

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**VALORACIÓN DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS GENERADAS POR LA
DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS. VALLE DE PUCHUNCAVÍ, REGIÓN DE
VALPARAÍSO, CHILE.**

LUCIANO BADAL THOMAS

Santiago, Chile
2014

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**VALORACIÓN DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS GENERADAS POR LA
DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS. VALLE DE PUCHUNCAVÍ, REGIÓN DE
VALPARAÍSO, CHILE.**

**VALUATION OF ECONOMIC LOSSES OF LAND DEGRADATION IN THE
PUCHUNCAVÍ VALLEY, REGIÓN DE VALPARAÍSO, CHILE.**

LUCIANO BADAL THOMAS

Santiago, Chile
2014

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

**VALORACIÓN DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS GENERADAS POR LA
DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS. VALLE DE PUCHUNCAVÍ, REGIÓN DE
VALPARAÍSO, CHILE.**

Memoria para optar al Título Profesional de:
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

LUCIANO BADAL THOMAS

PROFESOR GUÍA

Sr. Alejandro León S.
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.

Calificaciones

6,5

PROFESORES EVALUADORES

Sr. Juan Manuel Uribe M.
Ingeniero Agrónomo.

7,0

Sr. Jorge Pérez Q.
Ingeniero Agrónomo, M.S. Ph. D.

6,0

COLABORADOR

Sr. Cesar Morales
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.

Santiago, Chile.
2014

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVO GENERAL	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
MÉTODOS	7
ZONA DE ESTUDIO	7
METODOLOGÍA	9
Cambios en la estructura y patrón productivo de la agricultura local, periodo 1964-2007.	9
Valoración de las consecuencias económicas derivadas del proceso de degradación de las tierras agrícolas, periodo 1964-2007.	9
Valor económico de la degradación de las tierras agrícolas en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007.	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
Cambios en la estructura y patrón productivo de la agricultura local, periodo 1964-2007.	17
Consecuencias económicas derivadas del proceso de degradación de las tierras agrícolas, periodo 1956-2007.	23
Valor económico de la degradación de las tierras agrícolas en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007.	33
CONCLUSIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	43
APÉNDICES.....	48
Apéndice 1: Entrevista productores agropecuarios comuna de Puchuncaví.	48

ANEXOS	52
Anexo 1. Datos utilizados en el cálculo del Valor Bruto de Producción agrícola.....	52
Anexo 2. Datos utilizados en el cálculo del Valor Bruto de Producción forestal.	60
Anexo 3. Datos utilizados en el cálculo del Valor Bruto de Producción ganadera. ...	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Parámetros bovinos utilizados para el cálculo de Valor Bruto de Producción ..	12
Cuadro 2. Parámetros caprinos utilizados para el cálculo de Valor Bruto de Producción .	13
Cuadro 3. Parámetros ovinos utilizados para el cálculo de Valor Bruto de Producción	13
Cuadro 4. Parámetros porciones utilizados para estimar el Valor Bruto de Producción....	13
Cuadro 5. Parámetros avícolas empleados para estimar el Valor Bruto de Producción.....	14
Cuadro 6. Disminución porcentual (%) de rendimiento de cultivos percibida por agricultores, comuna de Puchuncaví periodo 1964-2007.	16
Cuadro 7. Número de explotaciones por tipo en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007	17
Cuadro 8. Usos del suelo (ha) en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007.....	18
Cuadro 9. Superficie (ha) efectivamente regada en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007	19
Cuadro 10. Número de las explotaciones con tierra, según tamaño de las explotaciones en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007.	20
Cuadro 11. Superficie (ha) de las explotaciones con tierra, según tamaño de las explotaciones en la comuna de Puchuncaví, periodo 1997-2007	21
Cuadro 12. Tipo de productor agrícola en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007	22
Cuadro 13. Personal permanente que trabaja en explotaciones agropecuarias en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007.....	22
Cuadro 14. Variación del Valor Bruto de Producción (en US\$) por rubro en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007.....	25
Cuadro 15. Superficie sembrada (ha) según cultivo, periodo 1964-2007 en la Comuna de Puchuncaví (decimales aproximados).....	26
Cuadro 16. Rendimiento de cultivos agrícolas (kg/ha) en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007	27

Cuadro 17. Número de cabezas de ganado en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007	28
Cuadro 18. Valor Bruto de Producción por tipo de ganado (en US\$) en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007.....	30
Cuadro 19. Superficie (ha) plantada con especies forestales en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007	31
Cuadro 20. Concentración anual de SO ₂ (ppb) registrada por estaciones de monitoreo en la comuna de Puchuncaví.....	36
Cuadro 21. Concentración anual de MP ₁₀ (ppb) registrada por estaciones de monitoreo en la comuna de Puchuncaví.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona de estudio.....	7
Figura 2. Variación del Valor Bruto de la Producción (en US\$) en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007.....	24
Figura 3. Composición agrícola, ganadera y forestal del Valor Bruto de la Producción (en US\$) en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007.....	25
Figura 4. Cultivos con riego tecnificado comuna de Puchuncaví.....	28
Figura 5. Especies ganaderas comuna de Puchuncaví.....	29
Figura 6. Plantaciones forestales comuna de Puchuncaví.....	31
Figura 7. Brecha del nivel de producción respecto al nivel óptimo agrícola estimado (en US\$) en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007.....	33
Figura 8. Complejo Industrial Ventanas.....	34
Figura 9. Causas reducción de productividad de los cultivos, comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007.....	35
Figura 10. Registro de emisiones de SO ₂ (Ton/año), AES GENER S.A. y CODELCO División Ventanas.....	37
Figura 11. Registro de emisiones de MP (Ton/año), AES GENER S.A. y CODELCO División Ventanas.....	39

RESUMEN

La degradación de las tierras constituye uno de los fenómenos de mayor impacto económico y ambiental para el sector silvoagropecuario en Chile. Los suelos de la comuna de Puchuncaví —objetos de la presente investigación— representan un caso emblemático de degradación y contaminación, como resultado de más de 50 años de exposición a emisiones atmosféricas provenientes del Complejo Industrial Ventanas, con altos contenidos de anhídrido sulfuroso y material particulado. Debido a su topografía, la intensa actividad industrial, malas prácticas agrícolas y ganaderas, la recurrencia de años secos y el importante aumento de producción forestal en terrenos antiguamente agrícolas, más del 60% de los suelos de la comuna presenta problemas de erosión moderada, severa y muy severa. Con el objetivo de estimar y analizar las pérdidas económicas generadas por la degradación de las tierras en la comuna de Puchuncaví se adaptó, a escala local, la metodología usada en el estudio “Valoración de la Degradación de las Tierras ante Escenarios Alternativos de Cambio Climático”, diseñada por la CEPAL en varios países de América Latina. Los resultados obtenidos indican que el Valor Bruto de Producción silvoagropecuario de la comuna se redujo un 80% para el periodo 1964-2007, lo que equivale a una disminución de US\$ 1.609.060 al comparar la producción alcanzada en 1964 y la obtenida en 2007. La baja en el valor de la producción se explica por la dramática reducción de superficie utilizada para cultivos agrícolas, la cual entre 1964 y 2007 se redujo un 99%, y por la disminución de producción ganadera estimada en un 60%. Por contraparte, las plantaciones forestales pasaron de representar el 1% del Valor Bruto de Producción en 1964, al 33% en 2007, debido a un importante aumento de la superficie forestal. Paralelamente, se estimó que la reducción de rendimiento de los cultivos tradicionales de la zona, principalmente trigo y lentejas, ha significado una pérdida total de US\$ 4.644.912 al comparar, para cada año entre 1964-2007, el Valor Bruto de Producción agrícola efectivamente alcanzado en la comuna con el que potencialmente se hubiese obtenido si los suelos no estuvieran degradados. La importante degradación química que afecta los suelos de la comuna, como consecuencia de la prolongada exposición de estos a la contaminación generada por el Complejo Industrial Ventanas, y la menor disponibilidad de agua para riego son los principales factores señalados como responsables de la reducción de rendimiento de los cultivos. Dentro de las consecuencias socio económicas asociadas al proceso de degradación de los suelos de la comuna, destaca la fuerte pérdida de empleo agrícola, así como también un importante éxodo rural-urbano, el cual ha provocado un paulatino envejecimiento de la población rural de la zona. Se concluye que la reducción de productividad biológica de los suelos en Puchuncaví se debe a una serie de factores biofísicos, económicos y sociales, que confirman el carácter multidimensional del proceso de degradación, el cual ha significado importantes pérdidas económicas para el sector agrícola durante el periodo estudiado.

Palabras clave: Chile, degradación de tierras, pérdidas económicas, contaminación, Puchuncaví.

ABSTRACT

Erosive processes are one of the major environmental and economic problems of Chilean agriculture. The soils of Puchuncaví -subject of the present research- in particular, exemplifies an emblematic case of degradation and pollution, as a result of over forty years of exposure to atmospheric emissions from Ventanas Industrial Complex, that containing high levels of SO₂ and PM. Due to its topography, the intense industrial activity in the area, poor farming practices and the re-occurrence of dry years, over 60% of the land that can be found in the valley of Puchuncaví, presents depleted soils with moderate, severe and very severe erosion problems. In order to quantify and analyze the economic costs due to soil degradation in Puchuncaví, it's been adapted, the methodology used in the study "Valoración de la Degradación de las Tierras ante Escenarios Alternativos de Cambio Climático", which has been implemented by CEPAL in several Latin American countries. The results indicate that agricultural, livestock and forestry production in the area was reduced by 80% in the 1964-2007 period, equivalent to a decrease of U.S. \$ 1.609.060 when comparing the production achieved in 1964 and the obtained in 2007. The decrease in the production it's explained by the dramatic reduction regarding agricultural productivity (97%) and livestock (60%). On the contrary, forest plantations have had a significant surface increase, which goes from 1% of the gross value of production in 1964, to 33% in 2007. Regarding agricultural sector, it was estimated that the reduction of traditional crops yield in the area, involving mostly wheat and lentils, has meant a total loss of U.S. \$ 4.644.912 if we compare, for each year, during the time lapse from 1964-2007, the gross value of agricultural production that was actually achieved in Puchuncaví, with the one that would have been potentially obtained, if the soils were not degraded. The chemical soil degradation of the area, as a result of prolonged exposure to the pollution emanating from Ventanas Industrial Complex, and the reduced availability of irrigation water are identified as the main factors responsible for the reduced productivity of crops. The most important socio economic consequences associated to the degradation process in Puchuncaví, are the large number of losses concerning agricultural employment, as well as the significant rural-urban exodus and the gradual aging of the rural population. The analysis regarding the monetary value of the degradation in Puchuncaví leads to the conclusion that the reduction of biological productivity of soils in Puchuncaví is caused by a serial of biophysical, economic and social factors, confirming the multidimensional nature of the degradation process, which has resulted in significant economic losses to the agricultural sector over the period.

Key words: Chile, land degradation, pollution, economic losses, Puchuncaví.

INTRODUCCIÓN

La degradación de las tierras se define como “*Un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios*” (FAO, 2003). De acuerdo a la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación (UNCCD), el proceso de degradación de los suelos es el resultado de factores climáticos y antrópicos que reducen la productividad económica y biológica de la tierra (ONU, 1992).

Entre las causas directas de degradación de suelo destaca la erosión causada por la deforestación y el inadecuado manejo agrícola de la tierra, la erosión eólica e hídrica, así como la salinización y contaminación de los suelos debido a la intensificación de actividades industriales y al elevado uso de agroquímicos (Morales, 2012). Se suman además, las causas subyacentes que condicionan la aparición de la degradación tales como políticas ambientales inadecuadas y la pobreza (Geist y Lambinn, 2004).

La degradación de las tierras pone directamente en peligro la soberanía alimentaria y subsistencia de las poblaciones que habitan los territorios afectados, particularmente en los países en vías de desarrollo (Mertz *et. Al*, 2009). Por su magnitud y tasa de incremento, la degradación de los suelos es tan importante para la sociedad como otros problemas de impacto global como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la creciente escasez de agua dulce y las sequias (FAO, 2003).

Debido a la magnitud de los impactos socioeconómicos y ambientales provocados por la degradación y desertificación de los suelos, la estimación de los costos económicos de estos procesos a nivel global, regional y local ha emergido como un tema prioritario en la agenda internacional de lucha contra esta amenaza (Morales, 2012). El 2005 la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), puso de manifiesto la necesidad de cuantificar el valor económico de la degradación de los suelos y poder fundamentar los procesos de asignación de recursos en la lucha contra la desertificación (OCDE, 2008).

En Chile, cerca de tres cuartas partes de las 50 millones de hectáreas que componen la superficie territorial continental productiva presenta algún grado de degradación, es decir, aproximadamente 37 millones de hectáreas. De esta superficie, un 66%, o sea 24 millones de hectáreas, están afectadas por niveles de erosión moderados a leves y un 34% presenta niveles de erosión grave a muy grave, lo que significa que han perdido entre el 60 y el 100% de la profundidad del suelo apto para cultivo (CIREN, 2010).

Se estima que por cada 1% de disminución en la capacidad productiva agropecuaria del territorio, se pierden anualmente unos 120 millones de dólares en el PIB nacional

(Congreso Nacional, 2012), pérdidas que se acentúan en las áreas rurales más pobres con acceso limitado a las tecnologías y medios de subsistencia (Urquiza, 2003).

En las regiones centrales del país, la degradación de los suelos corresponde a uno de los problemas económicos y ambientales más significativos del sector silvoagropecuario; especialmente porque este recurso no es renovable a escala humana y es altamente vulnerable a actuaciones antrópicas y condiciones de variabilidad climática y calentamiento global (Yoma, 2003).

La comuna de Puchuncaví, ubicada en la zona norte de la región de Valparaíso, constituye un caso emblemático de degradación de suelo y contaminación. Desde 1964, tras la inauguración de la Fundición y Refinería de cobre Ventanas perteneciente a la Empresa Nacional de Minería (ENAMI), actualmente administrada por la Corporación Nacional del Cobre (CODELCO), y la entrada en funcionamiento ese mismo año de la Central Termoeléctrica Ventanas I de CHILGENER S.A., actual AES GENER S.A. sus suelos y ecosistemas han sido afectados por emisiones atmosféricas con altas concentraciones de anhídrido sulfuroso (SO_2) y material particulado (MP) rico en cobre (Cu) y otros elementos como arsénico (As), plomo (Pb), mercurio (Hg) y zinc (Zn) (Ginocchio, 2000; González *et al.*, 2008).

El exceso de metales pesados, en cuanto al tipo de elementos involucrados, sus proporciones relativas y las distribuciones espaciales encontradas en muestras de suelos y vegetación (Cornejo *et al.*, 1983; Bergqvist y González, 1986; Neaman *et al.*, 2009), confirman la hipótesis que establece que el deterioro del suelo y vegetación por contaminación en Puchuncaví tiene una génesis definida y se encuentra restringido a una zona geográfica limitada al área de influencia de las emisiones del Complejo Industrial Ventanas (Bergqvist y González, 1986). Siendo los sectores ubicados al noreste del complejo industrial los más afectados, debido a la dominancia de los vientos que actúan sobre las emisiones gaseosas emitidas a través de las plumas de las chimeneas (Cornejo *et al.*, 1983).

Si bien en 1992 el Ministerio de Minería promulgó el Decreto Supremo N°252 que aprobó el Plan de Descontaminación del Complejo Industrial Ventanas, el cual fijó un cronograma de reducción de emisiones para ambas empresas, estableciendo la obligación de cumplir con las normas de Calidad del Aire vigentes para los contaminantes material particulado respirable (MP10) a contar del 1 de Enero de 1995, y de SO_2 desde el 30 de Junio de 1999 (MINSAL, 2008); las deposiciones de SO_2 y MP generadas por cerca de 50 años han provocado importantes daños en la vegetación local, acelerando e intensificando el proceso de degradación (Folchi, 2006), y en las características del suelo, debido a contenidos anormalmente elevados de Cu, Pb y Zn en el estrato superficial de los suelos de la comuna (González y Ite, 1992; Ginocchio *et al.*, 2004).

De acuerdo a (CIREN, 2010) más del 65% de los suelos de la comuna se encuentra con algún grado de erosión. Como consecuencia de su topografía y de los procesos industriales y silvoagropecuarios desarrollados en la zona, los suelos de la comuna han sufrido

variaciones significativas en el contenido de nitrógeno, materia orgánica y el pH, lo que se ha traducido en una reducción de los rendimientos y superficie cultivada de los principales cultivos como trigo y lentejas (García-Huidobro y Marshall, 2001). Según un estudio preparado por la *Overseas Development Administration* (ODA) en la comuna de Puchuncaví, entre 1963 y 1981 las áreas cultivadas con trigo invernal y lentejas se redujeron en un 68% y 49% respectivamente (ODA, citado por Sabatini *et al.*, 1995).

El presente estudio corresponde a una estimación del valor de las pérdidas económicas provocadas por la degradación de los suelos agrícolas de la comuna de Puchuncaví, donde confluyen, y se interrelacionan, los principales componentes de degradación que inciden sobre la producción agrícola: la disminución de vegetación, en la cantidad y/o calidad de biomasa y la cobertura vegetal del terreno; el descenso en la cantidad y calidad de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos; cambios en las condiciones micro y macro climáticas que incrementan el riesgo de fracaso de los cultivos (Douglas, 1994); así como la degradación física (eólica e hídrica), química (debido a la contaminación atmosférica) y biológica (asociada a prácticas agrícolas y ganaderas inadecuadas

Objetivo General

Estimar el valor monetario de la degradación de las tierras agrícolas en la comuna de Puchuncaví.

Objetivos Específicos

1. Documentar y analizar los cambios en la estructura y patrón productivo de la agricultura local durante los periodos censales 1964 a 2007, identificando sus causas.
2. Estimar las consecuencias económicas derivadas del proceso de degradación de las tierras agrícolas de la zona en estudio.

MÉTODOS

Zona de Estudio

La zona de estudio corresponde a la comuna de Puchuncaví (Figura 1), ubicada a $71^{\circ}25'$ longitud W; $32^{\circ}45'$ latitud S; tiene una superficie de 301 Km^2 y una población de 16.371 habitantes, de los cuales un 76% se ubica en localidades urbanas y un 23% corresponde a población rural, la cual se desempeña básicamente en funciones agrícolas. (Municipalidad de Puchuncaví, 2009a).

A nivel político-administrativo la comuna se compone por ocho distritos: Placilla de Puchuncaví; La Laguna; La Canela; San Antonio; Pucalán; Melosillas; Los Maitenes y Campiche. En ellas se describen 22 localidades, 4 urbanas y 18 rurales.

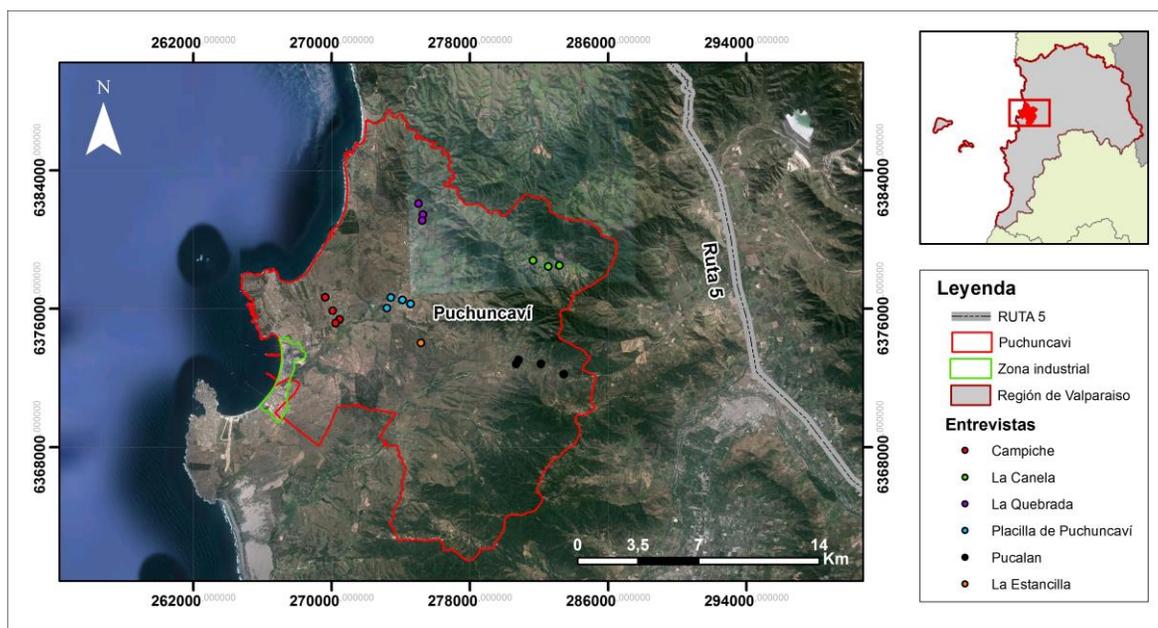


Figura 1. Zona de estudio. Fuente: Elaboración propia

La comuna se emplaza en tres principales macro-unidades de relieve: la Cordillera de la Costa, que da el límite oriente y sur a la comuna, se compone de terrenos montañosos formados principalmente por suelos derivados de granitos que presentan aptitudes ganaderas, pero preferentemente forestales; las Planicies Litorales, que abarcan desde el litoral hasta aproximadamente la cota 200, son colinas con pendientes moderadas (15-30%) recubiertas por areniscas y arcillas marinas; y el Sector Litoral, que agrupa las playas y

arenales bajos entre el límite comunal con Quintero y la desembocadura del estero Puchuncaví y el estero Catapilco (Municipalidad de Puchuncaví, 2009a).

La hidrología continental de la comuna se compone por el estero Puchuncaví, el estero Campiche y el estero Catapilco. El más importante a nivel comunal corresponde al estero Puchuncaví, el cual presenta un breve recorrido y una pendiente de escurrimiento hídrico bajo, con sectores de vega y pantanos. Su régimen es pluvial y sólo desemboca al mar en periodo de crecidas invernales. En sus zonas aledañas hay captación de agua con pozos de noria de 6 a 12 metros de profundidad, los que presentan calidad de agua poco potable (DGA, 2002).

El clima es templado cálido, en total las precipitaciones registran una media anual de 340 milímetros con variaciones que alcanzan los 370 milímetros por un fenómeno de latitud. Entre mayo y agosto se concentra el 85% de las precipitaciones anuales, con una estación seca prolongada de seis a ocho meses (Municipalidad de Puchuncaví, 2009b).

El incremento significativo en la recurrencia de las sequías y la disminución de las precipitaciones, así como de la mayor frecuencia de caudales menores en la región durante el siglo XX (CONAMA, 2006), ha provocado una importante oscilación en la disponibilidad hídrica a lo largo de los años acentuando el proceso de desertificación de la zona (Casado *et al.*, 2007).

La población económicamente activa de la comuna se concentra en el sector terciario (67%), siendo los empleos asociados a comercio, administración pública y servicios turísticos lo más importantes. Le siguen la pesca artesanal, la agricultura, servicios domésticos y trabajos menores en casas particulares y/o empresas contratistas dedicadas especialmente al área de la construcción y la actividad industrial (energía, minería) (Municipalidad de Puchuncaví, 2009b).

Por su parte, el Complejo Industrial Ventanas se emplaza entre los límites de las comunas de Puchuncaví y Quintero (Figura 1). Fue inaugurado en 1961 como un “polo de desarrollo” económico importante y una fuente significativa de trabajo para el sector. Sin embargo, en los más de 50 años transcurridos, la población local ha debido enfrentar una importante cantidad de externalidades negativas sobre la salud de las personas y el medio ambiente (INDH, 2012). Así, del total de industrias que actualmente funcionan en el parque, siete están calificadas como peligrosas y tres como contaminantes (MINSAL, 2008).

METODOLOGÍA

Cambios en la estructura y patrón productivo de la agricultura local, periodo 1964-2007.

Los cambios estructurales experimentados por la agricultura local y sus causas se analizaron mediante entrevistas aplicadas a un conjunto de informantes clave que hubiesen desempeñado actividades ligadas al rubro agrícola dentro de la comuna durante al menos tres décadas.

El tipo de muestreo utilizado fue no probabilístico, donde la selección de la muestra no dependió de la probabilidad y cantidad representativa de la población, sino de la calidad de los informantes (Hernández *et al.*, 2010), y se aplicó la técnica de ‘bola de nieve’ hasta llegar a saturación (Rodríguez y Valldeoriola, 2009).

Así, tras una reunión inicial en el Programa de Desarrollo Local (PRODESAL) de la comuna, donde se obtuvo la información necesaria para contactar a los primeros informantes clave, se realizaron 19 entrevistas entre octubre y diciembre de 2012 en las localidades de Campiche (4), La Canela (3), La Estancilla (1), La Quebrada (3), Placilla de Puchuncaví (4) y Pucalán (4) (Figura 1).

La pauta de las entrevistas fue semi estructurada y contempló dos secciones. La primera contuvo preguntas referentes a la identificación y caracterización agropecuaria del entrevistado, en tanto la segunda abordó los cambios experimentados por el patrón productivo del predio, en términos de rendimiento de cultivos, superficie cultivada y cabezas de ganado existente, así como las causas o razones de dichos cambios.

La información recopilada por medio de las entrevistas se sistematizó y analizó en forma complementaria a la información de fuentes secundarias recabada con anticipación y con otras fuentes primarias, tales como documentos e informes no publicados de la Municipalidad de Puchuncaví y expertos locales.

La pauta de las entrevistas se muestra en el Apéndice 1.

Valoración de las consecuencias económicas derivadas del proceso de degradación de las tierras agrícolas, periodo 1964-2007.

El principal indicador utilizado para valorar económicamente los impactos derivados de la degradación de las tierras corresponde a las pérdidas experimentadas por el Valor Bruto de Producción (VBP) durante los años en estudio.

El VBP corresponde a la producción silvoagropecuaria generada en un periodo determinado valorada a precios a productor. Para su estimación se utilizaron los datos

agrícolas, ganaderos y forestales provistos por los Censos Agropecuarios Nacionales de 1964, 1976, 1997 y 2007 del Instituto Nacional de Estadística (INE).

Los precios pagados a productor se obtuvieron de los registros de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) del Ministerio de Agricultura, y fueron deflactados por el Índice de Precios al Productor (IPP) de diciembre de 2007 (INE, 2013), correspondiente al año del último Censo analizado.

Debido a la presentación en paralelo de la presente investigación¹ los valores obtenidos fueron expresados en dólares americanos, con una valoración fija de 500 pesos chilenos.

Los datos utilizados fueron categorizados de la misma manera que se presentan en los censos de 1997 y 2007, es decir, según:

- Cultivos y forrajas anuales.
- Forrajas permanentes y de rotación.
- Plantaciones forestales.
- Ganadería y aves.

Debido a la falta de información censal respecto al rendimiento obtenido en las categorías Hortalizas, Flores y Plantaciones frutales, y a su reducida significancia² sobre el total de superficie plantada en la comuna, se les excluyó de la estimación del VBP.

Las categorías; Semilleros y Viñas y Parronales Viníferos no fueron incluidas en el análisis ya que, según los datos censales, estas no tienen presencia en la comuna para ninguno de los censos consultados.

Por último, cabe señalar que se optó por no determinar un valor de producción para el bosque nativo debido a que solo a partir de 2007 existen datos respecto a la superficie de especies nativas presentes dentro de cada explotación.

Categorías analizadas

A continuación se explican los criterios, fuentes de información y supuestos utilizados para estimar el volumen de producción de los distintos rubros analizados en el cálculo del VBP.

¹ Los resultados preliminares del presente estudio fueron presentados en la Primera Conferencia organizada por la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña de Ciencia y Tecnología (ILACCT), realizada en agosto de 2013 en el Centro de Convenciones del Municipio de Sobral, Estado de Ceará (Brasil).

² De acuerdo a los datos censales de 1964, la superficie cultivada con hortalizas, flores y plantaciones frutales ascendía a 515,1 hectáreas correspondientes al 11.2% del total (4599,1 ha) cultivado en la comuna. Los años 1976, 1997 y 2007 se registraron 278,4, 145,7 y 245,3 hectáreas cultivadas con Hortalizas, Flores y Plantaciones frutales, respectivamente equivalentes a un 7%, 3% y 2% del total cultivado cada año censal.

- **Cultivos y forrajes anuales**

A diferencia de todas las demás categorías agrícolas, para los cereales, las leguminosas, los tubérculos y los cultivos industriales, los censos agropecuarios además de la superficie cultivada, especifican el volumen de producción alcanzado en cada temporada censal. Por lo cual no fue necesario utilizar fuentes de información externas para estimar el VBP agrícola (Ecuación 1).

$$VBP = Ss * Rc * Pp$$

Ecuación 1. Valor Bruto de Producción agrícola (VBP).

Donde

Ss : Superficie sembrada [ha].
 Rc : Rendimiento cultivo [kg/ha].
 Pp : Precio real al productor [\$/kg].

En el caso de las forrajeras anuales los únicos datos censales disponibles corresponden a la superficie total cultivada. Sin embargo, se asumió que toda la producción de este rubro está destinada a la alimentación de animales presentes en cada explotación, y por lo tanto, su valorización quedó incluida en la de especies ganaderas.

- **Forrajeras permanentes y de rotación**

En este grupo de especies, sólo se incluyó en el modelo la producción de alfalfa debido a que es la única forrajera permanente que se registra en la comuna. Para estimar el VBP derivado de la producción de alfalfa se utilizó el rendimiento sugerido por el PRODESAL de la comuna.

El Anexo 1 contiene la superficie sembrada, los rendimientos utilizados para cada especie productiva y los precios utilizados en el cálculo del VBP derivado de Cultivos y Forrajeras Anuales y Forrajeras Permanentes y de Rotación.

- **Plantaciones forestales**

En el caso del VBP forestal, los Censos agropecuarios proporcionan información respecto de la especie y la superficie plantada. Para este rubro, la principal fuente de información fueron las oficinas del Instituto Forestal de Chile (INFOR), dependiente del Ministerio de Agricultura, desde donde se obtuvieron los ingresos brutos por hectárea según el tipo de plantaciones forestales presentes en la comuna. Dicha cifra fue dividida por el número de años o periodo productivo esperado para la cosecha por especie.

Los valores utilizados para estimar el VBP para las especies forestal presentes en la comuna se especifican en el Anexo 2.

- **Ganadería y aves**

Siguiendo la metodología utilizada para el caso de Chile en el documento “Los costos de la inacción ante la desertificación y degradación de las tierras en escenarios alternativos de cambio climático” (Morales, 2012), el VBP derivado de la producción ganadera fue estimado a partir de los datos provistos por los censos y los parámetros sugeridos por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) en el “Estudio de Caracterización de la Pequeña Agricultura a partir del VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal” realizado en 2009” (INDAP, 2009).

El peso promedio por especie, las tasas de extracción (cociente entre la cantidad de animales faenados en el año y la cantidad de animales totales o stock de cada explotación) y los precios pagados por animal vivo, corresponden a los estimados por INDAP a partir de la información provista por la Feria de Ganado Tattersall, la Fundación Chile, INE, ODEPA, INIA, ASPROCER e informantes calificados (INDAP, 2009).

Para estimar el rendimiento productivo proveniente de la producción de carne bovina, se utilizó el peso promedio y la tasa de extracción estimada para cada especie (Cuadro 1). Con ello se obtuvo una estimación de la cantidad de carne efectivamente comercializada cada año, la cual fue valorada de acuerdo a los precios de carne de especies bovinas obtenidos en los registros de ODEPA.

Se excluyó de la valoración bovina la producción de leche de vaca debido a la inexistencia de lecherías en la comuna.

Cuadro 1. Parámetros bovinos utilizados para el cálculo de Valor Bruto de Producción

Categoría	Peso promedio animal vivo (kilos)	Tasa de extracción (%)
Bueyes	700	26
Novillos	300	78
Terneros y Terneras	200	10
Toros	600	26
Vacas	400	18
Vaquillas	340	35

Fuente: INDAP (2009)

Los censos analizados entregan información diferenciada por sexo y edad productiva para la especie bovina. Para el resto de las especies ganaderas, solo el Censo Agropecuario de 2007 registra dicha diferenciación. Por ello, para 1964, 1976 y 1997 se utilizaron las explotaciones tipo (cantidad de animales diferenciados según sexo y edad productiva que componen una explotación ganadera ovina, caprina, porcina y avícola) diseñadas por INDAP a partir de estructuras, parámetros productivos y promedios regionales.

El VBP derivado de la producción de carne caprina (Cuadro 2) y ovina (Cuadro 3) se estimó en base a los planteles tipos, las tasas de extracción y los precios pagados por animal vivo.

Cuadro 2. Parámetros caprinos utilizados para el cálculo de Valor Bruto de Producción

Categoría	Explotaciones tipo (%)	Tasa de extracción (%)
Cabras	45	15
Cabritas	25	85
Cabritos	25	90
Machos cabríos	5	10

Fuente: INDAP (2009)

El VBP derivado del ganado caprino incluyó la producción y venta de quesos de cabra, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula sugerida por INDAP (2009).

$$PQC = N^{\circ} \text{ cabras} * 0,7 * 8,3$$

Ecuación 2. Producción queso cabra año.

Donde,

N° : Número de cabras registradas por cada censo.

0,7 : Tasa de parición promedio.

8,3 : Producción promedio de kilos de queso por hembra al año.

Cuadro 3. Parámetros ovinos utilizados para el cálculo de Valor Bruto de Producción

Categoría	Explotaciones tipo (%)	Tasa de extracción (%)
Carneros	10	10
Corderos	40	100
Ovejas	50	20

Fuente: INDAP (2009)

Finalmente para estimar el VBP obtenido a partir de la producción porcina (Cuadro 4) y avícola (Cuadro 5), se utilizaron las explotaciones tipo, las tasas de extracción y los pesos promedios supuestos por (INDAP, 2009). El valor de la carne de las distintas especies avícolas y porcinas fue obtenido de los registros de ODEPA. La valoración de la producción avícola integra al VBP producción de huevos de consumo familiar.

Cuadro 4. Parámetros porcinos utilizados para estimar el Valor Bruto de Producción

Categoría	Peso promedio animal (kilos)	Explotaciones tipo (%)	Tasa de extracción (%)
Lechones gordos	90	88	90
Verracos	250	2	---
Vientres	200	10	---

Fuente: INDAP (2009)

Cuadro 5. Parámetros avícolas empleados para estimar el Valor Bruto de Producción

Categoría	Peso promedio animal (kilos)	Explotaciones tipo (%)	Huevos producidos al año	Tasa de extracción (%)
Broiler	2,4	66	---	100
Gallina postura	2	20	135	15
Gallinas ponedoras broiler	2	4	75	25
Pavas reproductoras	8	5,5	15	10
Pavos gordos comerciales	10	1,8	---	100
Pavos reproductores	17	1,8	--	10

Fuente: INDAP (2009)

Se excluyeron del análisis los patos y gansos, los animales ocupados principalmente en labores agrícolas como caballos, mulas y asnos, y las especies exóticas tales como avestruces, alpacas, llamas, codornices y faisanes, las cuales no superan, sumando los 4 censos analizados, las 120 unidades.

El número de animales por especie y los precios utilizados para estimar el VBP ganadero se especifican en el Anexo 3.

Valor económico de la degradación de las tierras agrícolas en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007.

Para estimar el valor económico de la degradación de las tierras agrícolas en la comuna se utilizó la metodología empleada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Mecanismo Mundial de Lucha Contra la Desertificación en el proyecto Estudio Regional de la Economía del Cambio Climático para Sudamérica (ERECC), (CEPAL, 2010). Esta se basa en la definición del proceso de degradación de las tierras establecida por la UNCCD, la cual supone que los efectos de la degradación química, física y biológica de los suelos, quedan representados por la reducción o pérdida de la productividad biológica y/o económica de las zonas afectadas.

La estimación se realizó a través de la adaptación del análisis econométrico basado en el enfoque “Fronteras de Producción Eficiente” utilizado por CEPAL. Este consiste en comparar para cada año entre 1964 y 2007 el VBP agrícola efectivamente alcanzado en la comuna con el que potencialmente se hubiese obtenido si los suelos de ésta no estuvieran degradados (Ecuación 3).

$$Vmdt = (Ss * Rpc * Pp) - (Ss * Rc * Pp)$$

Ecuación 3. Valor Monetario de la degradación de las tierras (Vmdt).

Donde

- Ss : Superficie sembrada [ha].
- Rc : Rendimiento cultivo [kg/ha].
- Rpc : Rendimiento potencial cultivo [kg/ha].
- Pp : Precio real al productor [\$/kg].

Como se observa en la Ecuación 3, la superficie por cultivo y los precios pagados a productor utilizados en la estimación de la producción real y potencial fueron constantes y el rendimiento atribuido a la degradación de los suelos variable.

Para obtener el valor monetario total de la degradación de las tierras durante el periodo en estudio, se sumaron las pérdidas derivadas de la diferencia entre el VBP real y potencial estimado para cada uno de los 43 años analizados.

Debido a la inexistencia de micro datos oficiales históricos, a nivel comunal, respecto a la superficie sembrada y rendimiento de cultivos para años no censales, fue necesario adaptar la metodología utilizada por CEPAL asumiendo una serie de supuestos detallados a continuación.

- Superficie Sembrada (Ss)

El número de hectáreas por cultivo para los años sin datos oficiales fue estimado en base a los datos censales de 1964, 1976, 1997 y 2007 a través de una interpolación lineal.

- Rendimiento de cultivos (Rc)

La productividad de cada cultivo para años no censales se estimó a partir de la interpolación lineal de los rendimientos establecidos en los cuatro censos disponibles.

- Rendimiento potencial de cultivos (Rpc)

El rendimiento potencial de cada cultivo se estimó incorporando a cada uno de los rendimientos interpolados previamente (Rc), las variaciones de rendimientos (en relación a las cosechas obtenidas en la década del 60') expresadas por los agricultores en las entrevistas realizadas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Disminución porcentual (%) de rendimiento de cultivos percibida por agricultores, comuna de Puchuncaví periodo 1964-2007.

Localidad / periodo	1964-1970	1970-1980	1980-1990	1990-2007
Campiche	25-30	35-40	35-40	30-35
La Canela	15-20	25-30	30-35	20-25
La Estancilla	20-25	30-35	30-35	20-25
La Quebrada	15-20	20-25	25-30	15-20
Placilla de Puchuncaví	25-30	25-30	30-35	25-30
Pucalán	20-25	30-35	35-40	25-30

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de integrar la potencial disparidad entre la variación productiva percibida por los agricultores de acuerdo a cada localidad, y a la imposibilidad de acceder a microdatos censales respecto al total de superficie sembrada y rendimiento registrado en estas, se estableció un promedio de variación de rendimiento comunal a partir de la productividad establecida en cada localidad visitada.

Al igual que para la estimación del VBP para años censales, los precios pagados a productor se obtuvieron de los registros de la ODEPA, y fueron deflactados por el Índice de Precios al Productor (IPP) de diciembre de 2007 (INE, 2013).

Las superficies plantadas por cultivos, el rendimiento real y potencial, y los precios utilizados para estimar el valor económico de la degradación de las tierras agrícolas en la comuna de Puchuncaví se muestran en el Anexo 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cambios en la estructura y patrón productivo de la agricultura local, periodo 1964-2007.

Tanto la información relevada en terreno como la información secundaria evidencian cambios estructurales y productivos caracterizados por una reducción de la superficie utilizada para producción agrícola, un aumento del área utilizada con plantaciones forestales, una fuerte caída del empleo agrícola y un importante éxodo de población rural-urbano.

La superficie total de las explotaciones censadas en la comuna experimentó, entre 1964 y 1976, un aumento de un 15% equivalente a 3.866 hectáreas debido, principalmente, a una mayor cobertura de las explotaciones forestales. A partir de 1976 la superficie total de explotaciones censadas se ha mantenido con valores cercanos a las 26.000 hectáreas, experimentando una leve tendencia de disminución (Cuadro 7).

Cuadro 7. Número de explotaciones por tipo en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007

Tipo de explotaciones	1964	1976	1997	2007
Número de explotaciones agropecuarias con tierra	526	694	654	720
Superficie de explotaciones agropecuarias con tierra (ha)	22.042,8	25.867,7	23.361,1	22.688,4
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	97,7	92,2	76,6	83,2
Número de explotaciones forestales	12	51	186	140
Superficie de explotaciones forestales (ha)	115,8	190,4	2.735,9	2.781,8
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	0,5	0,7	10,5	10,7
Número total de explotaciones censadas	538	753	854	846
Superficie total de explotaciones censadas (ha)	22.158,6	26.600,1	26.097,0	26.024,6

Fuente: Elaboración propia en base a INE (1964, 1976, 1997, 2007)

Si bien las explotaciones con tierra³ ocupan el mayor porcentaje de las explotaciones censadas y muestran un aumento respecto al número de explotaciones, pasando de 526 en 1964 a 720 en 2007, esta alza no se refleja en términos de superficie.

Por el contrario, el número de explotaciones forestales se incrementó un 94% entre 1964 y 1997 pasando de 12 a 186 explotaciones respectivamente, debido a los incentivos del D. L.

³ Explotación con tierra: Todo terreno utilizado, total o parcialmente, por un productor para actividades agrícola, pecuario y/o forestal, sin consideración de tenencia o tamaño. La explotación puede comprender parte de un predio, uno o varios predios colindantes o separados, ubicados en una misma comuna, siempre que -en conjunto- formen la misma unidad técnica (INE, 2007).

701 de Fomento Forestal⁴ (Municipalidad de Puchuncaví, 2009) y a los programas forestales que las empresas del complejo industrial han proporcionado a los agricultores en los últimos años, de acuerdo con los informantes entrevistados.

Los registros censales indican que, sin incluir las tierras no utilizadas (infraestructura y terrenos estériles), en 1964 el 34% de los suelos de la comuna fueron utilizados para cultivos agrícolas (cultivos anuales y permanentes, forrajeras permanentes y de rotación y tierras en barbecho y descanso), mientras que en 2007, dicha cifra solo llegó a un 2%. En contraste, en 1964 la superficie ocupada con plantaciones forestales, bosques y montes en explotación utilizó el 6% del total comunal, valor que en 2007 llegó a 44% (Cuadro 8).

Cuadro 8. Usos del suelo (ha) en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007

Uso de suelo	1964	1976	1997	2007
Tierras de cultivo o labranza	7.511	6.541	990	447
Praderas permanentes	7.191	10.993	8.084	10.878
Bosques y montes	5.120	3.949	2.763	3.130
Plantaciones forestales, bosques y montes en explotación	1.459	2.632	14.640	10.088
Superficie de explotaciones agropecuarias con tierra	22.042,8	25.867,7	23.361,1	22.688,4

Fuente: Elaboración propia en base a INE (1964, 1976, 1997, 2007)

Según los informantes consultados, la disminución de superficie agrícola descrita se debe, en orden decreciente de importancia a: (i) la pérdida de rentabilidad de emprendimientos agrícolas debido al deterioro de los cultivos por contaminación; (ii) una mayor frecuencia de años “secos” como consecuencia de una disminución en las precipitaciones y el aumento ‘exponencial’ de las plantaciones forestales de pino y eucaliptus que han mermado la capacidad de los pozos para riego; (iii) el despoblamiento y envejecimiento de la población rural y la falta de mano de obra calificada para tareas agrícolas; (iv) ineficiencia de organismos públicos ligados al sector, los que no proveen asistencia técnica, crédito, etc.; y v) el crecimiento urbano de Puchuncaví, el desarrollo inmobiliario del borde costero y el aumento de urbanizaciones campestres (parcelas de agrado).

Cabe señalar que en 8 de las 13 entrevistas realizadas a agricultores pequeños (predios con superficies menores a 20 hectáreas), se establece que “la imposibilidad de competir económica y productivamente con grandes productores” constituye otra de las causas respecto a la disminución de superficie agrícola registrada durante el periodo en estudio. Mientras 2 de los 3 grandes productores entrevistados (predios con más de 100 hectáreas de superficie), señalan haber emprendido proyectos forestales en suelos antiguamente utilizados para agricultura, lo que sugiere una mayor capacidad de adaptación productiva de grandes productores frente a los impactos derivados del proceso de degradación de los suelos de la comuna.

⁴ Cuerpo legal que nace el año 1974 con el objetivo de impulsar el desarrollo forestal de Chile; para este efecto se establecen una serie de incentivos a la actividad forestal.

La disponibilidad y acceso a agua para riego ha sido un factor históricamente limitante para el desarrollo agrícola de la zona. De acuerdo a la información censal, la superficie efectivamente regada experimentó un aumento de 12% en el periodo en estudio, no obstante en los cuatro años analizados ésta representó menos de un 2% del total de superficie de las explotaciones agropecuarias con tierra (Cuadro 9).

Cuadro 9. Superficie (ha) efectivamente regada en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007

Superficie regada	1964	1976	1997	2007
Hectáreas	271,8	117,3	445,3	310,9
Participación porcentual en total de explotaciones con tierra.	1,2	0,4	1,9	1,3

Fuente: Elaboración propia en base a INE (1964, 1976, 1997, 2007)

De acuerdo a los entrevistados, la principal traba para dotar de riego a sus cultivos corresponde a la escasez de agua y la falta de capitales para lograr la tecnificación requerida. Debido a ello, la agricultura tradicional de secano de la comuna depende en gran medida de las precipitaciones estacionales y es altamente vulnerable ante variaciones climáticas.

Respecto al tamaño de los predios, los resultados de los censos indican que más de la mitad de las explotaciones agropecuarias con tierra no superan las 10 hectáreas. En 1964, 1976, 1997 y 2007 las explotaciones con superficies menores a 10 hectáreas representaron respectivamente el 61%, 59%, 63% y 65% del total de explotaciones censadas, y corresponden a los segmentos con mayor variación porcentual a lo largo del periodo en estudio. Las explotaciones menores a una hectárea registran un aumento de 86%, pasando de 15 en 1964 a 106 en 2007 (Cuadro 10).

A su vez, la mayor reducción porcentual corresponde a la experimentada por el número de explotaciones con superficies entre 5 a menos de 10 hectáreas, las cuales registraron una disminución de 35% entre 1964 y 2007, evidenciando una mayor pérdida de superficie por parte de los pequeños agricultores de la comuna, quienes debido al acceso limitado a tecnologías productivas, maquinarias y medios de subsistencia (Urquiza, 2003), presentan un mayor grado de vulnerabilidad ante procesos erosivos.

Cuadro 10. Número de las explotaciones con tierra, según tamaño de las explotaciones en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007.

Tamaño de explotaciones (ha)	1964	1976	1997	2007
Menores de 1	15	54	84	106
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	2,8	7,8	12,8	14,7
De 1 a menos de 5	170	238	226	261
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	32,3	34,3	34,6	36,3
De 5 a menos de 10	136	120	104	100
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	25,9	17,3	15,9	13,9
De 10 a menos de 20	88	124	84	110
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	16,7	17,9	12,8	15,3
De 20 a menos de 50	76	85	91	93
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	14,5	12,2	13,9	12,9
De 50 a menos de 100	19	42	33	27
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	3,6	6,1	5,0	3,6
De 100 a menos de 200	13	14	19	11
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	2,5	2,0	2,9	1,5
De 500 a menos de 1000	2	4	1	2
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	0,4	0,6	0,2	0,3
De 1000 a menos de 2000	4	3	3	3
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	0,7	0,4	0,5	0,4
De 2000 y más	2	2	2	2
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	0,4	0,3	0,3	0,3
Total	526	694	654	720

Fuente: Elaboración propia en base a INE (1964, 1976, 1997, 2007)

Por su parte, las explotaciones de 10 a menos de 20 hectáreas y de 20 a menos de 50 hectáreas si bien aumentaron levemente en cantidad, su participación porcentual respecto al total de explotaciones censadas se redujo. Mientras que las explotaciones grandes, con extensiones entre 100 y más de 2000 hectáreas, muestran una menor reducción en el número de explotaciones y constituyeron, en conjunto, no más que 4%, 4%, 5% y 3% del total de explotaciones con tierra censadas en 1964, 1976, 1997 y 2007 respectivamente, reflejando una estructura comunal caracterizada históricamente por la concentración de superficie en pocas explotaciones.

En 1997 y 2007 las explotaciones entre 100 y más de 2000 hectáreas, pese a su reducida significancia en el total de explotaciones, concentraron el 58% y 59% de la superficie total de explotaciones con tierra (Cuadro 11).

Cuadro 11. Superficie (ha) de las explotaciones con tierra, según tamaño de las explotaciones en la comuna de Puchuncaví, periodo 1997-2007

Tamaño de explotaciones (ha)	1997	2007
Menores de 1	47,2	57
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	0,2	0,2
De 1 a menos de 5	517,5	631,4
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	2,2	2,7
De 5 a menos de 10	741,3	718,4
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	3,2	3,1
De 10 a menos de 20	1.155,1	1.572,9
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	4,9	6,9
De 20 a menos de 50	2.857,1	2.932,8
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	12,2	12,9
De 50 a menos de 100	2.316,2	1.781,3
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	9,9	7,9
De 100 a menos de 200	2.735,2	1.556,4
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	11,7	6,9
De 500 a menos de 1000	564	1.353,6
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	2,4	5,9
De 1000 a menos de 2000	4.236,2	4.687,1
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	18,1	20,6
De 2000 y más	6.002,3	5.744,5
Participación porcentual en el total de explotaciones censadas	25,7	25,3
Total	23.361,1	22.688,4

Fuente: Elaboración propia en base a INE (1964, 1976, 1997, 2007)

La evolución respecto al tipo de productores agrícolas⁵ existentes en la comuna muestra que el único segmento que creció comparativamente más al número total de explotaciones con tierra corresponde al de pequeños agricultores (Cuadro 12).

⁵ Las categorías respecto al tipo de productor agrícola corresponden a las establecidas en el estudio “Las pequeñas y medianas explotaciones, VII Censo Agropecuario y Forestal 2006-2007” (INE, 2009), el cual considera la superficie (hectáreas físicas) como variable aplicada en la segmentación de las explotaciones agrícolas.

Cuadro 12. Tipo de productor agrícola en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007

Tipo de productor	1964	1976	1997	2007
Pequeños productores (de 0 a menos de 20 ha)	321	412	414	467
Productores medianos (de 20 a menos de 100 ha)	183	251	208	230
Grandes empresarios (más de 100 ha)	22	31	32	23
Total de explotaciones con tierra	526	694	654	720

Fuente: Elaboración propia en base a INE (1964, 1976, 1997, 2007)

De acuerdo a los agricultores entrevistados el aumento de predios pequeños con producción agrícola destinada casi exclusivamente al consumo familiar, está estrechamente relacionado con la reducción de productividad de los cultivos y la consecuente “imposibilidad de competir con los salarios que ofrecen labores de construcción, jardinería y otros servicios en balnearios como Maitencillo, Cachagua y Zapallar”.

La pérdida de competitividad y beneficios económicos del sector agrícola de la comuna se señala como “un factor determinante en el despoblamiento de las localidades rurales, especialmente por parte de la población joven, la cual “ya no muestra interés en desempeñar labores agrícolas”, lo que a su vez “ha provocado un paulatino proceso de envejecimiento de la población rural de la comuna”.

En este sentido, las consecuencias derivadas de los cambios estructurales y productivos del sector agropecuario pueden ser vistas a través de la importancia relativa de éste en el total de la economía local, expresada en su participación en la generación de empleo. Entre 1964 y 2007 el número de personal permanente que trabaja en explotaciones agropecuarias se redujo un 90% (Cuadro 13).

Cuadro 13. Personal permanente que trabaja en explotaciones agropecuarias en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007

Año	1964	1976	1997	2007
Personal	1.367	868	265	133

Fuente: Elaboración propia en base a INE (1964, 1976, 1997, 2007)

Si bien desde los años sesenta, la agricultura chilena ha seguido un sostenido proceso de reordenamiento productivo, —debido a cambios políticos y económicos caracterizados por la declinación de población rural y el empobrecimiento de pequeños agricultores como consecuencia de sus limitaciones para la comercialización de la producción, la adquisición de insumos y el cambio tecnológico, y la conjunción de factores como sequías, plagas y la parcelación de la propiedad del suelo (FAO, 2009) —, la pérdida de importancia del sector agrícola de Puchuncaví en términos de empleo fue mayor en comparación a todas las comunas⁶ circundantes para el periodo 1952-1992, superada solamente por Quilpué debido

⁶ Las comunas de referencia analizadas en el estudio “El Trasfondo Socioeconómico del Conflicto Ambiental de Puchuncaví” (Sabatini *et al*, 1995) corresponden a las 16 comunas que formaban la antigua provincia de Valparaíso (hacia 1970). excluidas las comunas de Juan Fernández y Puchuncaví. Estas son Algarrobo,

al fuerte proceso de urbanización experimentado por dicha comuna como parte del Área Metropolitana de Valparaíso (Sabatini *et al.*, 1995).

Lo mismo ocurre al comparar el éxodo de población rural para el periodo 1952-1992. Si bien la rápida urbanización constituyó un fenómeno nacional en esas décadas, el ritmo con que las áreas rurales de la comuna perdieron población fue, sin embargo, significativamente mayor en Puchuncaví en comparación con comunas rurales cercanas. La comuna de Casablanca, una de las más rurales de la región, sirve de comparación: mientras el porcentaje de población rural sobre el total de la comuna de Puchuncaví disminuyó desde un 88% a un 17% entre 1952 y 1992, en Casablanca la disminución fue desde 80% a 38% (Sabatini *et al.*, 1995).

De acuerdo a los agricultores, la mayor pérdida de empleo agrícola y de éxodo rural-urbano registrado en Puchuncaví se explica por el impacto de las emisiones atmosféricas del Complejo Industrial Ventanas sobre la agricultura local, debido a los importantes daños generados sobre la vegetación, cuerpos de agua, y suelo, lo cual ha acelerado e intensificado el proceso de degradación química de los suelos (acidificación y toxicidad), disminuyendo la fertilidad y capacidad productiva de éstos (Folchi, 2006; MMA, 2012b).

Consecuencias económicas derivadas del proceso de degradación de las tierras agrícolas, periodo 1956-2007.

En términos productivos, el análisis realizado evidencia un fuerte descenso en el VBP agropecuario y forestal registrado en la comuna de Puchuncaví para el periodo comprendido entre 1964 y 2007 (Figura 2).

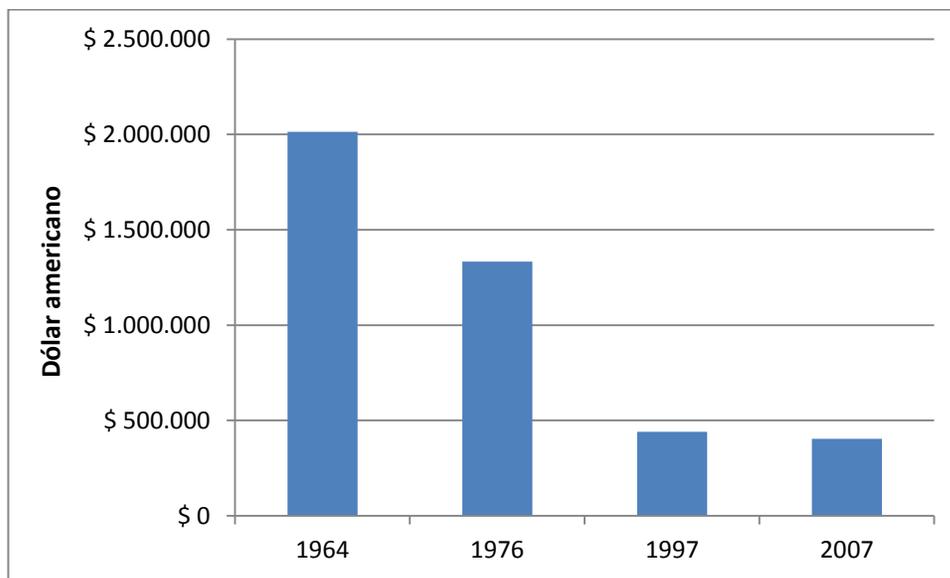


Figura 2. Variación del Valor Bruto de la Producción (en US\$) en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007. Fuente: Elaboración propia

Se estimó que el VBP de la comuna se redujo un 80%, lo que equivale a una diferencia de US\$ 1.609.060 al comparar la producción alcanzada en 1964 y la obtenida en 2007. Los VBP estimados para 1964, 1976, 1997 y 2007 fueron de US\$ 1.954.961, US\$ 1.280.051, US\$ 428.620, US\$ 392.862 respectivamente (Figura 2).

La disminución experimentada por el VBP se explica por los cambios productivos registrados en el sector agrícola, ganadero y forestal. El VBP agrícola es el que presenta una mayor reducción porcentual (97%), pasando de US\$ 1.039.667 en 1964 a US\$ 27.705 en 2007. Por su parte, el sector ganadero muestra una baja de US\$ 681.243 al comparar el valor de la producción obtenida en 1964 (US\$ 909.957) con la de 2007 (US\$ 228.714), lo que equivale a una desvalorización cercana al 60%. Por el contrario, la producción forestal, expresada en la cantidad de madera aserrada por año, evidencia un abrupto aumento pasando de US\$ 5.337 en 1964 a US\$ 136.443 en 2007 (Cuadro 14).

Cuadro 14. Variación del Valor Bruto de Producción (en US\$) por rubro en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007

Rubros	1964	1976	1997	2007
VBP Agrícola	1.039.667	518.308	60.026	27.705
VBP Ganadero	909.957	745.839	232.365	228.714
VBP Forestal	5.337	15.904	136.229	136.443
Total VBP	1.954.961	1.280.051	428.620	392.862

Fuente: Elaboración propia

La evolución e importancia relativa de cada actividad productiva dentro del VBP muestra que en 1964 los sectores agrícola y ganadero conformaban prácticamente la totalidad de la producción silvoagropecuaria de la comuna con un 51% y 48% respectivamente. A partir de 1976 se evidencia un proceso caracterizado por la contracción del sector agrícola, el cual pasó de representar un 38% en dicho año, a un 6% en 2007 (Figura 3).

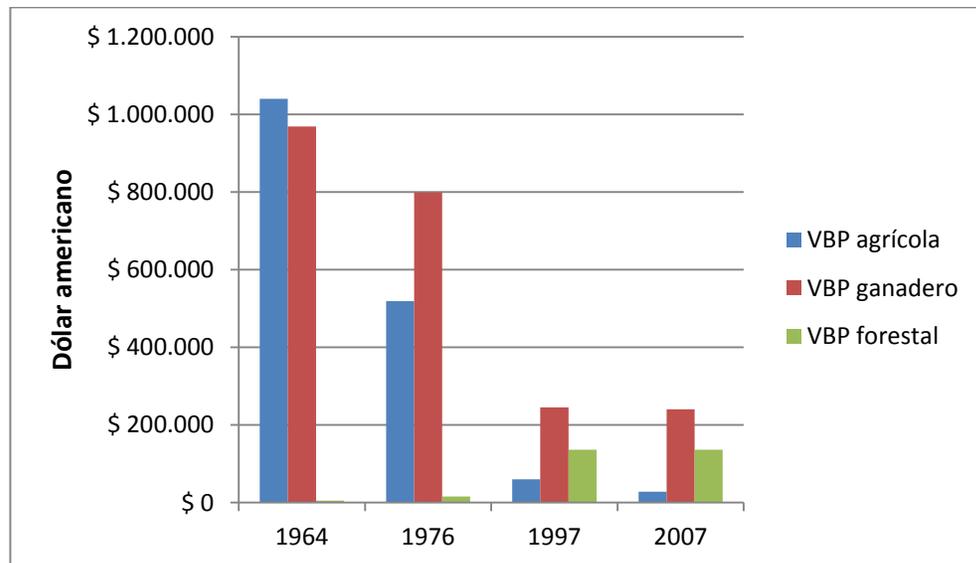


Figura 3. Composición agrícola, ganadera y forestal del Valor Bruto de la Producción (en US\$) en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007. Fuente: Elaboración propia

Si bien el sector ganadero muestra una importante disminución productiva, esta fue porcentualmente menor a la experimentada por el sector agrícola, transformando al sector pecuario en el rubro más importante dentro del VBP estimado para 1976, 1997 y 2007, representando, respectivamente, el 60%, 55% y 58% del total.

Por su parte el sector forestal pasó de representar un 1% del VBP en 1964 a un 33% en 2007. No obstante, debido al menor beneficio económico por hectárea como consecuencia de los largos intervalos de tiempo entre las cosechas de cada plantación, la actividad forestal no es una opción rentable para los pequeños productores agrícolas entrevistados.

En el caso de la producción agrícola, los precios de los productos analizados experimentaron en general una leve tendencia al alza, por lo que la variable que determina, en mayor medida la abrupta disminución del VBP agrícola corresponde a la superficie cultivada con cereales, leguminosas y tubérculos, la que se redujo un 99% entre 1964 y 2007 (Cuadro 15).

Cuadro 15. Superficie sembrada (ha) según cultivo, periodo 1964-2007 en la Comuna de Puchuncaví (decimales aproximados)

Superficie Cultivo	1964	1976	1997	2007
Trigo (blanco y candeal)	1.610	814	27	7
Lentejas y lentejones	795	211	10	2
Cebada (grano seco)	276	97	19	6
Maravilla	138	3	0	0
Arvejas (grano seco)	126	128	4	1
Papas	100	34	46	6
Alfalfa	86	71	55	0
Chícharos	42	17	4	0
Garbanzos	34	6	0	0
Frejoles (grano seco)	27	17	10	2
Maíz (grano seco)	10	11	3	4
Avena (grano seco)	5	80	8	0
Total	3.249	1.489	185	26

Fuente: Elaboración propia en base a INE (1964, 1976, 1997, 2007)

La superficie de todos los cultivos sembrados registran una sostenida disminución. El trigo (*Triticum aestivum*) y la lenteja (*Lens culinaris*), antiguamente característicos del valle de Puchuncaví, son los que mayor injerencia tienen en la pérdida del VBP agrícola. Por otra parte desaparece la producción de alfalfa, avena, garbanzos, chícharos y maravilla en el censo más reciente.

En contraste, los datos registrados por los censos agropecuarios respecto a los rendimientos a lo largo del periodo estudiado no permiten establecer una tendencia clara (Cuadro 16), contrario a lo que pudiese esperarse dadas las condiciones de degradación comentadas.

Cuadro 16. Rendimiento de cultivos agrícolas (kg/ha) en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007

Rendimiento	1964	1976	1997	2007
Trigo blanco y candeal	758	850	310	500
Lentejas y lentejones	410	270	50	133
Cebada (grano seco)	680	1.080	176	1.055
Maravilla	570	32	---	---
Arvejas (grano seco)	650	300	641	1000
Papas	1.330	5.670	2.311	5.800
Alfalfa	---	---	---	---
Chícharos	330	200	400	---
Garbanzos	230	163	---	---
Frejoles (grano seco)	106	420	429	914
Maíz (grano seco)	2.140	369	62	4.771
Avena (grano seco)	2.140	1.030	560	---

Fuente: Elaboración propia en base a INE (1964, 1976, 1997, 2007)

Si bien para los cultivos históricamente más importantes de la zona (trigo y lentejas) existe concordancia entre los datos censales en relación al rendimiento por un lado, y la percepción de los informantes clave y la bibliografía consultada por otro, para el resto de los cultivos no es tal, lo que puede indicar una limitación en el procedimiento⁷ del censo para comunas compuestas por un número reducido de predios agrícolas con superficies de producción pequeñas.

No obstante para algunos cultivos específicos, como por ejemplo la papa y algunas hortalizas, los mayores rendimientos registrados en periodos recientes se explicarían por emprendimientos agrícolas en suelos regados (Figura 4) que se orientan al abastecimiento de los supermercados de la zona central de Chile.

⁷ El rendimiento censal de cada cultivo corresponde al cociente entre la producción declarada en cada explotación y la superficie destinada a ella.



Figura 4. Cultivos con riego tecnificado comuna de Puchuncaví.

En el caso de la producción ganadera (Figura 5), las variaciones observadas en el VBP de la comuna responden a los cambios registrados por la cantidad y composición de ganado bovino, ovino, caprino, porcino y avícola (Cuadro 17).

Cuadro 17. Número de cabezas de ganado en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007

Tipo de ganado	1964	1976	1997	2007
Bovinos	3.436	3.523	1.363	1.619
Ovinos	4.180	3.743	569	787
Cerdos	596	170	111	26
Caprinos	374	606	986	664
Gallos, gallinas, pollos y pollas	5.995	1.772	2.801	2.962
Total	14.581	9.814	5.830	6.058

Fuente: Elaboración propia en base a INE (1964, 1976, 1997, 2007)

Las especies porcinas y ovinas son las más afectadas en términos de cantidad, registrando una disminución estimada en 96% y 81% respectivamente entre 1964 y 2007. A su vez, el número de cabezas de ganado bovino y avícola presenta una reducción cercana al 50%.

Los registros censales indican que entre 1997 y 2007 existe un leve aumento de producción en las especies bovinas, ovinas y avícolas como resultado, de acuerdo a los informantes entrevistados, de la disminución de emisiones contaminantes sobre los suelos de la comuna, lo que ha generado una paulatina recuperación del forraje producido en las explotaciones.

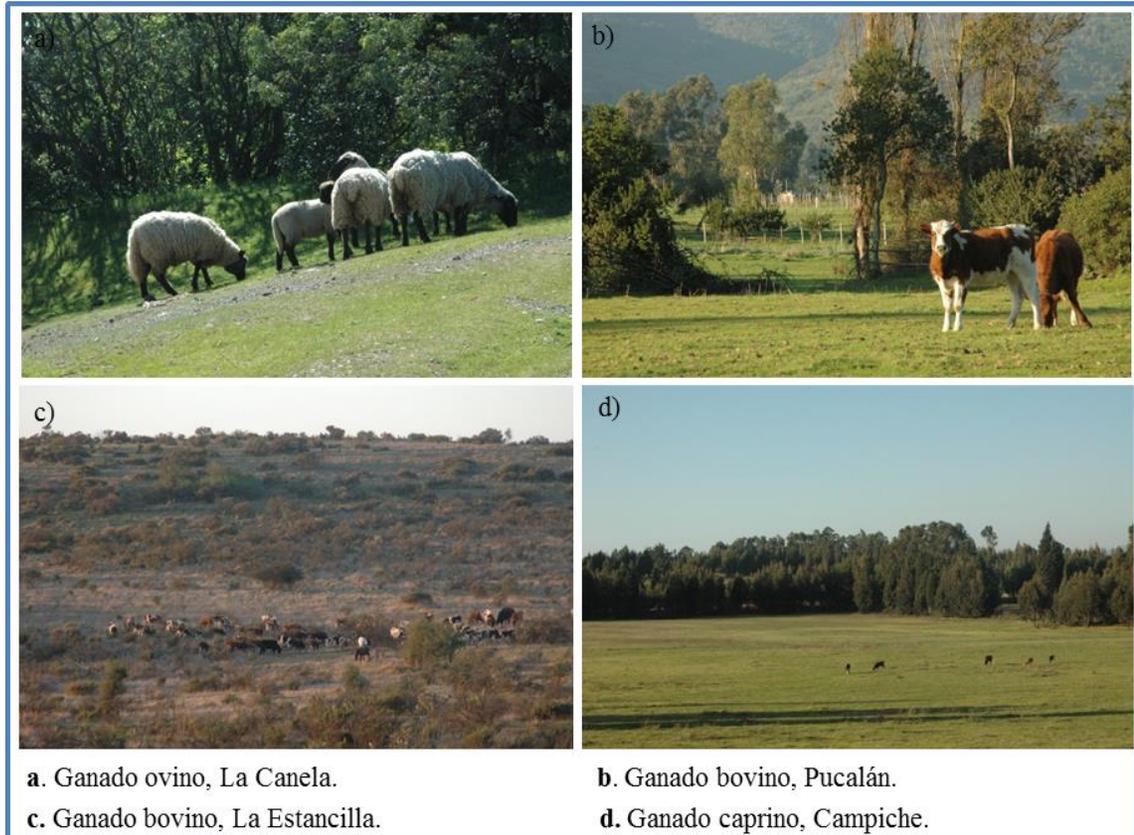


Figura 5. Especies ganaderas comuna de Puchuncaví.

De acuerdo a los informantes entrevistados, la disminución respecto a la cantidad de ganado existente en la comuna se debe, en orden decreciente de importancia, a: (i) envenenamiento y muerte de ganado por contaminación, atribuida a las deposiciones ácidas generadas por el Complejo Industrial Ventanas; (ii) menor disponibilidad forraje debido a la contaminación y consecuente degradación de los suelos; (iii) menor disponibilidad de forraje debido a la falta de agua a causa de las sequías y disminución en el rendimiento de pozos; (iv) ineficiencia de organismos públicos ligados al sector; y (v) existencia de cuatreros en las localidades de Campiche, Placilla de Puchuncaví y Pucalán.

Llama la atención el aumento registrado en la cantidad de ganado caprino, el cual pasó de 374 unidades en 1964, a 986 en 1997. Esta excepción, respecto a la tendencia de disminución observada para el resto de las especies ganaderas, concuerda con la evidencia que indica una mejor adaptación y desempeño del ganado caprino en ambientes áridos y

semiáridos degradados limitantes para otras especies, debido a diferencias significativas en hábitos de pastoreo, selección de alimento y requerimientos de agua (Gioffredo, 2010). De hecho, junto al ganado porcino, es la única especie que registra una disminución en cantidad para el periodo 1997-2007, en el cual, como se mencionó anteriormente, existiría una paulatina recuperación de los suelos de la zona.

Debido a la alta diferencia que existe en el beneficio económico que se obtiene de cada especie ganadera, el sector bovino compuesto por toros, bueyes, novillos, vacas, vaquillas y terneros y terneras, corresponde al rubro con mayor importancia económica dentro de la comuna, aportando un 69%, 75%, 68% y 67% del VBP ganadero estimado para 1964, 1976, 1997 y 2007 respectivamente (Cuadro 18).

Cuadro 18. Valor Bruto de Producción por tipo de ganado (en US\$) en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007.

Tipo de ganado	1964	1976	1997	2007
VBP Bovino	668.794	602.433	166.510	161.736
VBP Ovino	154.276	141.067	22.302	31.464
VBP Caprino	11.883	12.532	13.446	13.105
VBP Cerdos	70.472	24.222	13.125	2.759
VBP Avícola	62.204	18.933	29.549	31.466
Total (US\$)	967.630	799.186	244.932	240.530

Fuente: Elaboración propia en base a INE (1964, 1976, 1997, 2007)

Lo siguen hasta 1976 las especies ovinas y porcinas. Para los años 1997 y 2007 el VBP derivado de especies avícolas, generalmente utilizadas por pequeños productores para consumo familiar, se posiciona como el segundo grupo que mayor beneficio económico genera en la comuna, representando el 12% y 13% respectivamente (Cuadro 18).

Por su parte el VBP estimado para el sector forestal, compuesto fundamentalmente por plantaciones comerciales de monocultivos de eucaliptus, creció un 95% entre 1964 y 2007 debido al aumento de superficie utilizada con plantaciones forestales, la cual pasó de un total de 115,8 hectáreas en 1964, a 2.781,8 hectáreas en 2007 (Cuadro 19).

Cuadro 19. Superficie (ha) plantada con especies forestales en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007

Superficie total (ha)	1964	1976	1997	2007
Álamo	1	0	17,6	0
Aromo	0	0	7,8	0
Ciprés	0	0	0	19,6
Eucaliptus Globulus	74,8	115,4	2497,8	2547,9
Eucaliptus Nitens	0	0	0	8,1
Pino Radiata	36,0	57,7	187,2	205,2
Otras especies forestales	4,0	17,3	25,5	1
Total	115,8	190,4	2735,9	2781,8

Fuente: Elaboración propia en base a INE (1964, 1976, 1997, 2007)

De acuerdo a los informantes entrevistados, el aumento plantaciones de eucaliptus en la comuna (Figura 6), ha impactado negativamente el rendimiento de los pozos de los predios.

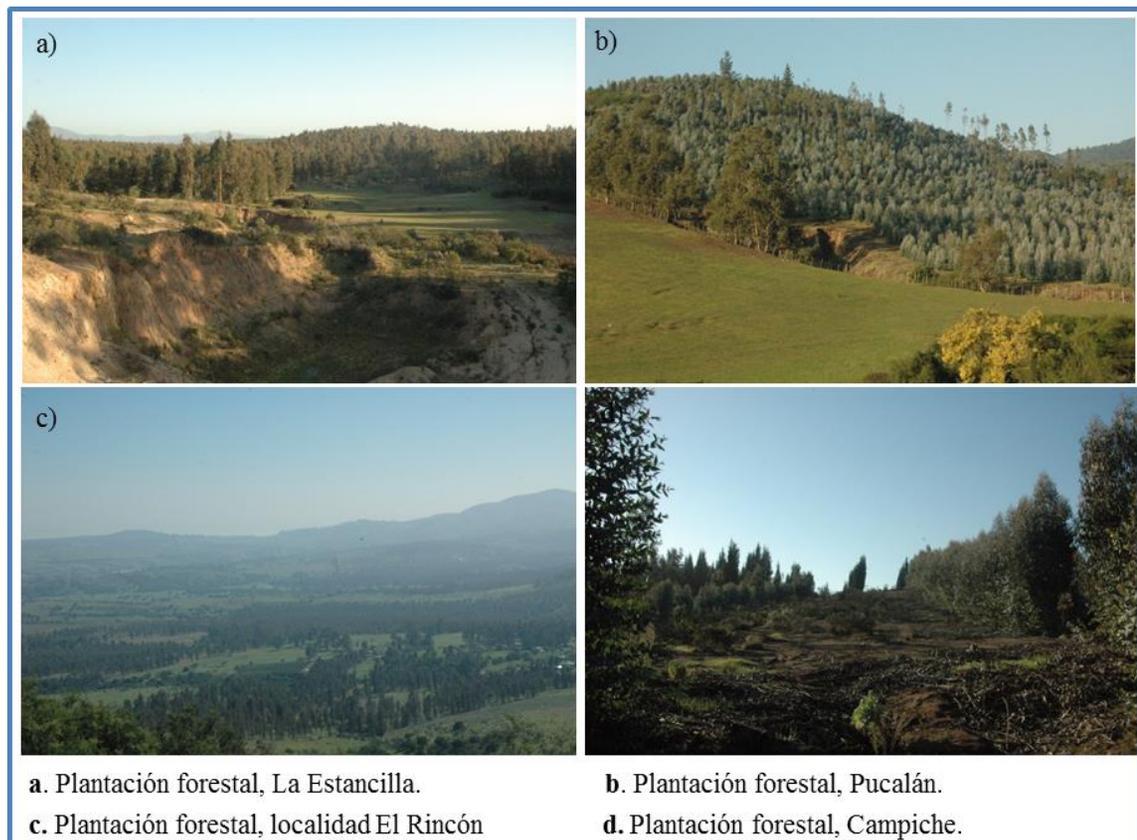


Figura 6. Plantaciones forestales comuna de Puchuncaví.

El relato de los agricultores concuerda con la evidencia bibliográfica que señala que la regulación del ciclo hidrológico se ve afectada por el cambio de uso en el suelo (Huber et al. 2008; Little et al. 2009).

El reemplazo de arbustos o pastizales por plantaciones forestales produce alteraciones en el balance hídrico, incrementando las pérdidas de agua por intercepción de las copas de los árboles y la evapotranspiración, además de reducir la percolación (Oyarzún y Huber 1999; Huber y Iroumé 2001; Iroumé y Huber 2002; Huber y Trecaman 2002; Huber et al. 2008).

La cantidad de agua consumida por las plantaciones está influenciada principalmente por las características de la cubierta forestal, las condiciones climáticas y la capacidad de retención de agua del suelo (Huber y Trecaman 2002; Iroumé y Huber 2002; Huber et al. 2010). Esta última propiedad tiene especial importancia en áreas con clima mediterráneo y donde el déficit de la precipitación es común durante la temporada estival (Huber y Trecaman 2000).

A su vez, otro aspecto atribuido a las plantaciones de especies exóticas es que disminuyen la productividad de los suelos por la erosión asociada a los sistemas de cosecha y por la demanda de nutrientes de las especies de rápido crecimiento, los que no se recuperan durante las rotaciones cortas con que son manejadas las plantaciones en Chile (Donoso y Otero 2005; Gerding et al. 2009), así como también debido a la acidificación del suelo producto de una elevada acumulación de cationes (Calcio (Ca)) y Magnesio (Mg) en la biomasa arbórea (Jobbágy et al, 2006).

Valor económico de la degradación de las tierras agrícolas en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007.

Se estimó que la reducción de productividad agrícola de las tierras en la comuna de Puchuncaví, para el periodo comprendido entre 1964 y 2007, ha significado la pérdida de US\$ 4.644.912, producto de la diferencia estimada entre el valor total de la producción real (US\$ 17.648.795) con la que potencialmente se hubiese obtenido de no haber degradación (US\$ 22.293.707) (Figura 7).

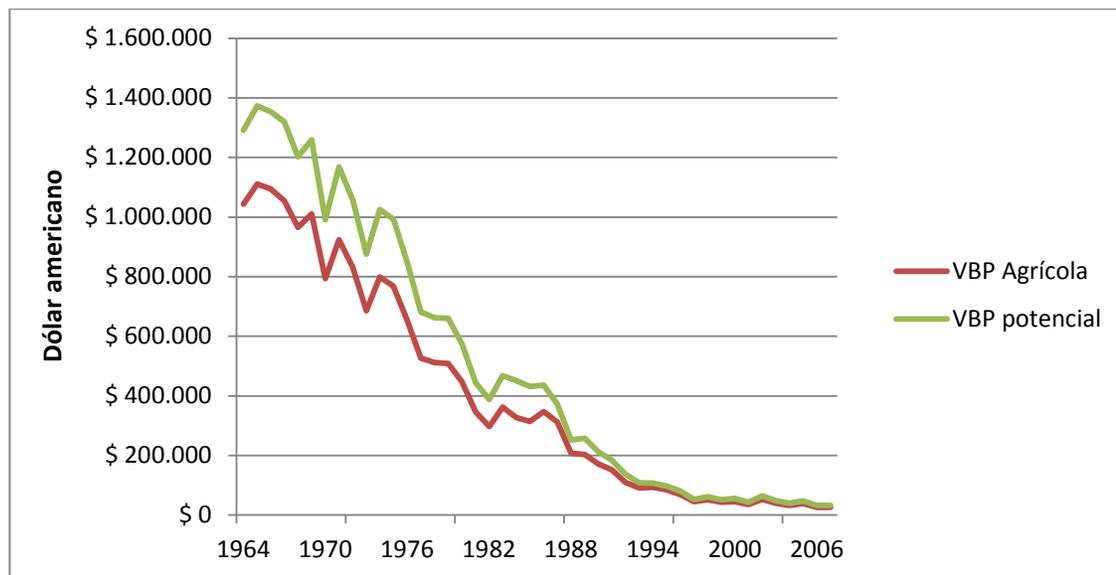


Figura 7. Brecha del nivel de producción respecto al nivel óptimo agrícola estimado (en US\$) en la comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007. Fuente: Elaboración propia

La simetría observada entre las curvas de producción real (línea roja) y la de producción potencial (línea verde) se debe a que la superficie por cultivo y los precios pagados a productor utilizados fueron constantes en ambas estimaciones, siendo la única variable en análisis el rendimiento de los cultivos que se habría alcanzado cada año de no haber degradación.

La percepción de los agricultores respecto a las variaciones de productividad de los cultivos es que estos han disminuido en relación a aquellos obtenidos en 1960, en promedio entre un 25-30% durante la década del 70' y en un 30-35% en los 80' (Cuadro 6).

Habría, eso sí, un repunte a partir del 2000 producto de una paulatina recuperación de los suelos como consecuencia de la disminución de la contaminación proveniente del Complejo Industrial Ventanas (Figura 8) gracias a la instalación de filtros durante la década de los 90, que han permitido reducir la cantidad de SO₂ y MP (Folchi, 2006), lo que

se habría traducido en la disminución de la brecha de la producción real y potencial para el final del periodo estudiado.

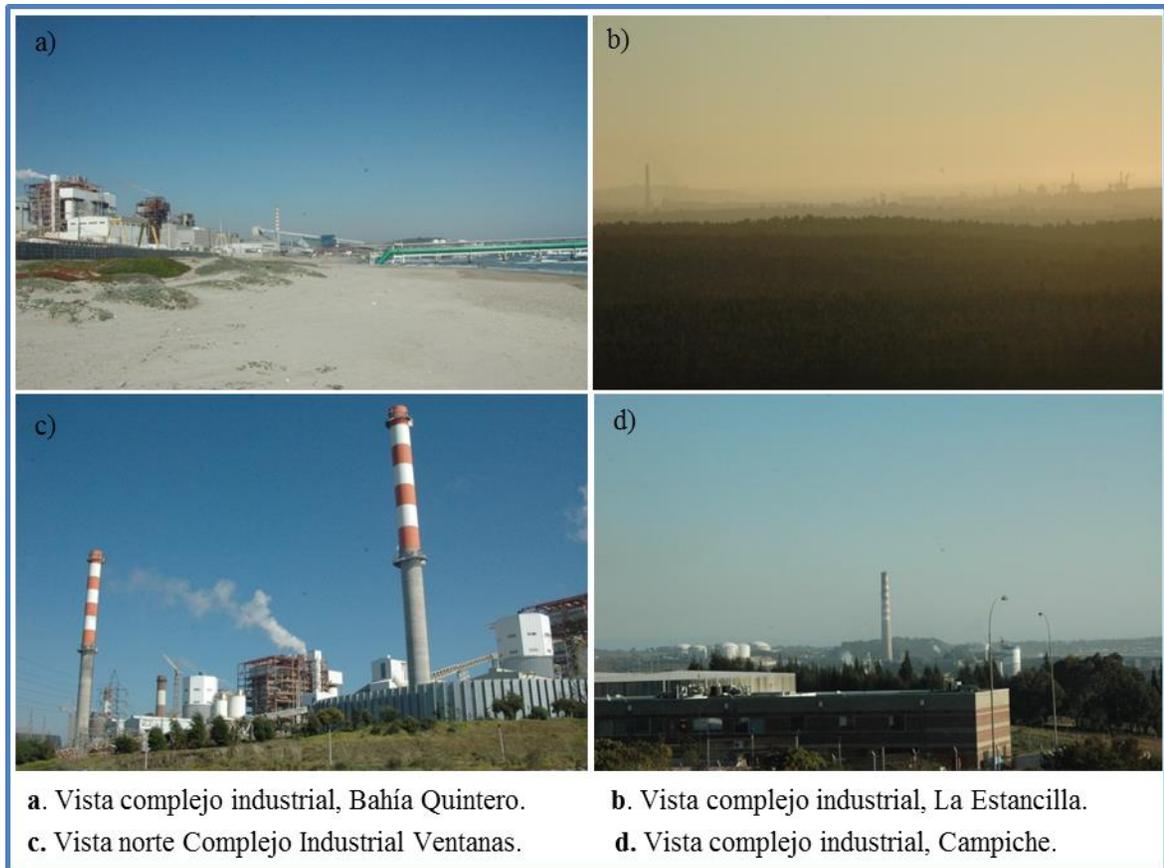


Figura 8. Complejo Industrial Ventanas.

Las localidades donde se señala, en promedio, una mayor reducción de rendimiento (en relación a los obtenidos en 1960) corresponden a Campiche y Pucalán. Por su parte los 3 informantes entrevistados en La Canela, emplazada entre grandes cerros a 18 km de Puchuncaví, señalan que en sus predios existiría un menor impacto de las emisiones atmosféricas sobre la productividad de los cultivos debido a la distancia con el complejo industrial y la protección orográfica de la localidad en relación a otros sectores de la comuna. La Canela y La Quebrada son las localidades donde se describe una menor reducción en la productividad agrícola.

La contaminación de suelos y cultivos y la menor disponibilidad de agua para riego son las principales causas que explican la reducción de productividad de los cultivos constatada por los agricultores, siendo señaladas en 18 y 16 de las 19 entrevistas realizadas respectivamente (Figura 9).

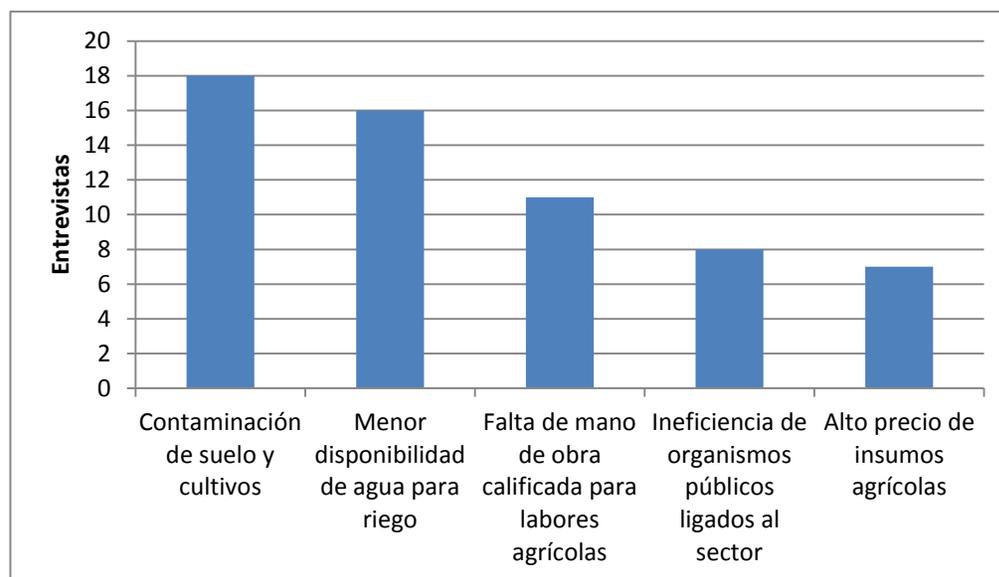


Figura 9. Causas reducción de productividad de los cultivos, comuna de Puchuncaví, periodo 1964-2007.

A su vez, la falta de mano de obra calificada para tareas agrícolas, la ineficiencia de organismos públicos ligados al sector y el alto precio de insumos agrícolas fueron señaladas en 11, 8 y 7 de las entrevistas realizadas respectivamente.

La percepción de los agricultores respecto al impacto de la contaminación sobre el rendimiento de sus cultivos coincide con la evidencia respecto la capacidad del SO_2 y MP de dañar y disminuir la productividad y calidad de las cosechas (Callaway, *et al.* 1986; Spash, 1999; Bell y Treshow, citado por MMA, 2012a).

En el caso del SO_2 , la reducción de productividad de cultivos se debe a los daños foliares que este provoca sobre la vegetación y por la disminución en el consumo de nutrientes producto de la acidificación del suelo (García-Huidobro *et al.*, 2001). De acuerdo a Baker, (1986), a partir de concentraciones superiores a 11 partículas por billón (ppb), existe una relación indirectamente proporcional entre el rendimiento de los cultivos y la concentración de SO_2 .

Lamentablemente solo a partir de 1993, tras la implementación del Plan de Descontaminación del Complejo Industrial Ventanas, existe registro de la cantidad y concentración de contaminantes en la zona.

El cuadro 20 muestra la concentración anual de SO_2 registrada en las estaciones de monitoreo con información disponible.

Cuadro 20. Concentración anual de SO₂ (ppb) registrada por estaciones de monitoreo en la comuna de Puchuncaví.

Año	La Greda (ppb)	Los Maitenes (ppb)	Puchuncaví (ppb)	Promedio (ppb)
1993	30,39	--	37,49	33,94
1994	24,82	61,26	43,47	43,18
1995	41,64	79,54	50,83	57,34
1996	37,05	83,83	54,29	58,39
1997	15,78	48,69	37,35	33,94
1998	7,646	31,86	19,99	19,83
1999	9,239	19,77	13,46	14,16
2000	9,238	24,75	15,92	16,64
2001	10,39	26,62	9,243	15,42
2002	6,095	18,17	8,211	10,83
2003	6,283	11,78	6,137	8,07
2004	5,907	12,73	8,35	9
2005	6,603	13,75	6,523	8,96
2006	10,56	19,04	9,964	13,19
2007	10,43	20,88	12,06	14,46

Fuente: SINCA (2014)

La concentración de SO₂ registrada muestra una marcada correlación con las emisiones de contaminantes de la Fundición y Refinería de cobre Ventanas (CODELCO) y la Central Termoeléctrica Ventanas I (AES GENER S.A.). En la Figura 10 se presenta la evolución de las emisiones de la Central Termoeléctrica Ventanas de AES GENER S.A. y de la Fundición CODELCO División Ventanas. Además se gráfica el nivel de cumplimiento respecto al cronograma de reducción de emisiones anuales establecidos para ambas empresas.

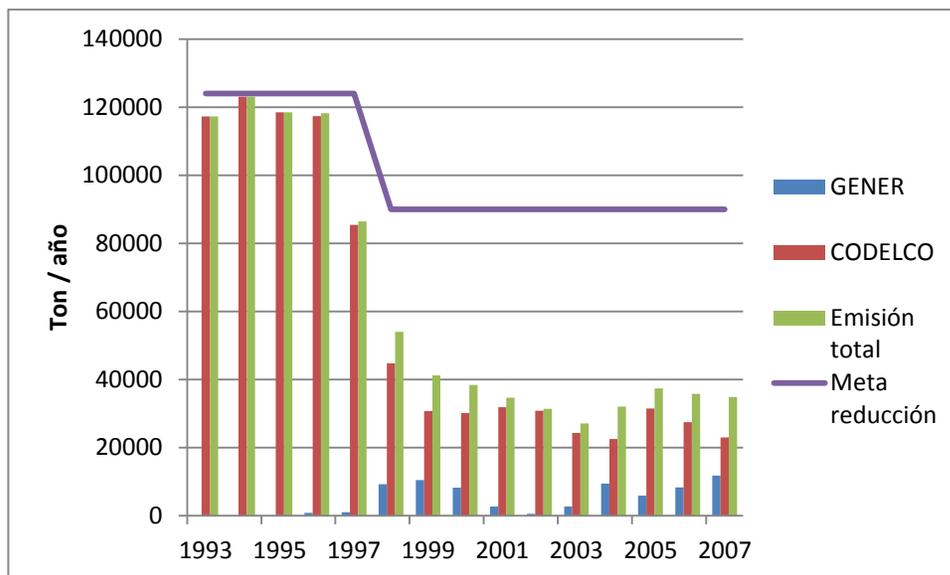


Figura 10. Registro de emisiones de SO₂ (Ton/año), AES GENER S.A. y CODELCO División Ventanas. Fuente: MINSAL (2008)

Los datos de emisiones de SO₂ muestran que entre 1996 y 1999 éstas registraron una significativa disminución desde 118.217 ton/año a 41.261 ton/año, cumpliendo con la exigencia de 124.000 ton/año establecida para las emisiones de CODELCO División Ventanas⁸. A partir del 2000 las emisiones no superaron las 40.000 ton/año, cifra por debajo de las 90.000 toneladas anuales establecidos como límite de emisión, llegando en 2006 a 35.763 ton/año, equivalente a una reducción aproximada de un 72% de las emisiones de SO₂ de la zona.

Por su parte la concentración anual de MP₁₀ (Cuadro 21) muestra una tendencia similar a la observada para el SO₂.

⁸ En el caso de las emisiones de SO₂ generadas por AES GENER S.A, el D.S. 252/92 del Ministerio de Minería estableció una norma de emisión en función de la energía generada, debiendo cumplir con la norma de emisión de: 1,13 Kg de SO₂ por millón de BTU.

Cuadro 21. Concentración anual de MP₁₀ (ppb) registrada por estaciones de monitoreo en la comuna de Puchuncaví.

Año	La Greda (ppb)	Los Maitenes (ppb)	Puchuncaví (ppb)	Promedio (ppb)
1993	61,4	--	--	61,400
1994	68,76	--	62,59	65,675
1995	62,07	64,32	53,96	60,117
1996	62,58	47,75	47,16	52,497
1997	69,55	43,54	42,68	51,923
1998	74,9	48,64	38,93	54,157
1999	56,27	40,55	36,03	44,283
2000	53,41	35,73	32,5	40,547
2001	45,64	31,6	28,99	35,410
2002	45,37	34,92	29,04	36,443
2003	45,73	33,32	30,27	36,440
2004	39,44	28,88	26,9	31,740
2005	41,02	32,24	25,4	32,887
2006	46,4	38,36	24,11	36,290
2007	46,12	35,31	36,59	39,340

Fuente: SINCA (2014)

Las emisiones totales de MP (Figura 11) pasaron de 26.705 ton/año en 1994 a 3.870 ton/año en 1996. Las metas de emisiones establecidas para la central termoeléctrica y la fundición y refinería de cobre a partir de 1995 corresponden a 3.000 ton/año y 3.400 ton/año respectivamente. Si bien ese año las emisiones estuvieron por sobre la norma, a partir de 1996 se observa una clara tendencia a la baja que se mantiene hasta 2003. A partir de 2004 se registran una serie de fluctuaciones en la cantidad de emisiones, las cuales no obstante solo alcanzan un 28% (1400 ton/año) de la meta total anual (5.000 ton/año).

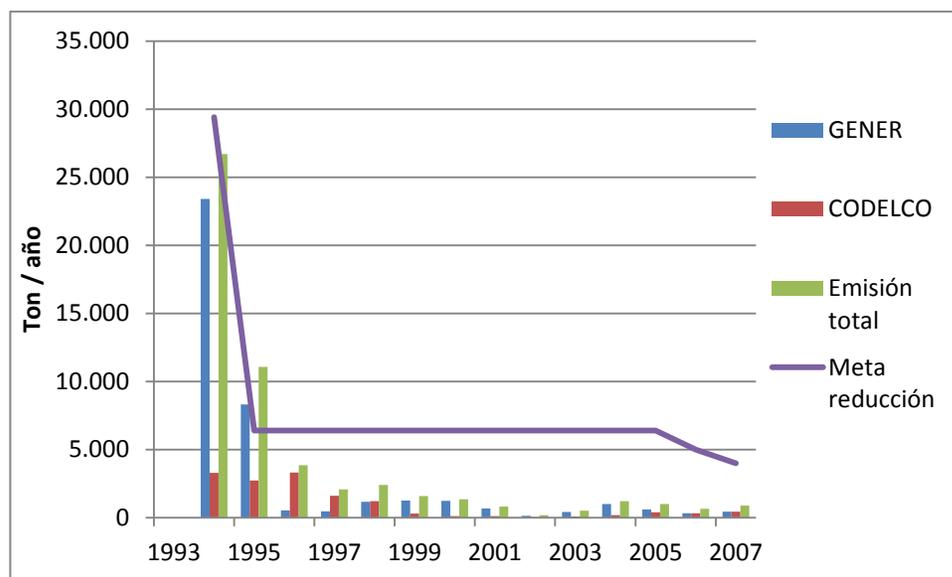


Figura 11. Registro de emisiones de MP (Ton/año), AES GENER S.A. y CODELCO División Ventanas. Fuente: MINSAL (2008)

De acuerdo a los informantes entrevistados, los impactos más recurrentes atribuidos directamente a la contaminación del Complejo Industrial Ventanas, explicitados en todas las entrevistas realizadas, corresponden al deterioro y disminución de la productividad de los cultivos agrícolas de los predios, la contaminación del suelo y forraje (y el consiguiente envenenamiento de ganado) y la quema del follaje de la vegetación nativa compuesta principalmente por boldos (*Peumus boldus*), peumos (*Cryptocarya alba*) y quillayes (*Quillaja saponaria*).

Además, en las localidades de Campiche y Placilla de Puchuncaví, se menciona una disminución respecto a la cantidad de fauna observada en los predios, en especial en el número y variedad de aves, hecho que se explicaría por la cercanía de estas con el complejo industrial y/o por su mayor grado de urbanización en comparación a otras localidades como La Canela, Pucalán y La Quebrada.

Cabe señalar que la valoración económica de la degradación de las tierras realizada solo considera las pérdidas generadas por la reducción de biomasa expresada en producción agrícola, excluyendo de la valoración monetaria los costos asociados a la ruptura de las estructuras sociales y familiares, y la inestabilidad económica generada por la degradación de los suelos sobre pequeños agricultores (Morales, 2005).

A su vez, debido a la inexistencia de metodologías ampliamente validadas y la precariedad de información socioeconómica, agropecuaria y ambiental, a escala local, disponible en Chile, el análisis realizado tampoco asigna un valor monetario a los impactos generados por los procesos de degradación y desertificación sobre los servicios ecosistémicos en zonas semiáridas, entre los cuales figuran la regulación de la biodiversidad, los ciclos de

nutrientes, la calidad del aire, la salud humana, los aspectos culturales y los servicios turísticos (Morales, 2012).

Finalmente es importante señalar que además de los impactos generados sobre la agricultura local, la contaminación vertida por cerca de 50 años en el valle de Puchuncaví ha significado pérdidas económicas importantes para la comunidad como resultado de los impactos sobre la salud de la población, los recursos pesqueros y el turismo de la zona (MMA, 2012b).

CONCLUSIONES

La reducción de productividad biológica de los suelos en Puchuncaví se explica por una serie de factores biofísicos, económicos y sociales, que confirman el carácter multidimensional del proceso de degradación, el cual ha significado importantes pérdidas económicas para el sector agrícola durante el periodo estudiado.

Los factores determinantes en la reducción de productividad de los suelos constatada corresponden a una menor disponibilidad de agua para riego y la importante degradación química que afecta los suelos de la comuna, como consecuencia de la prolongada exposición de estos a la contaminación generada por el Complejo Industrial Ventanas.

La paulatina recuperación en los rendimientos de los cultivos percibida por los agricultores tras implementación del Plan de Descontaminación del Complejo Industrial Ventanas, la mayor reducción de rendimiento de cultivos descrita en localidades más próximas a éste y la bibliografía consultada respecto al deterioro del suelo y vegetación por contaminación en Puchuncaví, evidencian la importancia que revisten factores antrópicos directos y subyacentes sobre el proceso de degradación de las tierras, tales como la contaminación de suelos y políticas ambientales inadecuadas.

El impacto de la contaminación sobre la degradación de los suelos en Puchuncaví sugiere una significativa responsabilidad del Estado de Chile y las empresas CODELCO y AES GENER sobre parte importante de los perjuicios económicos sufridos por los agricultores locales, como resultado de más de treinta años de funcionamiento en ausencia de regulación ambiental y control sobre el accionar de la industria minera y energética en la zona, lo que ha derivado en una sistemática transgresión del derecho a la salud y a un medioambiente libre de contaminación de los habitantes de la comuna.

En relación a los cambios en la estructura y patrón productivo del sector silvoagropecuario local, se concluye que éste ha sufrido transformaciones importantes caracterizadas por una disminución de la producción pecuaria, una reducción del tamaño de los predios agrícolas, especialmente por parte de pequeños agricultores con terrenos inferiores a 10 hectáreas, y por el dramático descenso de la superficie cultivada con cereales, leguminosas y tubérculos.

En contrapartida el sector forestal experimentó un sustancial aumento de producción, no obstante los beneficios económicos generados por dicha actividad no han logrado revertir la tendencia de disminución observada para el VBP silvoagropecuario total de la comuna. A su vez, la reducción en el rendimiento de los pozos de los predios atribuida al aumento de plantaciones de eucaliptus y el impacto de la actividad forestal en el desarrollo de procesos erosivos, plantean una serie de interrogantes en torno a la conveniencia del fomento forestal en zonas degradadas y aledañas a terrenos agrícolas.

Respecto a la adaptación metodológica realizada, ésta permitió establecer una aproximación de las pérdidas económicas asociadas a la degradación de los suelos a escala local. No obstante, se sugiere que las cifras presentadas sean tomadas con mesura debido a que los supuestos establecidos como consecuencia de las limitaciones de los datos históricos disponibles, dificultan un conocimiento más acabado y preciso de factores de relevancia para el cálculo de las pérdidas económicas ocurridas en el sector agropecuario de la comuna.

Además, la estimación de los costos económicos generados por la degradación de las tierras agrícolas solo considera las pérdidas directas atribuidas a la reducción de biomasa expresada en producción agrícola, excluyendo de la valoración los costos económicos asociados a las transformaciones socio-económicas descritas para el sector rural de la comuna, como también los impactos generados por el proceso de degradación sobre los servicios ecosistémicos en zonas semiáridas como Puchuncaví.

Por ello, para comprender y evaluar de forma integral y con mayor precisión los impactos económicos asociados a la degradación de los suelos, como también los costos y beneficios que generan fundiciones mineras y centrales termoeléctricas sobre las comunidades donde se emplazan, es imprescindible potenciar la capacidad del país para generar información demográfica, económica y ambiental confiable a nivel local, que permita elaborar instrumentos económicos eficaces para el diseño y mejoramiento de políticas públicas destinadas a abordar específicamente el problema de la degradación, la contaminación, la mantención de los servicios ecosistémicos, como asimismo la supervivencia de la agricultura.

BIBLIOGRAFÍA

- Baker, C., Colls, J. 1986. Depression of growth and yield in winter barley exposed to sulphur dioxide in the field. *New Phytologist* 104(2): 233-241.
- Bergqvist, E., González, S. 1986. Evidencias de contaminación con metales pesados en un sector del secano costero de la V Región. *Agricultura Técnica (Chile)* 46(3): 299-306.
- Casado, A., Gil, V., Campo, A. 2007. Consecuencias de la variación de la disponibilidad hídrica en la cuenca del arroyo El Belisario. Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur. Buenos Aires, Argentina, 19 pp.
- Callaway, J., Darwin, R. (1986). Economic valuation of acidic deposition damages: preliminary results from the 1985 NAPAP assessment. *Water, Air, & Soil Pollution* 31(3): 1019-1034.
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). 2010. Informe Final, Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile. Santiago, Chile. 285 pp.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). 2006. Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI. Informe Final. Santiago, Chile. CONAMA. 63 pp.
- Congreso Nacional. 2012. La desertificación en Chile. Disponible en: <http://www.camara.cl/camara/media/seminarios/desertificacion.pdf>. Leído el 24 de julio de 2013.
- Cornejo, P., Lopez, J., Romano, S. 1983. Determinación de contaminantes de origen industrial en sedimento atmosférico en la zona de Quintero, V Región. Tesis de grado. Facultad de Medicina, Universidad de Valparaíso. Valparaíso, Chile xx p.
- Dirección General de Aguas (DGA). 2002. Informe de zonificación hidrogeológica para las regiones Metropolitana y V. Disponible en: <http://documentos.dga.cl/SUB2740.pdf>. Leído el 17 de octubre de 2013.
- Donoso, P., Otero, L. 2005. Hacia una definición de País Forestal: ¿Dónde se sitúa Chile? *Bosque* 26(3): 5-18.
- Douglas, M. 1994. Sustainable use of agricultural soils. A review of the prerequisites for success or failure. *Development and Environment Report No. 11*. Instituto de Geografía. Universidad de Berne. Suiza.

- Folchi, M.A. 2006. Historia ambiental de las labores de beneficio en la minería del cobre en Chile, siglos XIX y XX. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España. 727 pp.
- García Huidobro, T., Marshall, F. 2001. A risk assessment of potential crop losses due to ambient SO₂ in the central regions of Chile. *Atmos. Env.* 35 (29): 4903-4915.
- Geist, HJ., Lambin, EF. 2004. Dynamic causal patterns of desertification. *BioScience* 54: 817- 829.
- Gerding, V., Thiers, O., Schlatter, J. 2009. Costos ocultos de la cosecha de árbol completo: el caso de *Pinus radiata* en Chile. Actas XIII Congreso Forestal Mundial, Buenos Aires, Argentina. 9 pp.
- Ginocchio, R. 2000. Effects of a copper smelter on a grassland community in the Puchuncavi Valley, Chile. *Chemosphere* 41: 15-23.
- Ginocchio, R., Carvallo, G., Toro, I., Bustamante, E., Silva, Y., Sepulveda, N. 2004. Microspatial variation of soil metal pollution and plant recruitment near a copper smelter in central Chile. *Environmental Pollution* 127 (3): 343–352.
- Gioffredo, J. 2010. Caprinos: generalidades, nutrición, producción e instalaciones. Disponible en:
http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_ovina/ovina_y_caprina_curso_fav/122-curso_UNRC.pdf. Leído el 5 de octubre de 2013.
- González, I., Muena, V., Cisternas, M., Neaman, A. 2008. Acumulación de cobre en una comunidad vegetal afectada por contaminación minera en el valle de Puchuncaví, Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 81: 279-291.
- González, S., Ite, R. 1992. Acumulación metálica en suelos del área bajo influencia de las chimeneas industriales de Ventanas (provincia de Valparaíso, V Región). *Agricultura Técnica (Chile)* 50: 214–219.
- Hernández, R., C. Fernández, L. Baptista. 2010. Metodología de la Investigación (5ª Edición). Mc Graw-Hill, Distrito Federal, México. 689 pp.
- Huber, A., Trecaman, R. 2000. Efecto de las características de una plantación de *Pinus radiata* en la distribución espacial del contenido de agua edáfica. *Bosque* 21(1): 37-44.
- Huber, A., Iroumé, A. 2001. Variability of annual rainfall partitioning for different sites and forest covers in Chile. *Journal of Hydrology* 248: 78-92.

Huber, A., Trecaman, R. 2002. Efecto de la variabilidad interanual de las precipitaciones sobre el desarrollo de plantaciones de *Pinus radiata* (D.Don) en la zona de los arenales, VIII Región, Chile. *Bosque* 23(2): 43-49.

Huber, A., Iroumé, A., Mohr, C., Frêne, C. 2010. Efecto de plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* sobre el recurso agua en la Cordillera de la Costa de la Región del Bio Bio, Chile. *Bosque* 31(3): 219-230.

Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). 2009. Estudio de Caracterización de la Pequeña Agricultura. Santiago, Chile. 64 pp.

Instituto Nacional de Derechos Humanos (INDH). 2012. Mapa de conflictos socioambientales en Chile. Santiago, Chile. 293 pp.

Instituto Nacional de Estadística (INE). 1964. IV Censo Nacional Agropecuario y Forestal 1963-1964. Santiago, Chile.

Instituto Nacional de Estadística (INE). 1976. V Censo Nacional Agropecuario 1975-1976. Santiago, Chile.

Instituto Nacional de Estadística (INE). 1997. V Censo Nacional Agropecuario y Forestal 1997. Santiago, Chile.

Instituto Nacional de Estadística (INE). 2007. VI Censo Nacional Agropecuario y Forestal 2007. Santiago, Chile.

Instituto Nacional de Estadística (INE). 2009. Las pequeñas y medianas explotaciones, VII Censo Agropecuario y Forestal 2006-2007. Disponible en: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_agropecuarias/2009/07/explotaciones_completa.pdf. Leído el 27 de septiembre de 2013.

Instituto Nacional de Estadística (INE). 2013. Índice de Precio al Productor IPP. Disponible en: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_precios/ipp/nuevo_ipp.php. Leído el 27 de junio de 2013.

Iroumé, A., Huber, A. 2002. Comparison of interception losses in a broadleaved native forest and *Pseudotsuga menziesii* (Douglas fir) plantation in the Andes Mountains of southern Chile. *Hydrological Processes* 16: 2347 -2361.

Jobbágy, E., Vassallo, M., Faraley, K., Piñeiro, G. 2006. Forestación en pastizales: hacia una visión integral de sus oportunidades y costos ecológicos. *Agrociencia* 10(2): 109-124.

Mertz, O.K., Halsnæs, K. Olesen, J.E., Rasmussen, K. 2009. Adaptation to climate change in developing countries. *Env. Manag* 43: 743-752.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2012a. Guía metodológica para la elaboración de un análisis general de impacto económico y social (AGIES) para instrumentos de gestión de calidad del aire. Disponible en: http://www.sinia.cl/1292/articulos-54447_Guia_MetodologicaCalidadAire25072013.pdf. Leído el 5 de octubre de 2013.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2012b. Evaluación de Beneficios de una Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre. Disponible en: http://www.sinia.cl/1292/articulos-52008_EstudioBeneficios. Leído el 5 de octubre de 2013.

Ministerio de Salud (MINSAL). 2008. Informe de seguimiento de Plan de Descontaminación de Ventanas 1999-2008. Disponible en: http://seremi5.redsalud.gob.cl/wrdprss_minsal/wpcontent/uploads/2012/01/plan_descontaminacion.pdf. Leído el 17 de octubre de 2013.

Morales, C. 2005. Capítulo 1: Pobreza, desertificación y degradación de tierras. 57 pp. en: Morales, C y Parada, S (Eds.). Pobreza, desertificación y degradación de recursos naturales. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, Chile. 267 pp.

Morales, C. 2012. Los costos de la inacción ante la desertificación y degradación de las tierras en escenarios alternativos de cambio climático. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, Chile. 94 pp.

Municipalidad de Puchuncaví. 2009a. Plan Regulador Comunal de Puchuncaví localidades de Puchuncaví, Maitencillo, Horcón y Ventanas. Disponible en: http://seia.sea.gob.cl/archivos/75a_20090420.142756.pdf. Leído el 10 de junio de 2013.

Municipalidad de Puchuncaví. 2009b. Plan de Desarrollo Comunal 2009 - 2012. Disponible en: <http://www.munipuchuncavi.cl/transparencia/pladeco/pladeco%20parte%201.pdf>. Leído el 17 de junio de 2013.

Neaman, A., Reyes, L., Trolard, F., Bourrié, G., Sauvé, S. 2009. Copper mobility in contaminated soils of the Puchuncaví valley, central Chile. *Geoderma* 150: 359–366.

Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), 2008. Costs of inaction on environmental policy challenges: Summary Report. Disponible en: <http://www.oecd.org/environment/ministerial/40501169.pdf>

Organización de las Naciones Unidas (ONU), 1992. Convención sobre la Desertificación. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro, Brasil. 78 pp.

Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2003. Evaluación de la degradación de la tierra en zonas áridas. Un Food and Agriculture Organization, Italia. 44 pp.

Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2009. Evolución de la agricultura familiar en Chile en el periodo 1997-2007. Santiago, Chile. 124 pp.

Oyarzún, C., Huber, A. 1999. Balance Hídrico en plantaciones jóvenes de *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata* en el sur de Chile. *Terra* 17(1): 35-44.
Rodríguez, D. y J. Valldeoriola. 2009. Metodología de la Investigación. Universidad Abierta de Cataluña, Barcelona. Barcelona, España. 82 pp.

Sabatini, F., Geisse, G., Malman, S. 1995. El trasfondo socioeconómico del conflicto ambiental de Puchuncaví. *Ambiente y Desarrollo* 9(4): 49-58.

Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA). 2014. Estaciones de monitoreo, región de Valparaíso. Disponible en:
<http://sinca.mma.gob.cl/index.php/region/index/id/V>. Leído el 17 de abril de 2014.

Spash, C. 1997. Assessing the economic benefits to agriculture from air pollution control. *Journal of Economic Surveys* 11(1): 47-70.

Urquiza, M. 2003. Desertificación, un Flagelo de la Humanidad. Centro de Investigaciones de Zonas Áridas (CIZA), Universidad Nacional Agraria La Molina. Zonas Áridas N° 7. Lima, Perú. 289p

Yoma, R. 2003. Evaluación física de la erosión en plantaciones de *Pinus radiata* D.Don en la Reserva Nacional Lago Peñuelas, V región. Período 1998-2001. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Silvoagropecuarias. Universidad Mayor. Santiago. Chile. 110 p.

APÉNDICES

Apéndice 1: Entrevista productores agropecuarios comuna de Puchuncaví.

Encuesta Número	Tipo de Agricultor	Ubicación predio principal

Fecha

D	M	A

BUENOS DÍAS. MI NOMBRE ES LUCIANO BADAL, SOY ESTUDIANTE DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE. ESTOY AQUÍ PARA REALIZAR UNA ENTREVISTA CON EL OBJETIVO DE ESTIMAR LAS PERDIDAS ECONÓMICAS, QUE HAN SUFRIDO LOS PRODUCTORES AGROPECUARIOS EN LA COMUNA DE PUCHUNCAVÍ, PRODUCTO DE LOS PROCESOS DE DESERTIFICACIÓN, CONTAMINACIÓN Y DEGRADACIÓN DEL SUELO.

POR ESTA RAZÓN NECESITO RECONSTRUIR LA HISTORIA AGRÍCOLA DE LA ZONA Y CONOCER LOS CAMBIOS PRODUCTIVOS QUE HAN OCURRIDO EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS, COMO TAMBIÉN IDENTIFICAR LAS CAUSAS DE ÉSTOS. SU CONOCIMIENTO ACERCA DE LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS, RIEGO, USO DE SUELO Y/O GANADERIA DESARROLLADA EN ESTE PREDIO ES FUNDAMENTAL PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.

ESTA ENCUESTA TOMARÁ SOLAMENTE ENTRE 15 a 30 MINUTOS DE SU TIEMPO. SUS RESPUESTAS SERÁN DE GRAN AYUDA PARA MEJORAR LAS FUTURAS DECISIONES QUE SE TOMEN EN TORNO A ESTE TEMA, POR LO CUAL MIENTRAS MÁS CERCANAS A LA REALIDAD SEAN, DE MAYOR UTILIDAD SERÁN ESTOS DATOS. **TODO AQUELLO QUE DIGA SERÁ CONFIDENCIAL.**

1. Cargo de entrevistado	
---------------------------------	--

2. Tamaño Explotación	Actual	Original
Entre 1 a 20 hectáreas		
Entre 20 a 100 hectáreas		
Más de 100 hectáreas		

3. Periodos de explotación agrícola	
1960 – 1970	
1970 – 1980	
1980 – 1990	
1990 – 2000	
2000 – 2010	

4.	Desde que usted trabaja en la zona ¿Qué cambios ha observado en el valle en términos de calidad de suelo, vegetación y disponibilidad de agua?	
-----------	---	--

5.	Desde que usted trabaja en la zona ¿Qué cambios ha observado en términos de productividad agropecuaria?	
-----------	--	--

6.	Dentro del predio ¿existe algún impacto que pueda atribuir a la contaminación generada por el Complejo Industrial Ventanas?	
-----------	--	--

7.	Periodo							
	Tipos de Cultivo	Superficie (hectáreas)	Producción ()	Superficie (hectáreas)	Producción ()	Superficie (hectáreas)	Producción ()	Precio venta

8.	¿Cuál cree usted es la razón del cambio experimentado en la producción?	
-----------	--	--

9.	Periodo						
	Tipos de Ganado	Superficie (hectáreas)	Cantidad	Superficie (hectáreas)	Cantidad	Superficie (hectáreas)	Cantidad

10.	¿Cuál cree usted es la razón del cambio experimentado en la producción?	
------------	---	--

11.	Periodo				
	Uso de suelo	Superficie (hectáreas)	Superficie (hectáreas)	Superficie (hectáreas)	Superficie (hectáreas)

12.	Periodo				
	Suelos efectivamente Regados	Superficie (hectáreas)	Superficie (hectáreas)	Superficie (hectáreas)	Superficie (hectáreas)

13.	Estado de la propiedad del agua de regadío	Según fuente	Derechos de agua	

14.	Periodo				
	Empleo en la explotación	Número de Personas	Número de Personas	Número de personas	Número de personas
	Empleo permanente				
	Empleo estacional u ocasional				

15. Otros	
------------------	--

ESO ES TODO. MUCHAS GRACIAS POR SUS RESPUESTAS.

ANEXOS

Anexo 1. Datos utilizados en el cálculo del Valor Bruto de Producción agrícola.

Cultivo	Trigo blanco y candeal				Cebada (grano seco)			
	Año	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)
1964***	1610,40	760,00	934,80	178,64	276,20	680,00	836,40	165,94
1965	1544,05	765,66	946,59	205,73	261,27	713,33	881,89	178,09
1966	1477,70	771,32	958,44	224,51	246,34	746,66	927,80	171,63
1967	1411,35	776,98	970,37	237,76	231,41	779,99	974,13	178,09
1968	1345,00	782,64	982,37	214,94	216,48	813,32	1020,88	135,67
1969	1278,65	788,30	994,44	257,28	201,55	846,65	1068,05	121,83
1970	1212,30	793,96	1006,58	189,45	186,62	879,98	1115,64	135,76
1971	1145,95	799,62	1018,80	273,54	171,69	913,31	1163,65	167,84
1972	1079,60	805,28	1031,08	258,21	156,76	946,64	1212,08	110,15
1973	1013,25	810,94	1043,44	589,65	141,83	979,97	1260,93	389,98
1974	946,90	816,60	1055,86	270,25	126,90	1013,30	1310,20	205,70
1975	880,55	822,26	1068,94	280,79	111,97	1046,63	1360,62	190,50
1976***	814,20	850,00	1107,55	239,42	97,10	1080,00	1407,24	243,97
1977	776,71	850,00	1110,10	230,81	93,38	1036,94	1354,24	183,91
1978	739,23	824,28	1078,98	211,46	89,66	993,88	1300,99	171,63
1979	701,74	798,56	1047,71	210,85	85,94	950,82	1247,48	178,43
1980	664,26	772,84	1016,28	194,58	82,22	907,76	1193,70	167,85
1981	626,77	747,12	984,70	177,98	78,50	864,70	1139,67	151,44
1982	589,28	721,40	952,97	167,27	74,78	821,64	1085,39	134,82
1983	551,80	695,68	921,08	232,01	71,06	778,58	1030,84	155,96
1984	514,31	669,96	889,04	245,83	67,34	735,52	976,04	194,69
1985	476,83	44,24	856,84	283,95	63,62	692,46	920,97	174,28
1986	439,34	618,52	822,63	275,61	59,90	649,40	863,70	206,06
1987	401,85	592,80	788,42	227,28	56,18	606,34	806,43	204,13
1988	364,37	567,08	754,22	218,44	52,46	563,28	749,16	174,90
1989	326,88	541,36	720,01	220,50	48,74	520,22	691,89	195,71
1990	289,40	515,64	685,80	188,96	45,02	477,16	634,62	174,87
1991	251,91	489,92	643,75	193,74	41,30	434,10	570,41	178,09
1992	214,42	464,20	602,53	180,25	37,58	391,04	507,57	135,67

(Continúa)

Anexo 1. (Continuación)

Año	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)
1993	176,94	438,48	562,13	171,61	33,86	347,98	446,11	110,15
1994	139,45	412,76	522,55	171,37	30,14	304,92	386,03	151,82
1995	101,97	387,04	483,80	163,84	26,42	261,86	327,33	131,92
1996	64,48	361,32	451,04	181,04	22,70	218,80	273,13	135,41
1997***	26,99	335,60	418,36	144,30	18,98	175,80	219,15	134,39
1998	24,96	328,64	409,12	147,26	17,69	263,72	328,31	139,68
1999	22,93	347,68	432,24	153,27	16,40	351,64	437,16	136,05
2000	20,89	366,72	455,28	145,87	15,11	439,56	545,71	132,64
2001	18,86	385,76	478,27	144,82	13,82	527,48	653,97	126,19
2002	16,82	404,80	501,18	155,03	12,53	615,40	761,93	127,23
2003	14,79	423,84	524,04	167,56	11,24	703,32	869,58	126,94
2004	12,76	442,88	546,82	148,09	9,95	791,24	976,94	124,58
2005	10,72	461,92	569,55	132,07	8,66	879,16	1084,00	116,17
2006	8,69	480,96	592,21	144,86	7,37	967,08	1190,77	114,68
2007***	6,65	500,00	614,80	179,22	6,08	1055,00	1297,23	119,46
Cultivo	Avena (grano seco)				Maíz (grano seco)			
Año	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)
1964***	5,00	2140,00	2632,20	119,60	9,50	2140,00	2632,20	142,78
1965	11,23	2047,50	2531,32	183,91	9,63	1992,37	2463,17	185,21
1966	17,45	1955,00	2429,28	171,63	9,77	1844,74	2292,27	155,65
1967	23,68	1862,50	2326,08	151,82	9,90	1697,11	2119,52	113,53
1968	29,90	1770,00	2221,70	131,92	10,03	1549,48	1944,91	199,40
1969	36,13	1677,50	2116,17	135,41	10,17	1401,85	1768,43	178,49
1970	42,35	1585,00	2009,46	134,82	10,30	1254,22	1590,10	166,30
1971	48,58	1492,50	1901,59	155,96	10,43	1106,59	1409,91	149,54
1972	54,80	1400,00	1792,56	194,69	10,56	958,96	1227,85	159,05
1973	61,03	1307,50	1682,36	374,28	10,70	811,33	1043,94	399,40
1974	67,25	1215,00	1571,00	154,78	10,83	663,70	858,16	234,84
1975	73,48	1122,50	1459,25	197,48	10,96	516,07	670,89	212,04
1976***	79,70	1030,00	1342,09	128,60	11,10	368,47	480,12	205,20
1977	76,26	1007,61	1315,94	174,87	10,73	380,33	496,71	156,82
1978	72,82	985,22	1289,65	178,09	10,36	392,19	513,38	187,41
1979	69,39	962,83	1263,23	171,63	10,00	404,05	530,11	181,53
1980	65,95	940,44	1236,68	178,43	9,63	415,91	546,92	174,17
1981	62,51	918,05	1209,99	167,85	9,27	427,77	563,80	140,27

(Continúa)

Anexo 1. (Continuación)

Año	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)
1982	59,07	895,66	1183,17	131,92	8,90	439,63	580,75	142,47
1983	55,63	873,27	1156,21	185,32	8,53	451,49	597,77	193,05
1984	52,20	850,88	1129,12	195,92	8,17	463,35	614,87	204,08
1985	48,76	828,49	1101,89	177,80	7,80	475,21	632,03	185,21
1986	45,32	806,10	1072,11	158,41	7,44	487,07	647,80	165,01
1987	41,88	783,71	1042,33	152,69	7,07	498,93	663,58	159,05
1988	38,44	761,32	1012,56	191,43	6,70	510,79	679,35	199,40
1989	35,00	738,93	982,78	171,35	6,34	522,65	695,12	178,49
1990	31,57	716,54	953,00	159,65	5,97	534,51	710,90	166,30
1991	28,13	694,15	912,11	148,37	5,61	546,37	717,93	154,56
1992	24,69	671,76	871,94	133,65	5,24	558,23	724,58	139,21
1993	21,25	649,37	832,49	128,61	4,87	570,09	730,86	133,97
1994	17,81	626,98	793,76	135,10	4,51	581,95	736,75	140,73
1995	14,38	604,59	755,74	125,12	4,14	593,81	742,26	130,34
1996	10,94	582,20	726,76	149,42	3,78	605,67	756,06	155,65
1997***	7,50	560,00	698,10	108,99	3,40	617,60	769,90	113,53
1998	6,75	504,00	627,43	104,52	3,41	1032,94	1285,91	108,88
1999	6,00	448,00	556,95	105,27	3,42	1448,28	1800,50	109,66
2000	5,25	392,00	486,67	98,37	3,43	1863,62	2313,68	102,47
2001	4,50	336,00	416,57	107,29	3,44	2278,96	2825,45	111,76
2002	3,75	280,00	346,67	119,60	3,45	2694,30	3335,81	124,59
2003	3,00	224,00	276,95	118,97	3,46	3109,64	3844,76	123,93
2004	2,25	168,00	207,43	119,72	3,47	3524,98	4352,29	124,71
2005	1,50	112,00	138,10	95,61	3,48	3940,32	4858,41	99,60
2006	0,00	56,00	68,95	101,02	3,49	4355,66	5363,12	105,23
2007***	0,00	0,00	0,00	131,15	3,50	4771,00	5866,42	136,62
Cultivo	Frejoles (grano seco)				Arvejas (grano seco)			
Año	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)
1964***	27,20	106,00	130,38	761,43	126,00	650,00	799,50	402,23
1965	26,36	132,16	163,39	501,91	126,15	620,83	767,53	342,44
1966	25,52	158,32	196,73	639,60	126,30	591,66	735,20	351,51
1967	24,67	184,48	230,40	529,31	126,45	562,49	702,49	356,87
1968	23,83	210,64	264,40	652,65	126,60	533,32	669,42	341,74
1969	22,99	236,80	298,72	560,03	126,75	504,15	635,99	412,83
1970	22,15	262,96	333,38	346,98	126,90	474,98	602,18	401,99

(Continúa)

Anexo 1. (Continuación)

Año	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)
1971	21,31	289,12	368,37	714,60	127,05	445,81	568,01	390,44
1972	20,46	315,28	403,68	895,44	127,20	416,64	533,47	283,08
1973	19,62	341,44	439,33	1039,69	127,35	387,47	498,56	507,80
1974	18,78	367,60	475,31	576,03	127,50	358,30	463,28	431,87
1975	17,94	393,76	511,89	1100,78	127,65	329,13	427,87	234,89
1976***	17,10	420,00	547,26	1124,27	127,90	300,00	390,90	342,66
1977	16,79	420,40	549,04	479,05	121,99	316,23	413,00	371,87
1978	16,48	420,80	550,83	298,39	116,08	332,46	435,19	387,83
1979	16,18	421,20	552,61	531,49	110,17	348,69	457,48	412,76
1980	15,87	421,60	554,40	1125,12	104,26	364,92	479,87	567,98
1981	15,57	422,00	556,20	878,78	98,35	381,15	502,36	433,65
1982	15,26	422,40	557,99	392,45	92,44	397,38	524,94	342,76
1983	14,96	422,80	559,79	501,91	86,53	413,61	547,62	436,86
1984	14,65	423,20	561,59	639,60	80,62	429,84	570,40	386,89
1985	14,35	423,60	563,39	529,31	74,71	446,07	593,27	391,94
1986	14,04	424,00	563,92	708,34	68,80	462,30	614,86	458,61
1987	13,73	424,40	564,45	1116,04	62,89	478,53	636,44	627,04
1988	13,43	424,80	564,98	526,67	56,98	494,76	658,03	433,65
1989	13,12	425,20	565,52	688,02	51,07	510,99	679,62	342,44
1990	12,82	425,60	566,05	893,69	45,16	527,22	701,20	351,51
1991	12,51	426,00	559,76	1010,84	39,25	543,45	714,09	358,36
1992	12,21	426,40	553,47	560,03	33,34	559,68	726,46	193,15
1993	11,90	426,80	547,16	346,98	27,43	575,91	738,32	279,96
1994	11,60	427,20	540,84	714,60	21,52	592,14	749,65	432,66
1995	11,29	427,60	534,50	995,44	15,61	608,37	760,46	426,90
1996	10,98	428,00	534,27	739,69	9,70	624,60	779,69	397,90
1997***	10,60	428,60	534,29	576,03	3,90	641,00	799,07	401,99
1998	9,71	479,80	597,30	638,41	3,57	676,90	842,67	390,44
1999	8,82	531,00	660,14	774,89	3,24	712,80	886,15	283,08
2000	7,93	582,20	722,80	733,56	2,91	748,70	929,51	229,84
2001	7,04	633,40	785,29	442,58	2,58	784,60	972,75	232,49
2002	6,15	684,60	847,60	456,24	2,25	820,50	1015,86	307,80
2003	5,26	735,80	909,74	736,41	1,92	856,40	1058,85	431,87
2004	4,37	787,00	971,71	913,06	1,59	892,30	1101,72	415,70
2005	3,48	838,20	1033,50	527,63	1,26	928,20	1144,47	456,83
2006	2,59	889,40	1095,12	469,79	0,93	964,10	1187,10	371,87

(Continúa)

Anexo 1. (Continuación)

2007***	1,70	940,60	1156,56	703,99	0,60	1000,00	1229,60	387,83
Cultivo	Garbanzos				Chícharos			
Año	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)
1964***	34,00	230,00	282,90	523,30	41,60	330,00	405,90	164,70
1965	31,66	224,40	277,43	512,84	39,55	319,00	394,38	176,29
1966	29,32	218,80	271,88	616,83	37,50	308,00	382,72	120,76
1967	26,98	213,20	266,27	587,98	35,45	297,00	370,92	165,06
1968	24,64	207,60	260,58	674,83	33,40	286,00	358,99	154,11
1969	22,30	202,00	254,82	618,97	31,35	275,00	346,91	149,93
1970	19,96	196,40	249,00	517,12	29,30	264,00	334,70	172,73
1971	17,62	190,80	243,10	643,80	27,25	253,00	322,35	126,59
1972	15,28	185,20	237,13	730,54	25,20	242,00	309,86	189,54
1973	12,94	179,60	231,09	988,36	23,15	231,00	297,23	376,29
1974	10,60	174,00	224,98	550,10	21,10	220,00	284,46	184,43
1975	8,26	168,40	218,92	818,50	19,05	209,00	271,70	223,69
1976***	6,00	163,33	212,82	1004,35	17,00	200,00	260,60	117,06
1977	5,71	155,55	203,15	684,25	16,38	209,50	273,61	135,48
1978	5,42	147,77	193,43	1051,76	15,76	219,00	286,67	238,87
1979	5,13	139,99	183,67	952,00	15,14	228,50	299,79	164,86
1980	4,84	132,21	173,86	487,65	14,52	238,00	312,97	108,37
1981	4,55	124,43	164,00	325,89	13,90	247,50	326,21	150,47
1982	4,26	116,65	154,09	390,79	13,28	257,00	339,50	176,01
1983	3,97	108,87	144,14	658,88	12,66	266,50	352,85	115,89
1984	3,68	101,09	134,15	625,41	12,04	276,00	366,25	95,78
1985	3,39	93,31	124,10	641,79	11,42	285,50	379,72	174,38
1986	3,10	85,53	113,75	688,36	10,80	295,00	392,35	198,67
1987	2,81	77,75	103,41	550,10	10,18	304,50	404,99	89,14
1988	2,52	69,97	93,06	482,43	9,56	314,00	417,62	155,39
1989	2,23	62,19	82,71	823,67	8,94	323,50	430,26	139,64
1990	1,94	54,41	72,37	877,81	8,32	333,00	442,89	136,30
1991	1,65	46,63	61,27	792,76	7,70	342,50	450,05	137,63
1992	1,36	38,85	50,43	585,21	7,08	352,00	456,90	115,10
1993	1,07	31,07	39,83	487,04	6,46	361,50	463,44	132,96
1994	0,78	23,29	29,49	616,96	5,84	371,00	469,69	153,39
1995	0,49	15,51	19,39	767,90	5,22	380,50	475,63	151,84
1996	0,20	7,73	9,65	655,60	4,60	390,00	486,84	116,72
1997***	0,00	0,00	0,00	361,67	4,00	400,00	498,64	140,03

(Continúa)

Anexo 1. (Continuación)

Año	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)
1998	0,00	0,00	0,00	357,71	3,60	360,00	448,16	98,72
1999	0,00	0,00	0,00	607,05	3,20	320,00	397,82	117,37
2000	0,00	0,00	0,00	513,95	2,80	280,00	347,62	91,32
2001	0,00	0,00	0,00	420,46	2,40	240,00	297,55	173,49
2002	0,00	0,00	0,00	376,86	2,00	200,00	247,62	116,41
2003	0,00	0,00	0,00	386,29	1,60	160,00	197,82	92,84
2004	0,00	0,00	0,00	263,90	1,20	120,00	148,16	180,92
2005	0,00	0,00	0,00	453,78	0,80	80,00	98,64	142,80
2006	0,00	0,00	0,00	585,21	0,40	40,00	49,25	205,28
2007***	0,00	0,00	0,00	538,34	0,00	0,00	0,00	217,23
Cultivo	Papas				Lentejas y lentejones			
Año	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)
1964***	100,10	1330,00	1635,90	173,51	795,00	410,00	504,30	550,24
1965	94,57	1691,67	2091,41	175,21	746,33	398,33	492,46	605,67
1966	89,04	2053,34	2551,48	187,54	697,66	386,66	480,46	593,34
1967	83,51	2415,01	3016,11	128,47	648,99	374,99	468,33	610,36
1968	77,98	2776,68	3485,29	175,60	600,32	363,32	456,04	632,62
1969	72,45	3138,35	3959,03	163,95	551,65	351,65	443,61	672,19
1970	66,92	3500,02	4437,33	159,50	502,98	339,98	431,03	598,83
1971	61,39	3861,69	4920,18	183,75	454,31	328,31	418,30	621,74
1972	55,86	4223,36	5407,59	134,67	405,64	316,64	405,43	748,21
1973	50,33	4585,03	5899,56	401,64	356,97	304,97	392,40	955,56
1974	44,80	4946,70	6396,08	187,54	308,30	293,30	379,24	869,40
1975	39,27	5308,37	6900,88	196,20	259,63	281,63	366,12	1052,07
1976***	33,80	5670,00	7388,01	237,97	211,00	270,00	351,81	930,16
1977	34,31	5510,00	7196,06	124,53	201,42	259,52	338,93	651,10
1978	34,82	5350,00	7003,15	144,13	191,84	249,04	325,99	1045,57
1979	35,33	5190,00	6809,28	254,11	182,26	238,56	312,99	903,37
1980	35,84	5030,00	6614,45	175,39	172,68	228,08	299,93	902,32
1981	36,35	4870,00	6418,66	115,29	163,10	217,60	286,80	665,89
1982	36,86	4710,00	6221,91	160,08	153,52	207,12	273,61	479,39
1983	37,37	4550,00	6024,20	187,25	143,94	196,64	260,35	697,89
1984	37,88	4390,00	5825,53	123,28	134,36	186,16	247,03	760,71
1985	38,39	4230,00	5625,90	101,89	124,78	175,68	233,65	838,89
1986	38,90	4070,00	5413,10	185,51	115,20	165,20	219,72	1140,90

(Continúa)

Anexo 1. (Continuación)

Año	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)
1987	39,41	3910,00	5200,30	211,35	105,62	154,72	205,78	791,79
1988	39,92	4045,12	5420,47	94,83	96,04	137,19	183,83	541,53
1989	40,43	3837,06	5160,85	165,31	86,46	102,07	137,29	739,39
1990	40,94	3880,84	5239,13	148,55	76,88	97,97	132,26	880,68
1991	41,45	4149,84	5565,64	145,00	67,30	232,72	312,12	789,45
1992	41,96	3551,11	4731,28	146,42	57,72	171,65	228,70	512,72
1993	42,47	3846,84	5091,33	122,45	48,14	196,97	260,69	541,34
1994	42,98	3485,83	4582,76	141,45	38,56	171,96	226,08	565,03
1995	43,49	3379,47	4413,08	163,18	28,98	119,90	156,57	520,65
1996	44,00	2922,38	3790,38	161,54	19,40	115,69	150,05	445,49
1997***	44,70	3393,40	4371,34	124,17	10,00	120,89	155,73	395,65
1998	40,86	3698,15	4731,26	148,97	9,15	160,09	204,81	329,80
1999	37,02	3303,70	4197,45	105,02	8,30	150,48	191,19	345,78
2000	33,18	4016,00	5066,99	124,86	7,45	145,54	183,62	356,02
2001	29,34	4336,05	5432,51	97,15	6,60	140,52	176,05	343,71
2002	25,50	2625,05	3265,66	184,56	5,75	143,53	178,56	372,47
2003	21,66	4905,65	6059,51	123,84	4,90	128,64	158,90	457,30
2004	17,82	5820,03	7137,57	98,77	4,05	141,43	173,45	519,33
2005	13,98	6126,45	7459,26	192,47	3,20	144,47	175,90	457,32
2006	10,14	5161,27	6238,53	151,92	2,35	149,20	180,34	356,91
2007***	6,30	6139,59	7366,83	218,38	1,50	172,34	206,79	355,82
Cultivo	Maravilla				Alfalfa**			
Año	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)
1964***	138,00	570,00	701,10	259,72	86,00	370,00	455,1	101,67
1965	126,70	525,17	649,27	385,14	84,78	370,00	457,431	101,67
1966	115,40	480,34	596,87	350,96	83,56	370,00	459,762	101,67
1967	104,10	435,51	543,91	341,87	82,34	370,00	462,093	101,67
1968	92,80	390,68	490,38	329,54	81,12	370,00	464,424	101,67
1969	81,50	345,85	436,29	348,54	79,90	370,00	466,755	101,67
1970	70,20	301,02	381,63	407,77	78,68	370,00	469,086	101,67
1971	58,90	256,19	326,41	211,98	77,46	370,00	471,417	101,67
1972	47,60	211,36	270,63	341,87	76,24	370,00	473,748	101,67
1973	36,30	166,53	214,27	653,26	75,02	370,00	476,079	101,67
1974	25,00	121,70	157,36	343,39	73,80	370,00	478,41	101,67
1975	13,70	76,87	99,93	502,83	72,58	370,00	481	101,67

(Continúa)

Anexo 1. (Continuación)

Año	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)	Superficie (ha) sembrada	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento potencial (kg/ha)	Precio* (\$/Kg)
1976***	2,80	32,14	41,88	401,91	71,40	370,00	482,11	101,67
1977	2,60	30,61	39,98	318,90	70,62	370,00	483,22	101,67
1978	2,40	29,08	38,07	248,52	69,84	370,00	484,33	101,67
1979	2,20	27,56	36,15	211,98	69,06	370,00	485,44	101,67
1980	2,00	26,03	34,23	236,08	68,28	370,00	486,55	101,67
1981	1,80	24,50	32,29	253,26	67,50	370,00	487,66	101,67
1982	1,60	22,97	30,35	189,25	66,72	370,00	488,77	101,67
1983	1,40	21,45	28,39	205,27	65,94	370,00	489,88	101,67
1984	1,20	19,92	26,43	334,26	65,16	370,00	490,99	101,67
1985	1,00	18,39	24,46	385,14	64,38	370,00	492,1	101,67
1986	0,80	16,86	22,43	350,96	63,60	370,00	492,1	101,67
1987	0,60	15,33	20,40	341,87	62,82	370,00	492,1	101,67
1988	0,40	13,81	18,36	329,54	62,04	370,00	492,1	101,67
1989	0,20	12,28	16,33	326,41	61,26	370,00	492,1	101,67
1990	0,00	0,00	0,00	321,12	60,48	370,00	492,1	101,67
1991	0,00	0,00	0,00	290,92	59,70	370,00	486,18	101,67
1992	0,00	0,00	0,00	242,97	58,92	370,00	480,26	101,67
1993	0,00	0,00	0,00	237,81	58,14	370,00	474,34	101,67
1994	0,00	0,00	0,00	236,63	57,36	370,00	468,42	101,67
1995	0,00	0,00	0,00	231,66	56,58	370,00	462,5	101,67
1996	0,00	0,00	0,00	219,59	55,80	370,00	461,871	101,67
1997***	0,00	0,00	0,00	215,63	55,20	370,00	461,242	101,67
1998	0,00	0,00	0,00	202,35	49,68	370,00	460,613	101,67
1999	0,00	0,00	0,00	196,52	44,16	370,00	459,984	101,67
2000	0,00	0,00	0,00	190,33	38,64	370,00	459,355	101,67
2001	0,00	0,00	0,00	189,16	33,12	370,00	458,726	101,67
2002	0,00	0,00	0,00	185,26	27,60	370,00	458,097	101,67
2003	0,00	0,00	0,00	179,69	22,08	370,00	457,468	101,67
2004	0,00	0,00	0,00	178,25	16,56	370,00	456,839	101,67
2005	0,00	0,00	0,00	173,17	11,04	370,00	456,21	101,67
2006	0,00	0,00	0,00	167,32	5,52	370,00	455,581	101,67
2007***	0,00	475,95	571,09	161,62	0,00	370,00	454,952	101,67

* (Pesos reales sin IVA, deflactados por IPP del 12/2007)

** (Se utilizó precio fijo para todos los años debido a inexistencia de registros históricos)

*** (Año censal)

Anexo 2. Datos utilizados en el cálculo del Valor Bruto de Producción forestal.

Especie	Álamo		Aromo		Ciprés	
Año	Superficie (ha) plantada	Valor anual en momento de cosecha (\$/ha)**	Superficie (ha) plantada	Valor anual en momento de cosecha (\$/ha)**	Superficie (ha) plantada	Valor anual en momento de cosecha (\$/ha)**
1964	1,00	341.187	0,00	272.950	0,00	341.187
1976*	s/d	341.187	s/d	272.950	s/d	341.187
1997	17,60	341.187	7,80	272.950	0,00	341.187
2007	0,00	341.187	0,00	272.950	19,60	341.187
Especie	Eucaliptus Nitens		Eucaliptus Globulus		Pino Radiata	
Año	Superficie (ha) plantada	Valor anual en momento de cosecha (\$/ha)**	Superficie (ha) plantada	Valor anual en momento de cosecha (\$/ha)**	Superficie (ha) plantada	Valor anual en momento de cosecha (\$/ha)**
1964	0,00	341.187	74,80	274.899	36,00	380.180
1976*	s/d	341.187	s/d	274.899	s/d	380.180
1997	0,00	341.187	2497,80	274.899	187,20	380.180
2007	19,60	341.187	2547,90	274.899	205,20	380.180
Especie	Otras especies forestales					
Año	Superficie (ha) plantada	Valor anual en momento de cosecha (\$/ha)**				
1964	0,00	341.187				
1976*	173,10	341.187				
1997	25,50	341.187				
2007	1,00	341.187				

* (Información censal solo especifica superficie forestal total)

** (Ingresos brutos por hectárea al momento de cosecha, para todos los años se utilizó el valor fijo establecido por INFOR para 2007)

*** (Sin dato)

Anexo 3. Datos utilizados en el cálculo del Valor Bruto de Producción ganadera.

Bovinos	Toros		Bueyes		Novillos	
Año	N de animales	Precio kg carne *	N de animales	Precio kg carne *	N de animales	Precio kg carne *
1964	167	621,61	492	701,69	507	743,16
1976	256	661,61	176	768,47	416	822,05
1997	71	633,42	24	624,13	102	789,72
2007	37	671,34	2	557,67	90	742,58
Bovinos	Vacas		Vaquillas		Terneros y Terneras	
Año	N de animales	Precio kg carne *	N de animales	Precio kg carne *	N de animales	Precio kg carne *
1964	1.052	764,7	542	614,35	676	697,59
1976	1.390	645,08	617	698,37	668	721,84
1997	633	497,98	181	632,25	352	557,9
2007	811	479,63	155	624,48	524	587,21
Ovejunos	Corderos		Ovejas		Carneros	
Año	N de animales	Precio/animal	N de animales	Precio/animal	N de animales	Precio/animal
1964	1.672	35.409	2.090	38.372	418	45.329
1976	1.497	36.117	1.872	39.139	374	48.336
1997	228	37.562	57	40.705	6	50.269
2007	315	38.313	79	41.519	8	51.274
Caprinos	Cabritos		Cabras		Machos cabríos	
Año	N de animales	Precio/animal	N de animales	Precio/animal	N de animales	Precio/animal
1964	187	29.023	168	31.548	19	31.548
1976	164	29.603	25	32.179	2	31.728
1997	493	30.183	444	31.267	49	32.810
2007	332	30.787	299	33.467	33	33.467
Avícolas	Gallina postura		Gallinas ponedoras broiler		Broiler	
Año	N de animales	Precio kg carne *	N de animales	Precio kg carne *	N de animales	Precio kg carne *
1964	1.199	775	240	775	3.957	775
1976	354	784	71	784	1.170	784
1997	560	714	112	714	1.849	714
2007	592	679	118	679	1.955	679
Avícolas	Pavas reproductoras		Pavos reproductores		Pavos gordos comerciales	
Año	N de animales	Precio kg carne *	N de animales	Precio kg carne *	N de animales	Precio kg carne *
1964	330	775	162	775	108	775
1976	97	784	48	784	32	784

(Continúa)

Anexo 3. (Continuación)

Año	N de animales	Precio kg carne *	N de animales	Precio kg carne *	N de animales	Precio kg carne *
1997	154	692	76	692	50	692
2007	163	679	80	679	53	679
Cerdos	Lechones gordos					
Año	N de animales	Precio kg carne *				
1964	536	810,98				
1976	153	977,23				
1997	100	876,98				
2007	21	810,98				

* (Pesos chilenos reales sin IVA, deflactados por IPP del 12/2007).