b) El cultivo de flores de corte en Chile

La producción nacional también ha experimentado una fuerte expansión, aumentando un 41% durante la década 1997 – 2007. El principal sistema de producción es al aire libre, el que ocupa más del 80% de la superficie destinada a la producción de flores (Ver Figura 86).

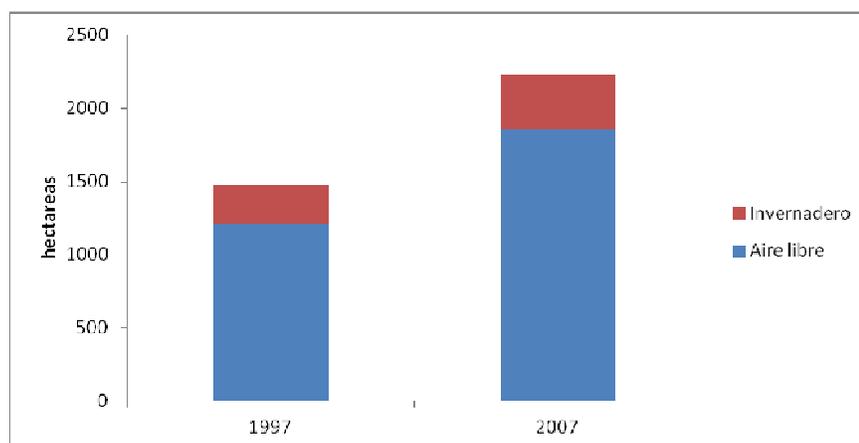


Figura 86. Superficie chilena plantada con flores de corte, años 1997 y 2007. Fuente: INE, 2012.

La especie que presenta la mayor superficie cultivada es el crisantemo con 315 hectáreas, correspondiente al 14% del total cultivado en el año 2007 (Ver Figura 87). Le siguen en importancia, de acuerdo a la superficie que utilizan, el lium y el clavel. Estas especies son las más cultivadas de acuerdo a su rentabilidad, principalmente el liliun, mientras que el clavel es la especie preferida por los pequeños agricultores, pues requiere de una gran cantidad de mano de obra, por cuanto pueden emplearse ellos y su familia en el cultivo.

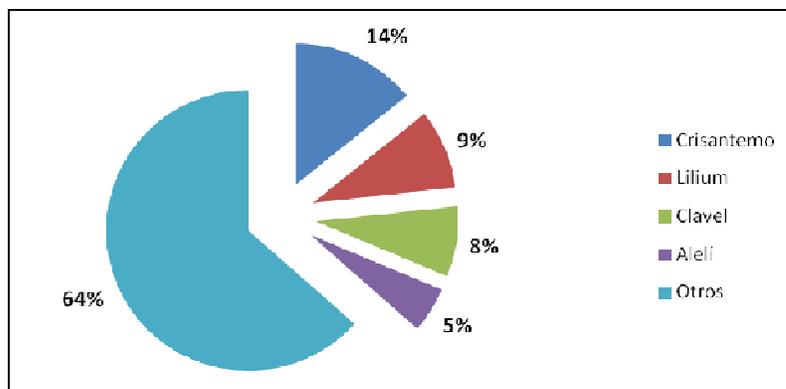


Figura 87. Composición de la superficie cultivada con flores de corte según principales especie, año 2007. Fuente: INE, 2012.

Las mayores superficies de flores se concentran en la Región de Coquimbo y Valparaíso (Ver Figura 88), pues las condiciones de clima templado, moderadas oscilaciones térmicas y ausencia de heladas son condiciones propicias para el cultivo de estas especies al aire libre, el cual tiene menos requerimientos de inversión que la opción a través de invernaderos. Pese a esto, en la Región de Valparaíso, debido a la alta rentabilidad de algunas especies, la opción de producción a través de invernaderos aumenta significativamente, llegando a ser el 34% de la superficie destinada a la floricultura.

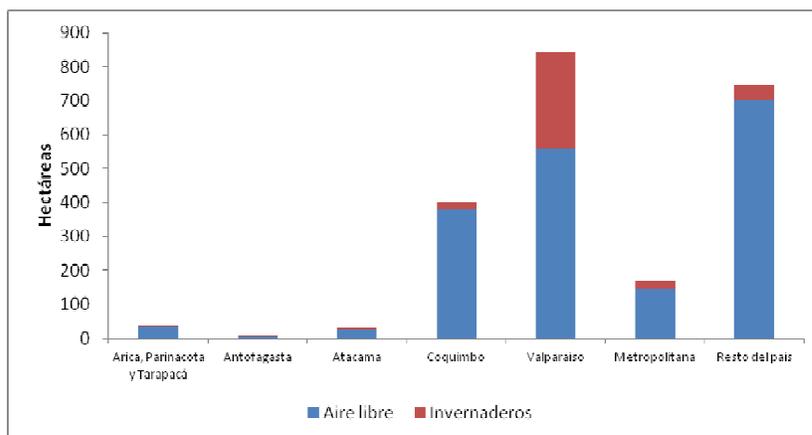


Figura 88. Distribución regional de superficie cultivada con flores de corte, año 2007. Fuente: INE, 2012.

3) Estructura de precios de flores de corte

Los precios internacionales de dos especies importantes de exportación, calas y liliun, presentan realidad disímiles. Por un lado, las calas presentan una tendencia a disminuir el valor unitario de largo plazo, mientras que los liliun incrementan su valor, concordante con las expectativas de rentabilidad del cultivo (Ver Figura 89).

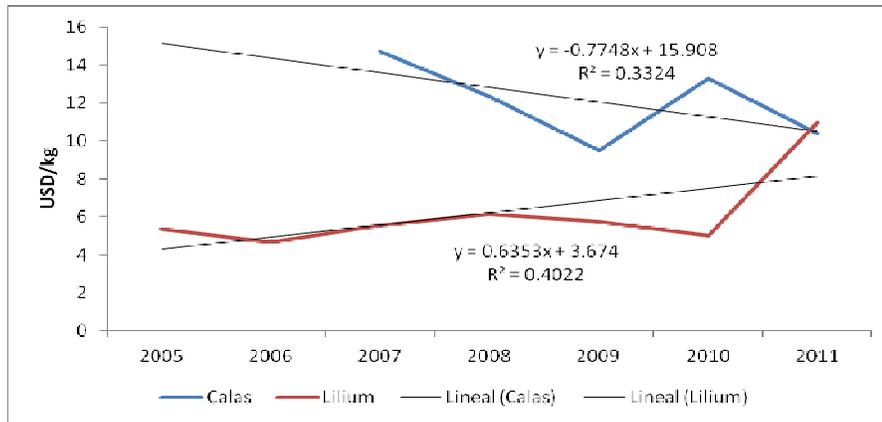


Figura 89. Precios internacionales de calas y Lilium chilenos, estimado por valor unitario de exportación, período 2005 - 2011. Fuente: ODEPA, 2012

En relación a los precios del mercado interno, los lilium presentan un comportamiento constante de largo plazo, con precios que bordean en el rango de los 4.700 y 5.200 pesos por un paquete de 10 varas. En el caso del clavel, las tasas de crecimiento en los precios dentro del mercado local son importantes, registrando un precio promedio de 18.000 pesos por un cartón de 400 varas durante el año 2011 (Ver Figura 90).

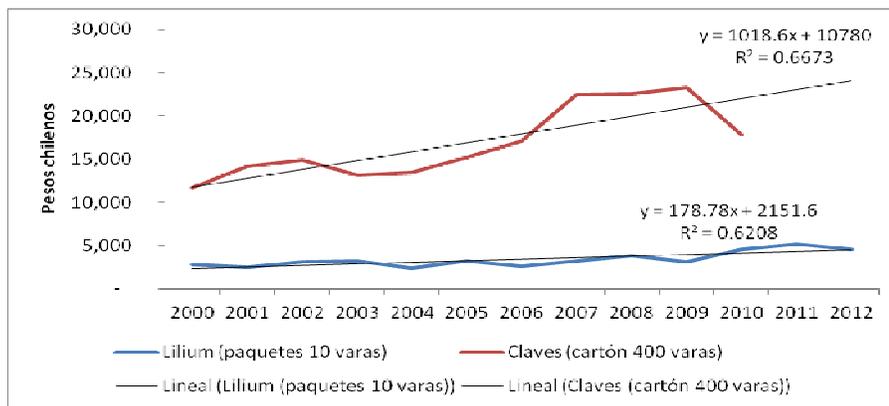


Figura 90. Precios mensuales reportados en centros mayoristas, periodo enero 2008 - octubre 2012. Fuente: ODEPA, 2012.

En cuanto a la estacionalidad en los precios (Ver Figura 91), los mejores precios se registran durante los meses de invierno, donde existe escasez de oferta local, dado que la mayoría de la producción destinada al mercado interno se realiza al aire libre, mientras que las flores bajo invernaderos son destinadas, principalmente, al negocio de la exportación.

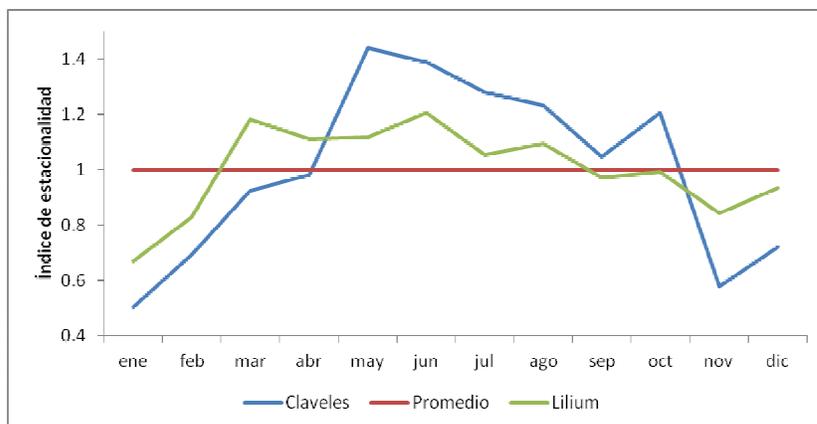


Figura 91. Índice de estacionalidad claveles y liliun en los centros mayoristas de Santiago, período 2000 - 2011.
Fuente: ODEPA, 2012.

4) Análisis estratégico de la industria de flores de corte nacional

Fortalezas de la industria de flores de corte en Chile:

- Buenas condiciones fitosanitarias del país, en especial para el desarrollo del negocio de producción y engorda de bulbos.
- Disponibilidad de climas y suelos para incrementar la base y diversidad de flores de corte.
- Posicionamiento, aunque con pequeños volúmenes, en mercados importantes como Estados Unidos, Holanda y Japón.
- Alta diversidad de especies y variedades de flores, sobre todo del grupo de las nativas como la Alstroemeria.

Debilidades de la industria de flores de corte en Chile:

- Pequeño tamaño y poder adquisitivo del mercado interno.
- Pequeñas empresas, con baja incorporación de tecnología.
- Lejanía a los principales mercados de Asia y Europa.
- Débil y poco tecnificado eslabón de distribución y cadena de frío.
- Escasez hídrica en zonas de alto potencial productivo.

Oportunidades de la industria de flores de corte en Chile:

- Aumento sostenido de los volúmenes exportados de flores de corte.
- Nuevas variedades nativas de Chile.

Amenazas de la industria de flores de corte en Chile:

- Aumento sostenido del costo de la energía y mano de obra.
- Crecimiento de la competencia extranjera, principalmente con las flores provenientes desde el Ecuador.
- Aumento en la escasez de recurso hídrico en zonas de alto potencial productivo.

5) Conclusiones del estudio de mercado de flores de corte

El mercado internacional de flores ha experimentado fuertes tasas de crecimiento, aunque durante los últimos años ha dado muestras de madurez, al estancarse su crecimiento durante los últimos 3 años.

Los principales países productores son economías que cuentan con las condiciones climáticas apropiadas, y que desarrollan su negocio dirigido al mercado local, debido a que tienen grandes mercados con alto poder adquisitivo, como Estados Unidos, o están orientados al mercado de exportación, como el caso de Colombia y Ecuador. El caso de Holanda es especial pues, pese a presentar importantes producciones de flores, sus volúmenes transados aumentan dado que es el principal centro de distribución de flores de Europa.

La industria chilena de flores de corte aun está poco desarrollada, presentando una pequeña superficie y actividad en comparación a otros rubros de mayor dinamismo. Una explicación es el pequeño tamaño del mercado interno, junto con la agresiva competencia con flores importadas, principalmente desde Ecuador. Esto último, ha causado que, pese al aumento en las exportaciones de flores, la balanza comercial de este producto se haya inclinado hacia las importaciones, las que llegaron a ser un 78% de la balanza comercial durante el año 2011.

Pese a esto, existen buenas condiciones productivas y comerciales para flores de nicho, cultivadas en zonas con ventajas climáticas que permitan su cultivo al aire libre. Dentro de las especies más atractivas está el liliun para medianas y grandes empresas, por su elevado margen de ganancia, mientras que el clavel es una excelente alternativa para pequeños productores, pues se vende bien en el mercado local y además, gracias a necesitar una gran cantidad de jornadas hombre, le permite al agricultor emplearse a él y su familia.

iv) Mercado de la lechuga

El mercado internacional de la lechuga está caracterizado por estar orientado al mercado local de cada país, exportando pequeñas proporciones hacia mercados relativamente cercanos, debido a las pobres condiciones de post-cosecha del producto y a los elevados costos de transporte. Es así como, los principales países productores son China y Estados Unidos, ambos con grandes mercados internos, mientras que los principales países importadores son Canadá y Alemania, ambos con grandes mercados internos pero sin las condiciones apropiadas para satisfacer dicha demanda.

En Chile, al igual que el mercado internacional, la producción está orientada mayoritariamente al consumo fresco en los centros de abastos de las principales ciudades, determinando que la superficie cultivada con lechuga se concentre en los cordones marginales de las ciudades de mayor tamaño.

Pese a diversas desventajas de este mercado, dentro de las cuales destaca la escasa industrialización y la ausencia del negocio de exportación, las rentabilidades de este cultivo son elevadas, pues se produce en forma intensiva en pequeñas superficies, transformándose en la hortaliza de mayor superficie dentro del país, solo superada por el choclo.

1) Demanda actual y futura de la lechuga

La demanda internacional por este producto aumenta a pequeñas tasas, concentrándose en países con una demanda interna de gran tamaño y poder adquisitivo pero que, debido a su clima y estructura productiva, no son capaces de satisfacer sus elevadas demanda por alimentos y productos perecibles, como el caso de Alemania y Canadá.

Debido a esto, sumado a los altos costos de transporte y lejanía con estos centros de consumo, las exportaciones desde Chile han sido nulas. Solo algunas empresas, como Dole, han explorado el mercado internacional de hortalizas mínimamente procesadas, que consiste en limpiar la lechuga, picarla y envasarla con atmosfera modificada, de tal forma de agregar valor al producto y disminuir sus costos de transporte al extender su vida de post-cosecha. Pero estas iniciativas aun son incipientes en Chile.

a) Demanda Internacional de la lechuga

La lechuga, pese a ser un producto difícil de transar en los mercados internacionales, fundamentalmente por los altos costos de transporte debido a su delicada postcosecha, a experimentado expansiones en cuanto a las importaciones mundiales, creciendo un 8% entre los años 2003 – 2010 (Ver Figura 92).

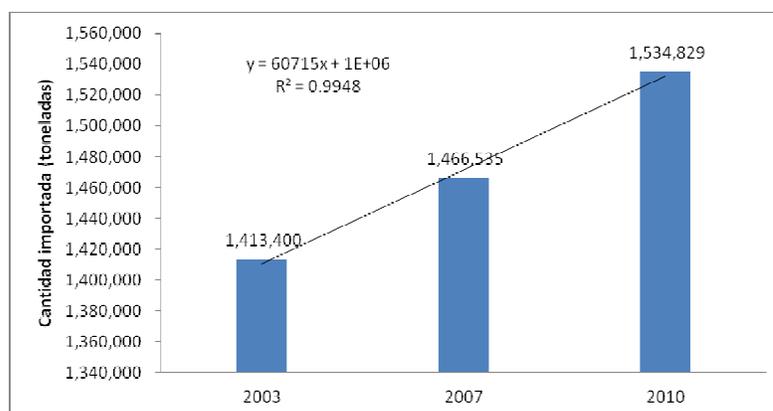


Figura 92. Importaciones mundiales de lechuga en toneladas métricas, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

La demanda internacional por esta hortaliza está impulsada, principalmente, por países que presentan una elevada demanda por alimentos perecibles pero que, debido a su estructura productiva y clima, no son capaces de satisfacer con producción propia. Así, los principales mercados internacionales, según tamaño, son Alemania y Canadá, de los cuales cada uno importa un 20% del total de importaciones a nivel mundial de la hortaliza (Ver Figura 93).

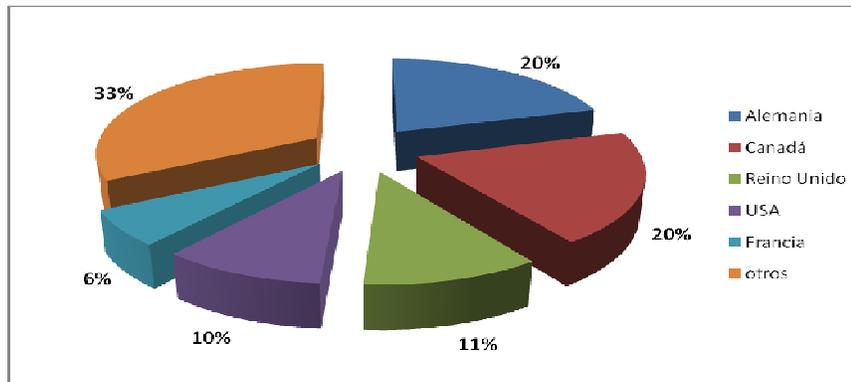


Figura 93. Principales países importadores de lechuga, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012

b) Exportaciones Chilenas de lechugas

Tal como se menciona en los párrafos anteriores, los elevados costos de transporte, y la lejanía con centros de consumo importantes como Estados Unidos, Canadá o Europa, han implicado un bajo o nulo desarrollo de la exportación de lechugas chilenas. De esta forma, Chile solo ha exportado pequeñas cantidades, las cuales nunca superan los 150 dólares a países como Anguilla, territorio del Reino Unido en América.

Pese a esto, empresas como Dole, llevan un par de años utilizando hortalizas como la lechuga, para elaborar productos mínimamente procesados y envasados a través de atmosfera modificada, lo que le ha permitido exportar a los principales mercados internacionales. Sin embargo, la industria procesadora de hortalizas en formato semi-fresco aun es incipiente en Chile.

2) Oferta actual y futura de la lechuga

La producción mundial de lechuga ha aumentado a tasas anuales promedio de 2%, principalmente impulsada por los principales productores, en orden de tamaño, China y Estados Unidos. En general, este es una industria impulsada por la demanda interna, y adicionalmente una fracción es exportada solo a mercados internacionales de corta distancia.

En Chile, la lechuga se cultiva en casi todas las Regiones, por cuanto es la segunda hortaliza de mayor superficie, después del choclo. Las mayores superficies se concentran en las Regiones del Norte-Centro del país, siendo la Región Metropolitana la que tiene mayor superficie, impulsada por la cercanía a los principales centros de abastos del país. El cultivo también es importante para la matriz hortícola de las Regiones del Norte, en especial para la Región de Coquimbo, donde alcanza el 20% de la superficie regional cultivada con hortalizas.

a) Oferta internacional de lechugas

La producción mundial de lechugas también experimenta una expansión (Ver Figura 94), equivalente a una tasa anual promedio de 2% en el período 2003 - 2010, alcanzando las 23 millones de toneladas de lechuga en el año 2010.

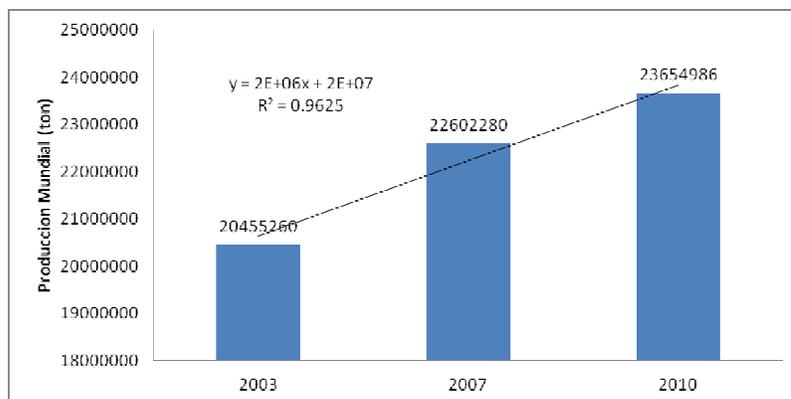


Figura 94. Producción mundial de lechuga en toneladas métricas, período 2003 - 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

El principal país productor es China, quien produce más del 50% de toda la producción mundial la cual es destinada en un 100% al consumo interno (Ver Figura 95). Gracias a sus climas, este cultivo mayoritariamente en al aire libre, mientras que países como Italia y España destaca la producción bajo polietileno.

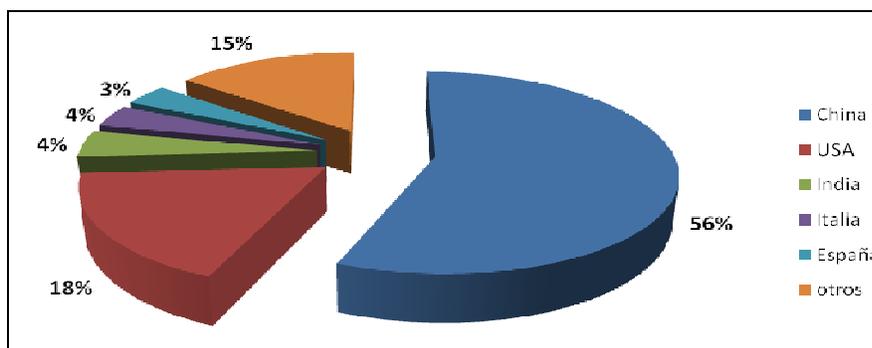


Figura 95. Países productores de lechuga, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

En relación a los países exportadores de lechuga, España, Estados Unidos e Italia, todos estos productores de gran tamaño, y con la tecnología necesaria para producir durante todo el año (Ver Figura 96). Además, Estados Unidos aprovecha su ventaja comparativa de cercanía con Canadá, gran importador de esta hortaliza, mientras que España e Italia hacen lo propio con Alemania, el Reino Unido y el resto de Europa.

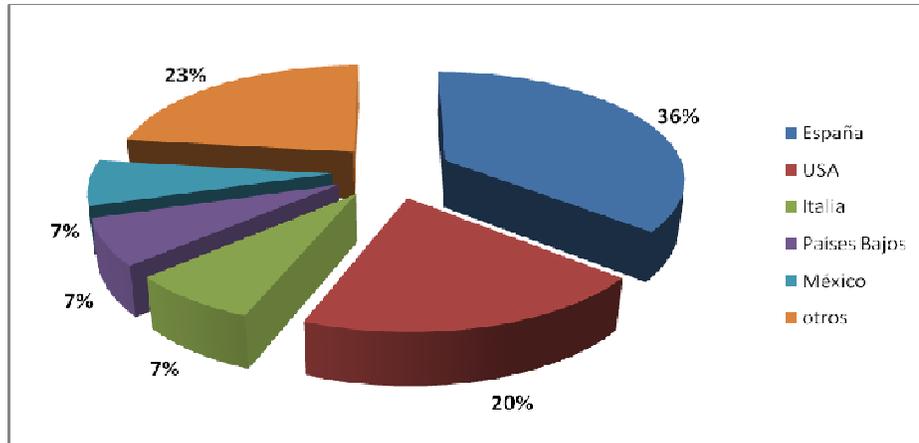


Figura 96. Países exportadores de lechuga, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

a) El cultivo de la lechuga en Chile

La lechuga es una de las hortalizas de mayor relevancia para la matriz hortícola nacional, siendo la segunda hortaliza en cuanto a la superficie destinando a esta especie, solo superada por el cultivo del choclo, el cual es de temporada y se realiza en mayores extensiones (Ver Figura 97). De esta forma, durante el 2011 se cultivaron 7,5 mil hectáreas evidenciando un crecimiento del 9% en relación al año 2007, utilizando el 9% de la superficie total cultivada con hortalizas dentro del país.

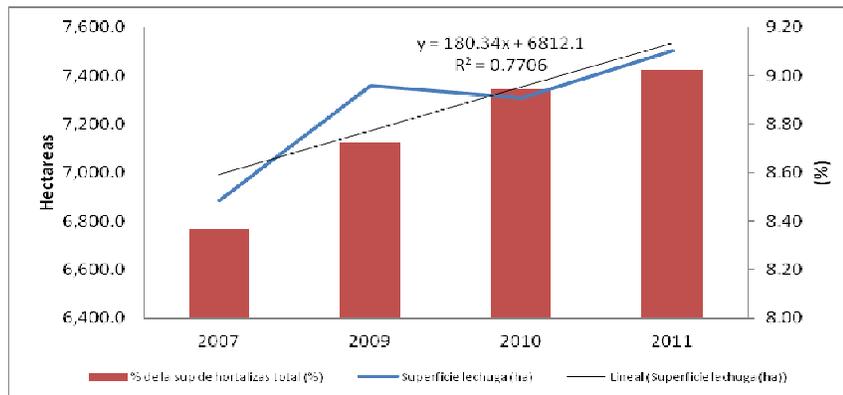


Figura 97. Superficie chilena plantada con lechuga, período 2007 - 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

El cultivo de la lechuga se extiende prácticamente a todo el país, siendo la zona Norte - Centro la que presenta las mayores superficies, dentro de las que destaca la Región Metropolitana con el 42% de la superficie de lechuga del país, la que ubica principalmente en el margen del gran Santiago, y es comercializada en los principales centros de abastos de la capital (Ver Figura 98).

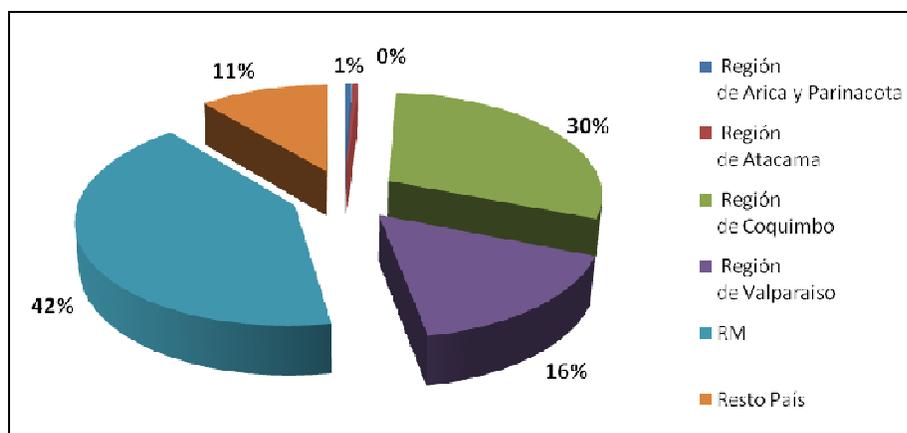


Figura 98. Distribución regional de la superficie nacional de lechugas, año 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

Pese a la importancia de la lechuga a nivel nacional, al utilizar el 9% de la superficie de hortalizas en Chile, esta participación aumenta significativamente en las Regiones de Coquimbo y Valparaíso (Ver Figura 99), alcanzando en la primera una participación del 20% de la superficie regional destinada a la producción de hortalizas.

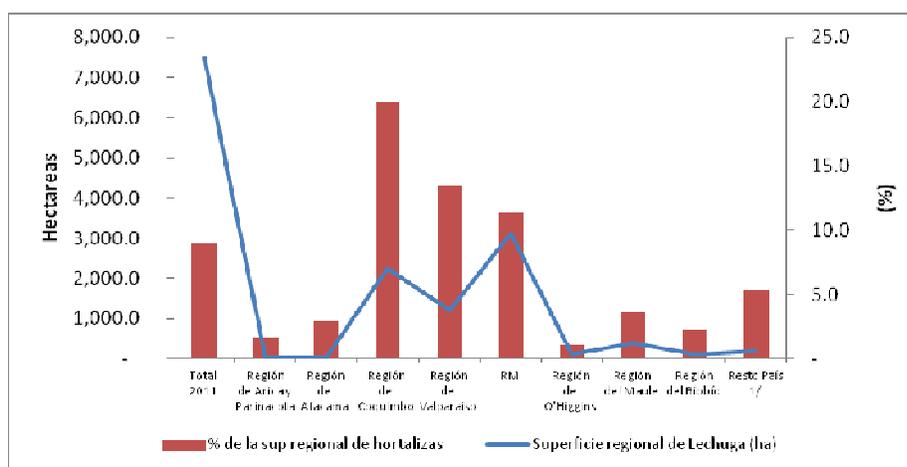


Figura 99. Superficie regional de lechuga y participación del total de la superficie regional destinada al cultivo de hortalizas. Fuente: ODEPA, 2012.

3) Estructura de precios de la lechuga

Los precios de la lechuga registrados en los centros mayoristas de Santiago muestran un moderado crecimiento de largo plazo (Ver Figura 100). Además, este producto, al ser producido mayoritariamente al aire libre, presenta una marcada estacionalidad (Ver Figura 101), registrando los mayores precios en agosto, durante invierno, en donde se alcanzan a registrar precios de hasta un 28% superior al promedio anual.

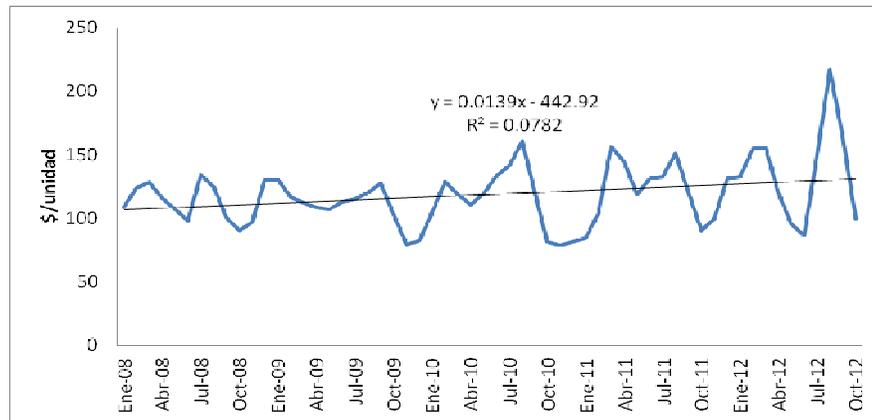


Figura 100. Precios mensuales reportados en centros mayoristas, periodo enero 2008 – octubre 2012. Fuente: ODEPA, 2012.

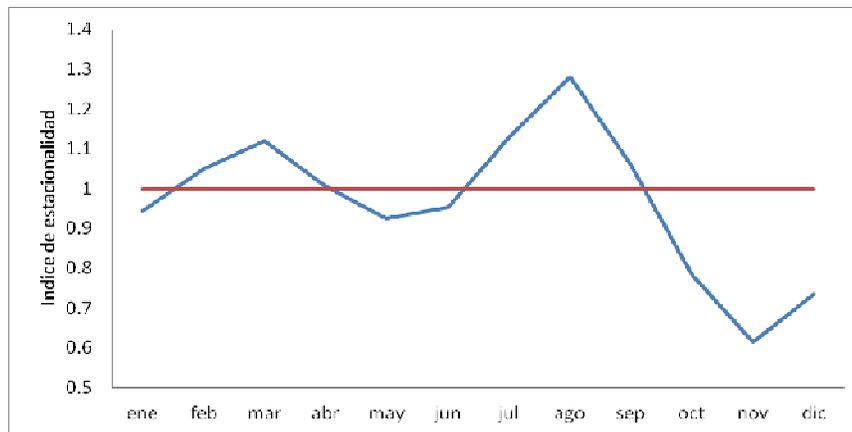


Figura 101. Índice de estacionalidad del precio de la lechuga en los centros mayoristas de Santiago, período 2008 – 2012. Fuente: ODEPA, 2012.

4) Análisis estratégico de la industria de la lechuga nacional

Fortalezas de la industria de la lechuga en Chile:

- a. Amplias extensiones de suelos de calidad con climas frescos y húmedos, libres de heladas, apto para el cultivo de alta producción.
- b. Posicionamiento de Chile como productor de hortalizas de calidad libre de plagas y enfermedades.

Debilidades de la industria de la lechuga en Chile:

- j. Baja tecnificación de labores intensivas en mano de obra.
- k. Industria altamente atomizada (pequeños y medianos agricultores) lo que dificulta el desarrollo e innovación en tecnologías de producción de grandes escalas.
- l. Débil eslabón de industrialización del producto.
- m. Pequeño tamaño y poder adquisitivo del mercado interno.
- n. Lejanía a los principales mercados de Europa.
- o. Escasez hídrica en zonas de alto potencial productivo.

Oportunidades de la industria de la lechuga en Chile:

- d. Industrialización y elaboración de lechuga mínimamente procesada, orientada a satisfacer a consumidores de países de alto poder adquisitivo.

Amenazas de la industria de la lechuga en Chile:

- f. Aumento sostenido del costo de la energía y mano de obra.
- g. Aumento en la escasez de recurso hídrico en zonas de alto potencial productivo.
- h. Estancamiento del consumo nacional.

5) Conclusiones del estudio de mercado de la lechuga

La producción y comercialización de la lechuga, a nivel mundial, experimenta moderadas expansiones, concentrando las mayores producción en país con un importante tamaño de su demanda interna y cercanía con otros países de igual magnitud pero sin las condiciones para producir el volumen suficiente para satisfacer su demanda interna. En este contexto, China y Estados Unidos son los principales productores, mientras que Alemania y Canadá son los principales importadores de esta hortaliza.

En Chile, pese a que esta hortaliza es cultivada en la mayoría de las Regiones del país, la exportación de lechuga fresca es nula, principalmente por elevados costos de transporte y la lejanía con países con demandas internas importantes. Pese a esto, algunas empresas han explorado con relativo éxito el negocio de la lechuga mínimamente procesada, la cual consiste en lavar, picar y envasar con atmosfera modificada la lechuga, con el objetivo de incorporar valor al producto y reducir los costos de transporte a través de prolongar la vida de post-cosecha del producto.

Debido a lo anterior, es que el negocio principalmente se orienta a la producción de pequeñas superficies cercanas a centros de consumo, por cuanto la mayor cantidad de la lechuga del país es producida en cordones ubicados en los márgenes de las principales ciudades de la Región Metropolitana, Valparaíso y Coquimbo.

Finalmente, pese a tener suficiente superficie disponible con un clima apto para la producción con buenos rendimientos, la industria ve restringido su desarrollo principalmente por el nula acceso al mercado de exportación, y el pequeño tamaño de la demanda interna, por cuanto la superación de éstas, entre otras brechas de importancia secundarias, son urgentes para la promoción del crecimiento de esta industria.

v) Mercado de la papa

La demanda de papa a nivel internacional, liderada por países ubicados en Europa, está en expansión, impulsada básicamente por el aumento de la población y su poder adquisitivo, debido a que la papa es una de las bases de la dieta del ser humano. Adicional a esto, la producción mundial, concentrada en países que poseen grandes tamaño del mercado interno, como China e India, se ha mantenido constante.

En Chile, la papa se desarrolla en casi todas las Regiones, de las cuales se puede clasificar en dos. La primera, equivalente a menos del 20% de la superficie de papa, se desarrolla en la zona Norte –

Centro del país, con su epicentro de la ciudad de la Serena Región de Coquimbo, donde se cosecha la papa temprana en los meses de invierno y primavera, obteniendo los mejores precios del año en los centros mayoristas de Santiago.

El segundo grupo, equivalente el 80% de la superficie, es cultivada en la zona Sur del país, esencialmente en las localidades costeras de la Región de la Araucanía, la que abastece al país en los meses de verano y otoño, donde la sobre oferta genera fuertes caídas en los precios.

Adicional al negocio de la producción y comercialización de la papa fresca, en Chile el desarrollo de agroindustrias es cada vez mayor, destacando la industria del pelado, picado, congelado y deshidratado de la papa. Finalmente, gracias a las excelentes condiciones fitosanitarias del país, en especial de la zona Norte del país, es promisorio el desarrollo del negocio de la producción de semillas de papas, la que puede ser exportada en contra-estación a mercados importantes del hemisferio norte, como Estados Unidos.

1) Demanda actual y futura de la papa

La demanda internacional por este producto aumenta, impulsado principalmente por el aumento de la población y su poder adquisitivo, dado que este es uno de los alimentos base de cualquier dieta, en especial la practicada en Europa. Es así como los principales países importadores de este producto son europeos, entre los que destaca Bélgica, Netherlands y España.

En Chile, el mercado de este producto en su formato fresco, está compuesto por el mercado de exportación, consumo fresco local y agroindustria, en donde las estadísticas oficiales solo están disponibles para los primeros dos destinos. En cuanto a las exportaciones, éstas se mantienen constantes, siendo las exportaciones de papa para siembra de mayor tamaño que las papas para consumo. En relación al mercado interno, se observa una disminución constante de los volúmenes transados en los centros mayoristas de Santiago, situación explicada principalmente por el aumento de la oferta de papas en formatos industrializados. Una segunda característica de este mercado es la marcada estacionalidad, la cual implica que el mercado aumenta la oferta durante los meses de verano y otoño con papa proveniente del sur, mientras que los volúmenes disminuyen en invierno y primavera en donde la demanda solo alcanza a ser parcialmente satisfecha por la papa temprana del Norte del país, principalmente de la Región de Coquimbo.

a) Demanda Internacional de la papa

La papa es uno de los alimentos básicos para la dieta humana, siendo ampliamente utilizada en la gastronomía de la gran mayoría de países. De acuerdo a esto, la demanda por papas presenta aumentos constantes, con una tasa de crecimiento de 42% durante el período 2003 - 2010 (Ver Figura 102).

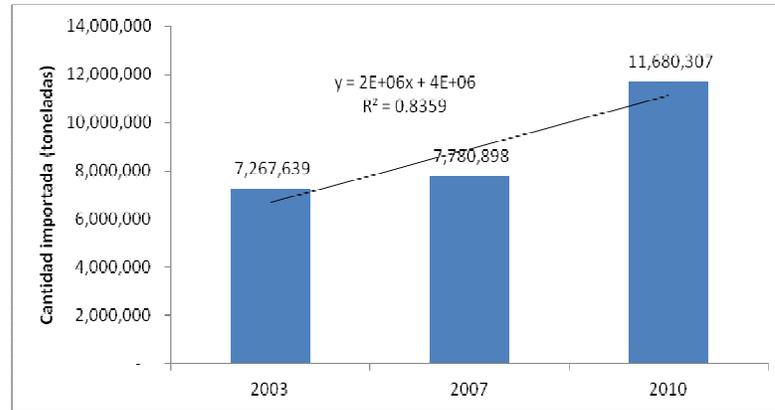


Figura 102. Importaciones mundiales de papa en toneladas métricas, período 2003 - 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

Los países que más demandan este producto, a través de la importación de papas frescas, están ubicados en Europa (Ver Figura 103), la que tiene amplia tradición de producción y consumo de este producto. Sin embargo, las extensiones de tierra, y fuertes presiones de plagas, y la necesidad de climas cálidos, suaves y libres de heladas, han restringido su producción, siendo desplazada por frutales u otras opciones de mejores rentabilidades.

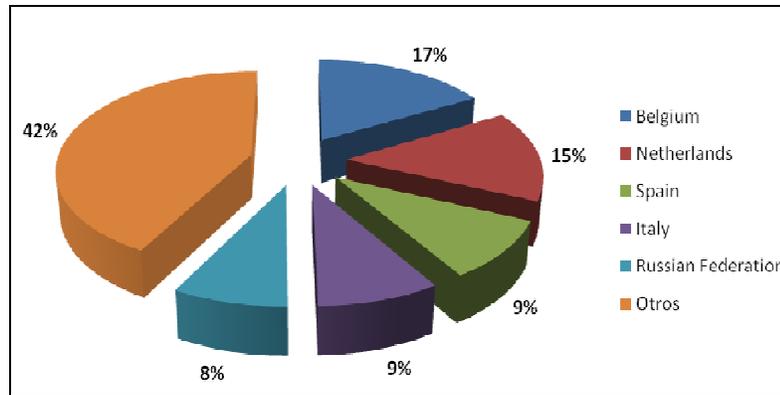


Figura 103. Principales países importadores de papa, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012

b) *Exportaciones Chilenas de papas*

Las exportaciones de papa chilena se dividen en varios tipos, en donde las papas frescas o refrigeradas son un grupo importante (Ver Figura 104). Dentro de este grupo, es posible diferenciar las papas exportadas para consumo, y las papas exportadas para siembra. La evolución de ambos negocios ha permanecido constante, aunque desde el año 2002 se revierte la dominancia de las papas para consumo, pasando a un primer lugar, de acuerdo al monto exportado, las papas para siembra.

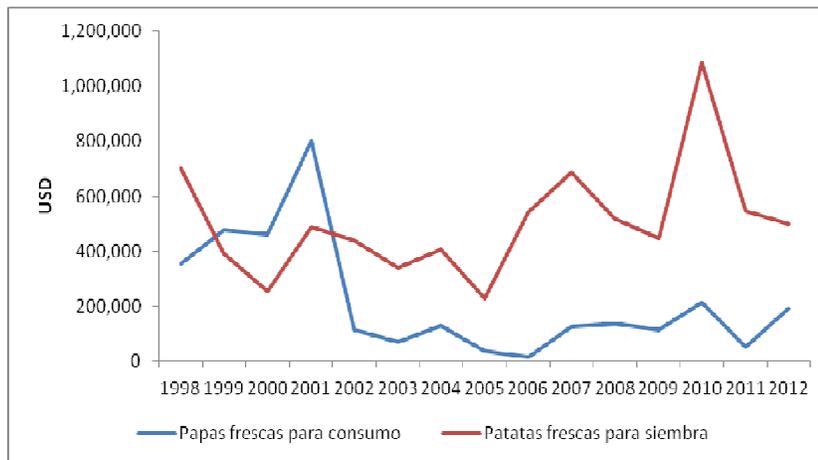


Figura 104. Exportación chilenas de papa en dólares americanos, período 2008 - 2011. Fuente: PROCHILE, 2012.

La estacionalidad de las exportaciones de papas frescas o refrigeradas es bastante pronunciada (Ver Figura 105), concentrándose en los meses de invierno, donde puede llegar a ser tres veces el promedio de un año normal, meses que coinciden con la papa cultivada en la zona Norte - Centro del país.

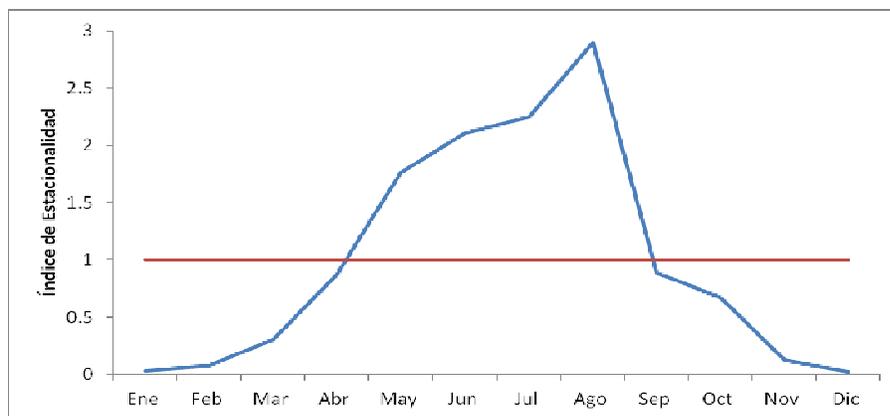


Figura 105. Estacionalidad de las exportaciones chilenas de papa, período 2008 - 2011. Fuente: PROCHILE, 2012

Una característica distintiva de este mercado es lo poco diversificado de los destinos de las exportaciones, registrando solo tres mercados, de donde Brasil representa el 60% de total exportado (Ver Figura 106).

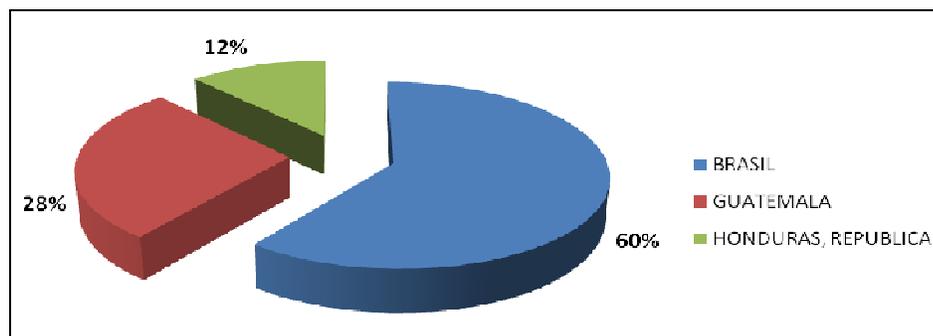


Figura 106. Destinos de las exportaciones chilenas de papa, año 2011. Fuente: PROCHILE, 2012.

c) Mercado interno de la papa

Contrario a la expansión del mercado internacional, se aprecia una sostenida disminución de los volúmenes transados en el mercado mayorista de Santiago, explicado en parte por una mayor diversidad de alimentos, y un incremento de la participación de papa procesada y congelada dentro de la dieta. Es así como, durante el período 2000 - 2012, los volúmenes de papa han caído cerca de 10% anual promedio, llegando a transar un poco más de 90 mil toneladas (Ver Figura 107).

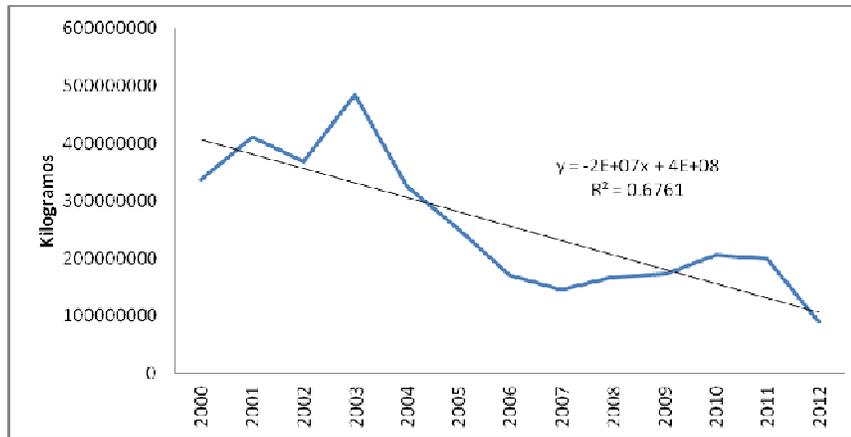


Figura 107. Volúmenes de papa arribados a los centros de consumo mayoristas de Santiago, período 2000 – 2011.
Fuente: ODEPA, 2012.

Una segunda característica importante de este rubro es la estacionalidad en la oferta (Ver Figura 108), la cual, implica que durante los meses de verano y otoño aumentan los volúmenes de papa provenientes desde el Centro – Sur del país, mientras que disminuyen en invierno – primavera, momento en que el mercado es abastecido mayoritariamente por la papa temprana de la zona Norte, específicamente desde la Región de Coquimbo.

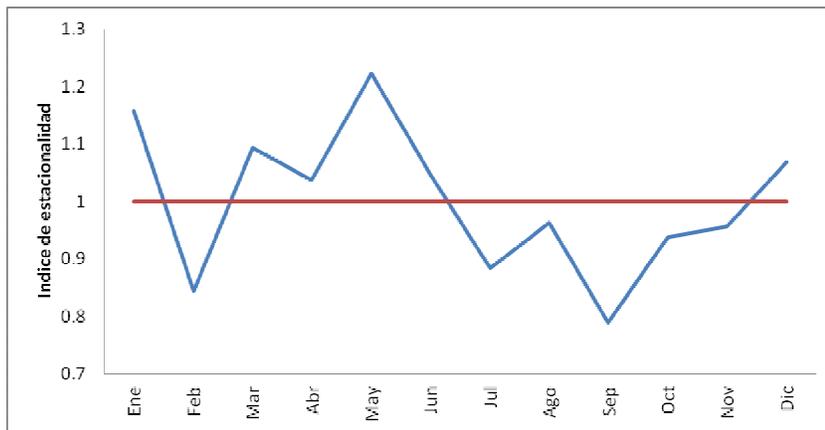


Figura 108. Estacionalidad de los montos transados de papa en los mercados mayoristas de Santiago, período 2000 – 2011. Fuente: ODEPA, 2012

2) Oferta actual y futura de la papa

La producción mundial de papa se ha mantenido constante durante la última década, fluctuando en torno a las 250 millones de toneladas. Los principales productores está caracterizados por poseer grandes superficies de suelo y grandes tamaños de demanda interna, debido a que la papa es un producto básico de la dieta del ser humano. Es así como China se posiciona a distancia del resto, como el principal productor de papa, llegando el año 2010 a producir el 30 del total de la producción mundial.

En Chile, la papa es cultivada en la mayoría de las regiones de Chile, gracias a que se dispone de una gran variedad de este cultivo, desde la papa temprana que es cosechada en invierno y primavera y

que debe ser cultivada en climas suaves libres de heladas del Norte, hasta la papa cosecha que es cosechada en los meses de otoño en la VIII y IX Región.

Pese a la disponibilidad de fechas de cosecha, la mayor superficie de este cultivo está concentrada en la zona Sur del país, la que alcanza al 83% de la superficie nacional, de tal forma que durante los meses de invierno y primavera, existe una escasez relativa de este producto dentro del mercado local, generando que estos mayores precios sean aprovechados por la papa del norte.

a) Oferta internacional de papas

La producción mundial de se ha mantenido constante durante la última década, presentando algunos peak importantes de sobre producción. En promedio, la producción se mantiene en torno a las 250 millones de toneladas (Ver Figura 109), producción levemente menor a la registrada durante el año 2003.

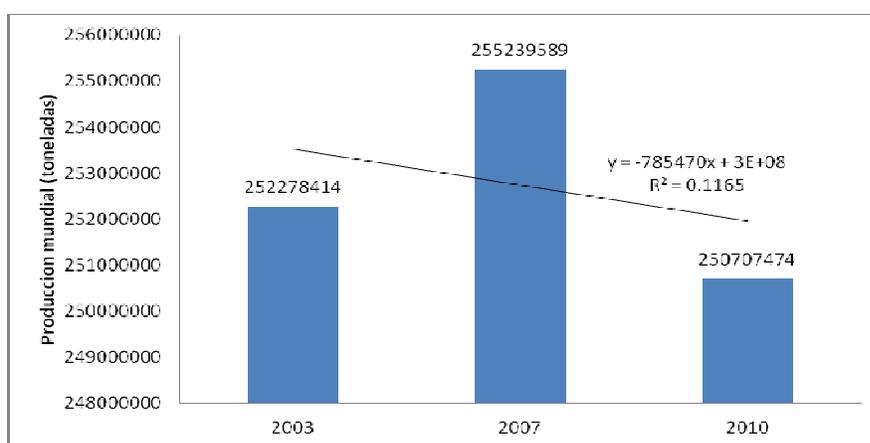


Figura 109. Producción mundial de papa en toneladas métricas, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

La producción está dominada por países de gran tamaño y con una gran demanda interna, como China (produciendo un 30% del total de la papa producida en el mundo), India y Estados Unidos (Ver Figura 110), los que además producen la papa como base fundamental de su dieta.

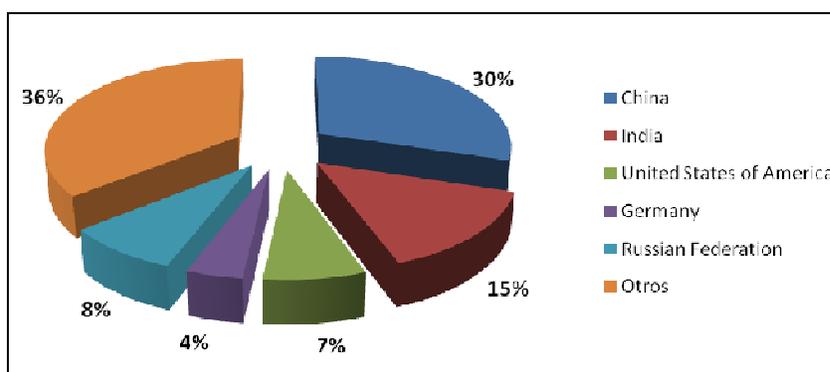


Figura 110. Países productores de papa, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

Los países exportadores de papa tienen mayoritariamente su origen en Europa (Ver Figura 111). Además, estas industrias no necesariamente son grandes en volúmenes, pero cultivan y exportan un

producto con valor agregado en el empaque principalmente. El más importante es Francia, acumulando el 23% de las exportaciones mundiales, seguido por los países bajos y Alemania, con un 18% y 15% respectivamente.

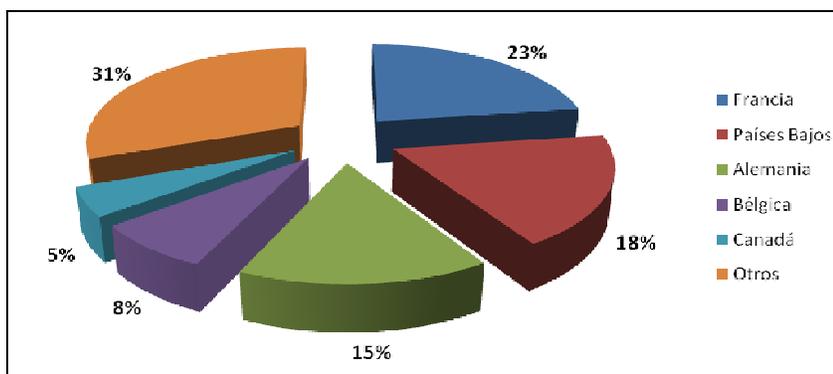


Figura 111. Países exportadores de papa, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

a) El cultivo de la papa en Chile

La superficie de la papa en Chile se ha mantenido constante en torno a las 50 mil hectáreas, sin embargo, la importancia relativa de la papa dentro de la superficie total destinada a cultivos anuales varía año a año, de acuerdo a la expectativas de precios de cada temporada. Pese a esta variabilidad, la importancia de la papa fluctúa entre el 6% y 8% del total de la superficie cultivada con especies de ciclo anual (Ver Figura 112).

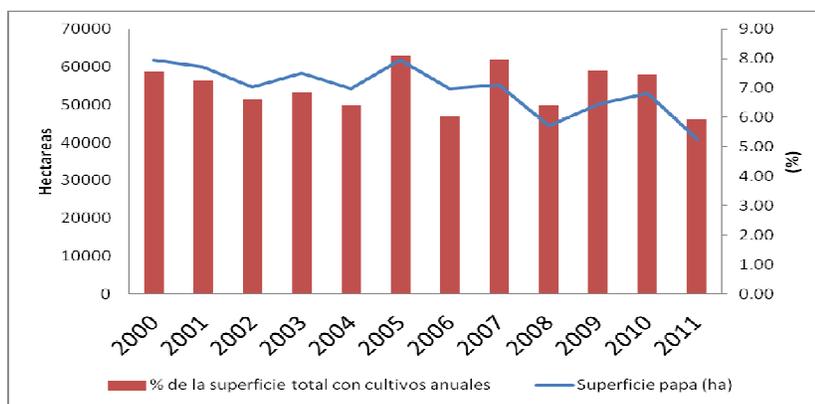


Figura 112. Superficie chilena plantada con papa, período 2000 - 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

La papa se produce mayoritariamente en el Sur del país, principalmente en el borde costero de la Región de la Araucanía. Sin embargo, existe una pequeña proporción de la papa que se cultiva en las Regiones del Centro - Norte del país, también en localidades costeras, en donde la mayor superficie se concentra en la Serena, Región de Coquimbo (Ver Figura 113). La papa cultivada en estas zonas es denominada papa temprana, la cual presenta la cosecha en los meses de invierno y primavera, cuando la papa del sur solo está disponible de guarda de la temporada anterior.

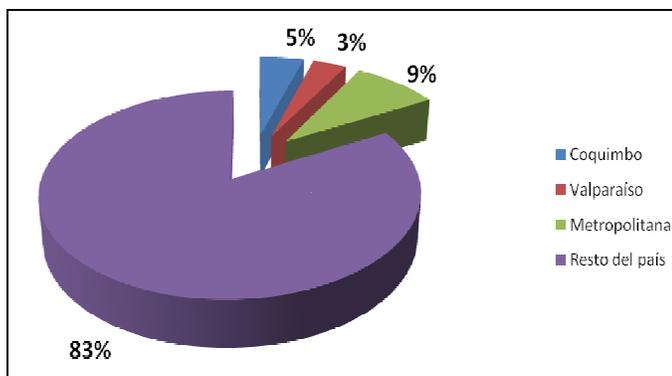


Figura 113. Porcentaje de superficie plantada con papa por Región como proporción de la superficie de de cultivos anuales nacional, año 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

3) Estructura de precios de la papa

Los precios internacionales de la papa presentan una tendencia alza, alcanzando en el caso de Chile los 450 dólares por toneladas durante el año 2008, el mayor precio histórico registrado. En el caso de los precios del mercado interno, no existe alguna tendencia de los precios, manteniéndose constantes en el largo plazo en rango de los 300 y 400 pesos por kilo (Ver Figura 114 y Figura 115).

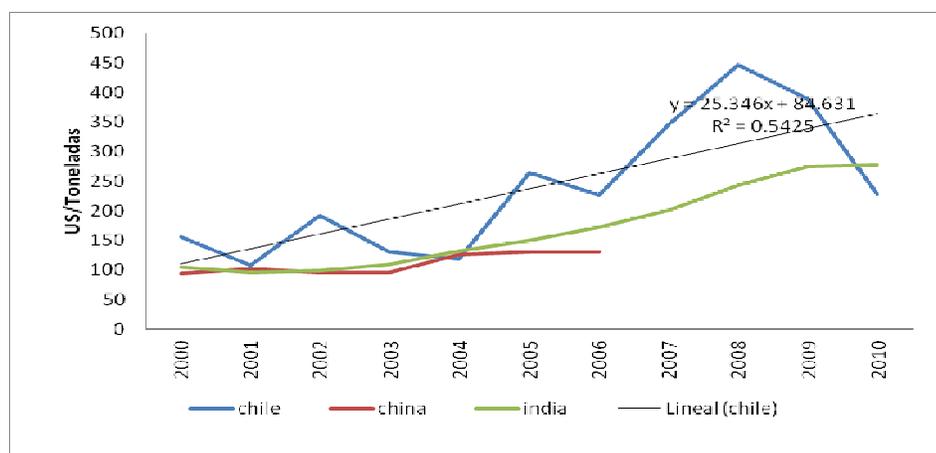


Figura 114. Evolución del valor unitario de exportación nominado en dólares americanos por tonelada, período 2000 - 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

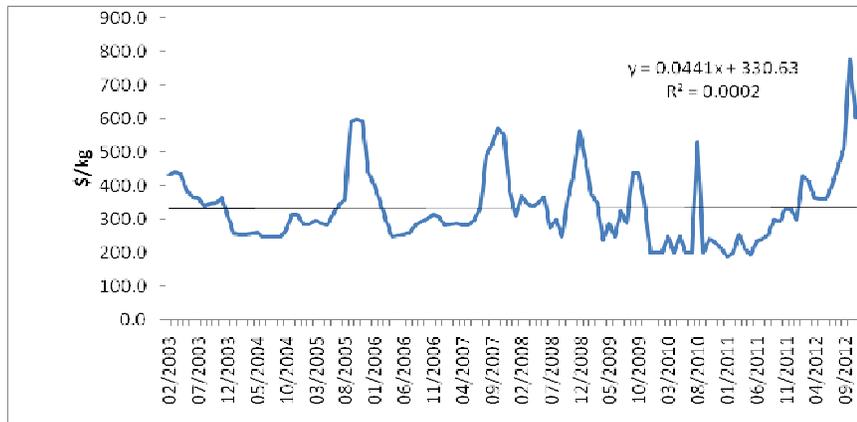


Figura 115. Precios mensuales reportados en centros mayoristas, periodo febrero 2003 – agosto 2012. Fuente: ODEPA, 2012.

En relación a la estacionalidad de los precios esta es marcada pues, al igual que los volúmenes transados, y debido a que este es un producto perecible, los mejores precios se registran en los meses de invierno y primavera, en donde la oferta de papas disminuyen debido a que las zonas del Sur del país no es posible cosechar en aquellas fechas, satisfaciendo al mercado solo con papa temprana del Norte del país cultivada en la Serena Región de Coquimbo (Ver Figura 116).

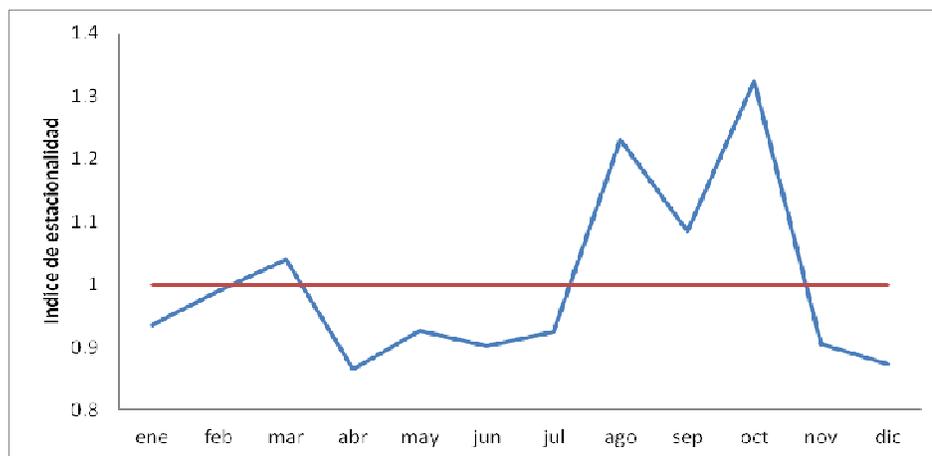


Figura 116. Estacionalidad de precios en centros mayoristas de Santiago, período 2008 – 2012. Fuente: ODEPA, 2012

4) Análisis estratégico de la industria de la papa nacional

Fortalezas de la industria de la papa en Chile:

- Amplias extensiones de suelos de calidad con climas frescos y húmedos, libres de heladas, apto para el cultivo de alta producción.
- Posicionamiento de Chile como productor de papas de calidad libre de plagas y enfermedades, en especial la zona Norte del país, lo que potencia el negocio de la papa para semilla.
- Amplia diversidad de material genético certificado.

Debilidades de la industria de la papa en Chile:

- a. Industria cíclica en precios y superficies sembradas.
- b. Mercado informal de venta de papas y compra de semillas certificadas.
- c. Pequeño y poco diversificado mercado internacional.
- d. Pequeño tamaño y poder adquisitivo del mercado interno.
- e. Lejanía a los principales mercados de Europa.
- f. Escasez hídrica en zonas de alto potencial productivo.

Oportunidades de la industria de la papa en Chile:

- e. Alza de las industrias de procesamiento y congelado de papa para productos tales como papas congeladas, puré y snack
- f. Cercanía geográfica y cultural con importantes centros de consumo como Brasil.

Amenazas de la industria de la papa en Chile:

- i. Aumento sostenido del costo de la energía y mano de obra.
- j. Aumento en la escasez de recurso hídrico en zonas de alto potencial productivo.
- k. Estancamiento del consumo nacional.

5) Conclusiones del estudio de mercado de la papa

A nivel mundial, los volúmenes de papa importados aumentan aunque a tasas moderadas, impulsado por el aumento en la población y su poder adquisitivo, en especial Europa, quien es el principal importador de este cultivo. En relación a la producción mundial, ésta se mantiene constante, en donde los principales países productores se caracterizan por tener grandes extensiones de superficies y demandas internas de gran tamaño, como son el caso de China e India.

En Chile, la papa se cultiva desde el Norte del país, esencialmente en zonas costeras cálidas y libres de riesgos de heladas, la cual es cosechada en invierno y primavera, meses en que alcanzan los mejores precios en los mercados mayoristas de Santiago. Sin embargo, este negocio representa menos del 20% de la superficie nacional. El restante 80% es cultivado en el Sur del país, principalmente en la Región de la Araucanía. Su cosecha se realiza en los meses de verano y otoño en donde se registran los menores precios debido al exceso de oferta.

Las perspectivas de desarrollo de la industria de la papa son promisorias, sobre todo para la papa temprana cultivada en el Norte. Esto se justifica gracias a las buenas oportunidades de desarrollo del mercado internacional, en especial en centros de consumo importantes como Brasil y Colombia, y el desarrollo de la agroindustria asociada, productora de productos derivados de la papa. Además, la sólida imagen fitosanitaria de Chile, lo transforman en un promisorio productor de tubérculos para semilla, más aun para proveer en contra estación para Estados Unidos y otros países del hemisferio norte.

vi) Mercado del tomate para consumo fresco

La industria internacional del tomate fresco está en expansión, impulsada principalmente por un incremento en la demanda por este producto. En relación a esto, los mercados internacionales más

importante, medido de acuerdo a su tamaño, son Estados Unidos, Alemania y Rusia, mientras que los países productores de mayor tamaño son China, Estados Unidos e India.

En Chile, la industria puede ser descrita como una industria de pequeño tamaño, orientada fundamentalmente a abastecer el mercado nacional. Durante los meses de verano, el mercado es satisfecho con tomate cultivado en las Regiones del Centro Sur del país, en donde se producen las mayores superficies. Durante los meses de invierno y primavera, donde existen escasez de tomate fresco, la oferta de tomate fresco nortino es muy importante, pues alcanza altas rentabilidades.

Pese a que la superficie y volumen de tomate fresco a decaído, el precio ha aumentado en forma sostenida, lo que fundamenta un incremento en las rentabilidades del negocio. Sin embargo, el escaso (o casi nulo) desarrollo de la industria exportadora de tomate fresco, junto con la disminución en los volúmenes transados y el incremento en los costos de la mano de obra y energía, ponen en riesgo el desarrollo de mediano plazo de la industria.

1) *Demanda actual y futura de tomate*

El comportamiento de la demanda por tomate fresco se contrapone entre una demanda internacional en expansión, y una demanda interna en contracción. Así, es el mercado internacional, los volúmenes importados alcanzan las 7 millones de toneladas, experimentando tasas de crecimiento de 8% anual promedio durante el periodo 2003 - 2010. Los principales mercados internacionales son Estados Unidos, Alemania y Rusia, importando el 25%, 18% y 10% del total de tomate fresco transado en el mercado internacional.

La demanda interna del tomate fresco, al contrario de la realidad internacional, sufre importantes disminuciones en cuanto a sus volúmenes transados, alcanzando las 86 mil toneladas en el año 2011. Pese a esto, la estacionalidad de los precios, y el constante aumento del precio de este producto, han abierto oportunidades para los productores de la zona norte del país quienes, gracias al clima privilegiado, pueden cosechar tomate durante todo el año, concentrando su producción durante los meses de marzo a noviembre, en donde se alcanzan los mejores precios de la zona central del país.

a) Demanda Internacional de tomate

Este producto ha experimentado fuertes incrementos en cuanto a su comercialización mundial, pasando desde las 370 mil toneladas importadas por algún mercado internacional en el año 2003, a las 680 mil toneladas en 2010, aumentado un 40% (Ver Figura 117).

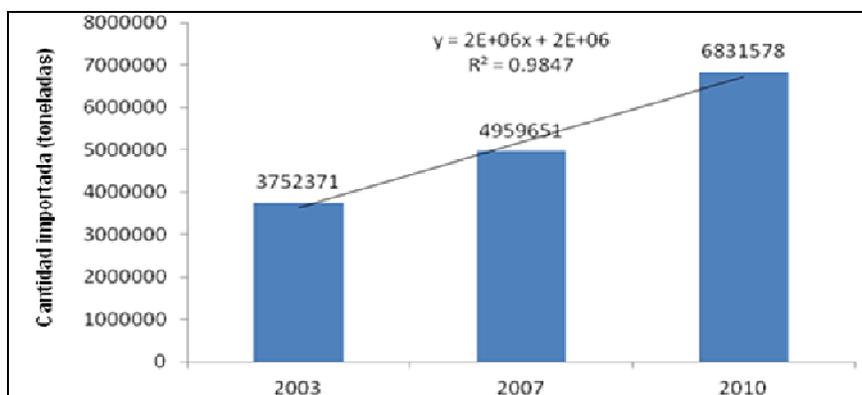


Figura 117. Importaciones mundiales de tomate fresco en toneladas métricas, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

Dentro de los países con mayor importancia en cuanto a las importaciones de tomate fresco, destaca Estados Unidos como líder mundial con un 25%, seguido por Alemania con un 18%, y Federación Rusa con un 10% (Ver Figura 118).

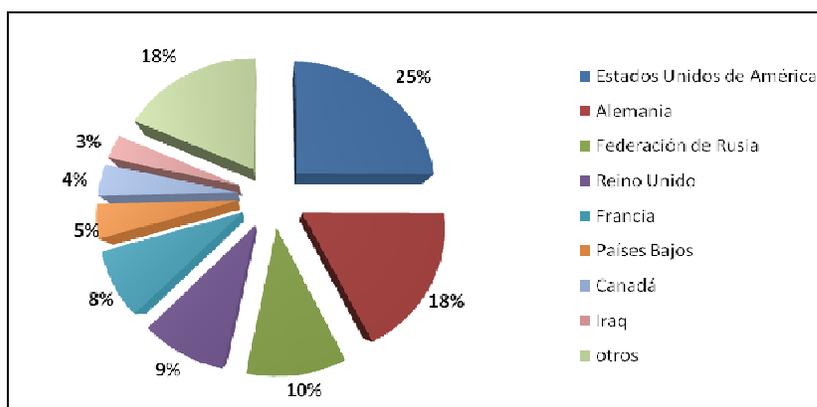


Figura 118. Principales países importadores de tomate fresco, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012

b) Exportaciones chilenas de Tomate para consumo fresco

Las exportaciones de tomate fresco chileno ha experimentado una fuerte disminución durante el año 2011, pasando de exportar 600 mil dólares en el año 2010, ha exportar solo 25 mil dólares el 2011 (Ver Figura 119). Las explicaciones de este fenómeno son variadas. Primero, las fuertes presiones de la demanda interna, determinaron que los exportadores de este producto terminaran por no exportar. Una segunda explicación es la caída de los elevados volúmenes demandados por Argentina y Uruguay, principalmente por los problemas registrados en las aduanas argentinas. Finalmente, cabe mencionar que esta industria no posee mercados internacionales estables, sino más bien, responde a exportaciones surgidas por oportunidades comerciales puntuales.

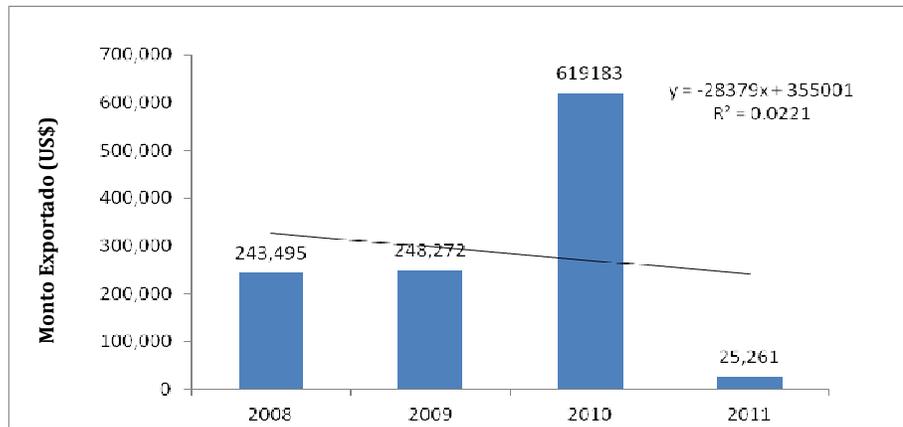


Figura 119. Exportación chilenas de tomate fresco en dólares americanos, período 2008 - 2012. Fuente: PROCHILE, 2012.

En relación a la dinámica de las exportaciones, al ser éste un producto estacional, las mayores exportaciones se concentran durante los meses de verano desde enero hasta abril, fecha que coincide con las cosechas de las zonas centrales, mientras que las producción de la zona norte se concentran mayoritariamente durante el resto del año, cuando el tomate de la zona central escasea (Ver Figura 120). Es importante señalar, que aun pudiendo cultivar tomate durante los meses de verano en localidades costeras del norte, el bajo precio del producto en la zona central, y la alta incidencia de plagas (en especial áfidos), disminuye los márgenes de tal forma, que hace económicamente inviable este cultivo.

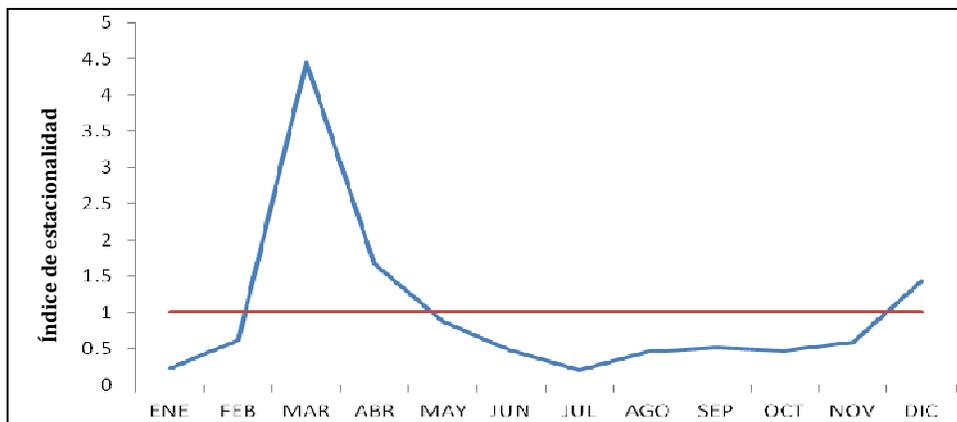


Figura 120. Estacionalidad de las exportaciones chilenas de tomate fresco, período 2008 - 2012. Fuente: PROCHILE, 2012

El principal destino del tomate chileno es Argentina (Ver Figura 109), demandando el 69% del total exportado por Chile. Le siguen en importancia Uruguay con un 26%, y el Reino Unido. Otra característica distintiva de esta industria, es la alta variabilidad en relación a los mercados de destino, determinando entonces que el tomate fresco y refrigerado no posea mercados internacionales tradicionales, sino más bien, responde a oportunidades comerciales esporádicas.

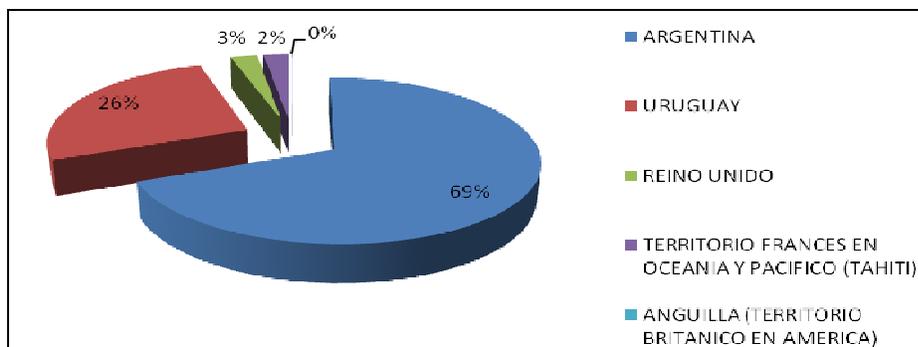


Figura 121. Destinos de las exportaciones chilenas de tomate fresco, año 2010. Fuente: PROCHILE, 2012.

c) Mercado interno del Tomate

El mercado interno también presenta una disminución en los volúmenes de tomate transados, pasando desde las 200 mil toneladas transados durante el año 2003, hasta las 86 mil toneladas comercializadas durante el año 2011 (Ver Figura 122), lo que equivale a una tasa de disminución de 11% anual promedio durante el período. Pese a esta fuerte disminución en los volúmenes, cabe mencionar que, aun cuando se presentan disminuciones consecutivas, desde el año 2006 los volúmenes tienden a estabilizarse.

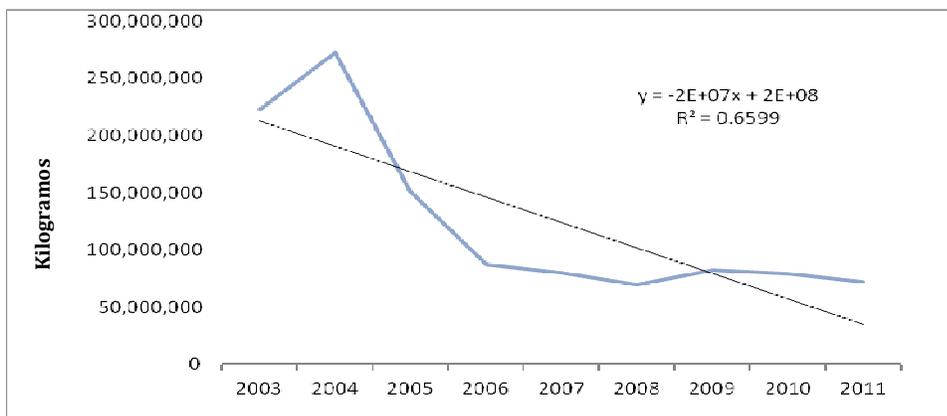


Figura 122. Volúmenes de tomate fresco arribados a los centros de consumo mayoristas de Santiago, período 2003 - 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

Una segunda característica importante de este rubro es la estacionalidad en la oferta, la cual es clave para el desarrollo de este cultivo en el norte del país (Ver Figura 111). De esta forma, durante los meses de verano, aumenta la oferta de este producto dentro del mercado interno, coincidiendo con la cosecha de las mayores superficies ubicadas en la zona central. Entre Marzo y Noviembre, cuando las restricciones climáticas prohíben la producción del tomate al aire libre en la zona central, disminuye la oferta interna incrementando en forma importante los precios (más adelante se discute la estacionalidad de los precios del producto), abriendo una ventana para el negocio del cultivo del tomate en la zona norte, en donde el clima, permite producirlo al aire libre o bajo mallas anti-áfidos.

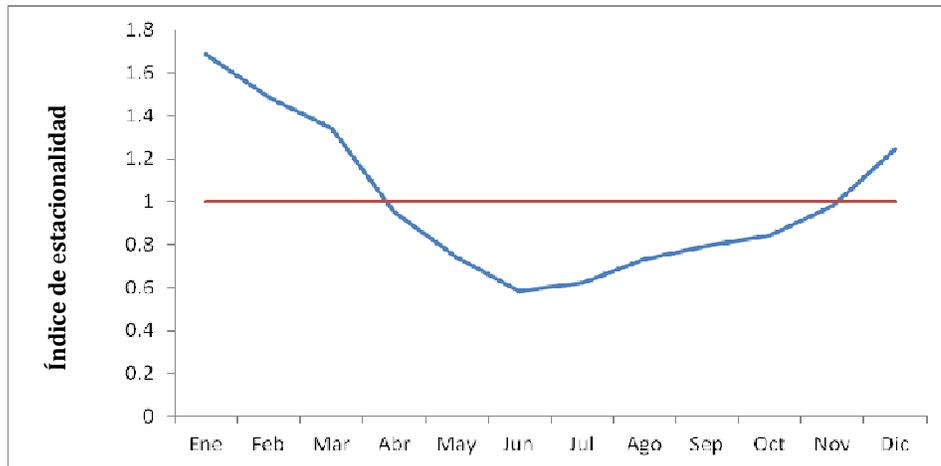


Figura 123. Estacionalidad de los montos transados de tomate fresco en los mercados mayoristas de Santiago, período 2003 - 2011. Fuente: ODEPA, 2012

2) Oferta actual y futura del tomate

La oferta mundial de tomate fresco presenta un aumento importante en cuanto a la cantidad producida, sobrepasando las 150 millones de toneladas. Los principales países productores se caracterizan por tener grandes mercados internos, como lo son China, Estados Unidos e India.

En Chile, la superficie cultivada con tomate utiliza el 6% de la superficie destinada al cultivo de hortalizas, cifra que a disminuido durante los últimos años. Además, esta especie se cultiva en las Regiones del Centro Sur del país, siendo la Región del Maule la de mayor importancia en cuanto a superficie. Pese a esto, la Región de Arica y Parinacota, además de otras zonas del Norte del país, utilizan su ventaja climática para producir en momentos en que las regiones del sur no pueden abastecer el mercado, alcanzando altos precios en el mercado interno.

a) *Oferta internacional del tomate*

En el mercado internacional, y en línea con las importaciones analizadas en el capítulo anterior, el tomate ha experimentado incrementos en la producción, superando las 150 millones de toneladas en el año 2010, presentando una tasa de crecimiento de 4,95% anual promedio durante los últimos 7 años (Ver Figura 124).

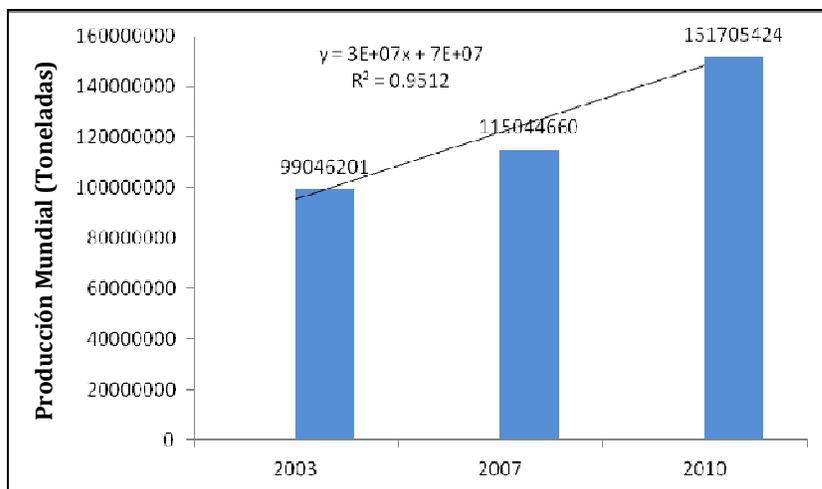


Figura 124. Exportaciones mundiales de tomate fresco en toneladas métricas, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

Los principales países productores de tomate fresco son China, Estados Unidos, e India, con un 33%, 18% y 14% respectivamente (Ver Figura 125). En relación a los países exportadores de este producto, los Países Bajos son el principal exportador de tomate con un 28%, seguido de forma muy cercana por México con un 25% de las exportaciones, y en un tercer lugar se encuentra España con un 17% (Ver Figura 126).

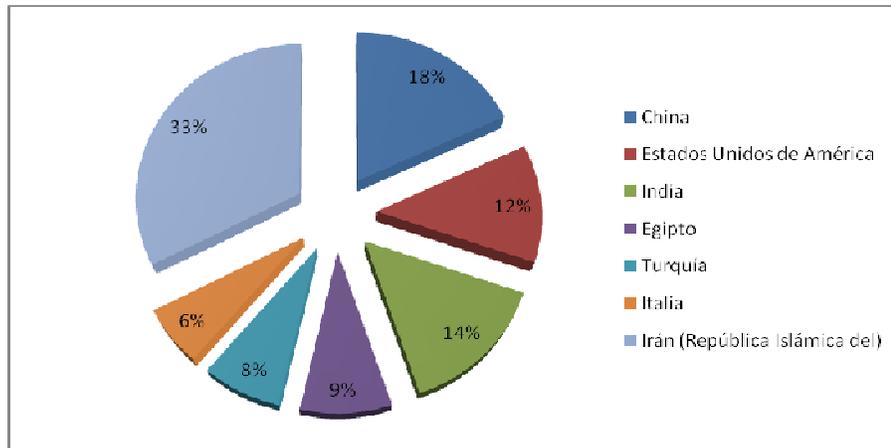


Figura 125. Países productores de tomate fresco, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

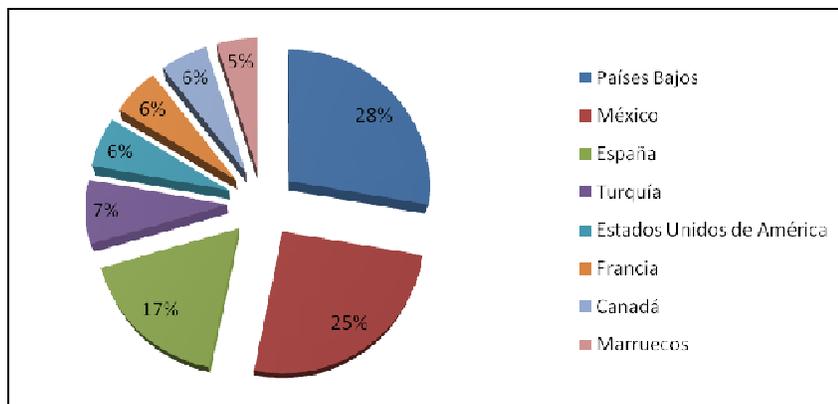


Figura 126. Países exportadores de tomate fresco, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

b) El cultivo del tomate en Chile

La superficie cultivada con tomate en Chile presenta constantes disminuciones (Ver Figura 127). Así, para el año 2008, se cultivaron cerca de 6 mil hectáreas, mientras que en el año 2011, se cultivaron menos de 5 mil hectáreas con esta especie. Coincidente con esto último, la proporción de superficie cultivada con tomate también ha decaído en cuanto a la proporción de la superficie cultivada con hortalizas a nivel nacional, llegando a ser cerca del 6% de la superficie total cultivada con hortalizas dentro del país.

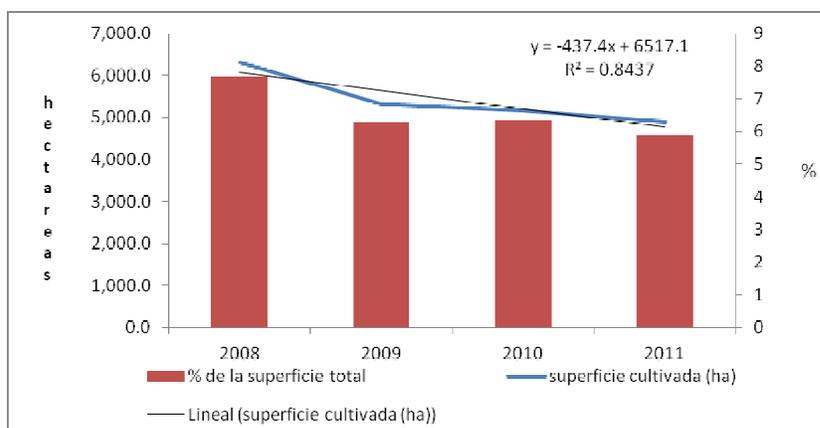


Figura 127. Superficie chilena cultivada con tomate, período 2000 - 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

En relación a la distribución geográfica de este cultivo, la producción se concentra mayoritariamente la Región del Maule (19%), seguido por la Región del Biobío y la región de O'Higgins ambos con un 17% de la superficie (Ver Figura 128).

Dentro de las Regiones del norte del país, la Región de Arica y Parinacota presenta la mayor superficie, equivalente 680 hectáreas, emplazadas en su mayoría en los valles de Azapa y Huasco. El principal modelo de negocio de estas zonas, es cultivar al aire libre o bajo una malla anti-áfidos durante los meses de Marzo a Noviembre, de tal forma de comercializar gran parte de la cosecha en los mercados de la zona central de Chile.

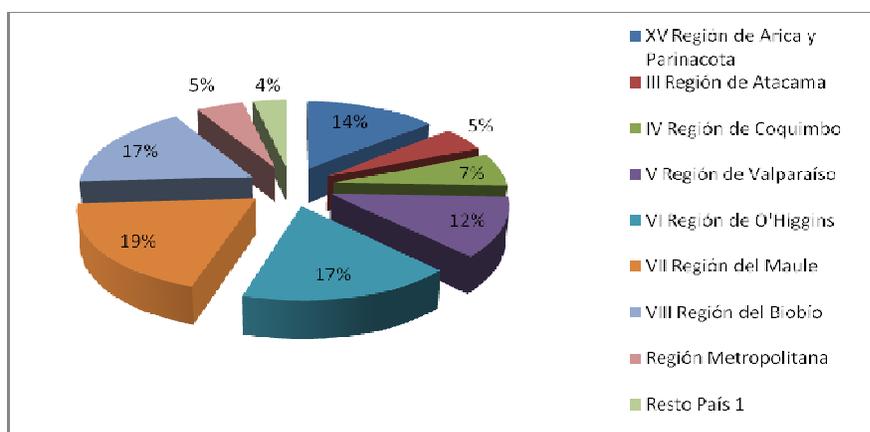


Figura 128. Porcentaje de superficie cultivada con tomate, año 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

3) Estructura de Precios del tomate

Los precios internacionales del tomate, estimados a partir del valor unitario de exportación, presentan una tendencia positiva en el largo plazo, coherente con las tendencias positivas de los volúmenes producidos y demandados de este producto. En términos comparativos, el precio del tomate chileno es superior al de Egipto, pero menor a China y Estados Unidos (Ver Figura 129).

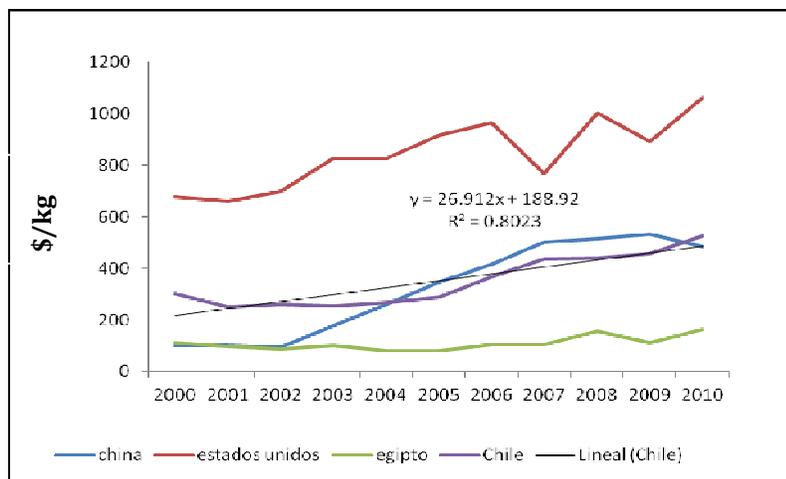


Figura 129. Evolución del valor unitario de exportación nominado en dólares americanos por kilo de tomate, período 2000 - 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

En relación a los precios registrados en el mercado local, éstos presentan un crecimiento de largo plazo, junto con una marcada estacionalidad, en donde los meses de invierno presentan los mayores precios, los que pueden superar el 36% del promedio anual durante el mes de Noviembre (Ver Figura 130). La causa de fenómeno, es que las Regiones del Centro Sur del país no pueden producir al aire libre por restricciones climáticas, provocando una escasez aprovechada por las zonas del Norte del país, las cuales elevan el precio para cubrir los costos de transporte (Ver Figura 131).

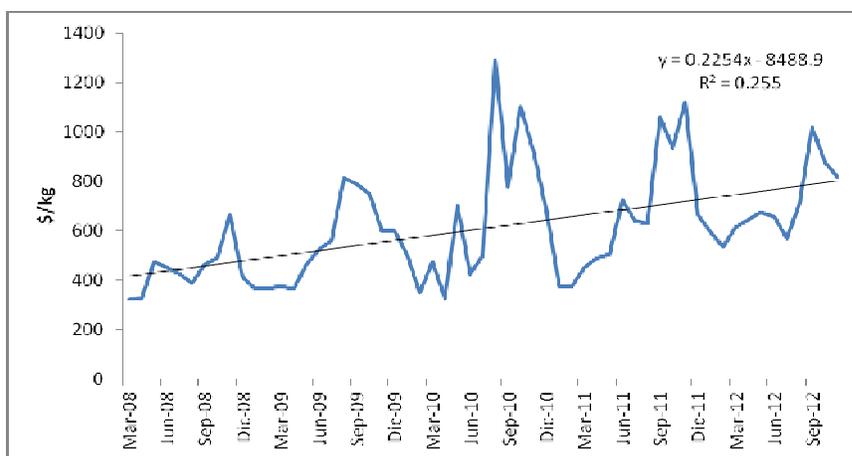


Figura 130. Precios mensuales reportados en centros mayoristas, periodo enero 2012- noviembre 2012. Fuente: ODEPA, 2012.

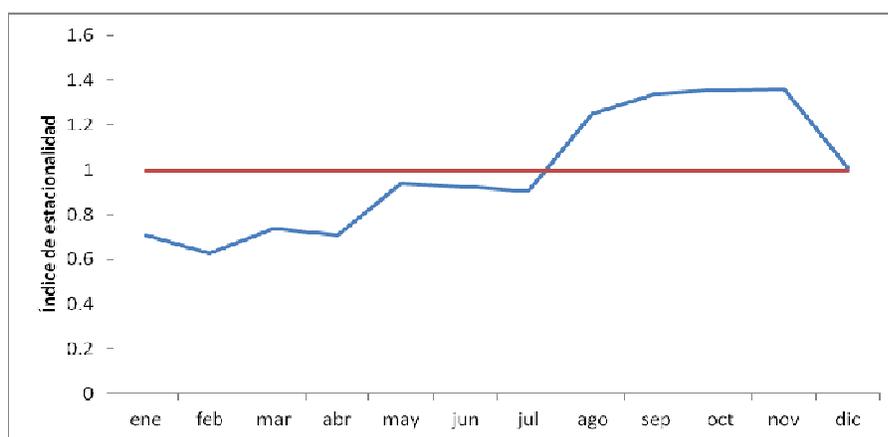


Figura 131. Estacionalidad de precios en centros mayoristas de Santiago, período 2012. Fuente: ODEPA, 2012

4) Análisis estratégico de la industria del tomate nacional

Fortalezas de la industria del tomate fresco en Chile:

- Diversidad climática que permite la producción durante todo el año en condiciones de alto rendimiento.
- Altos estándares tecnológicos en el segmento de medianos y grandes productores.
- Sostenidos aumento en los precios dentro del mercado interno.

Debilidades de la industria del tomate fresco en Chile:

- Nula participación en los mercados internacionales, siendo más bien una industria exportadora por oportunidades esporádicas.
- Bajo valor agregado y diferenciación del producto tanto en el mercado interno como en el extranjero.
- Escasez hídrica en zonas de alto potencial productivo.
- Alta incidencia de virus transmitidos por áfidos, en especial en las zonas del Norte del país.

Oportunidades de la industria del tomate fresco en Chile:

- h. Nuevas zonas con potencial de producir palta de alta calidad, ubicadas en la franja costera del norte de Chile.
- i. Incremento sostenido de la demanda de mercados internacionales de gran tamaño y poder adquisitivo como Estados Unidos, Alemania y Rusia.

Amenazas de la industria del tomate fresco en Chile:

- j. Creciente competencia de Perú y Argentina.
- k. Aumento sostenido del costo de la energía y mano de obra.
- l. Aumento en la escasez de recurso hídrico en zonas de alto potencial productivo.
- m. Aumento de la incidencia de plagas y enfermedades, especialmente el ataque áfido/virus en la zona Norte del país.

5) Conclusiones del estudio de mercado del tomate para consumo fresco

El negocio internacional del tomate fresco se encuentra en expansión, presentando elevadas tasas de crecimiento tanto en las importaciones mundiales, equivalentes a 8% anual promedio, como en la producción, con una tasa de 5% anual promedio.

Los principales mercados son Estados Unidos, Alemania y Rusia, concentrando entre los tres más del 50% de las importaciones mundiales. Ningún país de Latinoamérica figura dentro de los mercados de alta importancia para este producto.

En Chile, el negocio presenta antecedentes contradictorios. Los antecedentes negativos de esta industria son, por un lado, las altas tasas de disminución de la demanda interna y superficie de tomate fresco, además del errático comportamiento de las exportaciones, las que parecen más bien responder a exportaciones de oportunidad, más que a un comportamiento estable en el tiempo. Sin embargo, dentro de las características positivas de la industria, está el aumento en los precios del mercado local, y las excelentes condiciones edafoclimáticas para el cultivo, las que permiten mantener, además de una gran variedad de cultivos de tomate, diversidad en tecnologías y fechas de cosecha.

vii) Mercado del olivo

La demanda internacional de productos del olivo, aceitunas y aceite de oliva, ha experimentado incrementos constantes, en donde Estados Unidos, Italia y Francia lideran los montos importados de aceite de oliva, mientras que Estados Unidos, Italia y España lideran las importaciones de olivos.

En Chile, al igual que el mercado internacional, la industria olivícola a presentado fuertes tasas de crecimiento, equivalentes a un 13% anual promedio en cuanto a la superficie cultivada en el período 2003 - 2011, extendiéndose desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región del Bio-Bio, dando excelentes resultados en valles costeros como Huasco, Ovalle y Quilimarí, por mencionar algunos de importancia.

Algunos antecedentes de esta industria hacen prever un desarrollo en el corto y mediano plazo, fundamentalmente por que en Chile existe un clima mediterráneo y condiciones edáficas apropiadas para condiciones de alta producción. Adicionalmente, el posicionamiento de Chile como productor de aceite de calidad en mercados competitivos de Europa, fundamentan el pensar en una mayor expansión hacia nuevos mercados internacionales.

Sin embargo, la baja tecnificación de labores intensivas en mano de obra, principalmente cosecha, el uso de tecnologías de extracción de aceite costosas, el pequeño tamaño y poder adquisitivo del mercado interno, la lejanía a los principales mercados de Europa y la escasez hídrica en zonas de alto potencial productivo, comprometen a este negocio en cuanto a alcanzar buenas oportunidades como el explorar nuevas zonas con potencial de producir aceites de alta calidad, ubicadas en la franja costera del norte de Chile, y expandir y diversificar nuevos mercados, especialmente profundizar la relación con países americanos, en donde destaca Estados Unidos, Brasil y Colombia.

1) *Demanda actual y futura del olivo*

La demanda está descrita por dos subproductos obtenidos desde el olivo, aceitunas preparadas y conservadas, y aceite de oliva. Pese a que la demanda por ambos productos ha aumentado, la relación en cuanto a la importancia entre el aceite de oliva y las aceitunas, hacen que el primero sea ampliamente más relevante. De esta forma, las importaciones de aceitunas son solo el 2% del mercado de productos del olivo.

En Chile, el mercado del aceite de oliva ha sumado gran dinamismo, mientras que la industria de la aceituna se ha mantenido estancada en sus cifras. Una prueba de esto, es el aumento en las exportaciones de aceite oliva, las que principalmente son destinadas hacia Estados Unidos, Italia y Francia, mientras que las exportaciones de aceitunas, las que han permanecido constantes, son destinadas mayoritariamente a Estados Unidos. En esta misma idea, la demanda interna de aceite de oliva también ha aumentando, superando los 500 gramos de aceite por habitante durante el año 2011.

a) Demanda Internacional del olivo

La demanda internacional de ambos productos, aceite de oliva y aceitunas, han experimentado tasas de crecimiento consistentes a lo largo del período 2003 - 2010 (Ver Figura 132). En el caso del aceite de oliva, pese a ser de mayor importancia relativa en comparación al mercado de la aceituna, los aumentos fueron del 8% anual promedio durante el período, mientras que la tasa de crecimiento de las importaciones de aceitunas alcanzaron una tasa de crecimiento de 28% anual promedio durante el período de análisis. De esta forma, en el año 2010, se registró un total de 1,9 millones de toneladas de aceite de oliva, mientras que solo se transaron 41 mil toneladas de aceitunas, solo un 2% del total del mercado.

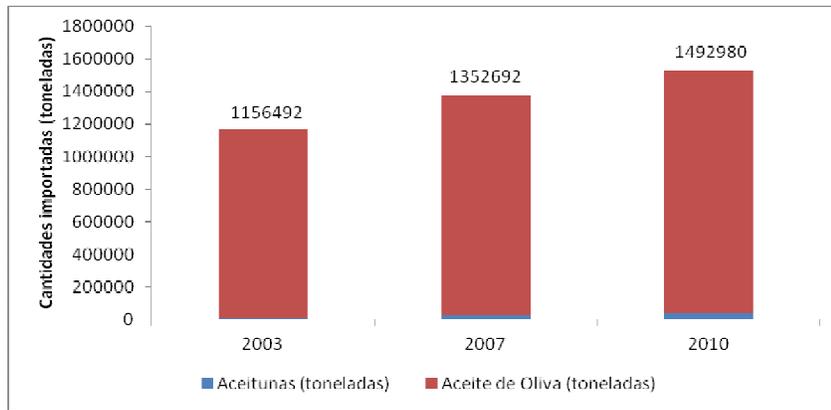
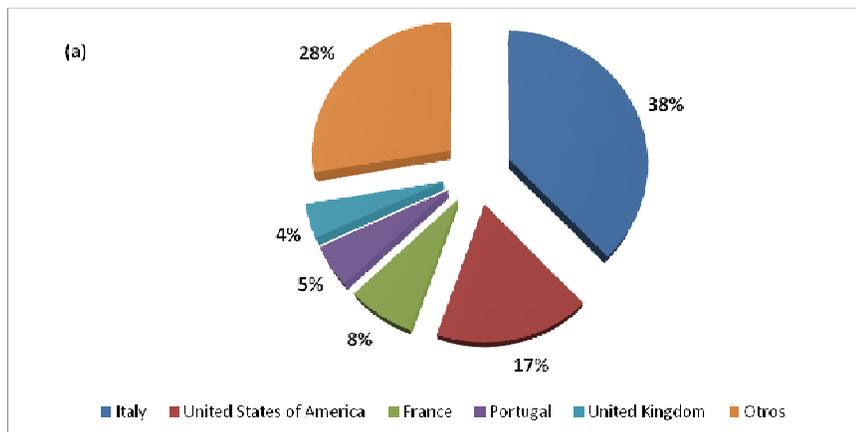


Figura 132. Importaciones mundiales por productos del olivo en toneladas métricas, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

Dentro de los países con mayor importancia en cuanto a las importaciones de estos productos, en el caso del aceite de oliva, destaca Italia, Estados Unidos y Francia, con un 38%, 17% y 8% del total de aceite de oliva importado durante el año 2010, respectivamente (Ver Figura 121). Para el caso de la aceituna, el principal importador fue Estados Unidos, concentrando el 43% del total de importaciones mundiales, seguido por Italia con un 24%.



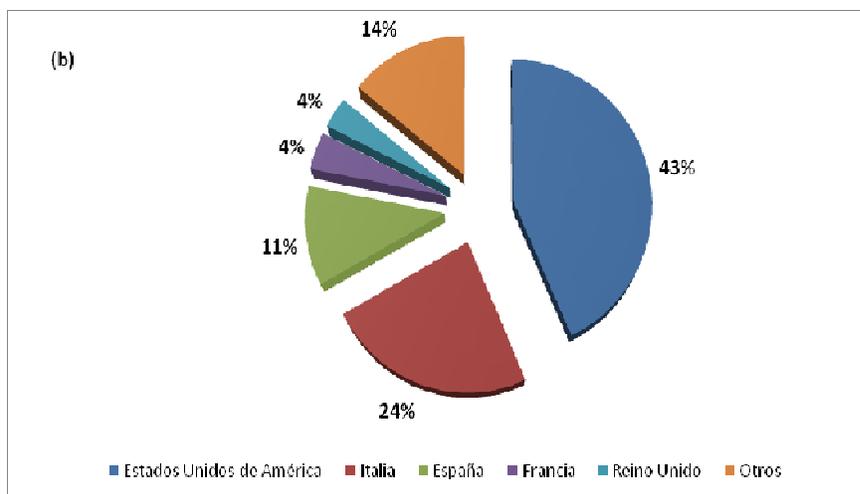


Figura 133. Principales países importadores de productos del olivo. (a) Importadores de aceite de Oliva; (b) Importadores de olivos, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012

b) Exportaciones Chilenas de productos del olivo

Las exportaciones de estos productos desde Chile también presentan tasas de crecimiento, aunque el aceite de olivo ha demostrado ser un negocio más dinámico que la producción de aceituna de mesa (Ver Figura 134). Es así, como en el año 2008, las exportaciones de aceite de oliva que alcanzaban los 5 millones de dólares, crecieron hasta los 24 millones de dólares registrados en el año 2011, presentando una tasa de crecimiento anual promedio de 70%. En relación a las exportaciones de aceitunas, estas se han mantenido constante en torno a los 4,8 millones de dólares.

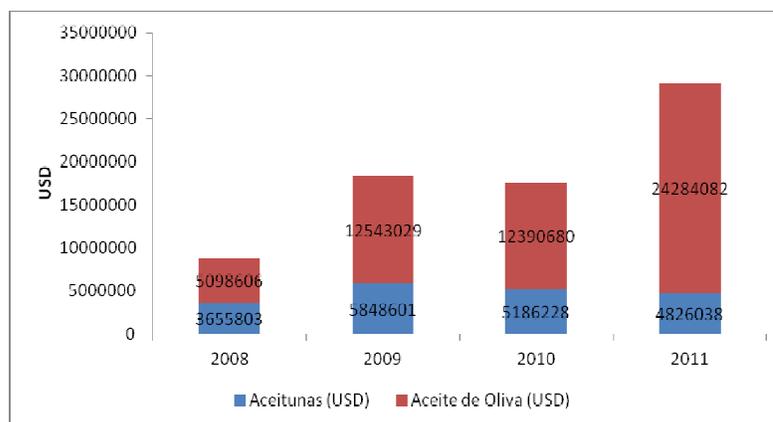


Figura 134. Exportaciones chilenas de aceitunas en dólares americanos, período 2008 - 2011. Fuente: PROCHILE, 2012.

En relación a la dinámica de las exportaciones, pese a ser productos conservados y con mayor vida útil que un producto fresco, en el caso del aceite de oliva, los envíos se concentran entre agosto y diciembre, mientras que los envíos de aceituna se concentran en los meses de verano (Ver Figura 123).

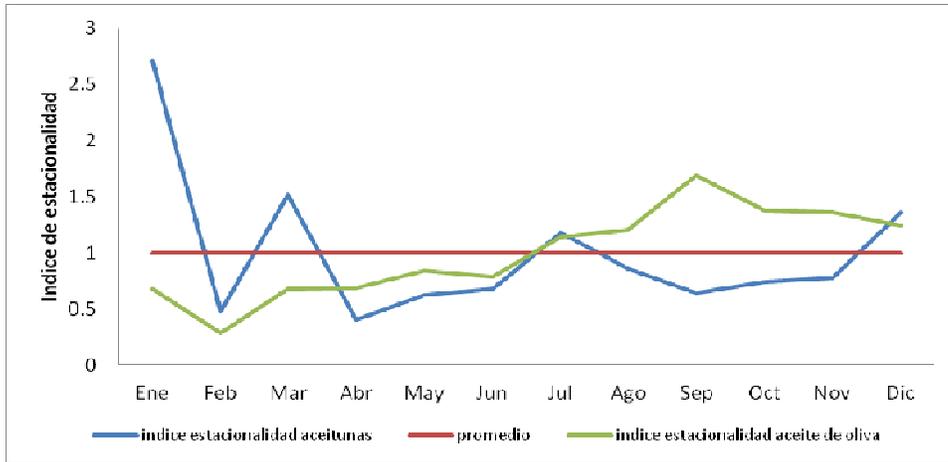


Figura 135. Estacionalidad de las exportaciones chilenas de productos del olivo, período 2008 - 2011. Fuente: PROCHILE, 2012

El principal destino del aceite de oliva chileno es Estados Unidos, demandando el 37% del total exportado por Chile. Le siguen en importancia Italia y España con un 30% y 8% respectivamente. En el caso de las exportaciones de aceitunas, el principal mercado es Australia, con un 57% del total exportado. En cuanto a mercados internacionales más cercanos, destaca Brasil, demandando el 7% del aceite de oliva exportado y el 12% de las aceitunas (Ver Figura 136).

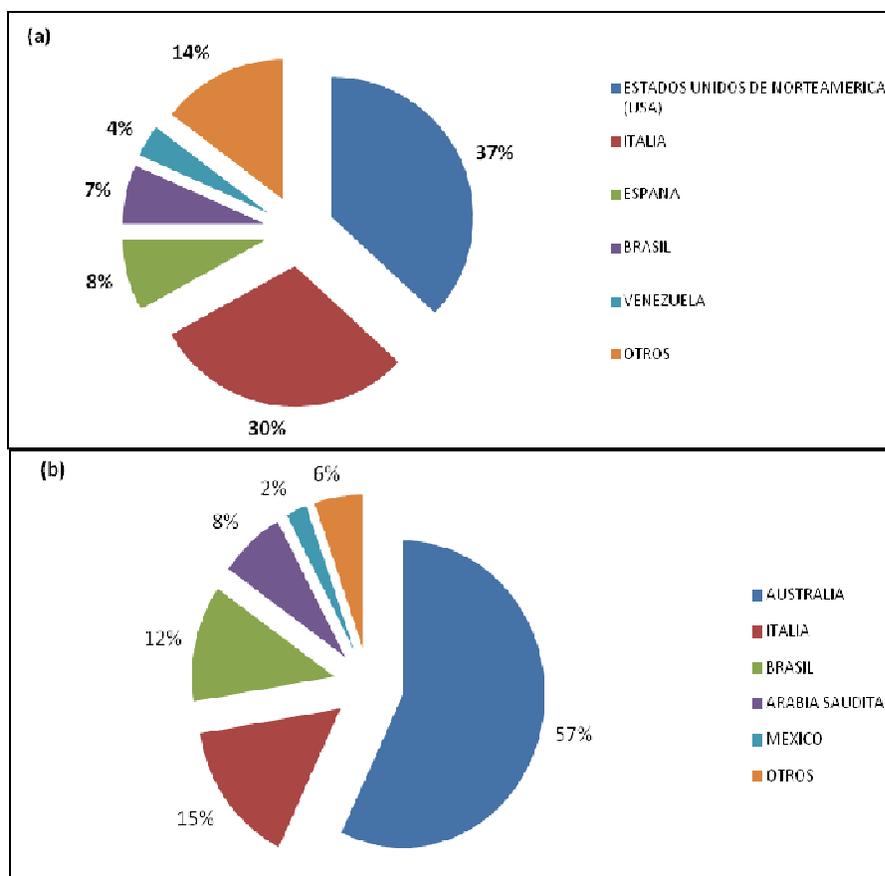


Figura 136. Destinos de las exportaciones chilenas de productos del olivo. (a) Aceite de Oliva; (b) Aceitunas, año 2010. Fuente: PROCHILE, 2012.

c) Mercado interno del olivo

En relación a estadísticas del mercado interno, éstas son difusas y no se encuentran públicamente disponibles. Pese a esto, según ChileOliva, el mercado local del aceite de oliva a experimentado constantes aumentos, medido a partir del consumo por habitante de este aceite. Es así como, durante el año 2005, en Chile se consumían 175 gramos por habitante al año, cifra que aumentó a 568 gramos por habitante durante el año 2011, reportando una tasa anual promedio de 48% (Ver Figura 137).

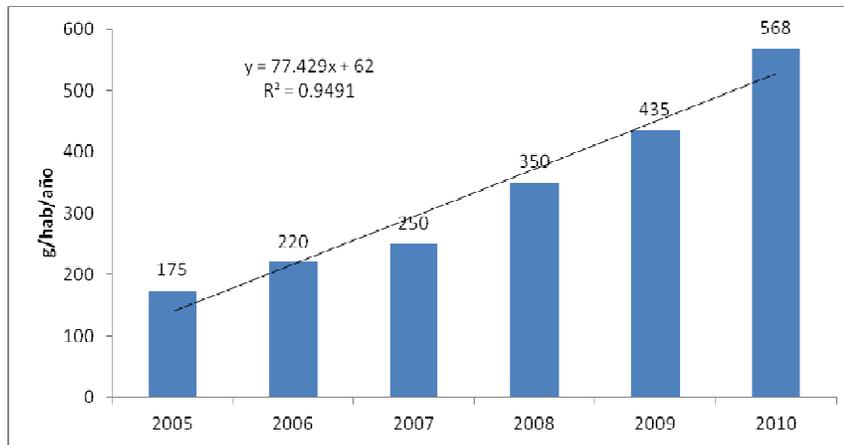


Figura 137. Evolución del consumo per-cápita de aceite de oliva en Chile, periodo 2005 – 2010. Fuente: ChileOliva, 2012.

2) Oferta actual y futura del olivo

La oferta mundial de olivos ha experimentado fuertes aumentos, sin embargo, específicamente la producción de aceite de oliva en el mundo se ha mantenido constante en torno a los 3 millones de toneladas. La producción y exportación de esta especie, está fuertemente concentrada en los países europeos que poseen clima mediterráneo, como España, Italia, Grecia y Portugal. Pese a esto, países emergentes en esta industria como Chile, Perú y Argentina en Latinoamérica, Sudáfrica, Australia y Estados Unidos, poco a poco ganan protagonismo en el mercado de aceites de oliva de alta calidad.

En Chile, el olivo se cultiva desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región del Bio-Bio, siendo un frutal de climas soleados y oscilaciones térmicas moderadas, dando excelentes resultados en valles costeros como Huasco, Ovalle y Quilimarí, por mencionar algunos de importancia.

a) Oferta internacional de productos del olivo

La producción de olivos, en general, superó las 20 millones de toneladas durante el año 2010, reportando una tasa del 12% durante el período 2003 – 2010 (Ver Figura 138). En relación a la producción mundial de aceite de oliva, este resulta ser el 15% de la producción total de olivos, presentando una tasa de crecimiento cercana a cero.

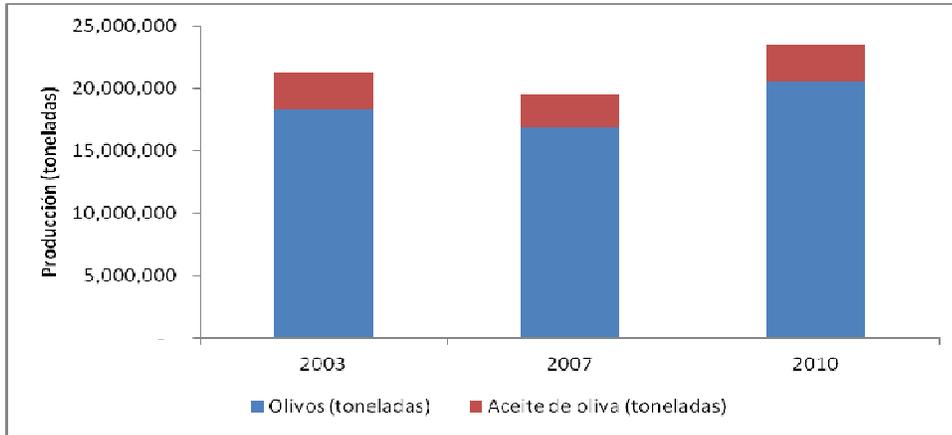


Figura 138. Producción mundial de olivos y aceite de oliva en toneladas métricas, período 2003 - 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012. y ChileOliva, 2012.

Los principales países productores de olivos son España, Italia y Grecia, con un 39%, 15% y 9% respectivamente, confirmando la alta concentración de esta industria en las zonas europeas con clima mediterráneo. Pese a esto, nuevos países productores como Chile, Perú, Estados Unidos, Sudáfrica y Australia cada vez cobra mayor importancia en el concierto internacional (Ver Figura 139).

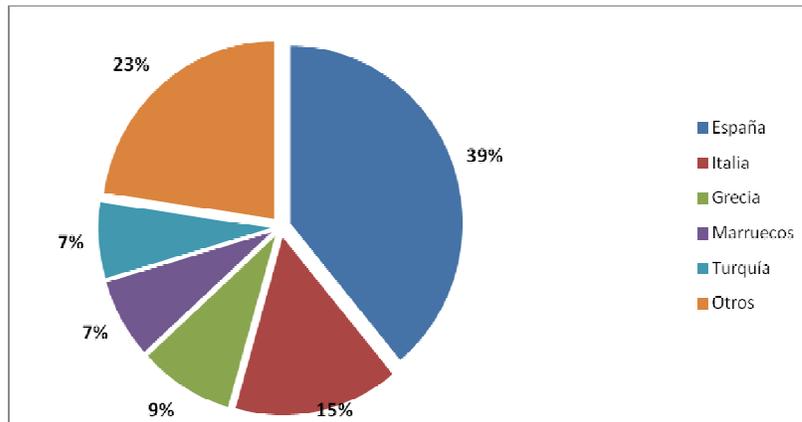


Figura 139. Países productores de oliva, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

En relación a los países exportadores de este producto, la composición de los principales actores de la industria cambia levemente, manteniéndose concentrada dentro de los países europeos con clima mediterráneo. A excepción de la Republica Tunecina que alcanza a exportar el 7% del aceite de oliva total (Ver Figura 140).

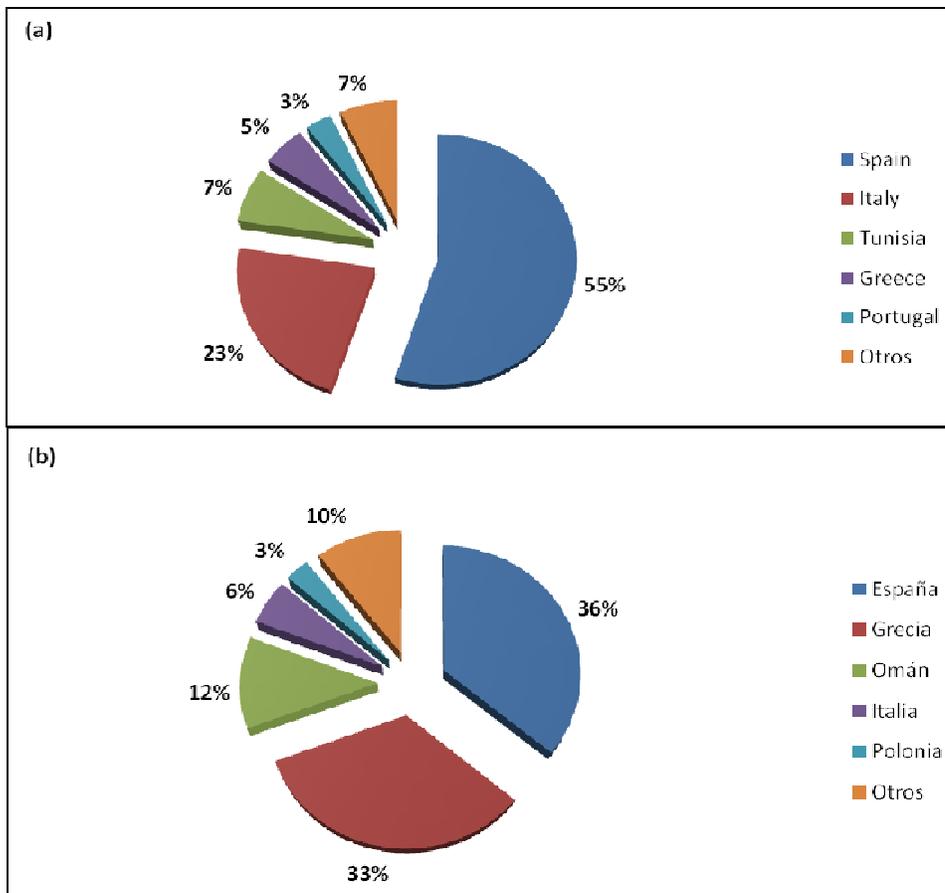


Figura 140. Países exportadores de productos del olivo, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

b) El cultivo del olivo en Chile

El cultivo del olivo ha cobrado gran importancia en Chile, superando en el año 2011, las 14 mil hectáreas, experimentando una tasa de crecimiento promedio anual de 13% durante el período 2003 - 2011 (Ver Figura 141). Es así como el cultivo del olivo pasó de ser un cultivo secundario dentro de la matriz frutícola nacional, ocupando en el 2003 menos del 3% de la superficie frutícola nacional, a ocupar cerca del 5,5% de la superficie total durante el 2011, siendo superado solo por la uva de mesa, el palto, el nogal, la ciruela y la manzana, pero transformándose en la especie más cultivadas en los climas costeros del norte.

En relación a esto, en Atacama y Coquimbo el porcentaje de superficie total utilizada con olivos alcanza el 22% y 12% respectivamente, pues las condiciones climáticas y las condiciones edáficas, la hacen una especie de excelente adaptación a estas localidades. Es así como nuevos valles se han transformado en productores de aceite de reconocida reputación, como el aceite del valle del Huasco, Ovalle y Quilimarí, por mencionar los más importantes (Ver Figura 142).

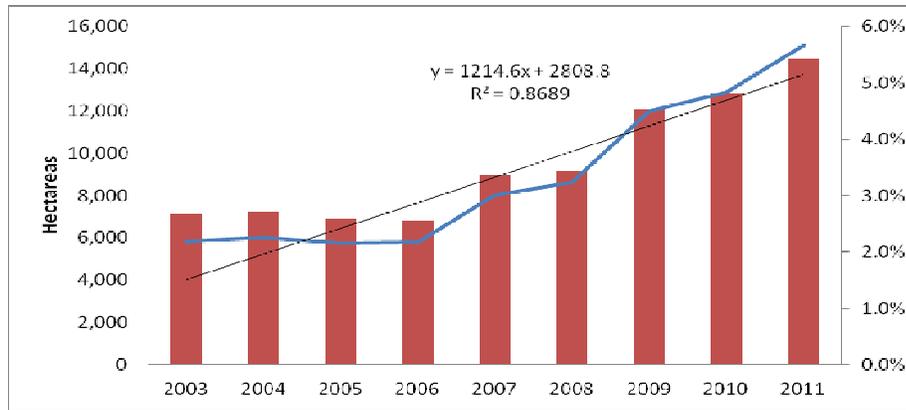


Figura 141. Superficie chilena plantada con olivos, período 2003 - 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

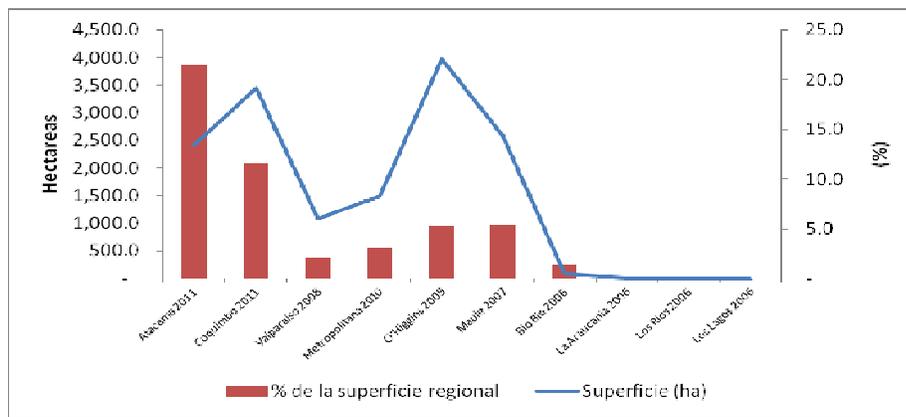


Figura 142. Superficie regional de olivo y participación del total de la superficie regional destinada al cultivo de frutales. Fuente: ODEPA, 2012.

Pese a la gran importancia de este cultivo en las zonas del Norte del país, la producción de aceite de oliva sigue siendo, en términos relativos, de menor envergadura en comparación a la aceituna de mesa. De acuerdo a esto, en la Región de Tarapacá, si bien el cultivo del olivo es importante en cuanto a la producción frutícola de esa Región, el 100% es destinado a la producción de aceitunas, situación que varía enormemente a medida que se avanza hacia el Sur del país (Ver Figura 143).

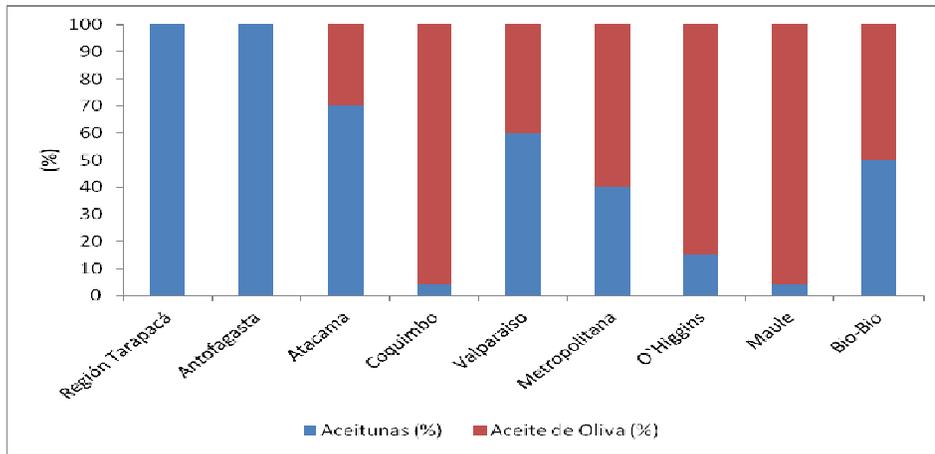


Figura 143. Destino de la producción de olivo por regiones. Fuente: ChileOliva 2012.

3) Estructura de Precios del olivo

Los precios de las exportaciones chilenas, medidos a través del valor unitario exportado, presentan situaciones disimiles (Ver Figura 144). Por un lado, el precio de la aceituna presenta crecimientos sostenidos durante el período 2003 - 2011, alcanzando los 3500 dólares por tonelada exportada, mientras que el aceite de oliva, luego de presentar incrementos constantes hasta el año 2009, en donde alcanzó su mayor valor bordeando los 6 mil dólares por toneladas, experimentó fuertes caídas durante los años posteriores, llegando a las 3 mil dólares por tonelada.

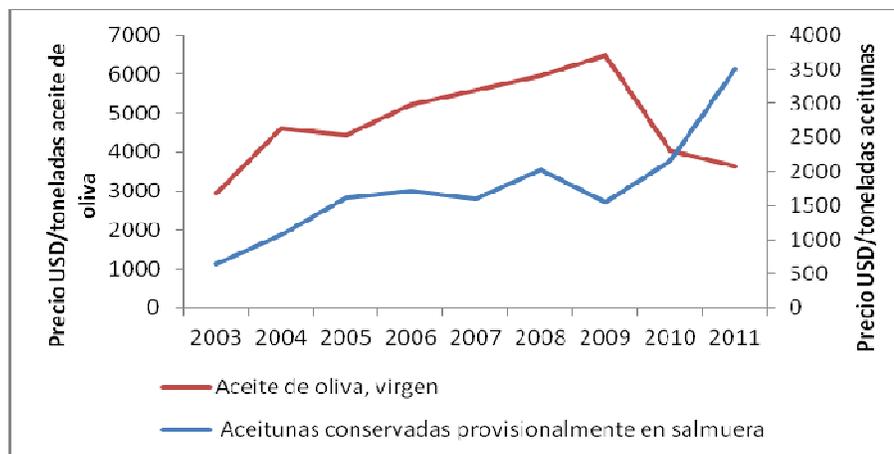


Figura 144. Evolución del valor unitario de exportación nominado en dólares americanos por tonelada, período 2000 - 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012. XX

4) Análisis estratégico de la industria del olivo nacional

Fortalezas de la industria del olivo en Chile:

- a. Clima Mediterráneo y condiciones edáficas apropiadas para condiciones de alta producción.
- b. Posicionamiento de Chile como productor de aceite de calidad en mercados competitivos de Europa.

Debilidades de la industria del olivo en Chile:

- a. Baja a moderada tecnificación de labores intensivas en mano de obra, principalmente cosecha.
- b. Tecnologías de extracción de aceite costosas.
- c. Pequeño tamaño y poder adquisitivo del mercado interno.
- d. Lejanía a los principales mercados de Europa.
- e. Escasez hídrica en zonas de alto potencial productivo.

Oportunidades de la industria del olivo en Chile:

- a. Nuevas zonas con potencial de producir aceites de alta calidad, ubicadas en la franja costera del norte de Chile.
- b. Creciente consumo interno y consumo de países Americanos, en donde destaca Estados Unidos.

Amenazas de la industria del olivo en Chile:

- a. Creciente competencia de Argentina
- b. Aumento sostenido del costo de la energía y mano de obra.
- c. Aumento de escasez de recurso hídrico en zonas de alto potencial productivo.

5) Conclusiones del estudio de mercado del olivo

El negocio del aceite de oliva está en expansión a nivel mundial, debido a que se han incrementando en forma sostenida las importaciones de este producto. Así, para el año 2010, el total de importaciones a nivel mundial superó las 14 millones de toneladas, en donde los principales productores y exportadores de este aceite están concentrados en la zona Europea.

Sin embargo, gracias a la rápida expansión de industrias emergentes como la Chilena, Argentina, Australia y Estados Unidos, poco a poco los países europeos productores por tradición de este aceite han perdido campo comercial.

En Chile, la expansión de este rubro ha sido importante, tanto que hoy alcanza el 7 lugar en superficie utilizada a nivel nacional, significando para el año 2011 el 5,5% de la superficie total cultivada con frutales en Chile. Más aun, dentro de las zonas del Norte de Chile, como la Región de Tarapacá y Coquimbo, este frutal alcanza el 22% y 12% de la superficie cultivada con frutales dentro de cada Región respectivamente.

Además de lo anterior, otras condiciones hacen pensar en la creciente rentabilidad de este rubro, dentro de las cuales destaca el aumento en las exportaciones, en los precios alcanzados en los mercados extranjeros, y en el incremento del consumo interno y del consumo de países latinoamericanos como Brasil y Colombia, los cuales no poseen producción interna.

Sin embargo, las tecnologías deficientes implementadas en labores de producción y transformación, la débil legislación sanitaria y de derechos de propiedad vigentes, y la escasez hídrica en algunos valles, han restado competitividad a esta industria.

viii) Resumen ejecutivo del mercado de la palta

En el contexto internacional, el negocio experimenta una fuerte expansión, en donde las importaciones crecen al 16% anual promedio en los últimos años. Los principales países demandantes de este producto son Estados Unidos y la Eurozona, mientras que los principales países productores y exportadores son México y Chile.

El cultivo de la Palta se ha transformado en uno de los rubros de mayor importancia económica para el país, llegando a ocupar el 13% de la superficie total destinada a la producción de frutales, solo superada por el cultivo de la uva de mesa.

Este negocio se desarrolla, mayoritariamente, entre la Región Metropolitana y la Región de Coquimbo, siendo la Región de Valparaíso la de mayor importancia y superficie, concentrando el 60% de la superficie nacional.

En Chile, el negocio es mayoritariamente de exportación, explicado por los elevados retornos ofrecidos desde el extranjero. El principal mercado de la palta Chilena es Estados Unidos, seguido por la Eurozona. Otra característica importante de este rubro, es su marcada estacionalidad. De esta forma, durante los meses estivales, donde se incrementa la oferta de palta, aumentan las exportaciones hacia el hemisferio norte, con el objetivo de aprovechar la contra-estación. En invierno, cuando la oferta declina, aumentan los precios en el mercado local, el cual mayoritariamente es de descarte de exportaciones.

1) Demanda actual y futura de la palta

La demanda internacional de palta está caracterizada por marcadas tasas de crecimiento, equivalentes al 16% promedio anual. Chile es un actor relevante dentro de esta industria, exportando para el año 2011 cerca de 136 millones de dólares, principalmente hacia Estados Unidos, concentrando los envíos durante los meses estivales desde septiembre a enero, de tal modo de aprovechar la contra-estación, evitando así competir con la palta mexicana.

El mercado interno de palta es menos dinámico, aun también muestra tasas de crecimiento positivas durante los últimos años. Pese a esto, este mercado se comporta como una opción de descarte, pues los mayores volúmenes se transan en los meses de invierno, cuando el negocio de la exportación decae, obligando a las empresas a invertir en tecnología y costos de post-cosecha.

a) Demanda Internacional de palta

Este producto ha experimentado fuertes incrementos en cuanto a su comercialización, pasando desde las 400 mil toneladas importadas por algún mercado internacional en el año 2003, a las 800 mil toneladas en 2010, duplicando su tamaño en 7 años (Ver Figura 145). Lo anterior, se explica básicamente por las características de producto saludable, el que es altamente cotizado en mercados desarrollados como Estados Unidos y Europa.

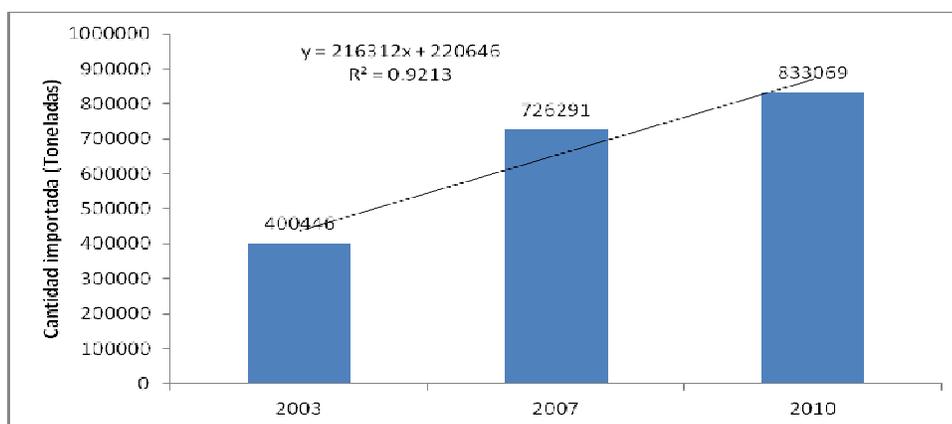


Figura 145. Importaciones mundiales de palta en toneladas métricas, periodo 2003 - 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

Dentro de los países con mayor importancia en cuanto a las importaciones de este producto, destaca Estados Unidos como líder mundial con un 38%, seguido con distancia por Netherlands (principal centro de distribución para la Eurozona con un 12%, y Japón, mercado emergente de este producto, demandando un 7% del total mundial exportado (Ver Figura 146).

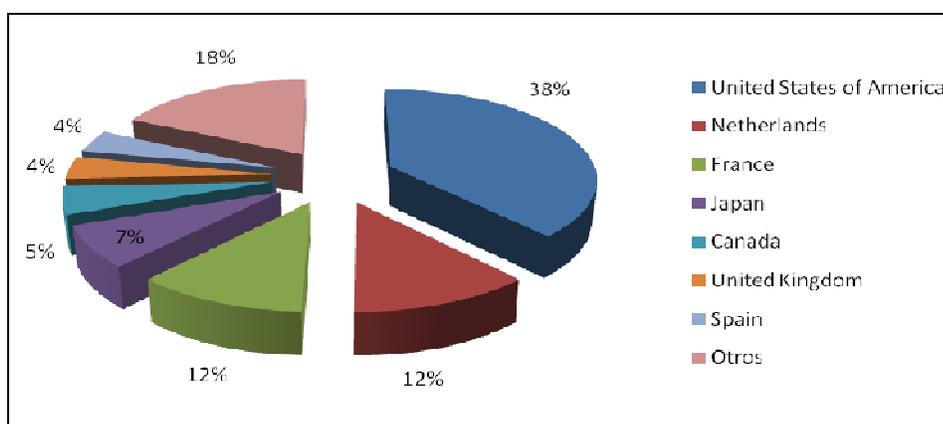


Figura 146. Principales países importadores de palta, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012

b) Exportaciones de palta Chilena

Las exportaciones de palta fresca desde Chile ha experimentado un incremento sostenido durante los últimos años, marcando un aumento considerable de los envíos al extranjero durante el año 2009 (Ver Figura 147). En promedio, las exportaciones de palta desde Chile bordean los 140 millones de dólares, transformándose en una de los rubros con mayor dinamismo exportador dentro del sector frutícola.

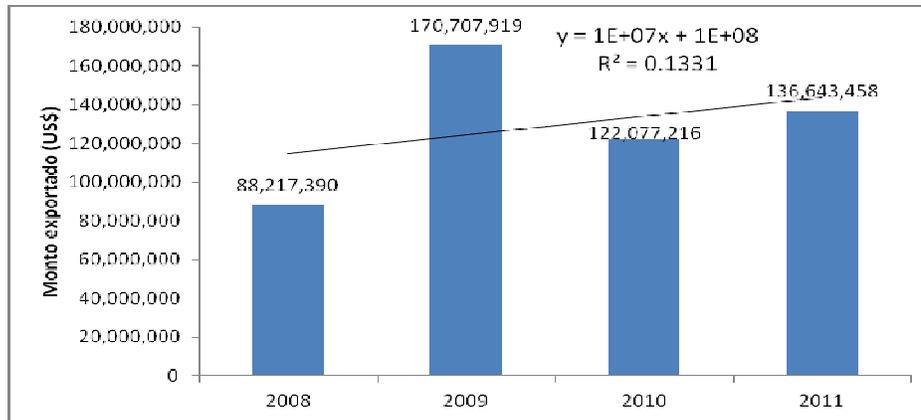


Figura 147. Exportación chilenas de palta en dólares americanos, período 2008 - 2011. Fuente: PROCHILE, 2012.

En relación a la dinámica de las exportaciones, al ser éste un producto estacional, las mayores exportaciones se concentran durante los meses estivales de septiembre hasta enero, fecha que coincide con las cosechas y la escasez en centros de consumo de importancia ubicados en el hemisferio norte, lo que favorece a la gestión comercial del producto (Ver Figura 148).

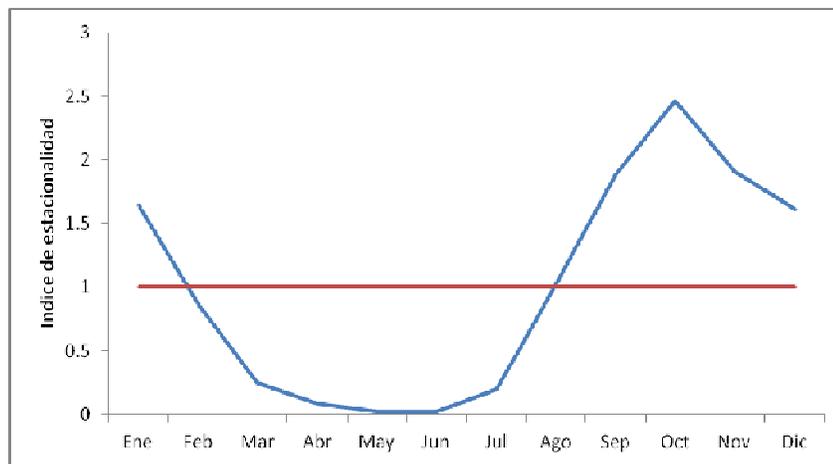


Figura 148. Estacionalidad de las exportaciones chilenas de palta, período 2008 - 2011. Fuente: PROCHILE, 2012

El principal destino de la palta chilena es Estados Unidos, demandando el 59% del total exportado por Chile. Le siguen en importancia Holanda, por ser el principal punto de distribución de Europa, el Reino Unido y Argentina, en donde este último destaca por su importancia estratégica, debido básicamente a su cercanía (Ver Figura 149).

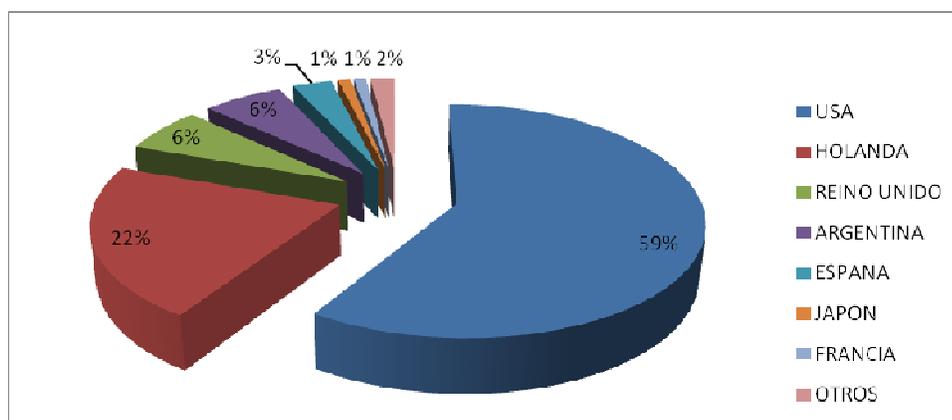


Figura 149. Destinos de las exportaciones chilenas de palta, año 2010. Fuente: PROCHILE, 2012.

c) Mercado interno de la palta

El mercado interno también presenta un crecimiento sostenido de los volúmenes de palta transados (Ver Figura 150), pese a que en los años 2008 - 2009 se evidenciara una disminución como consecuencia de un aumento en la demanda de Estados Unidos, producto de problemas con la palta mexicana. Durante el año 2011, se reportó un total de 23 mil kilos de palta transados dentro de los principales centros de distribución mayoristas de alimentos dentro de Santiago.

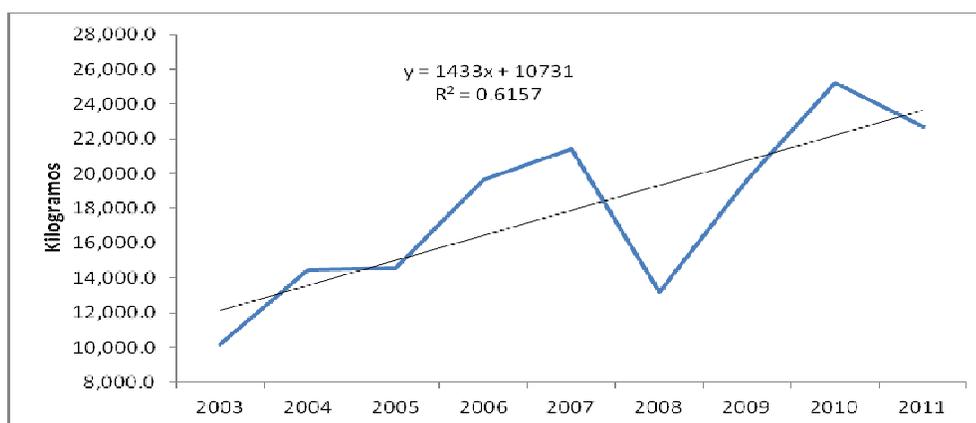


Figura 150. Volúmenes de palta arribados a los centros de consumo mayoristas de Santiago, período 2003 - 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

Una segunda característica importante de este rubro es la estacionalidad en la oferta, la cual, en contraposición a las exportaciones, se concentra en los meses de invierno, pues durante los meses de verano el producto es destinado prioritariamente para la exportación, explicado por la mayor rentabilidad alcanzada en los mercados internacionales (Ver Figura 139).

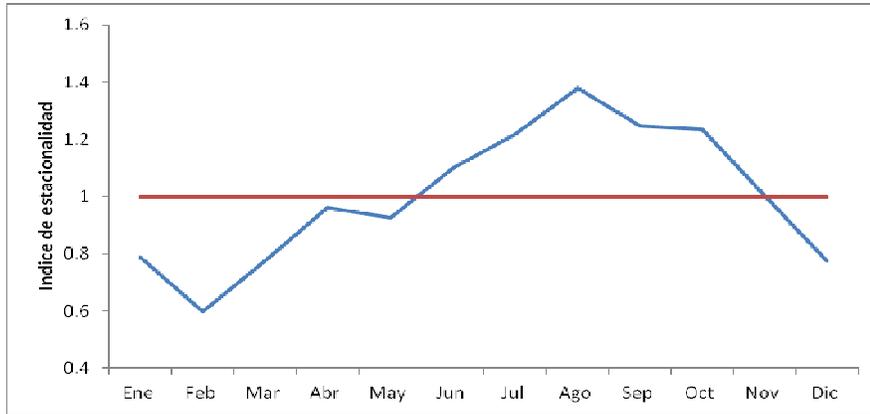


Figura 151. Estacionalidad de los montos transados de papa en los mercados mayoristas de Santiago, período 2003 - 2011. Fuente: ODEPA, 2012

2) Oferta actual y futura de la papa

La oferta mundial de papa presenta un aumento importante en cuanto a la cantidad producida, aunque con menor tasa de crecimiento que la demanda por este producto, explicado básicamente por una baja elasticidad oferta precio de este producto, como consecuencia de sus características tecnológicas.

a) Oferta internacional de papa

En el mercado internacional, la papa ha experimentado incrementos en la producción, superando las 3.500 millones de toneladas en el año 2010, presentando una tasa de crecimiento de 2,6% anual promedio durante los últimos 7 años (Ver Figura 152).

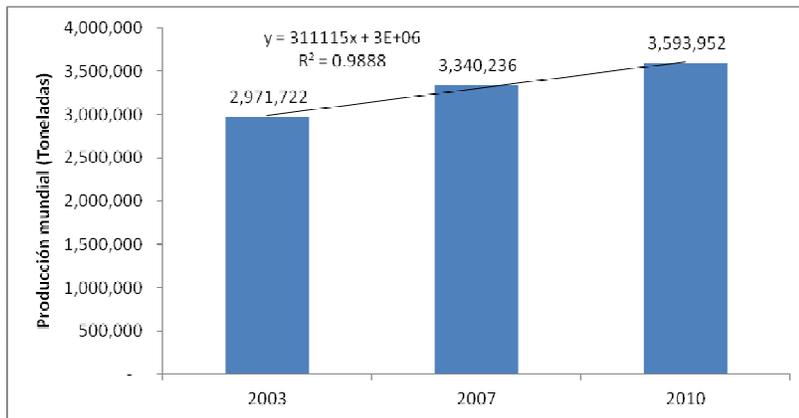


Figura 152. Producción mundial de papa en toneladas métricas, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

Los principales países productores de papa son México, Chile y República Dominicana, con un 31%, 9% y 8% respectivamente, siendo el primero uno de los competidores directos de la papa Chilena, sobretodo dentro del mercado de Estados Unidos (Ver Figura 153).

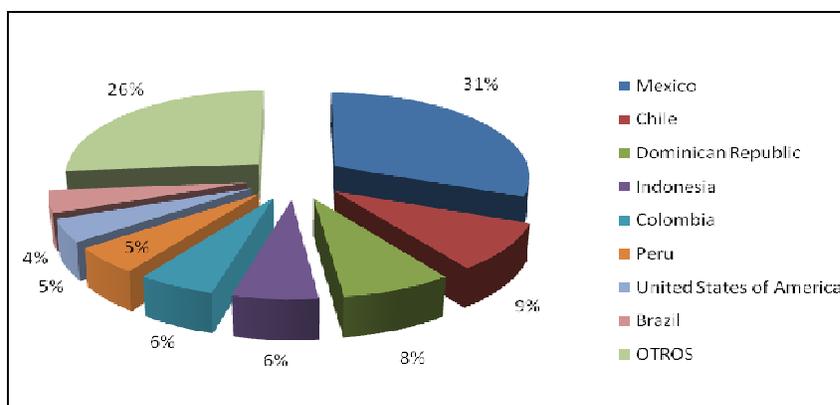


Figura 153. Países productores de palta, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

En relación a los países exportadores de este producto, la composición de los principales actores de la industria cambia levemente, manteniéndose México y Chile (con un 40% y 17% del total de palta exportada respectivamente) como los principales exportadores de palta, pero posicionándose en un tercer lugar Netherlands (11%) principalmente gracias a su actividad de distribuidor de productos perecibles al resto de la Eurozona (Ver Figura 154).

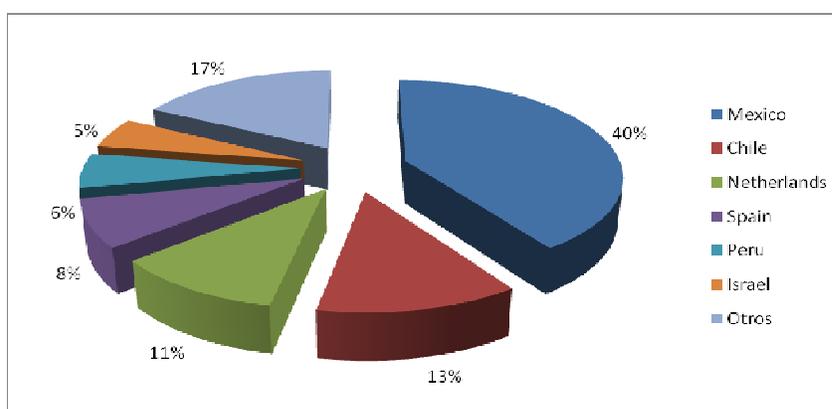


Figura 154. Países exportadores de palta, año 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

b) El cultivo de la palta en Chile

La palta se ha transformado en un rubro importante dentro de la matriz agrícola nacional, principalmente por la alta rentabilidad del negocio, y la buena adaptación a terrenos con altas pendientes, los que antiguamente no podían ser aprovechados. Como consecuencia de esto, dentro del país, la superficie plantada con paltos aumentó desde las 20 mil reportadas en el año 2000, hasta las 35.000 en el año 2011 (Ver Figura 155). En proporción a la superficie nacional destinada a la producción de fruta, el palto ocupa el 13% del total, posicionándose como uno de los principales cultivos en cuanto a la superficie plantada, solo superada por la uva de mesa.

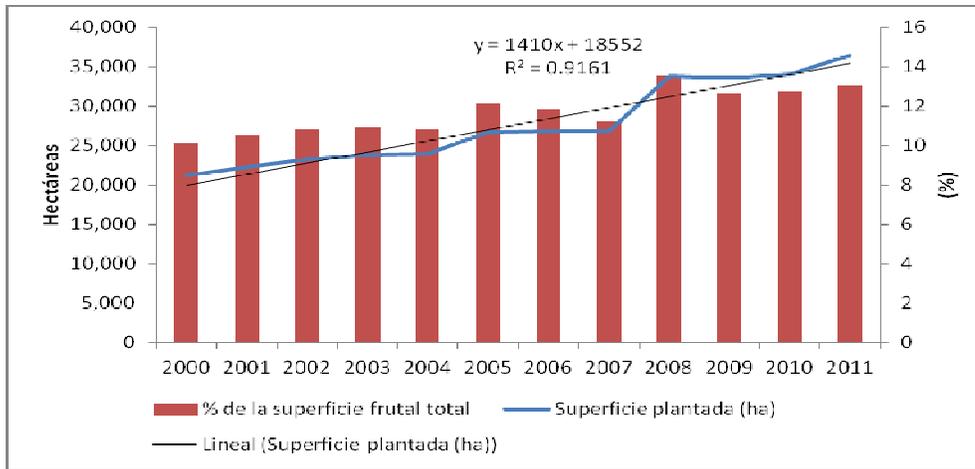


Figura 155. Superficie chilena plantada con palta, período 2000 - 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

En relación a la distribución geográfica de este cultivo, la producción se concentra mayoritariamente la Región de Valparaíso (60%), seguido a distancia por la Región Coquimbo y Metropolitana, ambas con un 17% cada una (Ver Figura 156).

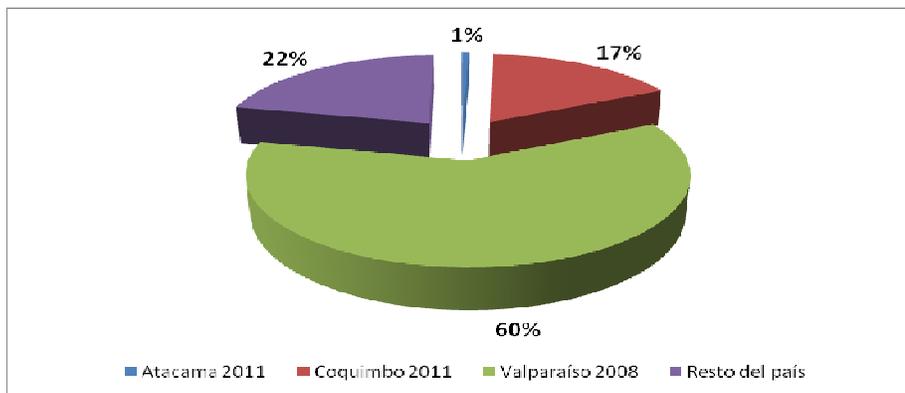


Figura 156. Porcentaje de superficie plantada con palta por Región como proporción de la superficie de palta nacional, año 2011. Fuente: ODEPA, 2012.

3) Estructura de Precios de la palta

Los precios internacionales de la palta, estimados a partir del valor unitario de exportación, presentan una tendencia positiva en el largo plazo, coherente con las tendencias positivas de los volúmenes producidos y demandados de este producto. En términos comparativos, el precio de la palta chilena es levemente superior a la mexicana, explicado principalmente por el mencionado efecto contra-estación, mientras que supera holgadamente al precio de la palta peruana, percibida como un producto de menor calidad (Ver Figura 157).

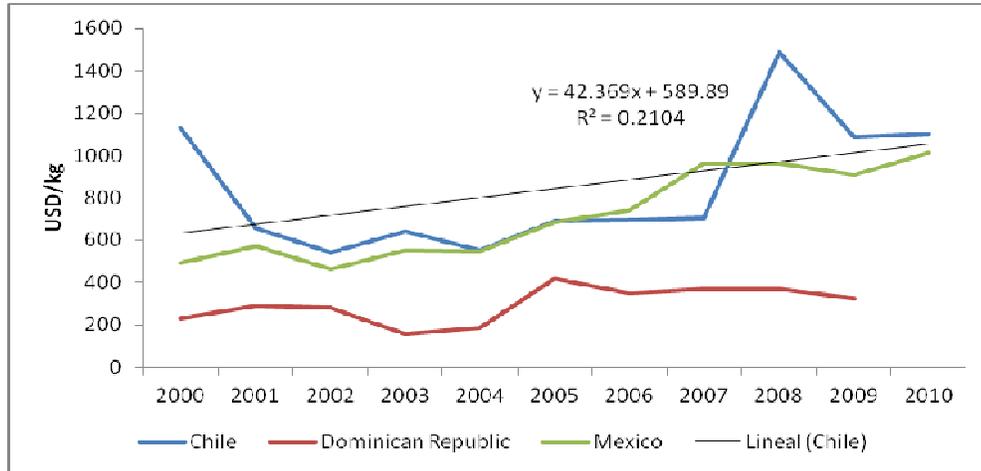


Figura 157. Evolución del valor unitario de exportación nominado en dólares americanos por kilo, período 2000 – 2010. Fuente: FAOSTAT, 2012.

En relación a los precios registrados en el mercado local, éstos presentan un moderado crecimiento de largo plazo, junto con una marcada estacionalidad, siendo los meses de invierno donde se observan los mayores precios, los que pueden superar el 30% del promedio anual (Ver Figura 158). La causa de fenómeno, es la escasez relativa de palta dentro de estos meses, en donde solo se dispone de algunos remanentes de exportación, y algo de producción destinada a procesos de post-cosecha (Ver Figura 159).

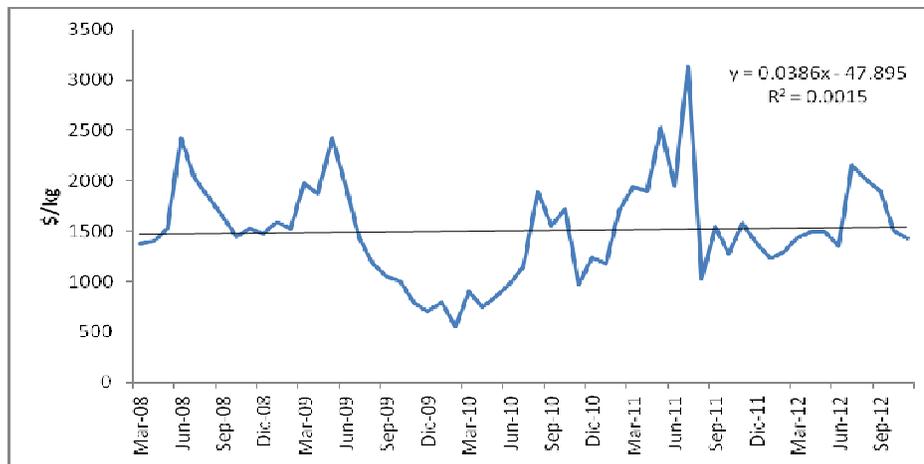


Figura 158. Precios mensuales reportados en centros mayoristas, periodo marzo 2008 – noviembre 2012. Fuente: ODEPA, 2012.

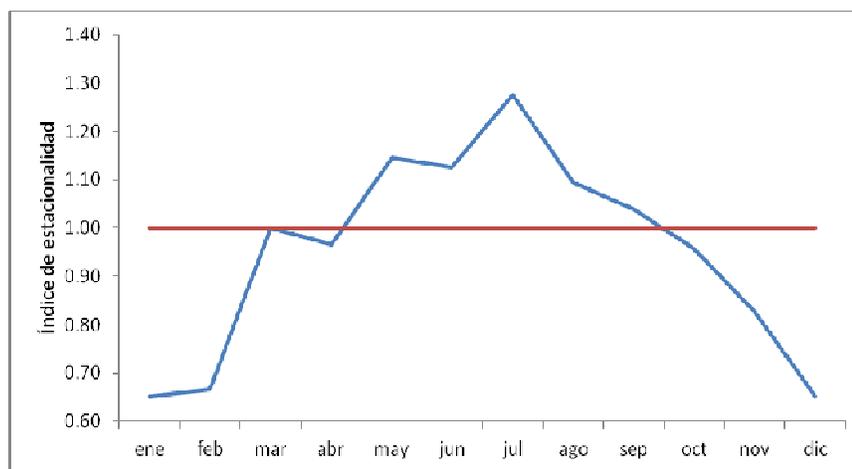


Figura 159. Estacionalidad de precios en centros mayoristas de Santiago, período 2008 – 2012. Fuente: ODEPA, 2012

4) Análisis estratégico de la industria de la palta nacional

Fortalezas de la industria de la palta en Chile:

- Clima Mediterráneo con ausencia de heladas y suelos apropiados para las condiciones de alta producción.
- Posicionamiento de Chile como productor de palta de alta calidad.
- Contra-estación hacia los principales países importadores de palta, Estados Unidos y Eurozona.

Debilidades de la industria de palta en Chile:

- Baja a moderada tecnificación de labores intensivas en mano de obra, principalmente cosecha.
- Tecnologías de post-cosecha costosas, lo que provoca marcadas estacionalidades en el mercado interno y externo.
- Pequeño tamaño y poder adquisitivo del mercado interno.

- d. Lejanía a los principales mercados de Norteamérica y Europa.
- e. Escasez hídrica en zonas de alto potencial productivo.

Oportunidades de la industria de palta en Chile:

- a. Nuevas zonas con potencial de producir palta de alta calidad, ubicadas en la franja costera del norte de Chile.
- b. Aumento en la demanda de países asiáticos de alto poder adquisitivo, como Japón y Singapur.

Amenazas de la industria de palta en Chile:

- a. Creciente competencia de Perú
- b. Aumento sostenido del costo de la energía y mano de obra.
- c. Aumento en la escasez de recurso hídrico en zonas de alto potencial productivo.

5) Conclusiones del estudio de mercado de la palta

El negocio de la palta a nivel mundial está en expansión, debido al aumento en los montos producidos y los montos importados y exportados de este producto. En relación a esto último, México se posiciona como el principal productor y exportador de palta, produciendo más del 30% y exportando cerca del 48% de la palta mundial, mientras que Chile se ubica en la segunda posición dentro del concierto internacional, llegando a producir el 17% y exportando el 9% del total de palta mundial.

Los principales mercados son Estados Unidos y Europa, aunque mercados asiáticos, como Japón, poco a poco se acercan a los primeros lugares.

En Chile, el negocio es promisorio. Pese a no tener datos de rentabilidad, observar las elevadas tasas de crecimiento de este cultivo dentro del país, permiten percibir que, gracias a las fortalezas del país en relación a la producción de palta, lo transforman en un rubro altamente competitivo.

Los principales mercados para Chile son Estados Unidos y Europa, en donde el primero demanda más del 50% del total de los envíos del país, por cuanto es una industria con ventas bastante concentradas.

El mercado interno es poco relevante, transformándose solo en una opción para la palta de calidad secundaria o de descarte. Los meses de invierno justifican vender palta dentro de Chile, debido a la escasez relativa del producto, mientras que los meses estivales el negocio está orientado principalmente a la exportación.

VIII.4. Anexo 4. Flujo de caja por cultivo

El Anexo 4 corresponde a un anexo digital formato Excel en el cual se observan los flujos de caja de cada uno de los cultivos en evaluación.

VIII.5. Anexo 5. Supuestos económicos por cultivo

El Anexo 5 corresponde a un anexo digital formato .pdf en el cual se presentan los supuestos económicos por cultivo utilizados para la generación de los flujos de caja.

VIII.6. Anexo 6. Fichas Técnicas

El Anexo 6 corresponde a un archivo digital formato .pdf presenta la información tabulada económica por cultivo.

VIII.7. Anexo 7. Características técnicas de las tuberías diseñadas para el transporte de agua

A continuación se exponen las variables físico técnicas consideradas en cada uno de los diseños de infraestructura por unidad de riego o envolvente.

Cuadro 1. Características de las tuberías de Acero diseñadas para el transporte del agua

N	Localidad	Tramo	Q	Q	Tubería acero													
			Salida Tramo (m ³ /s)	diseño (m ³ /s)	V cal (m/s)	D (m)	D nominal (pulg)	D externo (mm)	espesor pared (mm)	D interno (mm)	A interno (m ²)	V flujo (m/s)	C	h friccional (m)	h singular (m)	h total (m)	H total (m)	ADT (m)
1	Caldera - Copiapó	O - 1	3,44	3,44	1,70	1,61	64	1625,60	10	1605,60	2,025	1,70	130	12,69	1,52	14,21	168,21	168
2	Caldera - Copiapó	O - 2	4,20	4,20	1,70	1,78	64	1625,60	10	1605,60	2,025	2,08	130	19,94	2,39	22,33	158,33	159
3	Camarones	O - 3	0,64	0,64	1,70	0,69	28	711,20	8	695,20	0,380	1,69	130	33,93	4,07	38,01	120,01	120
4	Chaca	O - 4	5,46	5,46	1,70	2,03	64	1625,60	10	1605,60	2,025	2,70	130	6,94	0,83	7,77	29,77	30
5	Chaca	4 - 5	5,41	5,41	1,70	2,02	64	1625,60	10	1605,60	2,025	2,67	130	32,93	3,95	36,88	681,88	682
6	Chañaral	8 - 6	1,48	1,48	1,70	1,05	40	1016,00	10	996,00	0,779	1,90	130	44,76	5,37	50,13	589,13	589
7	Chañaral	8 - 7	1,42	1,42	1,70	1,03	40	1016,00	10	996,00	0,779	1,82	130	41,23	4,95	46,18	397,18	397
8	Chañaral	O - 8	3,71	0,81	1,70	0,78	32	812,80	8	796,80	0,499	1,62	130	35,71	4,28	39,99	215,99	216
9	Chucumata	O - 9	7,88	7,88	1,70	2,43	64	1625,60	10	1605,60	2,025	3,89	130	144,74	17,37	162,10	793,10	794
10	Huasco - Freirina	O - 10	3,59	3,59	1,70	1,64	64	1625,60	10	1605,60	2,025	1,77	130	31,84	3,82	35,66	211,66	212
11	Huasco - Freirina	O - 11	0,69	0,69	1,70	0,72	30	762,00	8	746,00	0,437	1,59	130	46,99	5,64	52,62	183,62	184
12	Huentelauquén	O - 12	0,43	0,43	1,70	0,57	24	622,00	8	606,00	0,288	1,50	130	9,68	1,16	10,85	79,85	80
13	Huentelauquén	O - 13	0,52	0,52	1,70	0,62	26	650,40	8	634,40	0,316	1,64	130	29,88	3,59	33,47	93,47	94
14	Ligua - Petorca	O - 14	3,31	1,27	1,70	0,98	40	1016,00	10	996,00	0,779	1,63	130	25,03	3,00	28,04	99,04	99
15	Ligua - Petorca	14 - 15	2,04	2,04	1,70	1,24	52	1320,80	10	1300,80	1,329	1,54	130	14,07	1,69	15,76	127,76	128
16	Ligua - Petorca	O - 16	1,61	1,61	1,70	1,10	44	1117,60	10	1097,60	0,946	1,70	130	24,82	2,98	27,80	157,80	158
17	Limarí	20 - 17	4,24	4,24	1,70	1,79	64	1625,60	10	1605,60	2,025	2,10	130	14,86	1,78	16,64	218,64	219

N	Localidad	Tramo	Q	Q	Tubería acero														
			Salida Tramo (m ³ /s)	diseño (m ³ /s)	V cal (m/s)	D (m)	D nominal (pulg)	D externo (mm)	espesor pared (mm)	D interno (mm)	A interno (m ²)	V flujo (m/s)	C	h friccional (m)	h singular (m)	h total (m)	H total (m)	ADT (m)	
18	Limarí	20 - 18	2,75	2,75	1,70	1,44	56	1422,40	10	1402,40	1,545	1,78	130	20,36	2,44	22,80	198,80	199	
19	Limarí	20 - 19	2,59	2,59	1,70	1,39	56	1422,40	10	1402,40	1,545	1,67	130	33,61	4,03	37,64	188,64	189	
20	Limarí	O - 20	9,58																
21	Lluta - Azapa	O - 21	2,36	2,36	1,70	1,33	56	1422,40	10	1402,40	1,545	1,53	130	6,79	0,81	7,61	100,61	101	
22	Los Choros	O - 22	0,81	0,81	1,70	0,78	30	762,00	8	746,00	0,437	1,84	130	24,40	2,93	27,32	117,32	117	
23	Mejillones	O - 23	7,34	3,13	1,70	1,53	60	1524,00	10	1504,00	1,777	1,76	130	11,12	1,33	12,45	149,45	150	
24	Mejillones	23 - 24	4,22	4,22	1,70	1,78	64	1625,60	10	1605,60	2,025	2,08	130	31,44	3,77	35,21	253,21	253	
25	Pan de Azúcar	O - 25	2,58	2,58	1,70	1,39	56	1422,40	10	1402,40	1,545	1,67	130	26,05	3,13	29,17	164,17	164	
26	Quilimarí	O - 26	0,27	0,27	1,70	0,45	18	470,00	5	460,00	0,166	1,61	130	30,64	3,68	34,32	86,32	86	
27	Quilimarí	O - 27	0,20	0,20	1,70	0,39	16	419,00	5	409,00	0,131	1,54	130	67,59	8,11	75,70	148,70	149	
28	Quintero	30 - 29	0,78	0,78	1,70	0,76	30	762,00	8	746,00	0,437	1,78	130	21,49	2,58	24,07	87,07	87	
29	Quintero	O - 30	1,07	0,29	1,70	0,47	18	470,00	5	460,00	0,166	1,74	130	18,89	2,27	21,15	73,15	73	
30	Quintero	O - 31	1,20	1,20	1,70	0,95	40	1016,00	10	996,00	0,779	1,54	130	16,44	1,97	18,41	69,41	70	
31	Quintero	O - 32	0,36	0,36	1,70	0,52	20	521,00	5	511,00	0,205	1,78	130	45,81	5,50	51,31	102,31	102	
32	Taltal	O - 33	8,27	0,17	1,70	0,36	14	368,00	5	358,00	0,101	1,72	130	39,91	4,79	44,70	265,70	266	
33	Taltal	33 - 34	8,10	8,10	1,70	2,47	64	1625,60	10	1605,60	2,025	4,00	130	89,60	10,75	100,35	817,35	818	

Cuadro 2. Potencia definida por tramo de unidad de riego

N	Localidad	Tramo	Potencia Requerida	Potencia del Equipo de Elevación Mecánica
			(HP)	KW
1	Caldera - Copiapó	0 - 1	12879,6117	9470,302726
2	Caldera - Copiapó	0 - 2	14803,7346	10885,099
3	Camarones	0 - 3	1712,69612	1259,335381
4	Chaca	0 - 4	3657,09438	2689,039984
5	Chaca	4 - 5	81963,8327	60267,52402
6	Chañaral	8 - 6	19374,6463	14246,06347
7	Chañaral	8 - 7	12524,2921	9209,038282
8	Chañaral	0 - 8	3884,12809	2855,976537
9	Chucumata	0 - 9	139001,854	102207,2456
10	Huasco - Freirina	0 - 10	16891,8477	12420,47623
11	Huasco - Freirina	0 - 11	2831,69937	2082,131889
12	Huentelauquén	0 - 12	766,426502	563,5488984
13	Huentelauquén	0 - 13	1080,38986	794,4043094
14	Ligua - Petorca	0 - 14	2801,15833	2059,675243
15	Ligua - Petorca	14 - 15	5806,53548	4269,511381
16	Ligua - Petorca	0 - 16	5653,7768	4157,188821
17	Limarí tramo	20 - 17	20635,6386	15173,26364
18	Limarí tramo	20 - 18	12150,4966	8934,188683
19	Limarí tramo	20 - 19	10847,7644	7976,297388
20	Limarí	0 - 20		
21	Lluta - Azapa	0 - 21	5288,87342	3888,877516
22	Los Choros	0 - 22	2105,30385	1548,017537
23	Mejillones	0 - 23	10392,0556	7641,217342
24	Mejillones	23 - 24	23755,4453	17467,23921
25	Pan de Azúcar	0 - 25	9410,84453	6919,738624
26	Quilimarí	0 - 26	512,853451	377,098126
27	Quilimarí	0 - 27	669,898233	492,5722301
28	Quintero	30 - 29	1506,67596	1107,84997
29	Quintero	0 - 30	470,031647	345,6115051
30	Quintero	0 - 31	1857,71166	1365,964459
31	Quintero	0 - 32	829,856901	610,1888979
32	Taltal	0 - 33	1020,32191	750,2366997
33	Taltal	33 - 34	147282,2	108295,7355

Finalmente se expone una planilla con el significado de cada una de las variables consideradas en las tablas anteriores y en las tablas de costos en tuberías y obras civiles expuestas en la etapa 5 del presente documento.

Cuadro 44. Glosario de variables consideradas en el cálculo de costos por infraestructura

Abreviación	Significado
Cálculo Tubería	
Q Salida Tramo (m ³ /s)	Caudal de diseño al final de cada tramo
Q diseño (m ³ /s)	Caudal de diseño por tramo
V cal (m/s)	Velocidad inicial para el cálculo
D (m)	Diámetro requerido según cálculo
Dnominal (pulg)	Diámetro nominal de la tubería
D externo (mm)	Diámetro externo tubería
D interno (mm)	Diámetro interno de la tubería
A interno (m ²)	Área de escurrimiento tubería
V flujo (m/s)	Velocidad del flujo
C	Coefficiente de Hazen-Williams
h friccional (m)	Pérdidas friccionales
h singular (m)	Pérdidas singulares
h total (m)	Pérdidas totales (friccionales más singulares)
H total (m)	Altura diseño (cota más pérdidas totales)
ADT (m)	Carga o altura dinámica total de bombeo
Cálculo potencia	
Potencia Requerida (HP)	Potencia requerida de la bomba
Potencia del Equipo KW	Potencia del Equipo de Elevación Mecánica
Peso Tubería	
P unit (Kg/m)	Peso unitario de la tubería
P total (ton)	Peso total tubería del tramo
Costo Suministro tubería en obra	
C unit (\$/kg)	Costo unitario suministro tubería
C total (Mill \$)	Costo total suministro de la tubería por tramo
Costo Montaje tubería	
C unit (\$/kg)	Costo unitario montaje tubería
C total (Mill \$)	Costo total montaje de la tubería por tramo
Costo total tubería instalada	
CT tubería (Mill \$)	Costo total tubería instalada (incluye suministro y montaje)

Adicionalmente se presenta un anexo digital de formato Excel en el cual se puede visualizar las estimaciones de costos de infraestructura, costos de transporte del agua y costos del agua dispuesta en las unidades de riego.

VIII.8. Anexo 8. Secuencia gráfica de disminución de superficie apta para expansión agrícola, Región Arica y Parinacota.

El Anexo 8 expone una secuencia de mapas en los cuales es posible visualizar la disminución de superficie apta para la expansión urbana. Se presentan 7 mapas correlacionados con el diagrama expuesto en la Figura 46.

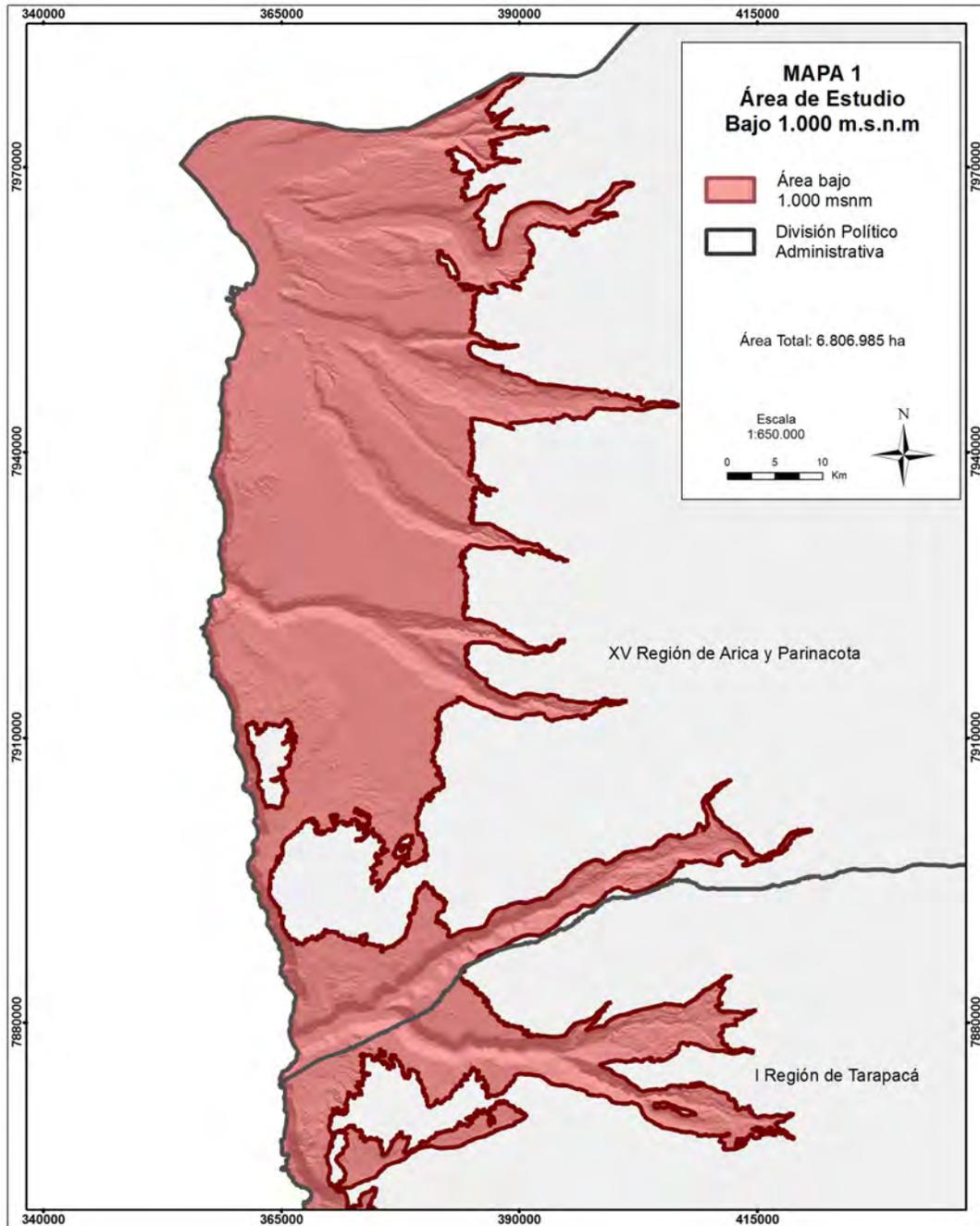


Figura 160. Área bajo los 1000 msnm de la región de Arica y Parinacota

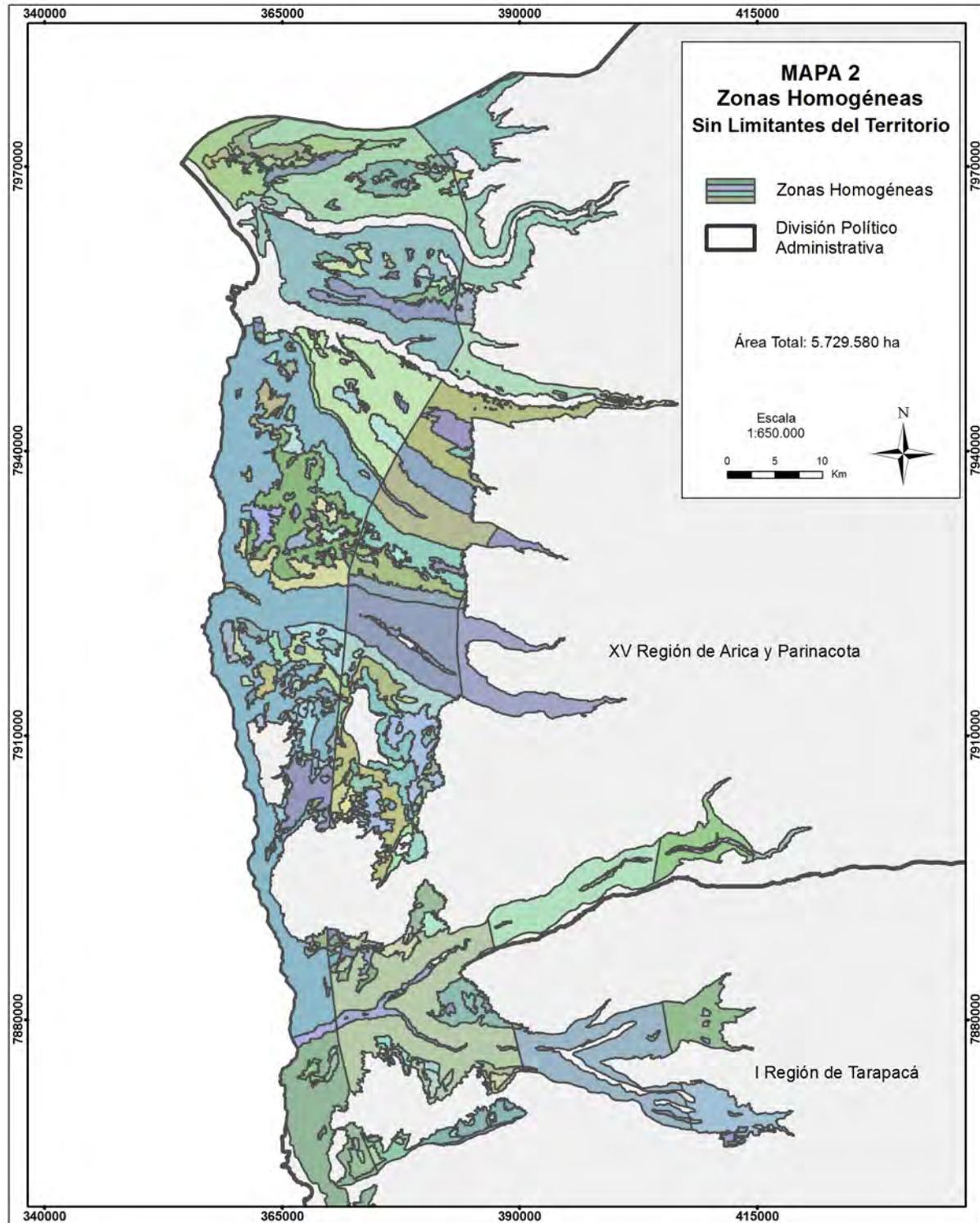


Figura 161. Superficie resultante luego de la definición de Zonas homogéneas de la región de Arica y Parinacota

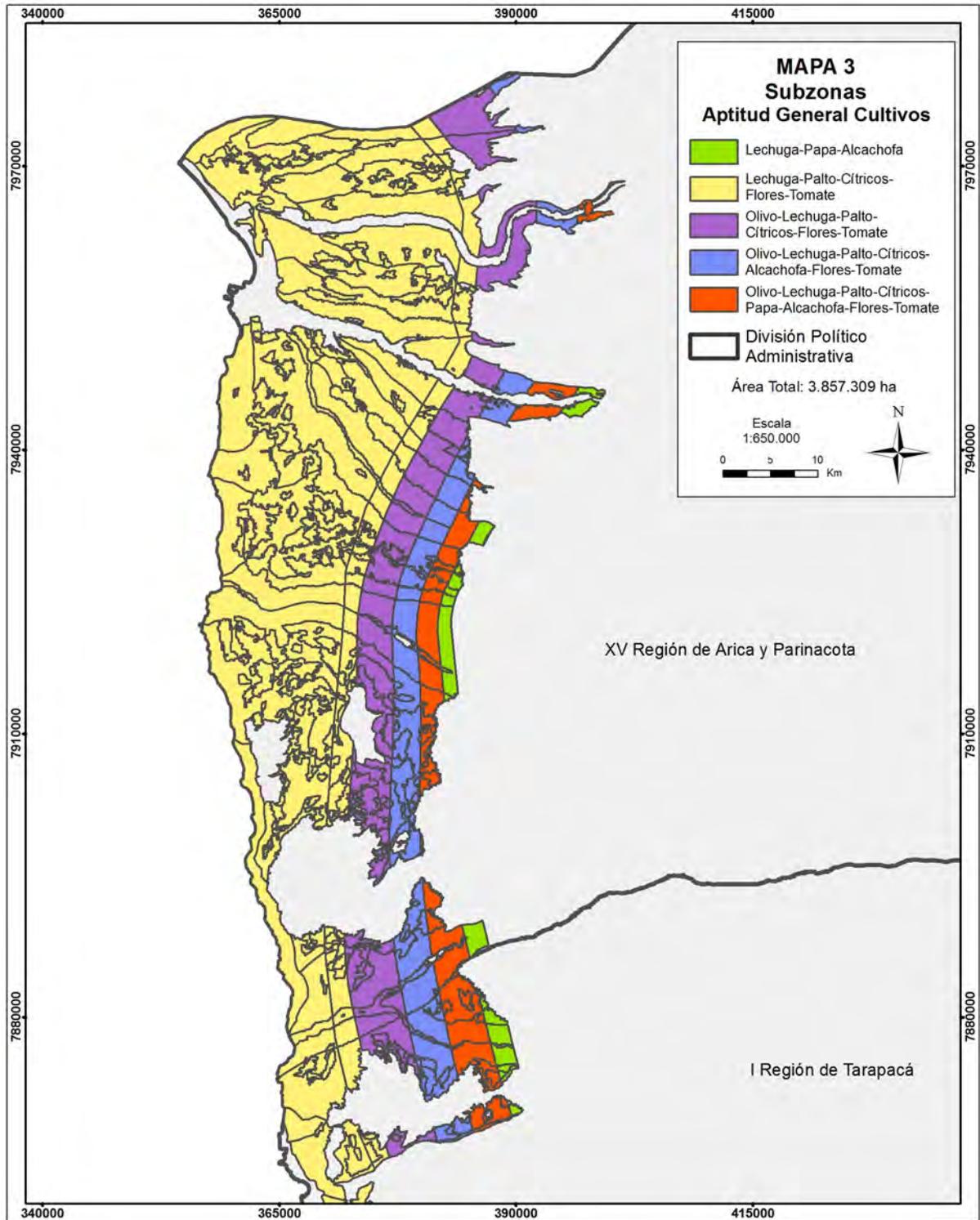


Figura 162. Superficie resultante luego de la definición de Aptitud general de cultivos de la región de Arica y Parinacota

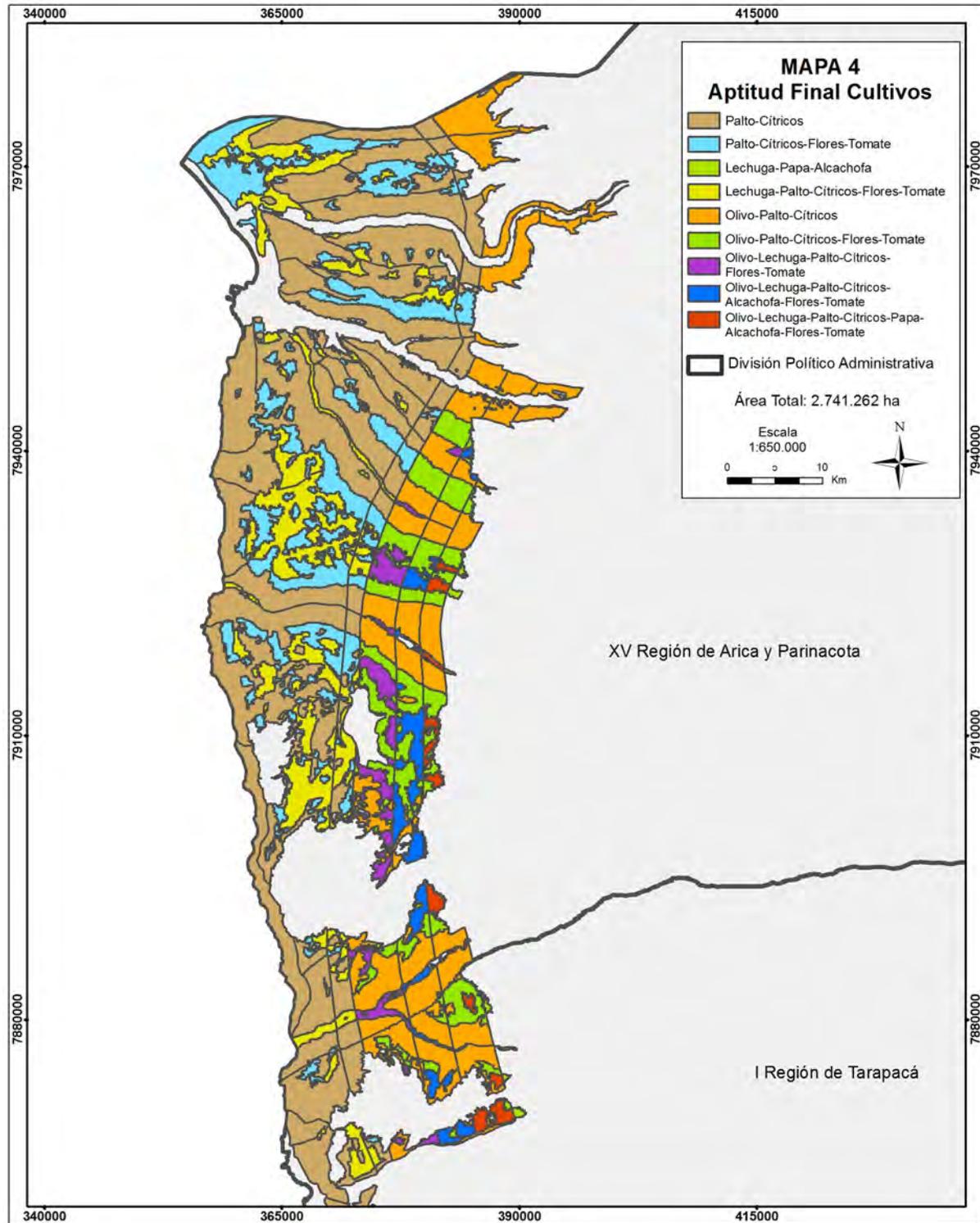


Figura 163. Superficie resultante luego de la definición de Aptitud de cultivos, posterior al filtro por geoformas, de la región de Arica y Parinacota

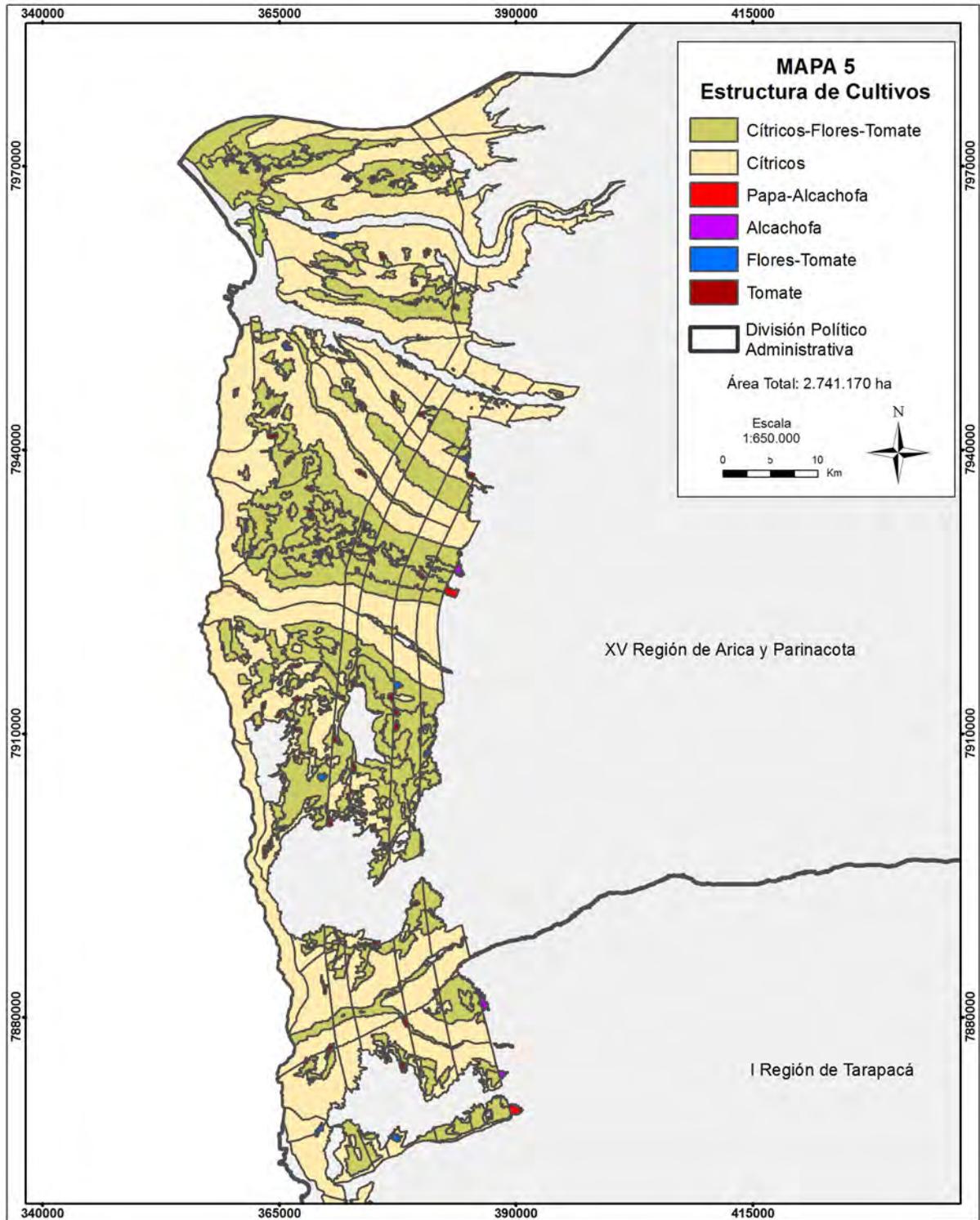


Figura 164. Superficie correspondiente a la estructura de cultivos de la región de Arica y Parinacota

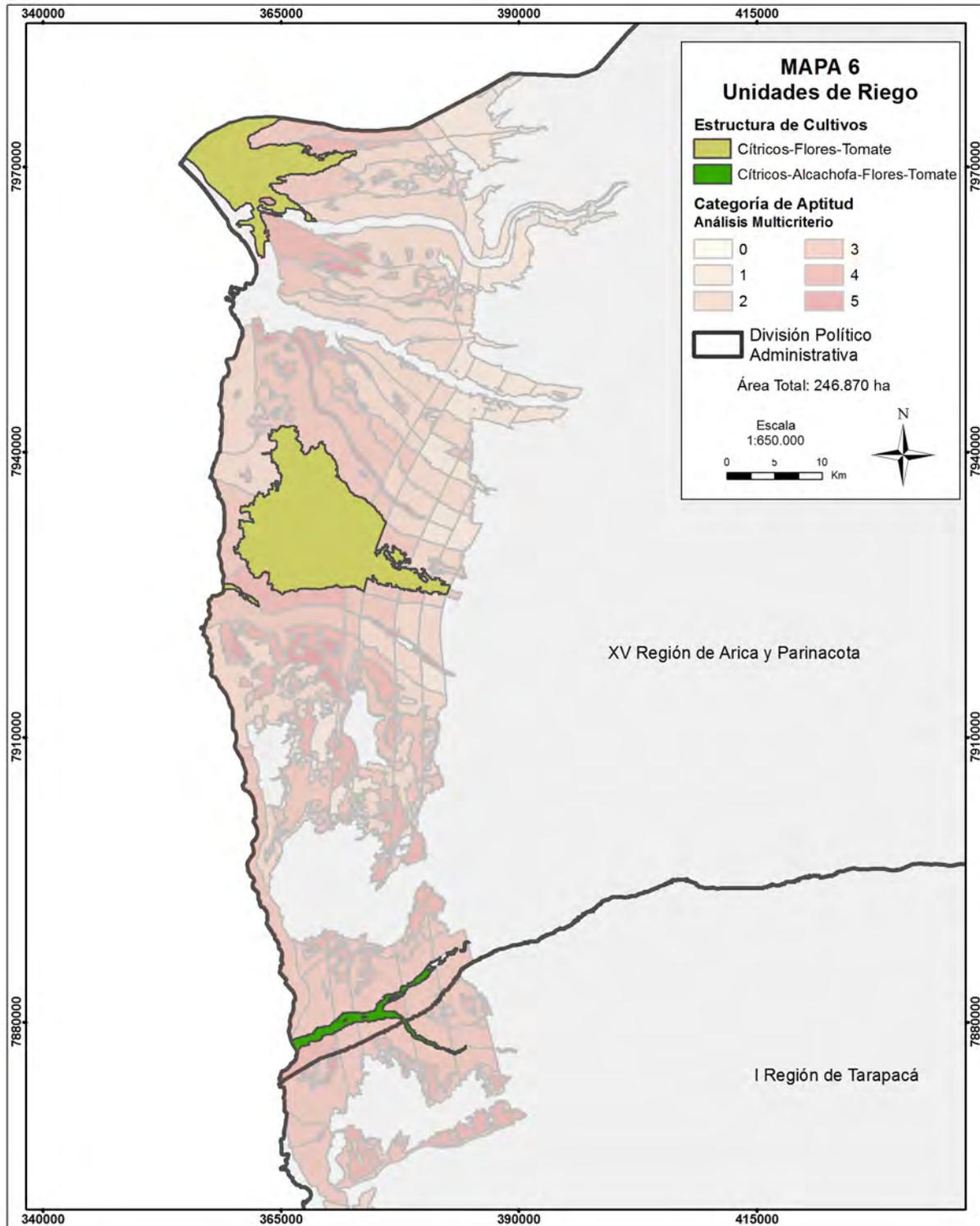


Figura 165. Superficie correspondiente a las Unidades de Riego de la región de Arica y Parinacota

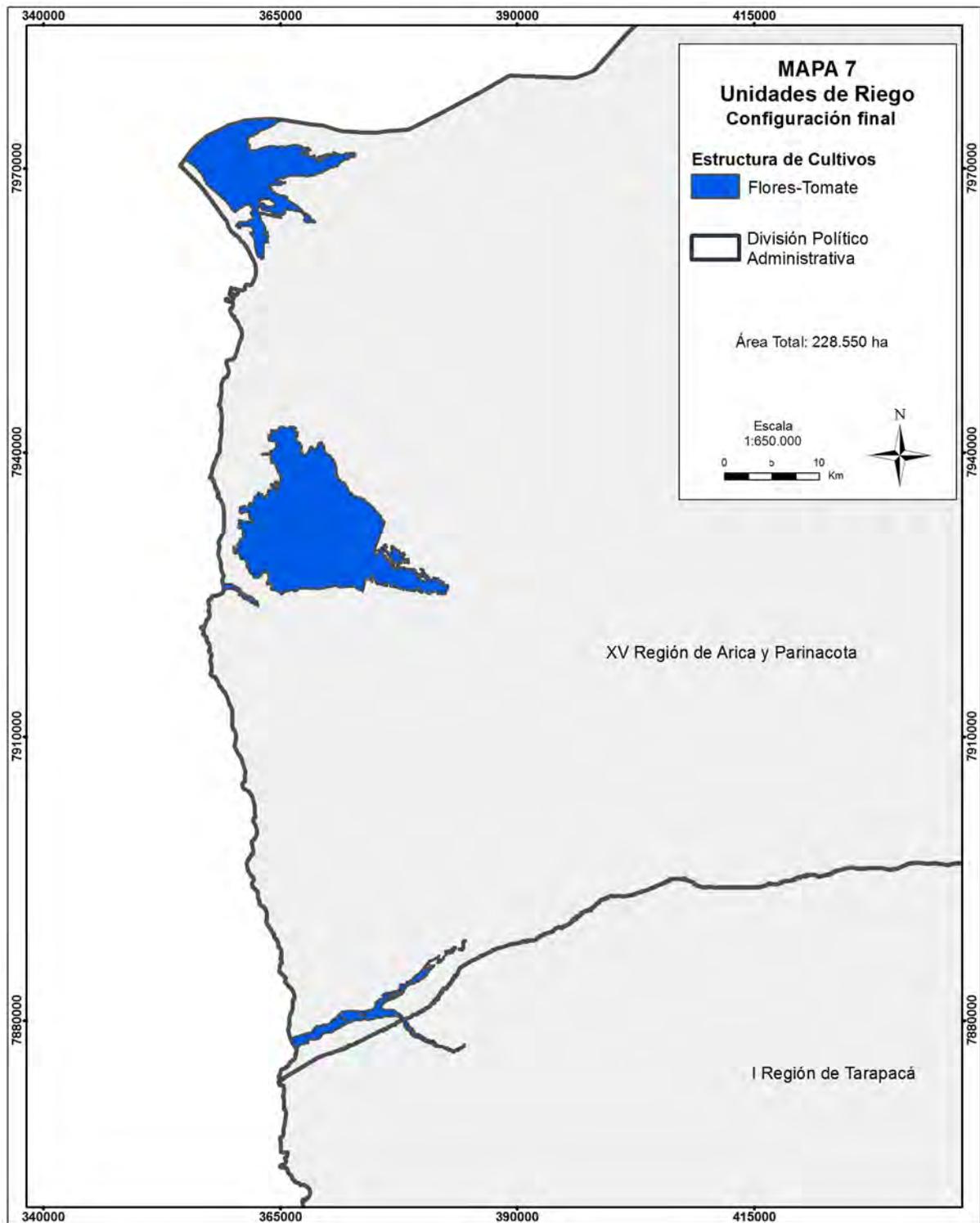


Figura 166. Superficie resultante luego de la redefinición de cultivos de la región de Arica y Parinacota

VIII.9. Anexo 9. Secuencia gráfica de disminución de superficie apta para expansión agrícola

Este anexo corresponde a un anexo digital en el cual se exponen los resultados de este estudio a través de una serie de 7 mapas coincidentes con 7 pasos metodológicos que determinan o disminuyen la superficie apta para la expansión agrícola. Estos mapas comprenden toda el área de estudio con información homologa a la expuesta para la región de Arica y Parinacota en el Anexo 8.

A continuación se listan los 7 mapas:

- a) Mapa 1. Área bajo los 1.000 msnm
- b) Mapa 2. Zonas homogéneas sin limitantes del territorio (Etapa 1)
- c) Mapa 3. Subzonas, Aptitud General de Cultivos (Etapa 2)
- d) Mapa 4. Aptitud Final de Cultivos(Etapa 2)
- e) Mapa 5. Estructura de cultivos (Etapa 3)
- f) Mapa 6. Unidades de Riego (Etapa 4)
- g) Mapa 7. Unidades de Riego Configuración Final (Etapa 6)

VIII.10. Anexo 10. Entrevistas a inversionistas

Las entrevistas expuestas a continuación reflejan la opinión de potenciales inversionistas, agricultores y empresas agrícolas sobre el proyecto de expansión agrícola con aguas provenientes de cuencas del sur. Por petición de los entrevistados se mantiene en anonimato su identidad.

ENTREVISTA 1 PROYECTO "DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA HIDRICA EN EL NORTE DE CHILE"

1. Datos del registro de entrevista

Nombre del entrevistador: Rodrigo Fuster - M. Fernanda Prohens

Fecha y lugar de la entrevista: Copiapó, 05-04-2013

2. Datos del entrevistado

Nombre de la Institución/organización: (Fundo La Cantera)

Nombre del entrevistado: -

Correo electrónico: -

Rubro

Agricultor

Comunidad de Aguas

Agroindustria

Productor de semillas

Cultivos industriales

Otro

X

Localidad actual actividad agrícola : Sector Hornito en la Comuna de Tierra Amarilla

3. Interés en invertir en nuevo uso de suelo para fines agrícolas.

(NOTA PARA EL ENTREVISTADOR: Lo que se busca recoger es el interés que habría de invertir en expandir la superficie de suelo agrícola hacia las laderas de cerros o los sectores entre los valles actualmente regados si es que hubiese agua disponible, y luego indagar cual es el costo que se podría estimar que es viable de pagar por el agua que se requeriría para regar estas nuevas zonas de cultivo)

3.1 Si no hubiese limitación en la disponibilidad de agua ¿Estaría dispuesto a invertir en expandir el suelo agrícola hacia zonas fuera del valle? **¿Por qué?**

Si, de todas maneras ya que existiendo agua uno puede crecer. Esa es la limitante actual.

3.2 A su parecer ¿qué cultivo sería considerado por usted para esta expansión?

Uva de mesa. En el Valle de Copiapó hasta el minuto es la única alternativa comercial

3.3 Consideraría invertir en cítricos para esta expansión? **(Explique)**

No, ya lo intenté y no resultó.

3.4 Para que la nueva inversión sea rentable ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el agua? (por metro cubico de agua, o por metro cúbicos por ha año) Considerando que se trata de agua de "buena calidad".

Como máximo 5.000 a 6.000 US\$ ha/año si consideramos una zona con buena producción y temprana, si estas condiciones decaen el margen se reduce.

ENTREVISTA 2

PROYECTO "DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA HIDRICA EN EL NORTE DE CHILE"

1. Datos del registro de entrevista

Nombre del entrevistador: Rodrigo Fuster - M. Fernanda Prohens

Fecha y lugar de la entrevista: Copiapó, 05-04-2013

2. Datos del entrevistado

Nombre de la Institución/organización: Fundo Sector Tierra Amarilla

Nombre del entrevistado: -

Correo electrónico: -

Rubro

Agricultor

Comunidad de Aguas

Agroindustria

Productor de semillas

Cultivos industriales

Otro

X

Localidad actual actividad agrícola : Lautaro en la Comuna de Tierra Amarilla y Parral en la Comuna de Alto del Carmen

3. Interés en invertir en nuevo uso de suelo para fines agrícolas.

(NOTA PARA EL ENTREVISTADOR: Lo que se busca recoger es el interés que habría de invertir en expandir la superficie de suelo agrícola hacia las laderas de cerros o los sectores entre los valles actualmente regados si es que hubiese agua disponible, y luego indagar cual es el costo que se podría estimar que es viable de pagar por el agua que se requeriría para regar estas nuevas zonas de cultivo)

3.1 Si no hubiese limitación en la disponibilidad de agua ¿Estaría dispuesto a invertir en expandir el suelo agrícola hacia zonas fuera del valle? **¿Por qué?**

Sí, eso sí depende del costo... Si conviene de todas maneras, es un buen negocio.

3.2 A su parecer ¿qué cultivo sería considerado por usted para esta expansión?

En Copiapó seguiría con uva de mesa. En Alto del Carmen también la uva de mesa pero evaluaría paltos, cítricos y mangos.

3.3 Consideraría invertir en cítricos para esta expansión? **(Explique)**

Si en el caso de Alto del Carmen, ya que puede ser una buena oportunidad de negocio sobre todo si consideramos las dificultades que están presentando los productores de la IV Región por la escasez de agua, lo que va a disminuir la oferta en el mercado.

3.4 Para que la nueva inversión sea rentable ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el agua? (por metro cubico de agua, o por metro cúbicos por ha año) Considerando que se trata de agua de "buena calidad".

Hasta 5.000 US\$ por Ha/año. Eso sí puesta en mi campo.

ENTREVISTA 3

PROYECTO "DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA HIDRICA EN EL NORTE DE CHILE"

1. Datos del registro de entrevista

Nombre del entrevistador: Rodrigo Fuster - M. Fernanda Prohens

Fecha y lugar de la entrevista: Copiapó, 05-04-2013

2. Datos del entrevistado

Nombre de la Institución/organización: Agrícola Copayapu Ltda. y Agrícola El Fuerte Ltda.

Nombre del entrevistado: -

Correo electrónico: -

Rubro

Agricultor

Comunidad de Aguas

Agroindustria

Productor de semillas

Cultivos industriales

Otro

Localidad actual actividad agrícola : Tierra Amarilla, Nantoco y Los Loros en la Comuna de Tierra Amarilla

x

3. Interés en invertir en nuevo uso de suelo para fines agrícolas.

(NOTA PARA EL ENTREVISTADOR: Lo que se busca recoger es el interés que habría de invertir en expandir la superficie de suelo agrícola hacia las laderas de cerros o los sectores entre los valles actualmente regados si es que hubiese agua disponible, y luego indagar cual es el costo que se podría estimar que es viable de pagar por el agua que se requeriría para regar estas nuevas zonas de cultivo)

3.1 Si no hubiese limitación en la disponibilidad de agua ¿Estaría dispuesto a invertir en expandir el suelo agrícola hacia zonas fuera del valle? **¿Por qué?**

Si, cuando el negocio funciona y están los recursos se puede crecer.

3.2 A su parecer ¿qué cultivo sería considerado por usted para esta expansión?

Uva de mesa y probablemente hortalizas

3.3 Consideraría invertir en cítricos para esta expansión? **(Explique)**

No, en este valle no han dejado plata... a los que han puesto cítricos no les ha funcionado

3.4 Para que la nueva inversión sea rentable ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el agua? (por metro cubico de agua, o por metro cúbicos por ha año) Considerando que se trata de agua de "buena calidad".

De 4.000 a 5.000 US\$ por ha/año... en general ese es el valor del que se habla en el valle

ENTREVISTA 4

PROYECTO "DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA HIDRICA EN EL NORTE DE CHILE"

1. Datos del registro de entrevista

Nombre del entrevistador: Rodrigo Fuster

Fecha y lugar de la entrevista: 3 de abril, telefónica.

2. Datos del entrevistado

Nombre de la Institución/organización: CASUB

Nombre del entrevistado: -

Correo electrónico: -

Rubro

Agricultor

Comunidad de Aguas

Agroindustria

Productor de semillas

Cultivos industriales

Otro

Localidad actual actividad agrícola :

X

3. Interés en invertir en nuevo uso de suelo para fines agrícolas.

(NOTA PARA EL ENTREVISTADOR: Lo que se busca recoger es el interés que habría de invertir en expandir la superficie de suelo agrícola hacia las laderas de cerros o los sectores entre los valles actualmente regados si es que hubiese agua disponible, y luego indagar cual es el costo que se podría estimar que es viable de pagar por el agua que se requeriría para regar estas nuevas zonas de cultivo)

3.1 Si no hubiese limitación en la disponibilidad de agua ¿Estaría dispuesto a invertir en expandir el suelo agrícola hacia zonas fuera del valle? **¿Por qué?**

En general percibe que no, que sería complicado expandirse en terrenos interfluvios cercanos a la costa porque son de privados. También porque los cultivos de la zona con influencia marina son de baja rentabilidad como el olivo, aunque no descarta que hubiesen algunos de sus usuarios mayores dispuestos a invertir.

3.2 A su parecer ¿qué cultivo sería considerado por usted para esta expansión?

Alguna hortaliza, Olivos siempre que la rentabilidad sea apropiada

3.3 Consideraría invertir en cítricos para esta expansión? (Explique)

Según la experiencia, los cítricos no han funcionado en la zona, no podría atribuir esto a problemas de suelo o de clima por lo que no sabré si habiendo agua de buena calidad se solucionaría el problema.

3.4 Para que la nueva inversión sea rentable ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el agua? (por metro cubico de agua, o por metro cúbicos por ha año) Considerando que se trata de agua de "buena calidad".

Cerca de la costa, los olivos tienen una rentabilidad de más o menos US3000/ha con un riego eficiente de 6000 m³/ha, tendría que ser menor a eso.

Más arriba la vid podría dar rentabilidades entre US 5000 a 8000 /ha con 7000 m³ al año.

ENTREVISTA 5

PROYECTO "DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA HIDRICA EN EL NORTE DE CHILE"

1. Datos del registro de entrevista

Nombre del entrevistador: Rodrigo Fuster
Fecha y lugar de la entrevista: 9 de abril, Copiapó.

2. Datos del entrevistado

Nombre de la Institución/organización: Unifruti

Nombre del entrevistado: -

Correo electrónico: -

Rubro

Agricultor

Comunidad de Aguas

Agroindustria

Productor de semillas

Cultivos industriales

Otro

X

Localidad actual actividad agrícola : Sector Copiapó Piedra Colgada

3. Interés en invertir en nuevo uso de suelo para fines agrícolas.

(NOTA PARA EL ENTREVISTADOR: Lo que se busca recoger es el interés que habría de invertir en expandir la superficie de suelo agrícola hacia las laderas de cerros o los sectores entre los valles actualmente regados si es que hubiese agua disponible, y luego indagar cual es el costo que se podría estimar que es viable de pagar por el agua que se requeriría para regar estas nuevas zonas de cultivo)

3.1 Si no hubiese limitación en la disponibilidad de agua ¿Estaría dispuesto a invertir en expandir el suelo agrícola hacia zonas fuera del valle? ¿Por qué?

Constantemente se plantea la opción de crecer en la medida que exista la oportunidad de mercado. Habiendo agua podrían crecer, dado que es uno de los principales problemas.

3.2 A su parecer ¿qué cultivo sería considerado por usted para esta expansión?

Vid, Granado.

3.3 Consideraría invertir en cítricos para esta expansión? (Explique)

No porque el problema es el boro en el suelo y en el agua, si bien con agua de buena calidad se podría resolver este problema queda el otro problema que es la fecha en que sale a mercado acá la producción que no es buena fecha por los precios. Además hay problemas crecientes de mano de obra en la zona.

3.4 Para que la nueva inversión sea rentable ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el agua? (por metro cubico de agua, o por metro cúbicos por ha año) Considerando que se trata de agua de "buena calidad".

Con agua de buena calidad podríamos esperar una rentabilidad de alrededor de 6000US por ha. En promedio de ahí se podría estimar una fracción al financiamiento del agua.

ENTREVISTA 6

PROYECTO "DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA HIDRICA EN EL NORTE DE CHILE"

1. Datos del registro de entrevista

Nombre del entrevistador Hilda Moya
Fecha y lugar de la entrevista 16 de abril, Petorca, Región de Valparaíso

2. Datos del entrevistado

Nombre de la Institución/organización: Programa de Desarrollo Local (PRODESAL), INDAP

Nombre del entrevistado: -

Correo electrónico: -

Rubro

Agricultor

Comunidad de Aguas

Agroindustria

Productor de semillas

Cultivos industriales

Otro

Localidad actual actividad agrícola: Provincia de Petorca sector alto
(Petorca, Chicolco, El Sobrante, etc.)

X

3. Interés en invertir en nuevo uso de suelo para fines agrícolas.

(NOTA PARA EL ENTREVISTADOR: Lo que se busca recoger es el interés que habría de invertir en expandir la superficie de suelo agrícola hacia las laderas de cerros o los sectores entre los valles actualmente regados si es que hubiese agua disponible, y luego indagar cual es el costo que se podría estimar que es viable de pagar por el agua que se requeriría para regar estas nuevas zonas de cultivo)

Comentarios: Se consultó a esta persona por su conocimiento experto, sobre si habría interesados en invertir, y qué cultivos elegirían. Respuestas no literales, sino que parafraseadas.

3.1 Si no hubiese limitación en la disponibilidad de agua ¿Estaría dispuesto a invertir en expandir el suelo agrícola hacia zonas fuera del valle? **¿Por qué?**

Se señala que en caso de que hubiese agua disponible, podría haber una expansión hacia las laderas o bien que se puedan instalar por condiciones climáticas. Señala que aún existen terrenos *municipales* que podrían ser comprados para estos efectos.

No obstante, recalca que es muy difícil en el contexto actual de escasez hídrica, porque inclusive habiendo un año bueno, eso solo permitirá abastecerse por la temporada en que ocurre, no quedando disponible para años siguientes.

3.2 A su parecer ¿qué cultivo sería considerado por usted para esta expansión?

Se señala que en caso de que hubiese agua disponible, podría haber una expansión hacia las laderas con cultivos de paltas, pues son cultivos que funcionan en estos lugares.

También destaca el nogal como un muy buen cultivo para esta zona por las condiciones climáticas. El almendro indica que no es recomendable, debido a que es una zona con mucha helada para sus requerimientos.

3.3 Consideraría invertir en cítricos para esta expansión? **(Explique)**

Sí, señala que es un cultivo que funciona en esas zonas [*aunque no lo nombró en la pregunta anterior*]. Que solo se debe tener en consideración el requerimiento de mano de obra, pues tiene distintas épocas de cosecha en el año.

3.4 Para que la nueva inversión sea rentable ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el agua? (por metro cubico de agua, o por metro cúbicos por ha año) Considerando que se trata de agua de "buena calidad".

No sabe

ENTREVISTA 7

PROYECTO "DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA HIDRICA EN EL NORTE DE CHILE"

1. Datos del registro de entrevista

Nombre del entrevistador: Rodrigo Fuster

Fecha y lugar de la entrevista: 4 de abril, entrevista telefónica.

2. Datos del entrevistado

Nombre de la Institución/organización: Soquimich/asesor a diferentes productores Exportadores

Nombre del entrevistado: -

Correo electrónico:

Rubro

Agricultor

Comunidad de Aguas

Agroindustria

Productor de semillas

Cultivos industriales

Otro

X
X

Localidad actual actividad agrícola: Provincia de Petorca y Aconcagua. Agrícola

3. Interés en invertir en nuevo uso de suelo para fines agrícolas.

(NOTA PARA EL ENTREVISTADOR: Lo que se busca recoger es el interés que habría de invertir en expandir la superficie de suelo agrícola hacia las laderas de cerros o los sectores entre los valles actualmente regados si es que hubiese agua disponible, y luego indagar cual es el costo que se podría estimar que es viable de pagar por el agua que se requeriría para regar estas nuevas zonas de cultivo)

3.1 Si no hubiese limitación en la disponibilidad de agua ¿Estaría dispuesto a invertir en expandir el suelo agrícola hacia zonas fuera del valle? ¿Por qué?

De todas maneras, los empresarios están esperando donde haya agua para expandirse, esto desde la 3ra a la 5ta se ve con claridad.

3.2 A su parecer ¿qué cultivo sería considerado por usted para esta expansión?

Nogales (Boom hoy por hoy) c 4000 kg/ha y según algunas experiencias hasta 8000 si es en sectores con pocas heladas. Otros paltos, uva, etc.

3.3 Consideraría invertir en cítricos para esta expansión? (Explique)

Los cítricos también, podría ser mandarina, pero ahí la restricción del frío y de rentabilidad, son pocos cítricos los que valen la pena hoy.

3.4 Para que la nueva inversión sea rentable ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el agua? (por metro cúbico de agua, o por metro cúbicos por ha año) Considerando que se trata de agua de "buena calidad".

En el norte, Ovalle por ejemplo 70 - 50 \$ por m³ es lo que se comenta.... Pero para la zona de la 5ta región no se habla de cuánto vale el agua.

ENTREVISTA 8

PROYECTO "DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA HIDRICA EN EL NORTE DE CHILE"

1. Datos del registro de entrevista

Nombre del entrevistador: Luis Contreras.

Fecha y lugar de la entrevista 11-04-13, Agrícola Santa Luisa

2. Datos del entrevistado

Nombre de la Institución/organización: Sociedad Agrícola santa luisa Ltda.

Nombre del entrevistado: -

Correo electrónico: -

Rubro

Agricultor

Comunidad de Aguas

Agroindustria

Productor de semillas

Cultivos industriales

Otro

x

Localidad actual actividad agrícola :valle Azapa, Arica sector quebrada del diablo

3. Interés en invertir en nuevo uso de suelo para fines agrícolas.

(NOTA PARA EL ENTREVISTADOR: Lo que se busca recoger es el interés que habría de invertir en expandir la superficie de suelo agrícola hacia las laderas de cerros o los sectores entre los valles actualmente regados si es que hubiese agua disponible, y luego indagar cual es el costo que se podría estimar que es viable de pagar por el agua que se requeriría para regar estas nuevas zonas de cultivo)

3.1 Si no hubiese limitación en la disponibilidad de agua ¿Estaría dispuesto a invertir en expandir el suelo agrícola hacia zonas fuera del valle? ¿Por qué?

R: Sí, porque los cultivos son rentables, se amortiza la inversión rápidamente

3.2 A su parecer ¿qué cultivo sería considerado por usted para esta expansión?

R: Netamente tomate, ya que es nuestro fuerte, porque la inversión, 30 - 40 millones, se puede amortizar en dos o tres años en cultivo protegido.

3.3 ¿Consideraría invertir en cítricos para esta expansión? (Explique)

R: No, porque se desconoce el mercado y no podemos ver que tan fácil es posicionar los cítricos en éste, además no conocemos los manejos.

3.4 Para que la nueva inversión sea rentable ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el agua? (por metro cúbico de agua, o por metro cúbicos por ha año) Considerando que se trata de agua de "buena calidad".

R: Estamos dispuesto a pagar metro cúbico por ha, por la seguridad que nos entrega el abastecimiento. Y a mi parecer ésta sería ser la forma en que se debiera manejar el agua en la comunidad regante.

No da referencia de cuanto estaría dispuesto a pagar

ENTREVISTA 9

PROYECTO "DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA HIDRICA EN EL NORTE DE CHILE"

1. Datos del registro de entrevista

Nombre del entrevistador: Luis Contreras

Fecha y lugar de la entrevista 11-04-2013, Parcela Eris Rojas

2. Datos del entrevistado

Nombre de la Institución/organización: Parcela Eris Rojas

Nombre del entrevistado:

Correo electrónico:

Rubro : Agricultor

Teléfono:

Agricultor

Comunidad de Aguas

Agroindustria

Productor de semillas

Cultivos industriales

Otro

x

Localidad actual actividad agrícola :Valle Azapa, Arica, sector Quebrada del Diablo

3. Interés en invertir en nuevo uso de suelo para fines agrícolas.

(NOTA PARA EL ENTREVISTADOR: Lo que se busca recoger es el interés que habría de invertir en expandir la superficie de suelo agrícola hacia las laderas de cerros o los sectores entre los valles actualmente regados si es que hubiese agua disponible, y luego indagar cual es el costo que se podría estimar que es viable de pagar por el agua que se requeriría para regar estas nuevas zonas de cultivo)

3.1 Si no hubiese limitación en la disponibilidad de agua ¿Estaría dispuesto a invertir en expandir el suelo agrícola hacia zonas fuera del valle? ¿Por qué?

R: Sí, lo único que nos limita es la falta de agua, a nosotros como productores nos interesa expandirnos y si podemos contar con agua para eso no tendríamos ningún problema.

3.2 A su parecer ¿qué cultivo sería considerado por usted para esta expansión?

R: Tomate y morrón, son los cultivos con los que trabajamos hoy en día y también son los que más interés despiertan en mi padre.

3.3 ¿Consideraría invertir en cítricos para esta expansión? (Explique)

R: No, porque el manejo asociado al control de plagas para los cítricos es demasiado complejo, además no se conoce mucho sobre sus otros manejos.

3.4 Para que la nueva inversión sea rentable ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el agua? (por metro cúbico de agua, o por metro cúbicos por ha año) Considerando que se trata de agua de "buena calidad".

R: Estamos dispuesto a pagar metro cúbico por ha, (no menciona un valor asociado, pero deja entrever que podría ser lo que pagan hoy en día por agua) ya que al tener la cantidad de agua con la que contamos, debemos proyectar la producción total y esto no entrega una seguridad de abastecimiento y limita la producción

ENTREVISTA 10

PROYECTO "DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA HIDRICA EN EL NORTE DE CHILE"

1. Datos del registro de entrevista

Nombre del entrevistador
Fecha y lugar de la entrevista

2. Datos del entrevistado

Nombre de la Institución/organización: Semillas Pioneer Chile Ltda.

Nombre del entrevistado: -

Correo electrónico: -

Rubro

Agricultor

Comunidad de Aguas

Agroindustria

Productor de semillas

Cultivos industriales

Otro

Localidad actual actividad agrícola : Valle Azapa y Chaca.

X

3. Interés en invertir en nuevo uso de suelo para fines agrícolas.

(NOTA PARA EL ENTREVISTADOR: Lo que se busca recoger es el interés que habría de invertir en expandir la superficie de suelo agrícola hacia las laderas de cerros o los sectores entre los valles actualmente regados si es que hubiese agua disponible, y luego indagar cual es el costo que se podría estimar que es viable de pagar por el agua que se requeriría para regar estas nuevas zonas de cultivo)

3.1 Si no hubiese limitación en la disponibilidad de agua ¿Estaría dispuesto a invertir en expandir el suelo agrícola hacia zonas fuera del valle? **¿Por qué?**

Es lo que estamos haciendo con Pampa Concordia, lo que demuestra nuestro interés. Esto para lograr nuestros requerimientos de aislamiento. También poder acceder a tierras de menor valor de arriendo.

3.2 A su parecer ¿qué cultivo sería considerado por usted para esta expansión?

Maíz.

3.3 Para que la nueva inversión sea rentable ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el agua? (por metro cubico de agua, o por metro cúbicos por ha año) Considerando que se trata de agua de "buena calidad". 0,5-0,7 USD\$ por metro cúbico.