

SIMIENTE

VOLUMEN 79 (1-2) JUNIO 2009



SOCIEDAD AGRONÓMICA DE CHILE

SIMIENTE

Fundada el 1 de Octubre de 1942

Órgano Oficial de Difusión de la Sociedad Agronómica de Chile

SIMIENTE se publica trimestralmente por la Sociedad Agronómica de Chile (SACH).

Los trabajos a presentar deben enviarse a:

Editor:

Mac Iver 120, Oficina 36, Santiago-Chile

Casilla 4109, Santiago-Chile

Fono: (56-2) 6384881

Correo electrónico: sociedad.agronomica.chile@gmail.com

La preparación de los artículos debe ceñirse a las "Normas de publicación" que aparecen en las páginas II y III

Los socios activos de la SACH reciben la revista. Las suscripciones tienen un valor de:

Suscripción regular anual: \$ 30.000. Número individual: \$ 5.000

Suscripción anual para estudiantes de agronomía: \$ 15.000

Número individual: \$ 2.500

Suscripción anual para extranjeros (por correo) US \$ 80

Número individual: US \$ 35

Referencia bibliográfica SIMIENTE

Se autoriza la reproducción total o parcial de los trabajos publicados en SIMIENTE, siempre que se cite debidamente la fuente y los autores correspondientes

La SACH no se responsabiliza por las declaraciones y opiniones publicadas en SIMIENTE; ellas representan los puntos de vista de los autores de los artículos y no necesariamente los de la Sociedad Agronómica de Chile. La mención de productos o marcas comerciales no implica su recomendación por la SACH.

Sociedad Agronómica de Chile

Fundada el 28 de agosto de 1910

Mac Iver 120, Oficina 36, Santiago-Chile

Casilla 4109, Santiago-Chile

Fono: (56-2) 6384881

Correo electrónico: sociedad.agronomica.chile@gmail.com

Diseño y Diagramación e Impresión:

Innovación Servicios Gráficos

insegraf@terra.cl

Consejo Directivo 2009

Presidenta: Ljubica Galletti G. Ing. Agr.

Vicepresidenta: Rina Acuña P. Ing. Agr.

Tesorero: Marcos Mora G. Ing. Agr. Dr.

Secretaria: Christel Oberpaur W. Ing. Agr. M. Sc.

Consejeros:

Horst Berger S. Ing. Agr

Elena Dagnino D. Ing. Agr.

Bruno Defilippi B. Ing. Agr. Ph. D.

Ximena López C. Ing. Agr.

Carolina Gálmez C. Ing. Agr.

Manuel Pinto C. Ing. Agr. Ph. D.

María Luisa Tapia F. Ing. Agr. M. Sc.

SIMIENTE

Representante Legal

Ljubica Galletti G.

Ing. Agr.

Presidenta SACH

Directora

Elena Dagnino D. Ing. Agr.

Subdirectora

Christel Oberpaur W.

Ing. Agr. M. Sc.

Editor

Marcos Mora G. Ing. Agr. Dr.

Editores Asociados

Riego, Drenaje y Ciencias del suelo

Edmundo Acevedo H.

Ing. Agr. Ph. D.

Postcosecha y Agroindustria

Horst Berger S., Ing. Agr.

Economía Agraria y Desarrollo Rural

Rolando Chateaufeuf D.

Ing. Agr.

Entomología

Roberto González R.

Ing. Agr. M. Sc. Ph. D.

Control de Malezas

Marcelo Kogan A.

Ing. Agr. M. Sc. Ph. D.

Fitopatología

Bernardo Latorre G.

Ing. Agr. M. Sc. Ph. D.

Fruticultura

Jorge Valenzuela.

Ing. Agr. Ph. D.

Producción Animal y Praderas

Claudio Wernli K.

Ing. Agr. Ph. D.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

SIMIENTE es el órgano oficial de difusión científica de la Sociedad Agronómica de Chile en el que se da a conocer los resultados de investigaciones científicas en el ámbito agropecuario, con el objeto de proporcionar información sobre el desarrollo científico-tecnológico del sector.

Los artículos para publicar en **SIMIENTE** deben ser originales, es decir no pueden haber sido publicados previa o simultáneamente en otra revista científica o técnica.

Los trabajos propuestos para publicación deben enviarse en forma electrónica vía correo electrónico, a sociedad.agronomica.chile@gmail.com, escritas a espacio y medio, letra Arial 12, en papel tamaño carta al Editor de la revista **SIMIENTE**, Mac Iver 120, oficina 36. Santiago. Chile.

Una vez aceptado el trabajo, el (los) autor (es) deberán incorporar las sugerencias de los revisores y remitir vía correo electrónico, escrito con los procesadores de texto Word a 1 1/2 espacio, sin sangría. Las tablas y gráficos deben enviarse en archivos separados, señalándose en el texto su ubicación. Las fotos en blanco y negro, deben enviarse por separado, adecuadamente identificadas, en papel brillante y en aplicación de 12 x 18 cm.

Se recibirán trabajos para publicar en las siguientes secciones:

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, los cuales deben incluir los siguientes capítulos:

- I) **Resumen**, que debe contener una condensación de los objetivos, métodos, resultados y conclusiones principales.
- II) **Abstract**, traducción del Resumen al idioma inglés.
- III) **Palabras clave**, cinco como máximo, no usadas en el Título, que sirven como índices identificatorios. Puede incluirse nombres comunes y científicos de especies, sustancias, tecnologías, etc.
- IV) **Introducción**, revisión bibliográfica concisa, donde se indicará el objetivo e hipótesis de la investigación y su relación con otros trabajos relevantes (propios o de otros autores)
- V) **Materiales y Métodos**, descripción concisa de los materiales y Métodos usados en la investigación; si las técnicas o procedimientos han sido publicados anteriormente, mencionar sólo sus fuentes bibliográficas e incluir detalles que representan modificaciones sustanciales del procedimiento original.
- VI) **Resultados**. Se presentarán, en lo posible, en Tablas y/o Figuras, que deberán ser reemplazadas, cuando corresponda, por análisis estadístico, evitando la repetición y seleccionando la forma que en cada caso resulte adecuada para la mejor interpretación de los resultados.
- VII) **Discusión**. Debe ser breve y restringirse a los aspectos significativos del trabajo. En caso que, a juicio de los autores, la naturaleza del trabajo lo permita, los Resultados y la Discusión pueden presentarse en conjunto, bajo el título general de Resultados y Discusión.
- VIII) **Literatura citada**, Listado alfabético de las referencias bibliográficas utilizadas. (ver ejemplos en Normas de Estilo).

NOTAS TÉCNICAS. La estructura no está sujeta a lo establecido para los trabajos de investigación, por tratarse de notas cortas sobre avances de investigaciones, determinación de especies, descripción de métodos de investigación, etc. Sin embargo, debe incluir un Resumen, un Abstract y la Literatura Citada.

REVISIONES BIBLIOGRÁFICAS. Trabajos de investigación Bibliográfica en la especialidad del autor y estructura libre. Debe incluir Resumen y Literatura Citada.

PUNTOS DE VISTA. Comprende artículos cortos de material de actualidad, revisiones de libros de reciente publicación, asistencia a Congresos, reuniones científicas e Índice de Revistas. Deben incluir Literatura Citada.

Además, **SIMIENTE** publicará los trabajos que se presenten en los Simposios o como trabajos libres de los Congresos de la SACH, u otras agrupaciones asociadas a la misma. Los Simposios y los trabajos de estructura libre, deben contener Resumen, Abstract y Literatura Citada, y los Resúmenes deben contener una condensación informativa de los métodos, resultados y conclusiones principales, señalando cuando corresponda, la fuente de financiamiento.

NORMAS DE ESTILO

Título (español e inglés). Descripción concisa y única del contenido del artículo. El título contendrá el superíndice (1) de llamada de pie de página, para indicar agradecimiento o fuente de financiamiento.

Autor (es). Se indicarán nombre y apellido paterno completos, e inicial del apellido materno. Con pie de página se debe indicar la o las instituciones a las cuales pertenecen, incluyendo las direcciones postal y electrónica completas.

Encabezamiento de las secciones. Los encabezamientos de primer, segundo, tercer o cuarto orden deben ser fácilmente distinguibles y no numerados.

Tablas. Deben escribirse a un espacio. El título de cada cuadro y figura, en **español e inglés**, debe indicar su contenido de tal forma, que no se requiera explicaciones adicionales en el texto. Los encabezamientos de filas y columnas, como el pie de página deben ser autoexplicativos. Use superíndices numéricos para identificar los pies de página de las tablas. Use letras minúsculas para indicar diferencias significativas o separaciones de medias. Indique, asimismo, el nivel de probabilidad.

Figuras. Indique correlativamente todas las figuras (gráficos, figuras y fotografías). Las leyendas deben ser claras y concisas. El título de cada figura, **en español e inglés**, debe indicar su contenido de tal forma, que no se requiera explicaciones adicionales en el texto. Por razones de espacio, el Comité Editor se reserva el derecho de incluir o no las fotografías. Los dibujos gráficos deben ser originales, hechos sobre papel blanco. Además de las figuras en papel se solicita enviar figuras en versión electrónica, formato JPG de las siguientes resoluciones: figuras en blanco y negro mínimo 600 dpi, las líneas no deben ser más finas que 0.25 pts., los rellenos deben tener una densidad de por lo menos 10% y las fotografías electrónicas deben tener resoluciones mínimas de 300 dpi. Resoluciones menores afectan la calidad de la impresión. Las fotografías no electrónicas deben ser claras, brillantes y montadas sobre una cartulina.

Figuras o fotografías en colores se podrán publicar con cargo al autor. En blanco y negro se publicarán sin costo. Evite duplicidad de información en el texto, tablas y figuras.

Nombres científicos y palabras latinas. Deben ser escritas utilizando el estilo cursivo de la fuente empleada.

Nombres comerciales y marcas. Estos nombres, de corta permanencia, deben ser evitados en el texto, o referidos entre paréntesis, o como llamada de pie de página. Use siempre el nombre técnico del ingrediente activo, fórmula química, pureza y/o solvente. Los nombres registrados deben ser seguidos por R la primera vez que se cita en el Resumen y texto.

Abreviaturas y sistema métrico. Se debe usar el Sistema Internacional de Medidas, y sus abreviaturas aceptadas. En caso de utilizarse siglas poco comunes, deberán indicarse completas la primera vez que se citan, seguidas de la sigla entre paréntesis. Todas las abreviaturas y siglas se usan sin punto.

Apéndices. Material informativo suplementario debe ser agregado como Apéndice y colocado antes de la Literatura Citada.

Literatura Citada.

Las referencias a libros, artículos, informes técnicos o trabajos de congresos o talleres deben ser listados en orden alfabético, al final del trabajo. Artículos no publicados, opiniones expertas no se incluyen en listado alfabético, pero se pueden mencionar en el texto como comunicaciones personales, indicando el nombre del autor. Es responsabilidad del autor obtener los permisos necesarios para citar trabajos no publicados.

Ejemplos de citas:

Referencias. En el texto, las referencias deberán citarse entre paréntesis (Triviño y Riveros, 1985) o Astorga (1977), según sea el caso. Si son más de dos autores, citar el primer autor y *et al.* seguido del año, por ejemplo Carrillo *et al.*, 1994). Las referencias no publicadas o comunicaciones personales deben insertarse en el texto, indicando dicha condición en llamada de pie de página.

Las referencias deben colocarse en orden alfabético en la sección Literatura Citada, de acuerdo a los siguientes ejemplos:

Artículo en Revista: WITHERS, L.A. 1993. In vitro storage and plant genetic conservation (Germplasm), Span. Prog. 26 (2): 72-74.

Libro: ALLARD; R.W. 1975. Principios de la mejora genética de plantas. 2ªEd. Omega. Barcelona, España. 325 p.

Capítulo de libro: WARSON; I.A. 1970. The utilization of wild species in the breeding of cultivated crops resistant to plant pathogens. Pags. 441-457. In Frankel, O.H. (ed.). Genetic resource in plants. Blackwell Scientific Publ. California. 360 p.

Tesis: Martínez, M. F. 1978. Adaptación, rendimiento y estudio de caracteres de dos géneros de maíz. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile. Fac. de Cs. Agrarias y Forestales 100 p.

Boletines: LOPEZ, G. 1976. El garbanzo, un cultivo importante en México. Folleto de divulgación INIA, 56.

Abstract: SALINAS, J. 1995. Biología de *Heliothis zea*. Simiente 66(4): 3(Abstr.)

Pruebas

Al autor principal se le enviarán las pruebas de imprenta por correo electrónico. Se espera respuesta con o sin correcciones dentro de las siguientes 96 horas. Sólo se podrán hacer correcciones menores y enviarlas en un correo electrónico adjunto. No modificar archivo enviado. Si fuera necesario correcciones más extensas enviarlas claramente identificadas en el archivo.

INDICE

TRABAJOS DE INVESTIGACION

EFFECTO DEL RIEGO EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCION DE ACEITE DE <i>Mentha piperita</i> L.: CHILE CENTRAL	1
METODO PARA ESTIMAR LA TEMPERATURA DEL SUELO MEDIANTE EL USO DE IMÁGENES NOAA-AVHRR Y DATOS NCEP/NCAR REANALYSIS	8
FRUTA CON MÍNIMO PROCESO: UNA APROXIMACIÓN HACIA LAS PREFERENCIAS DE CONSUMIDORES DE COMUNAS DE ALTOS INGRESOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA, CHILE.	19
EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE CIANAMIDA HIDROGENADA Y PERÓXIDO DE HIDRÓGENO SOBRE LA BROTAÇÃO Y COSECHA EN VID (<i>VITIS VINIFERA</i> L.) ACCESIÓN CANCHONES, EN CONDICIONES DE LA PAMPA DEL TAMARUGAL, REGIÓN DE TARAPACÁ	37
LA PRODUCTIVIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO - SILVÍCOLA EN CHILE	47
CARACTERIZACION DE LOS PRODUCTORES Y ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL CULTIVO DE MELÓN EN ZAPIGA, COMUNA DE HUARA, REGIÓN DE TARAPACÁ	60
NOTAS CIENTIFICAS	
METODO DE GENERACION DE CARTOGRAFIA CLIMATICA USANDO REGRESIONES CON PESOS GEOGRAFICOS	74
DESARROLLO ECONÓMICO, CAMBIO CLIMÁTICO Y EL SECTOR AGRÍCOLA	83

**EFFECTO DEL RIEGO EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCION DE ACEITE DE
Mentha piperita L.: CHILE CENTRAL.**

**Irrigation effect on *Mentha piperita* l. growth and oil production: Central
Chile.**

MANUEL CASANOVA P., CRISTIAN KREMER F., LORETO GÁLVEZ S., OSCAR SEGUEL S.

Departamento de Ingeniería y Suelos. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Casilla 1004, Santiago. E-mail: mcasanov@uchile.cl

RESUMEN

Las escasas publicaciones acerca de los requerimientos de agua de *M. piperita*, la destacan como una planta que responde bien al riego, tanto en términos de materia seca (M.S.) como de rendimiento de aceite. Este estudio se orientó a conocer los efectos de 4 tratamientos de riego, que reponen una fracción de la evapotranspiración del cultivo, sobre parámetros de crecimiento vegetativo, contenido y composición de aceites esenciales de este cultivo. El ensayo se realizó en Marchigüe (Región de O'Higgins), con plantas de un ecotipo precoz Tomé. Los distintos regímenes de riego no tuvieron efecto significativo sobre el hábito de crecimiento de las plantas. No obstante, los tratamientos T1_(ETc) y T2_(0,75ETc) (100 y 75% de ETc, respectivamente) determinaron rendimientos de M.S. de hoja similares, pero superiores a los de T3_(0,50 ETc) y T4_(0,25 ETc) (50 y 25% de ETc, respectivamente). Los resultados de M.S. foliar indican como más apropiado regar con el 75% de ETc, dados los costos de producción menores y la posibilidad de ampliar la zona productiva, donde el recurso agua es escaso. El rendimiento de aceite, si bien no fue alto, se ve favorecido al aumentar el aporte hídrico, pero no se aprecia una tendencia clara en cuanto a composición de los aceites esenciales. A partir de 108 días postransplante, en que se alcanza el rendi-

miento máximo de materia seca de hojas, se diferencian claramente los rendimientos de aceite; así, si bien el cociente (T1_(ETc) / T4_(0,25 ETc)) en M.S. de hojas (como una expresión del efecto de un riego adecuado/ deficitario) resulta en un valor inferior a dos, ello se traduce en un cociente de contenido de aceite mayores a tres.

PALABRAS CLAVES: riego, *Mentha piperita*, crecimiento, aceites.

ABSTRACT

The few publications about the water requirement of *Mentha piperita*, highlight it like a plant that in terms of dry matter and oil yields, responds to the irrigation. This study was focused to know the effects of four irrigation treatments that restore a fraction of the crop evapotranspiration on parameters like vegetative growth, content and composition of essential oils of *M. piperita* plants. The experiment was carried out in Marchigüe (O'Higgins Region), with a precocious local plant ecotype named Tome. The different irrigation treatments didn't have a significant effect on the of growth of the *M. piperita* plants. Nevertheless, the treatments T1_(ETc) and T2_(0,75 ETc) (100 and 75% of ETc, respectively) determined similar dry leaf yields, but higher than T3_(0,50 ETc) and T4_(0,25 ETc) (50 and 25% of ETc, respectively). The results of foliar

dry matter indicates as more appropriate to irrigate with 75% of ETc, considering the smallest production costs and the possibility to enlarge a production area with reduced water availability. The yield of oil, although it was not high, it is favored by an increasing water contribution, but for the composition of the essential oils a clear trend is not observed. After 108 days from transplant, when the maximum dry matter yields is reached, the yield of oil was clearly different among the treatments; in this sense, although the foliar dry matter ratio ($T1_{(ETc)}/T4_{(0,25 ETc)}$), like an expression of the effect of irrigation it is lower than two, it is translated in a oil content ratio higher than three.

KEY WORDS: irrigation, *Mentha piperita*, growth, oils.

INTRODUCCION

La menta (*Mentha piperita* L.), comúnmente conocida como *black mint* en Inglaterra y *peppermint* en EUA, es una especie aromática y herbácea de ciclo perenne que contiene aceites esenciales. En general, los aceites esenciales poseen propiedades antioxidantes (Lee y Shibamoto, 2002), antimicrobianas (Iscan *et al.*, 2002; Saeed y Tariq, 2005) y antimicóticas (Daferera *et al.*, 2003). Por estas características, este aceite tiene demanda en las industrias cosmética, alimenticia y medicinal. El mercado mundial de aceites de menta está centralizado en EUA, con un volumen aproximado de US \$300 millones anuales, correspondiendo el 66% de este valor a aceite de *M. piperita*.

De acuerdo al último Censo Agropecuario de Chile (INE-Chile, 2007), existen expectativas para expandir su cultivo en una zona geográfica amplia del país, estimándose que la demanda, tanto del producto fresco como de su aceite esencial está en aumento. De hecho, sus exportaciones de aceite esencial han aumentado considerablemente de 152 kg en 1998 a 26.781 kg en

el año 2002 (FIA-Chile, 2003). No obstante, existe una necesidad creciente de desarrollar técnicas de manejo más eficiente de su cultivo, particularmente del riego.

Aún cuando la evidencia empírica no es abundante sobre sus requerimiento de riego (Mitchell y Yang, 1998; Marcum y Hanson, 2006), el uso del agua es el factor dominante que controla el rendimiento de *M. piperita* y resulta imprescindible para que alcance su madurez en veranos secos. Estudios de Clark y Menary (1980) destacan que la planta responde bien a esta práctica en términos de materia seca y rendimiento de aceite; precisan la importancia del momento de riego, pues aumentos de la tasa de aplicación en la segunda mitad de la temporada de crecimiento, promueve rendimientos mayores de aceite esencial.

Cuando la *M. piperita* no es regada, pierde sus reservas de carbohidratos después de la cosecha, viendo amenazada su supervivencia invernal y el rendimiento de la temporada siguiente (Mitchell, 1997). En este sentido, los rendimientos más altos parecen asociarse a una aplicación oportuna de agua que iguale o exceda la evapotranspiración (Marcum y Hanson, 2006). Finalmente, se sabe que un contenido de agua en exceso en el suelo, puede deteriorar su rendimiento a causa principalmente de sistemas radicales poco profundizados y a la pérdida de hojas (Ley *et al.*, 2001).

En esta perspectiva, el objetivo general de esta investigación apunta a evaluar, en una primera temporada, cuatro regímenes de riego en *M. piperita* en función de su evapotranspiración. En términos específicos, se propone determinar el efecto del régimen de riego en el crecimiento, rendimiento y calidad industrial de la especie en la Región de O'Higgins, Chile.

MATERIALES Y METODO

El ensayo contempló plantas de *M. piperita* de un ecotipo precoz no comercial (Tomé, proveniente de vivero INIA-La Platina), en la comuna de Marchigüe, VI Región

(34°18' S; 71°37' O). La temperatura local anual fluctúa entre 30,5°C (enero) y 4,5°C (julio), con una precipitación anual media de 529 mm y un período seco de 8 meses (Santibañez y Uribe, 1993). El suelo del sitio de establecimiento corresponde a la Asociación Rosario (Hermosilla, 2002).

En noviembre del 2000 y en una parcela de 24x23 m se dispusieron, con 3 repeticiones distribuidas al azar, dentro de 3 bloques, 4 tratamientos de riego equivalentes a porcentajes de la evapotranspiración diaria del cultivo (ETc) a reponer de acuerdo a un evaporímetro de bandeja clase A:

Tratamiento 1 (T1_(ETc)) : 100% ETc
 Tratamiento 2 (T2_(0,75ETc)) : 75% ETc
 Tratamiento 3 (T3_(0,50ETc)) : 50% ETc
 Tratamiento 4 (T4_(0,25ETc)) : 25% ETc.

Las 12 unidades experimentales resultantes estuvieron compuestas de tres hileras de plantas en camellones espaciados a 0,7 m; en la hilera, las plantas se distanciaron a 0,3 m y sólo las 76 plantas de la hilera central fueron empleadas para las evaluaciones. El agua, proveniente de una noria, fue aplicada con un sistema de riego por cintas distribuidas sobre los camellones. El riego se inició inmediatamente después del transplante (día 0), entregando un régimen hídrico uniforme a todo el ensayo, a fin de asegurar el establecimiento y la homogeneidad de las plantas. Una vez que éstas alcanzaron cierto desarrollo, y a 42 días postransplante, se realizó una poda de homogenización a nivel del cuello (5 cm), para entonces diferenciar los tratamientos de riego acorde a la ETc. Se utilizó un coeficiente de cultivo (Kc) de la literatura (Mitchell, 1997), que fluctuó entre 0,3-0,9. El suelo fue caracterizado en dos calicatas y en términos físicos, determinando en triplicado para cada horizonte genético la textura (hidrómetro de Bouyoucos), densidad aparente (terron) y curva característica de agua con olla y plato de presión (Dane y Topp, 2002). Todos estos análisis fueron realizados en el Labo-

ratorio de Riego de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. Dado que el rendimiento comercial considera hojas deshidratadas a la sombra y a temperatura ambiente, el secado de las plantas se realizó en una construcción del predio con sombra y ventilación expedita, definiéndose como materia seca, al material con un contenido de agua alrededor de 8%; esto, básicamente debido a que un desecamiento extremo tradicional promovería pérdidas importantes de muchas sustancias volátiles.

En nueve plantas seleccionadas para cada tratamiento de riego, se evaluaron durante 6 semanas y a 64 días del transplante, los parámetros de crecimiento vegetativo básicos (alto y ancho de plantas). Para el seguimiento de los valores de M.S., se realizaron diez cortes cada semana a lo largo de la temporada (corte 1: a 61 días del transplante, y el corte 10: a 125 días del transplante). El contenido de aceites esenciales fue determinado mediante cromatografía de gases (Laboratorio de Bio-orgánica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile), en material vegetal obtenido de los cortes 7, 8 y 9, correspondientes al estado fenológico con acumulación máxima de aceite. La información obtenida se sometió a análisis de varianza y, para detectar diferencias significativas, se utilizó el método de comparación múltiple de Duncan entre medias, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

Dentro de los resultados de los análisis de suelo (Tabla 1), realizados con propósitos de caracterizar la uniformidad del sitio, destacan los valores elevados de densidad aparente, obtenidos con el método del terrón, que tiende a sobrestimar hasta en 25% dicha propiedad en suelos estructurados. La retención de agua está acorde con los contenidos de arcilla, y en general es un suelo homogéneo.

TABLA 1. Características físicas del suelo del sitio
 TABLE 1. Soil physic characteristics of the site

Calicata	Prof.	Granulometría			Db	Retención de agua (kPa)					
		A	L	a		10	30	100	500	1.000	1.500
	(cm)	----(%)----			Mg m-3	------(%)-----					
1	0-17	19,3	34,3	46,4	1,72	27,4	22,4	14,0	9,2	7,5	8,0
	17-30	32,0	26,7	41,3	1,78	32,6	26,0	18,9	14,6	12,9	13,0
	30-60	27,8	22,4	49,8	1,63	32,2	25,2	17,7	13,6	11,9	12,3
2	0-15	25,9	22,4	51,7	1,72	33,4	26,2	18,4	14,0	12,8	11,6
	15-30	24,8	23,8	51,4	1,62	36,3	27,8	19,1	15,1	13,7	12,6

A = arcilla L = limo a = arena Db = densidad aparente

El crecimiento de las plantas, analizado en términos de altura, ancho y el cuociente de ambos, no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamiento de riego; de manera que el hábito de crecimiento del ecotipo Tomé, para las condiciones de este ensayo, no se vió alterado. En la Figura 1, se muestra la forma general observada para la curva de crecimiento, tomando como ejemplo la altura de plantas, de acuerdo al régimen hídrico impuesto. Es a partir de los 90 días post-transplante que los tratamiento se ordenan acorde a la restricción hídrica, pudiendo incluso verificarse períodos (70 a 80 días) en que el agua aprovechable podría significar un exceso de agua para la planta. En la Tabla 2, en cambio, se presenta los valores promedio de M.S. sólo de hojas (rendimiento comercial) de *Mentha piperita*, evaluadas en una primera temporada para los tratamientos de riego considerados. La falta de diferencias estadísticamente significativas entre el corte 1 y 5 indican que la *M. piperita*, en sus estados fenológicos iniciales, no se ve alterada frente a un aporte hídrico limitado (Tabla 2). Al respecto, Clark y Menary (1980) al someter plantas de menta a una restricción hídrica, en la primera mitad de la temporada de crecimiento, tampoco se advirtieron efectos

adversos en el rendimiento de hojas. En la tabla 2 se observa que las diferencias en la M.S. foliar producida se inician a los 96 días (corte 6), con una caída evidente en T4(0,25 ETc) en comparación con el resto de los tratamientos; una situación también observada por Marcum y Hanson (2006), cuando los montos de riego y de precipitaciones eran superados por la evapotranspiración de *M. piperita*.

Entre T1_(ETc) y T3_(0,50 ETc) en general, así como entre T1_(ETc) y T2_(0,75ETc) más claramente, no se observan diferencias estadísticamente significativas. En particular este último hecho, resulta interesante en términos de costos y conservación del recurso agua, puesto que para las condiciones estudiadas, el aplicar una tasa de riego inferior a la máxima reposición, no afectaría la producción de M.S. de hojas

Al considerar los resultados de la Tabla 2, en el momento de producción máxima, se obtienen rendimientos respectivos de hojas para los tratamientos (T1, T2, T3 y T4) de 1,30, 0,99, 0,91 y 0,57 Mg ha⁻¹. Tomando en cuenta el valor más alto de este ensayo (T1), este resultado es comparable a lo informado por Muñoz (1996) en España, cuyos rendimientos fluctuaron entre 1,2 y 1,6 Mg ha⁻¹ de hojas secas, para dos cosechas en una temporada. Telci y Sahbaz

(2005), en forma similar, para las condiciones de Turquía y en una primera temporada entrega valores de 1,2 a 1,3 Mg ha⁻¹. Siguiendo la misma tendencia y las diferencias estadísticamente significativas, los tratamientos comienzan a diferenciarse, en

biomasa aérea, solo a partir de 96 días post-transplante (corte 6); particularmente para T4_(0,25 ETC) esta manifestación en la masa aérea vegetal, se hace más evidente a los 118 días (corte 9), como consecuencia de la restricción hídrica.

TABLA 2. Evolución de la materia seca de hojas de *Mentha piperita* acorde al régimen de riego
TABLE 2. Evolution of leaves dry matter of *Mentha piperita* according to the irrigation regimen

Materia seca de cortes (tiempo posttransplante, días)										
	1 ₍₆₁₎	2 ₍₆₈₎	3 ₍₇₅₎	4 ₍₈₃₎	5 ₍₉₀₎	6 ₍₉₆₎	7 ₍₁₀₄₎	8 ₍₁₁₁₎	9 ₍₁₁₈₎	10 ₍₁₂₅₎
	α (kg ha-1)									
T1 _(ETC)	304a	513a	550a	775a	839a	1170a	847ab	1083a	1193a	1305a
T2 _(0,75ETC)	291a	534a	521a	640a	859a	1096a	1010a	897ab	1176a	993b
T3 _(0,50 Etc)	341a	466a	452a	585a	787a	860ab	789a	654bc	1135a	906b
T4 _(0,25 Etc)	310a	413a	349a	521a	633a	636b	571b	358c	765b	567c

Letras distintas en columnas señalan diferencias significativas ($\alpha = 0,05$)

Por otra parte, T3_(0,50 ETC) tiene un comportamiento muy similar estadísticamente a T2_(0,75ETC) con valores intermedios entre T1 y T4. Al comparar T1 y T2, se presentan diferencias claras a los 125 días post-transplante, momento en que T2 manifiesta la senescencia de sus hojas. Así, se puede indicar que, al reducir el aporte hídrico de un 100% a un 75%, existe cierto efecto en acelerar la senescencia de las plantas. Si bien es de gran importancia la composición específica de aceites de *M. piperita*, su calidad industrial queda referida al contenido total de aceite esencial. No obstante, el porcentaje de aceite obtenido por destilación fue bastante bajo (< 0,4%), para este ecotipo y las condiciones de este ensayo, y dista bastante de los rangos exigidos (1,2%) por la farmacopea alemana (Vogel, 1996). Sin embargo, fue posible observar una tendencia en este porcentaje a aumentar en el tiempo para todos los tratamientos, salvo en el que repone solo un 25% de la ETC (T4), lo que probablemente se relaciona a una senescencia acelerada de las plantas.

En este sentido, Mitchell (1997) precisa que un riego deficitario, al limitar la transpiración, no sólo reduce el rendimiento de *M. piperita*, sino que también su metabolismo secundario.

En la Tabla 3 se incluye los rendimientos de aceite obtenidos y evaluados en tres cortes de plantas, para cada tratamiento de riego. Sólo en los dos últimos cortes evaluados se aprecian diferencias de rendimiento de aceite entre tratamientos, alcanzando los valores más altos en el corte 9 en los tratamientos que reponen más agua. Así, el realizar una cosecha a los 104 días post-transplante (corte 7), que se estima como la fecha aproximada de cosecha comercial, ésta sería muy prematura, pues las plantas no han alcanzado la madurez suficiente. Analizados algunos aceites esenciales específicos de *M. piperita* tales como mentona, mentol, mentilacetato y cineol, sólo el primero de ellos mostró diferencias significativas entre los distintos tratamientos de riego.

TABLA 3. Contenidos totales de aceite de *Mentha piperita* acorde al régimen de riego
 TABLE 3. Total oil contents on *Mentha piperita* according to the irrigation regimen

Rendimiento de aceite en cortes (tiempo postransplante, días)			
	7(104)	8(111)	9(118)
	(kg ha ⁻¹)		
T1 _(ETc)	1,77a	2,97ab	4,20a
T2 _(0,75ETc)	1,37a	3,23a	3,97a
T3 _(0,50 ETc)	1,93a	1,63bc	3,70ab
T4 _(0,25 ETc)	1,60a	0,53c	1,77b

Letras distintas en columnas señalan diferencias estadísticamente significativas ($\alpha = 0,05$)

Aunque sin una tendencia regular en el tiempo para casi todos los tratamientos, la mentona solo en el T2_(0,75ETc) muestra un decrecimiento esperado, según lo informa Clark y Menary (1979). Esta respuesta tan pobre, en lo que a contenidos y rendimiento de aceites se refiere, obedecería a que se trata de resultados de una primera temporada, y a que el ecotipo no es de carácter comercial, pero se asocia además a un lapso de tiempo prolongado de almacenaje de las plantas, antes de ser sometidas al análisis cromatográfico. No obstante, es a partir de los 118 días postransplante (corte 9) que se está alcanzando el rendimiento máximo, momento que coincide con la diferenciación en rendimiento de aceite. Así, si bien el cociente (T1/T4) en M.S de hojas (como una expresión del efecto de un

riego adecuado/deficitario) resulta en un valor inferior a 2 (Tabla 2), ello se traduce en un cociente de contenido de aceites superior a dicho valor (Tabla 3). En consecuencia, dados los resultados informados, queda de manifiesto la importancia de una restricción hídrica para *M. piperita*, observándose que una reposición equivalente al 75% de la evapotranspiración del cultivo, no debería determinar una disminución significativa del crecimiento y rendimiento para esta planta. Sin embargo, se hace imprescindible estructurar investigación con más ecotipos comerciales, evaluar su comportamiento por más de una temporada y afinar tanto el muestreo como las determinaciones de los aceites esenciales de *M. piperita* en éstas y otras condiciones edafoclimáticas de Chile

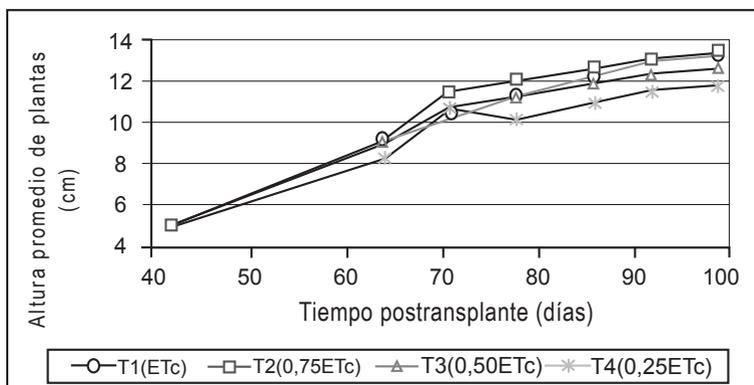


FIGURA 1. Curva de crecimiento en altura para plantas de *Mentha piperita*, de acuerdo al régimen de riego.
 FIGURE 1. Plant growth height curve for *Mentha piperita*, according to the irrigation regimen

LITERATURA CITADA

- CLARK, R.J., R.C. MENARY. 1979. The importance of harvest date and plant density on the yield and quality of Tasmanian peppermint oil. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 104(5): 702-706.
- CLARK, R.J., R.C. MENARY. 1980. The effect of irrigation and nitrogen on the yield and composition of peppermint oil (*Mentha piperita* L.). *Australian Journal of Agricultural Research*, 31: 489-498.
- DAFERERA, D.J., B.N. ZIOGAS, M.G. POLISSIOU. 2003. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea* Fusarium sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Crop Protection*, 22: 39-44.
- DANE, J., G. TOPP. 2002. *Methods of Soil analysis. Part 4. Physical methods.* Dane and Topp (Eds.). SSSA, Madison WI. USA. 1.642 p.
- FIA-Chile. 2003. *Plantas medicinales y aromáticas evaluadas en Chile. Resultados de proyectos impulsados por FIA.* Santiago. 315 p.
- HERMOSILLA, B. 2002. *Mapas de suelos de reconocimiento y generalizado de la Sexta Región de Chile. Tesis (Ing. Agrónomo).* Universidad de Chile. 168 p.
- INE-Chile. 1997. *VI Censo Nacional Agropecuario. Resultados preliminares.* Instituto Nacional de Estadísticas, Santiago, Chile. 443 p.
- ISCAN, G., N. KIRIMER, M. KURKCUOGLU, K. BASER, F. DEMIRCI. 2002. Antimicrobial screening of *Mentha piperita* essential oil. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 50: 3.943-3.946.
- LEE, K.G., T. SHIBAMOTO. 2002. Determination of antioxidant potential of volatile extracts isolated from various herbs and species. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 50: 4.947-4.952.
- LEY, T.W., R. STEVENS, B. LEIB. 2001. *Mint irrigation management.* EM 4827 Washington State University, Pullman, Washington, 3 p.
- MARCUM, D., B. HANSON. 2006. Effect of irrigation and harvest timing on peppermint oil yield in California. *Agricultural Water Management*, 82:118-128
- MITCHELL, A.R. 1997. *Irrigating peppermint.* Extension Service Publication EM 8662 Oregon State University (USA). 4 p.
- MITCHELL, A.R., C.L. YANG. 1998. Irrigation of peppermint for optimal yield. *Soil Science Society of America Journal*, 62 (5):1405-1409.
- MARCUM, D., B. HANSON. 2006. Effect of irrigation and harvest timing on peppermint oil yield in California. *Agricultural Water Management*, 82: 118-128.
- MUÑOZ, F. 1996. *Plantas medicinales y aromáticas, estudio, cultivo y procesado.* Madrid, Mundi -Prensa. 365 p
- SAEED, S., P. TARIQ. 2005. Antibacterial activities of *Mentha piperita*, *Pisum sativum* and *Momordica charantia*. *Pakistan Journal of Botany*, 37(4): 997-1.002.
- SANTIBAÑEZ, F., URIBE, J. 1993. *Atlas Agroclimático de Chile. Regiones VI, VII, VIII y IX.* Ministerio de Agricultura, Fondo de Investigación Agropecuaria, Corporación de Fomento de la Producción y Universidad de Chile. Santiago. 99 p.
- TELCI, I., SAHBAZ, N. 2005. Determination of agronomic and essential oil properties of peppermint (*Mentha piperita* L.) in various ages plantation. *Journal of Agronomy* 4(2): 103-108.
- VOGEL, H. 1996. *Cultivo y exportación de plantas medicinales y aromáticas, situación y perspectivas para Chile.* Seminario de Universidad de Talca, Escuela de Agronomía. Apuntes. 76 p.

METODO PARA ESTIMAR LA TEMPERATURA DEL SUELO MEDIANTE EL USO DE IMÁGENES NOAA-AVHRR Y DATOS NCEP/NCAR REANALYSIS

Method to estimate soil temperature using NOAA-AVHRR images and data NCEP / NCAR reanalysis

LUIS MORALES S.¹, JUAN C. PARRA A.², FRANCISCO LANG T.¹, NELSON OJEDA O.³ Y HÉCTOR SOTO V.³

¹Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. E-mail: lmorales@uchile.cl

²Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración, Universidad de La Frontera. Temuco, Chile.

³Departamento de Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Agropecuarias y forestales, Universidad de La Frontera. Temuco, Chile.

RESUMEN

En este trabajo se expone un método para estimar la temperatura superficial a partir de imágenes NOAA-AVHRR en Sudamérica. Este se basa en una ecuación de Split-Window, que considera el aporte en el contenido de agua precipitable de la atmósfera y la emisividad de la superficie terrestre. Los valores de agua precipitable son obtenidos a partir de los datos del Reanalysis de NCEP (National Center for Environment Prediction) y NCAR (National Center for Atmospheric Research). Este método permite asignar zonas homogéneas de donde es posible aplicar una ecuación de Split Window específica para cada una de ellas, basado en el comportamiento medio de la atmósfera. Estas zonas son calculadas a partir de la variabilidad interanual que presenta el agua precipitable, y la utilización de análisis de tipologías. De esta forma fue posible asignar áreas homogéneas de igual comportamiento interanual, encontrándose un total de ocho zonas bien representativas. Los datos de emisividad son estimados a partir de datos de NDVI, mediante el método de umbrales. Estos datos fueron tomados del ISLSCP (International Satellite Land Surface Climatology Project), ya que poseen la misma resolución espacial que

el Reanalysis. Se confeccionaron tablas de valores medios mensuales de agua precipitable y emisividad, de tal forma de contar con los coeficientes de la ecuación de Split-Window medios mensuales. A partir de estas tablas es posible contar con un algoritmo de corrección específico para cada área homogénea encontrada. Este trabajo es un gran aporte asociado a la corrección atmosférica de imágenes NOAA-AVHRR, ya que no se contaba con coeficientes específicos para Sudamérica.

PALABRAS CLAVE: temperatura de suelo, Imágenes NOAA-AVHRR, NCEP/NCAR reanalysis.

ABSTRACT

We propose a method to estimate surface temperature from NOAA-AVHRR images in South America. This it is based on an Split-up-Window equation that considers the contribution of precipitable water content of the atmosphere and terrestrial surface emissivity. The values of precipitable water are obtained from Reanalysis project of NCEP (National Center for Environment Prediction) and NCAR (National Center for Atmospheric Research). This method allows to assign homogeneous areas of where it is possible to apply an

specific split-window equation for each one of them, based on the half atmosphere behavior. These areas are calculated starting from the interannual variability that presents the precipitable water, and the use of cluster analysis. This way it was possible to assign homogeneous areas of same behavior interannual, being a total of eight very representative areas. The emissivity data are calculated from NDVI data, by means of the thresholds method. These data were taken of the ISLSCP (International Satellite Land Surface Climatology Project), since they possess the same space resolution that the Reanalysis. Charts of values monthly means of precipitable water and emissivity were made, in such a way of having the coefficients of the equation of Split-Window monthly means. Starting from these charts it is possible to have a specific correction algorithm for each opposing homogeneous area. This work is a great contribution associated to the atmospheric correction of NOAA-AVHRR images, because at the moment specific coefficients don't exist for South America.

KEY WORDS: soil temperature, NOAA-AVHRR Images, NCEP / NCAR reanalysis.

INTRODUCCIÓN

La atmósfera es, en general, un medio absorbente, emisor y dispersor, resultando prácticamente opaca en gran parte del infrarrojo. Tan sólo en ciertos intervalos espectrales (3.5-4.2 μm y 10.5-12.5 μm), denominados ventanas atmosféricas, es posible la observación de la Tierra desde el espacio, ya que la transmisividad es relativamente alta. Aún en estas ventanas existe una absorción apreciable que es debida casi por entero al vapor de agua, cuya concentración en la atmósfera es altamente variable tanto espacial como temporalmente (Varanasi P., 1988), de forma que en la práctica se suele considerar como el único

gas absorbente, salvo para atmósferas contaminadas donde la influencia de los aerosoles es importante. De esta manera, parte de la radiancia emitida por la superficie es absorbida por el vapor de agua, que a su vez actúa como emisor de radiación térmica a la temperatura a la que se encuentra en la atmósfera.

El estudio de la transmisión de la radiación electromagnética en un medio material se basa en la ecuación de transferencia radiativa (Chandrasekhar S., 1960). Suponiendo una atmósfera sin nubes y aerosoles, y en equilibrio termodinámico local, la solución de la ecuación de transferencia radiativa a través de la atmósfera proporciona la radiancia $R_{i\theta}$ medida desde cualquier punto del espacio en el canal i bajo un ángulo de observación cenital θ como la suma de tres términos: (a) radiación emitida por la superficie que es atenuada por la atmósfera, (b) la radiación ascendente emitida por la atmósfera hacia el sensor, y (c) la radiación descendente emitida por la atmósfera que incide en la superficie y luego es reflejada hacia el sensor, esto es

$$R_{i\theta} = B_i(T_s) \epsilon_i + \tau_{atm i \theta} R_{atm i \theta} + R_{ref i} \tau_{i\theta} \quad (1)$$

En la ecuación anterior todas las cantidades van referidas a una integración espectral sobre el ancho de banda del canal i , B_i es la función de Planck, $T_{i\theta}$ es la temperatura radiométrica medida a nivel del satélite con un ángulo de observación cenital θ , ϵ_i es la emisividad de la superficie vista desde el ángulo cenital θ , $B_i(T_s)$ es la radiancia que sería medida si la superficie fuera un cuerpo negro con la temperatura de superficie T_s , $\tau_{i\theta}$ es la transmisividad del camino atmosférico total desde el ángulo cenital θ , $R_{atm i \theta}$ es la radiancia atmosférica ascendente desde el ángulo θ (Sobrino *et al.*, 1991). Sin embargo, el inconveniente de este método radica en que necesita además de conocer la emisividad de la super-

ficie, se requiere del conocimiento preciso de los perfiles verticales de temperatura y humedad de la zona a estudiar a la hora de paso del satélite, necesarios para determinar los términos de la ecuación de transferencia radiativa: emisión, absorción atmosférica y la transmisividad en el canal considerado.

Algoritmos de corrección de Split-Window El método Split-Window consiste en combinar los datos obtenidos simultáneamente por dos anchos de banda en la misma ventana de transmisión atmosférica adquiridos por el sensor. Así, se tiene en cuenta las diferentes absorciones de la radiación por parte de la atmósfera para dos longitudes de onda distintas, y evaluando tales absorciones es posible dar cuenta de la absorción de radiación por parte de la atmósfera. En contraste con otros métodos, numerosos han sido los trabajos utilizando esta técnica, para obtener la temperatura de la superficie del mar (Prabhakara *et al.*, 1974; Deschamps *et al.*, 1980; Mc. Clain *et al.*, 1985; Sobrino *et al.*, 1993) como la terrestre (Price J., 1984; Becker F. y Li Z., 1990; Prata A., 1993). La aplicación de esta técnica ha sido aplicada extensamente con la utilización de los datos procedentes del satélite NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration Satellite). Los principales sensores a bordo de los satélites NOAA son el TOVS (TIROS Operational Vertical Sounder) y el AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), el cual es elegido para el desarrollo de este trabajo. Para el sensor AVHRR es posible obtener una expresión para la T_s y aplicada a las bandas 4 y 5 del sensor AVHRR, es decir

$$T_s = T_4 + 1.4(T_4 - T_5) - 0.32(T_4 - T_5)^2 + 0.83 + a_w(1 - \epsilon) - b_w \Delta \epsilon \quad (2)$$

donde T_4 y T_5 son las temperaturas radiométricas medidas en los canales 4 y 5 del sensor AVHRR donde a_w y b_w corresponden a (Sobrino y Raissouni, 2000)

$$a_w = 57 - 5W \quad b_w = 161 - 30W$$

Finalmente la ecuación 2 puede ser expresada como

$$T_s = T_4 + 1.4(T_4 - T_5) - 0.32(T_4 - T_5)^2 + C \quad (3)$$

donde C es un coeficiente que resume el efecto de la atmósfera y la emisividad de superficie y su expresión esta dada por

$$C = 0.83 + a_w(1 - \epsilon) - b_w \Delta \epsilon$$

La validación de este algoritmo ha sido realizada con la serie de datos CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Organization), Australia. Dicha serie consta de 300 datos tomados en dos regiones semiáridas de Australia, con un clima bastante seco. De esta base de datos, se han tomado los valores de temperatura de superficie terrestre medidos in situ con sus correspondientes valores de emisividad, vapor de agua, proporción de vegetación y temperaturas de los canales 4 y 5 del AVHRR.

MATERIALES Y METODO

Los coeficientes de la ecuación (3), para América del Sur son calculados a partir de datos provenientes del REANÁLISIS (NCEP/NCAR Reanalysis Project) y los valores de ϵ y $\Delta \epsilon$ son estimados a partir de datos de NDVI publicados por el ISLSCP (International Satellite Land Surface Climatology Project). Esto se debe fundamentalmente a que ambas fuentes de información se encuentran a la misma resolución espacial y proyección cartográfica.

Agua precipitable (W)

El agua precipitable en un perfil atmosférico o contenido de vapor de agua en una columna vertical de base unitaria extendida desde la altura z hasta una altura dada h, es calculada como

$$W(h,z) = \int_z^h \rho(z') dz' \tag{4}$$

$\rho(z')$ es la densidad del vapor de agua a una altura z' . El contenido total del vapor de agua en la columna atmosférica puede ser obtenido a partir de perfiles de densidad de vapor de agua o por bases de datos generadas por organismos de meteorología. Una de estas bases de datos más importante es la generada por un proyecto en conjunto entre NCEP y NCAR cuyo propósito es generar diversos análisis del estado de la atmósfera usando los datos disponibles, tanto históricos (disponibles desde 1948) como actuales. Estos se presentan en datos medios diarios como mensuales, y abarcan todo el planeta con una resolución de 2.5 grados. Para cada uno de los puntos de la grilla, existen perfiles de temperatura, presión, humedad específica, entre algunos.

Emisividad (ϵ)

Cuando se comparan los espectros de emisión de un cuerpo cualquiera y de un cuerpo negro a la misma temperatura se observa que la curva de emitancia correspondiente al cuerpo negro está siempre por encima de la relativa a un cuerpo natural. Lo anterior, ha llevado a introducir la noción de emisividad espectral hemisférica, que se define a partir del cociente entre la energía emitida por el cuerpo a una temperatura T dada y longitud de onda λ y la energía que emitiría un cuerpo negro a igual T y λ ., de tal forma que la emisividad total de un cuerpo natural es por tanto,

$$\epsilon(T) = \frac{\int_0^\infty M_\lambda(T) d\lambda}{\int_0^\infty M_{nl}(T) d\lambda} = \frac{\int_0^\infty \epsilon_\lambda(T) M_{nl}(T) d\lambda}{\sigma T^4} \tag{5}$$

donde σ es la constante de Stefan - Boltzman ($5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}^4$). Para superficies naturales, en general, la emisividad tiene una componente direccional dada por la expresión

$$\epsilon_\lambda(T) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \epsilon_\lambda(\theta, \phi, T) \cos\theta \sin\theta \, d\theta \tag{6}$$

si la superficie es lambertiana .

Para encontrar la emisividad ϵ y el la diferencia de las emisividades en los canales 4 y 5 de NOAA $\Delta\epsilon$, en la ecuación (2), se recurre a las bases de datos de NDVI publicados por el ISLSCP(International Satellite Land Surface Climatology Project) y la utilización del método de umbrales (Sobriño *et al.*, 2001). A partir de este método es posible estimar la emisividad para intervalos de índice de vegetación de diferencia normalizada NDVI, de tal forma que una superficie dada puede ser considerada como una mezcla de suelo desnudo y vegetación, de manera que se puede expresar la emisividad como

$$\epsilon_i = \epsilon_{vi} P_v + \epsilon_{si} (1 - P_v) + C_i \tag{7}$$

donde ϵ_{vi} y ϵ_{si} son las emisividades que se asignan a la vegetación y al suelo desnudo, respectivamente, para el canal i ($i = 4,5$), P_v es la proporción de vegetación y C_i es un término que depende de las características de la superficie y tiene en cuenta las reflexiones internas o efectos de cavidad. Su valor es próximo a cero para valores extremos del NDVI, correspondientes a suelos

desnudos y a pixeles cubiertos totalmente de vegetación.

$$0.2 \leq NDVI \leq 0.5$$

En este intervalo la emisividad puede ser estimada por

$\epsilon_{8-14} = 0.971 + 0.019P_v$	(8)
$\Delta\epsilon = 0.006(1 - P_v)$	(9)

En particular, para los canales 4 y 5 del AVHRR tenemos

$\epsilon_4 = 0.968 + 0.021P_v$	(10)
$\epsilon_5 = 0.974 + 0.015P_v$	(11)

donde el término P_v puede ser obtenido a partir del NDVI esto es

$P_v = \frac{(NDVI - 0.2)^2}{0.09}$	(12)
-------------------------------------	------

$$NDVI < 0.2$$

Los valores de NDVI inferiores a 0.2 son considerados como suelos desnudos y rocas, de tal forma que es posible estimar los valores de las emisividades de los canales 4 y 5 utilizando los valores medios en el intervalo 8-14 μm (Rubio *et al.*, 1997)

$\epsilon_4 = 0.7395 + 0.2355\epsilon_{8-14}$	(13)
$\epsilon_5 = 0.9150 + 0.6250\epsilon_{8-14}$	(14)
$\Delta\epsilon = 0.173\epsilon_{8-14} - 0.1750$	(15)

$$NDVI > 0.5$$

Este es el caso cuando todos los pixeles están cubiertos con vegetación, las emisividades son estimadas a partir de

$\epsilon_4 = 1.6190\epsilon_{8-14} - 0.6080$	(16)
$\epsilon_5 = 1.4670\epsilon_{8-14} - 0.4580$	(17)
$\Delta\epsilon = 0.1520\epsilon_{8-14} - 0.1510$	(18)

Finalmente la emisividad en el intervalo 8- 14 μm esta dada por (Morales L., 1997)

$\epsilon_{8-14} = 0.9585 + 0.0357NDVI$	(19)
---	------

RESULTADOS Y DISCUSION

En Sudamérica el agua precipitable sigue una tendencia espacial bien definida, y al parecer asociada a los centros de acción meteorológica más importantes como el centro de bajas presiones en el Amazonas, el centro de baja polar, y los anticiclones del Pacífico y del Atlántico. También los valores medios mensuales presentan una configuración similar, lo que hace suponer que su distribución espaciotemporal es también regular y puede ser resumida a partir de análisis de tipologías o de cluster. La idea central es aplicar algoritmos de clasificación al conjunto de datos espaciotemporales de W con el objetivo de organizarlos en grupos homogéneos y de esta forma poder obtener coeficientes generalizados de la ecuación (2) para cada grupo.

La figura 1 muestra el análisis de cluster utilizando la distancia euclidiana como medida de similitud. La similitud es calculada a partir de vectores espaciotemporales asociados a los elementos de una matriz espacial de W para cada mes del año, de forma tal de poder agrupar por este concepto. Además en esta figura observamos claramente ocho zonas homogéneas que son comparables con la tipología de Köeppen para América del Sur.

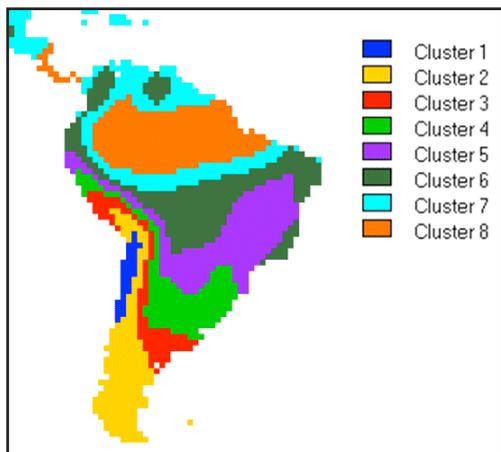


FIGURA 1. Resultado del análisis de clúster sobre los valores medios mensuales de W utilizando la distancia euclidiana como medida de similitud.

FIGURE 1. Result of cluster analysis on the monthly average values of W using the Euclidean distance as similarity measure.

A partir de esta última matriz de áreas homogéneas de W es posible obtener los valores medios para cada cluster y poder de esta forma calcular los coeficientes de la ecuación de Split-Window.

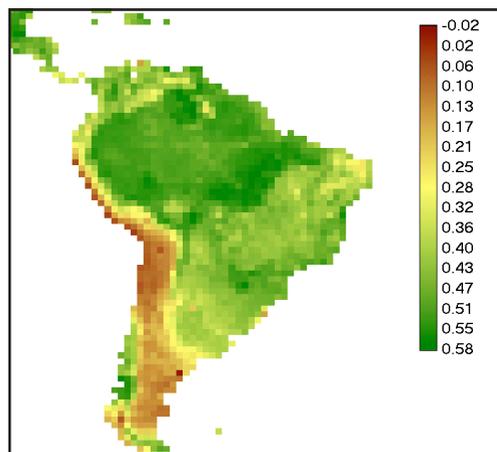


FIGURA 2. Valores medios de NDVI para América del sur.

FIGURE 2 .Mean values of NDVI for South America

La tabla 1 muestra los valores medios mensuales de W para cada cluster de la figura (2), donde es posible apreciar que el método utilizado para obtener las áreas homogéneas de W es aceptable en la discriminación de áreas homogéneas.

TABLA 1. Valores medios mensuales de W para cada clúster de los mostrados en la figura 1.
TABLE 1. W monthly average values for each cluster from those shown in Figure 1.

Mes	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
1	1.054	1.573	2.263	2.934	3.484	3.763	3.849	4.510
2	1.020	1.594	2.255	2.954	3.515	3.818	3.860	4.532
3	0.872	1.501	2.184	2.803	3.452	3.838	3.931	4.598
4	0.589	1.292	1.850	2.424	3.143	3.724	4.068	4.709
5	0.448	1.111	1.548	2.067	2.731	3.473	4.135	4.722
6	0.401	0.938	1.328	1.817	2.414	3.153	4.027	4.516
7	0.373	0.889	1.233	1.713	2.232	2.870	3.757	4.220
8	0.391	0.907	1.284	1.765	2.311	2.875	3.752	4.143
9	0.436	0.988	1.421	1.934	2.617	3.171	3.913	4.241
10	0.496	1.094	1.623	2.214	2.995	3.518	4.053	4.390
11	0.650	1.278	1.841	2.424	3.212	3.703	4.088	4.547
12	0.854	1.445	2.083	2.704	3.414	3.772	3.965	4.559

La figura 2 muestra el índice de vegetación NDVI medio anual para América del Sur. Esta configuración espacial del NDVI se superpone a las regiones climáticas, en efecto se aprecia claramente el Desierto de Atacama, la zona semiárida de Chile y Argentina hasta la Patagonia, y la gran cuenca del Amazonas. A partir de esta in-

formación de NDVI y las ecuaciones (8) a la (19), se calculó la emisividad media y en los canales 4 y 5 de NOAA. Esta información anexada a la encontrada para el agua precipitable W, es la requerida para el calculo de los coeficientes de la ecuación de Split -Window dada por la ecuación (2).

TABLA 2. Valores medios mensuales de aw para cada clúster de los mostrados en la figura 1.
TABLE 2. Aw monthly average values for each cluster from those shown in Figure 1.

Mes	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
1	51.7	49.1	45.7	42.3	39.6	38.2	37.8	34.5
2	51.9	49.0	45.7	42.2	39.4	37.9	37.7	34.3
3	52.6	49.5	46.1	43.0	39.7	37.8	37.3	34.0
4	54.1	50.5	47.8	44.9	41.3	38.4	36.7	33.5
5	54.8	51.4	49.3	46.7	43.3	39.6	36.3	33.4
6	55.0	52.3	50.4	47.9	44.9	41.2	36.9	34.4
7	55.1	52.6	50.8	48.4	45.8	42.7	38.2	35.9
8	55.0	52.5	50.6	48.2	45.4	42.6	38.2	36.3
9	54.8	52.1	49.9	47.3	43.9	41.1	37.4	35.8
10	54.5	51.5	48.9	45.9	42.0	39.4	36.7	35.1
11	53.8	50.6	47.8	44.9	40.9	38.5	36.6	34.3
12	52.7	49.8	46.6	43.5	39.9	38.1	37.2	34.2

Los coeficientes aw, bw son calculados a partir de la tabla (1), ya que solo dependen del valor del agua precipitable. Los

valores de estos coeficientes son mostrados en la tabla (2) y (3) respectivamente.

TABLA 3. Valores medios mensuales de bw para cada clúster de los mostrados en la figura 1.
 TABLE 3. Bw monthly average values for each cluster from those shown in Figure 1.

Mes	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
1	129	114	93	73	56	48	46	26
2	130	113	93	72	56	46	45	25
3	135	116	95	77	57	46	43	23
4	143	122	106	88	67	49	39	20
5	148	128	115	99	79	57	37	19
6	149	133	121	106	89	66	40	26
7	150	134	124	110	94	75	48	34
8	149	134	122	108	92	75	48	37
9	148	131	118	103	82	66	44	34
10	146	128	112	95	71	55	39	29
11	142	123	106	88	65	50	38	25
12	135	118	99	80	59	48	42	24

Estos coeficientes permiten para cada cluster contar con la ecuación de Split-Window más apropiada y que permita obtener de una forma más precisa la temperatura de superficie a partir de datos AVHRR de NOAA. Los coeficientes ε y $\Delta\varepsilon$ son calculados a partir de la matriz de clusters de agua precipitable. El procedimiento con-

siste en calcular los valores medios de NDVI para cada cluster de W. Esto se realiza mediante las matrices de NDVI publicados por el ISLSCP. A partir de esos datos se obtienen valores medios mensuales de ε y $\Delta\varepsilon$ para cada cluster. Los valores de estos coeficientes son mostrados en la tabla (4) y (5) respectivamente.

TABLA 4. Valores medios mensuales de $(1-\varepsilon)$ para cada clúster de los mostrados en la figura 1.
 TABLE 4. Monthly average values $(1 - \varepsilon)$ for each cluster from those shown in Figure 1.

Mes	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
1	0.030	0.028	0.027	0.022	0.022	0.022	0.021	0.020
2	0.030	0.027	0.026	0.021	0.020	0.022	0.022	0.019
3	0.030	0.028	0.025	0.021	0.021	0.021	0.022	0.019
4	0.030	0.028	0.025	0.020	0.019	0.021	0.023	0.019
5	0.030	0.028	0.027	0.021	0.019	0.020	0.021	0.019
6	0.030	0.028	0.028	0.025	0.021	0.021	0.022	0.022
7	0.030	0.028	0.028	0.026	0.023	0.022	0.022	0.022
8	0.030	0.029	0.028	0.025	0.026	0.022	0.019	0.018
9	0.030	0.029	0.028	0.023	0.027	0.026	0.021	0.019
10	0.030	0.029	0.026	0.021	0.025	0.024	0.021	0.018
11	0.030	0.028	0.026	0.023	0.021	0.022	0.021	0.019
12	0.030	0.027	0.027	0.021	0.020	0.021	0.021	0.021

Es interesante mencionar que en ausencia de valores estimados de emisividad desde imágenes NOAA, es posible utilizar los valores dados por las tablas (4) y (5), con

el fin de obtener una ecuación de Split-Window para cada área, representada por un cluster de la figura 1, y para cada mes del año.

TABLA 5. Valores medios mensuales de $\Delta\epsilon$ para cada clúster de los mostrados en la figura 1.
 TABLE 5. Monthly average values for each cluster $\epsilon\Delta$ from those shown in Figure 1.

Mes	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
1	-0.017	-0.009	-0.004	-0.001	-0.001	0.000	0.000	-0.001
2	-0.019	-0.008	-0.002	-0.001	-0.001	0.001	0.001	0.000
3	-0.018	-0.009	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.001	0.000
4	-0.018	-0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
5	-0.018	-0.005	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000
6	-0.017	-0.009	-0.004	0.004	0.002	0.001	0.000	-0.001
7	-0.017	-0.009	-0.004	0.003	0.003	0.002	0.000	-0.001
8	-0.016	-0.011	-0.005	0.001	0.004	0.003	0.001	0.000
9	-0.016	-0.012	-0.007	0.001	0.002	0.000	0.001	0.001
10	-0.016	-0.010	-0.004	0.001	0.004	0.002	0.001	0.001
11	-0.017	-0.010	-0.005	0.000	0.002	0.000	0.001	0.001
12	-0.017	-0.008	-0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001

La tabla 6 muestra los valores medios mensuales del coeficiente C de la ecuación 3.

TABLA 6. Valores medios mensuales de C para cada clúster de los mostrados en la figura 1.
 TABLE 6. C monthly mean values for each cluster from those shown in Figure 1.

Mes	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
1	4.581	3.230	2.436	1.834	1.757	1.670	1.623	1.545
2	4.865	3.059	2.206	1.789	1.674	1.618	1.614	1.482
3	4.836	3.260	1.982	1.733	1.722	1.624	1.609	1.476
4	5.032	3.345	2.024	1.728	1.614	1.636	1.634	1.446
5	5.129	2.909	2.160	1.612	1.574	1.566	1.556	1.464
6	5.012	3.490	2.725	1.602	1.596	1.630	1.641	1.613
7	5.031	3.511	2.749	1.760	1.602	1.619	1.671	1.654
8	4.870	3.823	2.859	1.926	1.645	1.544	1.508	1.483
9	4.841	3.916	3.056	1.816	1.851	1.900	1.573	1.476
10	4.804	3.606	2.550	1.700	1.596	1.665	1.562	1.432
11	4.848	3.474	2.602	1.862	1.560	1.677	1.559	1.456
12	4.713	3.115	2.482	1.743	1.629	1.631	1.611	1.573

CONCLUSIONES

Al disponer de dos bandas ubicadas en diferentes regiones del infrarrojo térmico, NOAA se presenta como una alternativa muy ventajosa para obtener la temperatura de superficie. Es por ello que el método de Split-Window ha sido el más utilizado para este propósito. Sin embargo, para América del Sur no se contaba con una serie de coeficientes que permitiera contar con una ecuación de Split-Window adecuada para cada región climática. En el presente trabajo se han encontrado estos coeficientes a partir de datos climatológicos provenientes del Reanalysis y datos de NDVI del ISLSCP, ambos a una escala de resolución de 2.5° en latitud y longitud. A pesar de sus limitaciones, estos se muestran aceptables, fundamentalmente por la escasez de datos atmosféricos a una mayor resolución. Sin embargo a partir de estos datos se pudieron obtener los coeficientes que dependen del agua precipitable y en último término la emisividad puede ser estimada para cada imagen a procesar. De esta forma la ecuación de Split-Window seleccionada se puede aplicar a esta región de una forma simple, ya que se cuenta con valores medios mensuales para cada coeficiente de la ecuación de corrección para cada cluster en la región de estudio. Finalmente a partir de las tablas (2) a la (5) y la ecuación (2) se puede construir un algoritmo de Split-Window específico para una área de interés en Sudamérica.

LITERATURA CITADA

BECKER F. AND LI Z. (1990). Towards a local split-window method over land surfaces. *Int. J. Remote Sens.*, 11: 369-394.

CHANDRASEKHAR S., 1960. Radiative transfer. Doer Publications, New York.

DESCHAMPS P. AND PHULPIN T., 1980. Atmospheric correction of infrared measurements of sea surface temperature using channels at 3.7, 11 and 12 mm. *Bound. Layer Meteorology*, 18: 131-143.

MC. CLAIN E., PICHEL W. AND WALTON C., 1985. Comparative performance of AVHRR based multichannel sea surface temperatures. *J. Geoph. Res.*, C6: 11587 - 11601.

MORALES L., 1997, Evaluación y zonificación de riesgo de heladas mediante modelización topoclimática. Tesis Doctoral. Universidad de Concepción. Chile.

PRABHAKARA C., DALU G. AND KUNDE G., 1974. Estimation of sea surface temperature from remote sensing in the 11-13 mm window region. *J. Geoph. Res.*, 79: 5039-5044.

PRATA A.L., 1993. Lands Surface temperatures derived from the AVHRR and ATSR I: Theory. *Journal of Geophysical Research*, 89D9, 16, pp 16689-167702.

PRICE J.C., 1984. Land surface temperature measurements from the split-window channels of the NOAA 7 AVHRR. *J. Geoph. Res.*, D5: 7137-7231.

RUBIO E., CASELLES V., BADENAS C., 1997. Emissivity measurements of several soils and vegetation types in the 8-14 μm wave band: Analysis of two fields methods. *Remote Sensing of Environment*. 59:490-521.

SOBRINO J., COLL A., CASSELLES V., 1991. Atmospheric correction for land surface temperature using NOAA11-AVHRR channels 4 and 5. *Remote Sens. Environ.*, 38:19-34.

SOBRINO J.A., LI Z-L., STOLL M.P., 1993. Impact of the atmospheric transmittance

and total water vapor content in the algorithms for estimating satellite sea surface temperature, I.E.E.E., Transactions on geoscience and remote sensing, 31, 946-952.

SOBRINO J.A., RAISSOUNI N., 2000. Toward remote sensing methods for land cover dynamics monitoring: Application to Morrocco. International Journal of Remote Sensing, vol 21, N° 2, 353-366.

SOBRINO J.A., RAISSOUNI N., ZHAOLIANH LI, 2001. A Comparative study of land surface emissivity retrieval from NOAA data. Remote Sensing of Environment. 75:256-266.

VARANASI P., 1988. Infrared absorption by water vapor in the atmospheric window. SPIE 928. Modeling of the atmosphere, 213-230.

FRUTA CON MÍNIMO PROCESO: UNA APROXIMACIÓN HACIA LAS PREFERENCIAS DE CONSUMIDORES DE COMUNAS DE ALTOS INGRESOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA, CHILE.

Fruit with a minimum process: An approximation to the preferences of consumers from high incomes communes in the Metropolitan Region, Chile.

MARCOS MORA G.¹; DANIA RAMOS.¹; RODRIGO INFANTE E.²; BERTA SCHNETTLER M.³; VÍCTOR ESCALONA C.²; JECSI ESPARZA⁴; CRISTIAN ADASME B.⁵

¹ Departamento de Economía Agraria, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santa Rosa 11.315. La Pintana. Santiago. Chile. E-mail: mmorag@uchile.cl

² Departamento de Producción Agrícola, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santa Rosa 11.315. La Pintana. Santiago. Chile.
E-mail: rinfante@uchile.cl; vescalona@uchile.cl

³ Departamento de Producción Agropecuaria, Universidad de La Frontera, Francisco Salazar 01145, Temuco, Chile. E-mail: bschnett@ufro.cl

⁴ Programa de Magíster Alimentos y Nutrición. Instituto Tecnológico de los Alimentos (INTA). El Líbano 1554. Macul. Santiago. Chile. E-mail: jecsinicol@yahoo.es

⁵ Departamento de Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Católica del Maule. Campus San Isidro Camino a Los Niches Km. 6, Curicó. Chile.
E-mail: cadasme@ucm.cl.

RESUMEN

Las nuevas tendencias de consumo se orientan hacia alimentos frescos, fáciles de preparar o listos para comer, que impliquen un ahorro de tiempo. La industria actual atiende estas necesidades, ofreciendo productos vegetales mínimamente procesados, los cuales se definen con aquellos a los cuales se les ha eliminado las partes no comestibles con la finalidad de facilitar su consumo. En este contexto, el propósito del presente estudio fue conocer la posibilidad de agregar valor a fruta fresca con mínimo proceso en la Región Metropolitana, determinando segmentos de mercado, e identificando que frutas y atributos son los más aceptados por estos segmentos. Se realizó una encuesta en un contexto de investigación comercial a 400 personas elegidas al azar (NC: 95,5%; error estadístico: 5,0%), consumidores de frutas, mayores de 18 años y habitantes de la comuna de Las Condes, Región Metropolitana, Chile. Se

evaluó la frecuencia de consumo de frutas, el estilo de vida, la actitud hacia el consumo de frutas, las preferencias hacia frutas mínimamente procesadas y la evaluación de atributos de tres frutas sometidas a mínimo proceso. Para la obtención de los segmentos de mercado se realizó un análisis de componentes principales a las variables analizadas y un análisis de conglomerados jerárquico a las actitudes frente al consumo de frutas. Se identificaron diferencias significativas a través de la prueba de Tukey para variables continuas y Chi-cuadrado para variables discretas. Se obtuvieron cuatro segmentos de mercado, definidos como "Exigentes" con el 31,50%, "Innovadores" con el 40%, "Clásicos" con el 16,25% y "Saludables" con el 12,25% de la población encuestada. Los segmentos de mercado "Innovadores" y "Clásicos" marcaron preferencia hacia fruta mínimamente procesada. El atributo más valorado por la muestra fue el precio, seguido por el tipo de fruta y por último, el proceso.

PALABRAS CLAVES: Mínimo proceso, frutas, segmentación de mercados, preferencia de consumidores.

ABSTRACT

New consumer trends are geared toward easy-to-prepare or ready-to-eat fresh foods, involving a saving of time. The industry currently serves those needs, offering minimally processed plant products. The purpose of this study was to evaluate the possibility of adding value to fresh fruit with minimum processing in the Metropolitan Region, determining market segments and identifying fruits and attributes that are more acceptable to these segments. A survey was conducted in a commercial research to 400 people chosen at random (95.5% certainty level, 5.0% experimental error), all fruit consumers over 18 years and residents at Las Condes municipality, Metropolitan Region, Chile. Aspects evaluated were the frequency of fruit consumption, lifestyle, attitude toward fruits, preferences when minimally processed fruits are an option, and assessment of attributes of minimally processed fruits. To obtain the market segments, the main variable components were analyzed and the hierarchical clusters of consumer attitudes towards fruit consumption were determined. Significant differences were identified by means of the Tukey test for the continuous variables and chi-square for the discrete variables. Four market segments were obtained, defined as "demanding" with 31.50%, "innovative" with 40%, "classic" with 16.25% and "healthy" with 12.25% of the surveyed population. Both the "innovative" and "classic" segments marked preference for minimally processed fruit. The most valued attribute indicated by the people interviewed was the price, followed by the type of fruit and finally, the processing itself.

KEY WORDS: Minimum processing, fruits, market segmentation, consumer preference.

INTRODUCCIÓN

Aunque Chile es uno de los principales exportadores de fruta fresca a nivel mundial, su consumo interno es inferior a 200 g/día, lo cual dista significativamente de lo recomendado, que es del orden de los 400 g/día. Lo anterior podría estar relacionada, entre otras cosas, con el desconocimiento de las bondades y beneficios que la fruta fresca posee (FIA, 2003; Vio *et al.*, 2008).

En el contexto descrito, otra forma de expandir el consumo de frutas en Chile, podría ser a través de productos mínimamente procesados o de IV Gama. Este tipo de productos aparece en la década de 1980 como respuesta a la demanda por productos de rápida preparación y que sean lo más parecido posible a los productos frescos (Sanz *et al.*, 2009). Dichos productos corresponden a aquellas frutas y vegetales crudos sin sus partes no comestibles, perfectamente lavados, pelados y en ciertos casos, trozados, rebanados o rayados, posteriormente embolsados en plástico y conservados a temperatura de refrigeración, garantizando una duración mínima de siete días para su consumo inmediato (López y Moreno, 1994) e incluso hasta 10 días como lo plantean McKellar *et al.* (2004). Asimismo, estos productos no contienen aditivos, reciben sólo tratamientos suaves de desinfección, que conservan sus atributos sensoriales y nutricionales similares al producto original en fresco. Para ello, se siguen normas de buenas prácticas de procesado e higiene que garantizan la inocuidad del alimento, cumpliendo la legislación específica (Artés, 2006).

En este sentido, según Massantini y Salcini (2003), los atributos relativos a mínimo proceso tienen relación con aspectos de carácter sensorial, microbiológico y de salud positivos para el ser humano. A su vez, otros investigadores plantean que comer fruta mínimamente procesada puede ser importante, debido a los beneficios de salud y frescura de sus nutrientes funcionales (Manfredini *et al.*, 2003; Rojas-Grau

et al., 2009). Según Artés (2006), los atributos señalados son atendidos por la industria con productos vegetales mínimamente procesados en fresco y con precios relativamente asequibles. Relacionado con esto Rocha (2006) plantea que la decisión final de compra de frutas depende de muchos factores, entre ellos, el costo de oportunidad del tiempo, lo cual en el caso de este tipo de productos se puede asociar a la disminución total o parcial de barreras al consumo, por ejemplo eliminar la epidermis de un kiwi. En la misma dirección expuesta, Ragaert *et al.* (2004), las ventas de vegetales mínimamente procesados y frutas envasados han aumentado gracias a su imagen de comodidad y salubridad.

Como se ha señalado, el mercado de productos frescos de corte (mínimo proceso) ha experimentado un rápido crecimiento en la industria alimentaria, fundamentalmente causado por cambios de tendencia que privilegian su consumo, entre ellos cambios en: estilo de vida, dieta, importancia concedida a la salud, y alternativa saludable en los restaurantes (Wiley, 1994; Moura y Cunha 2005). En esta misma dirección, los actuales y futuros requerimientos y las modas de consumo se orientan hacia alimentos frescos, fáciles de preparar o listos para comer, crudos y crujientes, de alto valor nutricional, funcional y organoléptico. Según Varming *et al.* (2004), el mercado para los alimentos de conveniencia se está expandiendo de el mercado minorista a las empresas de alimentación, y la demanda de productos listos como por ejemplo, zanahorias en rodajas, se ha generalizado

Según Rocha (2006) las frutas y hortalizas frescas pueden ser más baratas para comer que las mínimamente procesadas. Sin embargo, para algunos consumidores, esta diferencia de precio puede ser menor al precio a pagar o costo de oportunidad asociado a la comodidad. Por otra parte, los productos mínimamente procesados se vinculan a un segmento de mercado que registra un notable crecimiento en los

alimentos. En esta dirección Ragaert *et al.* (2004), la motivación más importante para la compra de verduras mínimamente procesadas se refiere a la conveniencia y la velocidad, especialmente para los consumidores que compran este producto durante los fines de semana. En consecuencia, los productos mínimamente procesados tendrían un mercado interesante dado por la escasa disponibilidad de tiempo de los actuales consumidores.

En atención a lo señalado, la satisfacción de los consumidores deriva del consumo, el que se puede caracterizar en el caso de los alimentos por una serie de aspectos, como por ejemplo: necesidades nutricionales, composición del grupo familiar, estilo de vida, antecedentes personales e ingresos (Pompelli, 2002). En este contexto, las decisiones de compra se ven influenciadas por las características personales, las cuales incluyen la edad del comprador, la fase del ciclo de vida en que se encuentra, su ocupación y su situación económica, su personalidad, su estilo de vida y sus valores (Kotler y Lane, 2006). Asimismo, Santesmases *et al.* (2004), agregan que el enfoque psicociológico amplía el campo de las variables que influyen en el comportamiento, considerando, además de las económicas, las psicológicas (internas) y las sociales (externas). En un estudio realizado por Ragaert *et al.* (2004) en Bélgica se concluye que la posibilidad de comprar las verduras mínimamente procesadas tiende a ser mayor entre los consumidores mejor educados y entre los consumidores con niños pequeños.

Se plantea como hipótesis que existe a lo menos un segmento de mercado de la Región Metropolitana que oriente sus preferencias hacia la agregación de valor mediante la compra o consumo de fruta fresca mínimamente procesada. En virtud de lo señalado, se planteó el objetivo de Analizar las preferencias y segmentos de mercado en relación a fruta mínimamente procesada en consumidores residentes en una comuna de Santiago de Chile de ingresos altos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fuente principal de información de esta investigación fue una encuesta aplicada en forma presencial entre el 10 de mayo y el 12 de junio de 2008. El diseño del instrumento contempló preguntas 100% cerradas (selección de opciones y alternativas y escalas de medición). Los tópicos considerados en la encuesta fueron: preferencias hacia el consumo de frutas frescas y frutas sometidas a mínimo proceso; distintos del mínimo proceso que poseen mayor aceptación; e información sociodemográfica de la población encuestada. La muestra a la cual se aplicó la encuesta fue de carácter probabilística ($e=5,0\%$, $NC=95,5\%$) y contempló 400 encuestas válidas. Los requisitos exigidos al aplicar la encuesta fueron: ser consumidores de frutas y mayores de 18 años. Antes de aplicar masivamente la encuesta, se realizó un pretest a seis personas con la finalidad de detectar y corregir el instrumento con relación a comprensión por parte del encuestado, disposición del encuestado para responder y vinculación con el tiempo de aplicación. El trabajo de campo se realizó en calles, plazas y mall de la comuna de las Condes, Región Metropolitana y se hizo interceptando a las personas.

En cuanto al tratamiento estadístico de la información, para el logro del objetivo señalado se empleó estadística univariante descriptiva conformada por promedios, medidas de dispersión, gráficos y tablas de frecuencias. También se utilizaron técnicas multivariantes como el análisis de componentes principales, análisis de conglomerados y análisis conjunto. A continuación se describen las técnicas utilizadas y cómo se aplicaron.

El análisis de componentes principales se aplicó a las afirmaciones de actitud hacia frutas y mínimo proceso (tabla 2) lo cual se efectuó con rotación Varimax/ Kaiser y como medida de adecuación muestral se utilizó el índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) (Malhotra, 2004). A las variables latentes obtenidas relativas a las actitu-

des hacia la fruta y mínimo proceso se les aplicó un análisis *Clúster* al cual en una primera etapa, se le midió similaridad y disimilaridad considerando la distancia euclídea al cuadrado. Las distancias operan como medidas métricas de similitud entre pares de casos (Vivanco, 1999). En una segunda etapa, para construir los grupos se optó por conglomerado jerárquico por aglomeración, para llevar a cabo este procedimiento se utilizó el método Ward (Malhotra, 2004). La caracterización de cada segmento se hizo a través de análisis de varianza de un factor (ANOVA), se utilizó prueba de Tukey para variables continuas y prueba de Chi-cuadrado para variables discretas, con el fin de determinar diferencias estadísticamente significativas entre los segmentos.

Para identificar preferencias hacia atributos y niveles se empleó la técnica de análisis conjunto. Con dicho método, se pretende determinar la importancia relativa que asignan los consumidores a los atributos sobresalientes y la utilidad que conceden a los niveles de estos atributos (Malhotra, 2004). Siendo la utilidad la base conceptual que permite medir el valor en el análisis conjunto. La suma de estas utilidades separadas constituye la utilidad conjunta (Hair *et al.*, 1999). En el caso de esta investigación los atributos considerados para este análisis fueron: precio, producto y fruta. Se consideraron como niveles de precio: 480, 600 y 700 pesos; los niveles de producto fueron: fruta pelada entera, fruta pelada en mitades y fruta pelada y picada; las frutas seleccionadas fueron: manzana, durazno y kiwi (tabla 1). El total de combinaciones fue de $3 \times 3 \times 3$ que en perfil completo significa 27 estímulos, lo cual en la práctica es difícil de aplicar. En consecuencia, para reducir el número de estímulos se aplicó un diseño ortogonal que permitió obtener 9 estímulos o tarjetas para ser presentadas a los encuestados, los que evaluaron cada estímulo en una escala de medición de 9 puntos, donde 1 (seguro que no lo compraría) a 9 (seguro que lo compraría).

TABLA 1: Estímulos evaluados en el análisis conjunto.
TABLE 1: Stimuli tested in the Conjoint Analysis.

Estímulo	Precio (pesos)	Producto	Fruta
1	720	Fruta pelada y picada	Manzana
2	480	Fruta pelada en mitades	Kiwis
3	720	Fruta pelada entera	Kiwis
4	480	Fruta pelada y picada	Duraznos
5	600	Fruta pelada y picada	Kiwis
6	720	Fruta pelada en mitades	Duraznos
7	600	Fruta pelada en mitades	Manzana
8	600	Fruta pelada entera	Duraznos
9	480	Fruta pelada entera	Manzana

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización sociodemográfica de los consumidores de fruta fresca encuestados. De los consumidores de fruta fresca que fueron encuestados (400 personas), el 54,25% eran mujeres y 45,75% hombres, al comparar con los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2005b), donde 50,73% corresponde mujeres y 49,27% restante a hombres, se podría inferir que existiría una cierta representatividad de género con relación a la población en su conjunto. Por otra parte, del total de los encuestados el 66,25% se encontraban entre 25 y 44 años de edad. El 53% de las personas encuestadas poseían una renta mensual aproximada

del grupo familiar superior a \$ 1.800.000, el 45,30% eran salariables y el 49,30% tenía estudios superiores. Según los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2005a), el 45,80% de los habitantes de la comuna de Las Condes son clasificados como ABC1.

Aspectos descriptivos de compra de fruta de los consumidores de la comuna de Las Condes

De total consumidores de frutas frescas que fueron encuestados, el 76,50% compra frutas semanalmente y el 12% lo hace a diario (figura 1). Lo anterior, podría deberse a disponibilidad de tiempo para realizar esta actividad, ya que como se expresó en la tabla 2, el mayor porcentaje de los encuestados resulto ser salariado.

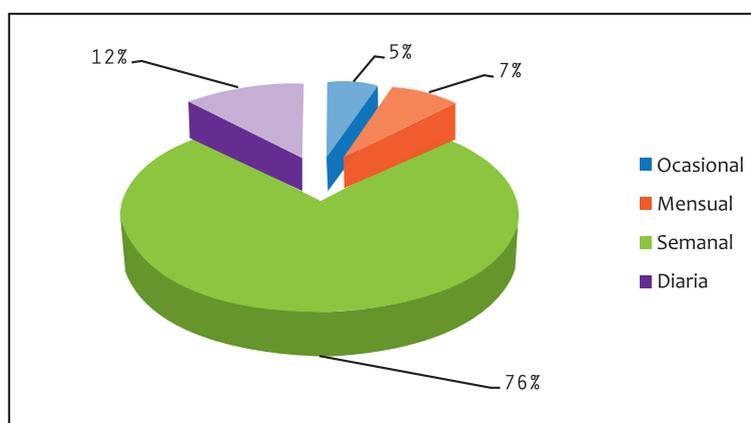


FIGURA 1: Frecuencia de compra de frutas.
FIGURE 1: Frequency of buying fruit.

El 62,0% de los encuestados (figura 2), compra frutas en supermercados. Al respecto, según Mora *et al.* (2003), es un indicador que no se evidencia en la Región Metropolitana en su conjunto, ya que en dicha población, sólo un 15 a un 20% de las personas realiza sus compras de frutas en supermercados, siendo el agente más importante de comercialización de frutas a nivel detallista la feria libre (50 a 60%). En este contexto, es importante

destacar que el supermercado se ha posicionado fuertemente en la compra de alimentos representando una participación mayoritaria (Reardon y Berdegué, 2005), lo que concordante con el resultado obtenido, lo cual se podría fundamentar en que la población analizada corresponde a un estrato socioeconómico alto que valora positivamente el supermercado como agente comercial detallista por diversas razones.

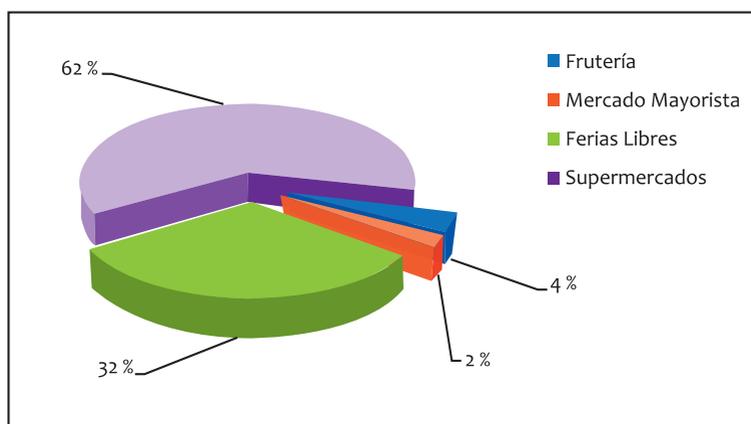


FIGURA 2: Lugar de compra de fruta fresca.
FIGURE 2: Place of purchase of fresh fruit.

Respecto a la actitud frente al consumo de frutas, los encuestados evaluaron distintas afirmaciones acerca del consumo de frutas. Dichas afirmaciones fueron evaluadas en una escala de Lickert de 5 niveles, siendo 1 Absoluto desacuerdo y 5 Totalmente de acuerdo. Luego se las agrupó en 3 niveles, que son los que a continuación se presentan.

Valoración alta (entre 3,6 y 5): para los consumidores de fruta fresca encuestados las afirmaciones más compartidas fueron, aquellas que dicen referencia con la necesidad de consumo de fruta diaria para tener buena salud (el consumo de frutas es recomendado para la salud, es importante el consumo de fruta diaria y el consumo de fruta diaria ayuda a evitar

la obesidad), de lo anterior se puede inferir que para los consumidores encuestados es valorado el consumo de fruta. Son embargo, al compartir que “el consumo de fruta de los chilenos es bajo”. Para satisfacer esta demanda de frutas, se deben ofrecer frutas con mejor calidad, sin descuidar la limpieza y presentación; y/o poner a disposición frutas con mínimo proceso, lo anterior se afirma al saber que los encuestados aceptaron consumir más fruta si esta fuese de mayor calidad, que es importante la limpieza y presentación de la fruta, y aceptaron consumir fruta fresca mínimamente procesada, si esta estuviese disponible en el lugar habitual de compra. Valoración media “indiferente” (entre 2,6 y 3,5): los consumidores encues-

tados presentaron indiferencia con leer las etiquetas de los productos vegetales y encontraron que cinco frutas al día es lo necesario. Presentaron una aceptación media al preferir comprar fruta lista sin tener que lavar, pelar y picar; y fruta lista sin tener que lavar y picar. Lo anterior, se

interpreta que no existen preferencias definidas hacia estos productos que aún no se comercializan.

Valoración baja (entre 1 y 2.5): presentaron aceptación baja “desacuerdo” a la afirmación que: “las barras de cereal y frutas son mejores que la fruta fresca” (tabla 2).

TABLA 2. Afirmaciones de actitud hacia al consumo de frutas y mínimo proceso.

TABLE 2. Statements of attitude towards the consumption of fruits and minimally processed

Actitud frente al consumo de frutas	Promedio	Desv. Estándar
1.- El consumo de fruta es recomendado para la salud.	4,83	0,42
2.- Es importante el consumo de fruta diaria.	4,79	0,57
3.- Es importante la limpieza de la fruta.	4,78	0,64
4.- El consumo de fruta diaria ayuda a evitar la obesidad.	4,74	0,70
5.- Me gusta la fruta.	4,72	0,64
6.- Es importante la presentación de la fruta.	4,60	0,91
7.- Consumiría más fruta fresca si esta fuera de mayor calidad.	4,48	0,88
8.- Consumiría fruta fresca MP, si esta estuviese en mi lugar habitual de compra.	4,39	1,10
9.- El consumo de fruta de los chilenos es bajo.	3,78	1,45
10.- Tengo preferencia por ciertas frutas, por privilegiar sus propiedades.	3,67	1,55
11.- Sé que propiedades tiene en particular cada fruta.	3,56	1,46
12.- Preferiría comer fruta fresca MP, sin tener que lavar ni pelar.	3,19	1,80
13.- Cinco frutas al día es lo necesario.	3,16	1,53
14.- Leo las etiquetas de los productos vegetales.	3,11	1,67
15.- Preferiría comer fruta lista sin tener que pelar, lavar y picar.	2,98	1,77
16.- Las barras de cereal y fruta son mejores que la fruta fresca.	2,40	1,59

Con relación a las preferencias hacia distintas especies que pudiesen ser sometidas a mínimo proceso, el kiwi resultó ser el más preferido, seguido por los duraznos, melones, tunas y sandías, entre los más importantes. Lo expuesto podría estar relacionado con el hecho de ser productos

que efectivamente imponen restricciones o barreras al consumo inmediato, ya sea por la epidermis que tienen que dificulta dicho consumo o bien por se requiere de implementos adicionales para su consumo (tabla 3).

TABLA 3. Preferencia de especies sometidas a mínimo proceso.

TABLE 3. Choice of species subjected to a minimum process.

Fruta	Frecuencia (personas)	%
Kiwi	105	26,25
Durazno	52	13,00
Melón	51	12,75
Tuna	42	10,50
Sandía	37	9,25
Manzana	27	6,75
Damasco	17	4,25
Cereza	16	4,00
Naranja	16	4,00
Nectarines	14	3,50
Ciruela	7	1,75
Mandarina	7	1,75
Pomelo	7	1,75
Pera	2	0,50
Total	400	100

Dimensiones que contribuyen a explicar la actitud hacia el consumo de fruta y hacia la tecnología de mínimo proceso de los consumidores de fruta

Las dimensiones (factores) que explican la actitud, se obtuvieron a partir de 16 variables observadas, dichas dimensiones explican el 50,18% de la varianza (tabla 4).

Asimismo, refuerza la calidad del modelo factorial un KMO de 0.605 que al ser mayor de 0,5, según Malhotra, (2004) se considera adecuado para analizar la matriz de correlación.

A continuación se caracterizan las dimensiones obtenidas.

TABLA 4. Factores que explican las actitudes frente al consumo de frutas de los consumidores encuestados. Análisis de Componentes Principales (PCA)

TABLE 4. Factors explaining consumer attitudes towards fruit of consumers surveyed. Principal Component Analysis (PCA).

Actitud hacia el consumo de frutas	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
	"Consumo inmediato"	"Sano"	"Informado"	"Calidad"
Varianza explicada de cada factor	15,41%	13,44%	12,25%	9,08%
1.- Preferiría comer fruta lista sin tener que pelar y lavar.	0,885	-0,16	0,024	-0,154
2.- Preferiría comer fruta lista sin tener que pelar, lavar y picar.	0,856	-0,018	0,136	-0,123
3.- Consumiría fruta fresca MP, si esta estuviese en mi lugar habitual de compra.	0,502	0,035	-0,002	0,166
4.- Las barras de cereal y fruta son mejores que la fruta fresca.	0,471	-0,438	0,281	0,039
5.- El consumo de fruta diaria ayuda a evitar la obesidad.	0,129	0,740	-0,022	-0,079
6.- Es importante la limpieza de la fruta.	-0,068	0,720	0,005	0,046
7.- Es importante el consumo de fruta diaria.	-0,123	0,598	0,091	0,03
8.- El consumo de fruta es recomendado para la salud.	0,107	0,574	-0,061	0,525
9.- Sé que propiedades tiene en particular cada fruta.	0,031	0,127	0,752	-0,12
10.- Leo las etiquetas de los productos vegetales.	0,061	-0,027	0,724	0,078
11.- Cinco frutas al día es lo necesario.	-0,062	-0,191	0,615	0,414
12.- Tengo preferencia por ciertas frutas, por privilegiar sus propiedades.	0,379	-0,046	0,490	-0,213
13.- Me gusta la fruta.	0,279	0,202	0,287	0,033
14.- Consumiría más fruta fresca si esta fuera de mayor calidad.	0,33	0,008	-0,111	0,699
15.- El consumo de fruta de los chilenos es bajo.	-0,252	-0,131	0,216	0,498
16.- Es importante la presentación de la fruta.	-0,162	0,258	-0,02	0,354

FACTOR 1: "Consumo inmediato" Este factor explica por sí sólo el 15,41% de la varianza, recibe esta denominación, por correlacionarse en forma positiva con las actitudes de: "Preferiría comer fruta lista

sin tener que lavar y pelar, "Preferiría comer fruta sin tener que pelar, lavar y picar" y "Preferiría comer fruta fresca mínimamente procesada, si esta estuviese disponible en el lugar habitual de compra". Sin

embargo, también se asocia positivamente con la afirmación "Las barras de cereal y frutas son mejores que la fruta fresca". Al respecto, existe un mayor énfasis en la necesidad de: consumir frutas y hortalizas frescas para una dieta saludable, productos de conveniencia y alimentos con escaso procesamiento pero listos para el consumo. En este sentido, la industria alimentaria ha respondido a esta demanda mediante el desarrollo de técnicas de conservación caracterizado por un mínimo de procesamiento del producto (Dantas *et al.*, 2004)

FACTOR 2: "Inocuo". Este factor explica por sí sólo el 13,44% de la varianza, posee esta denominación por correlacionar positivamente las actitudes que describen el consumo de frutas como sano o inocuo: "El consumo de fruta diaria ayuda a evitar la obesidad" "Es importante el consumo de frutas diaria y "El consumo de frutas es recomendado para la salud". Además, reúne positivamente la actitud, en que "Es importante la limpieza de la fruta". Estas afirmaciones permiten describir este factor como "Sano", pues todas las afirmaciones que lo conforman guardan directa relación con asociar el consumo de fruta necesario para la salud. Con relación a esta dimensión existe evidencia empírica que refuerza su importancia. La inocuidad de las frutas y hortalizas es ahora una preocupación importante por muchas razones: un creciente interés en el medio ambiente, la competitividad de la producción agrícola vinculada a los requerimientos de los mercados, una mayor preocupación de los consumidores acerca de los productos químicos aplicados sobre frutas y hortalizas, varios brotes de contaminación y enfermedades y urgencia por las exigencias del comercio internacional (Jongen, 2005). Además, existe evidencia de la preocupación por la inocuidad alimentaria de frutas y hortalizas en fresco por parte de los supermercados. Se han estudiado las implicancias de la política pública (Codron *et al.*, 2005) y las acciones de privados, algunas

de éstas últimas se orientan al estudio de nuevos estándares (privados) para dichos productos (Berdegué *et al.*, 2005; Jafee y Masakure, 2005) lo cual implica un gran desafío para los proveedores, ya que estas normas y estándares serán más estrictos (Reardon y Timmer, 2005).

FACTOR 3: "Informado". Este factor explica por sí sólo el 12,25% de la varianza, adquiere esta denominación por correlacionar positivamente actitudes como: "Sé que propiedades tiene en particular cada fruta", "Leo las etiquetas de los productos vegetales", "Cinco frutas al día es lo necesario" "Tengo preferencia por ciertas frutas, por privilegiar sus propiedades" y "Me gusta la fruta". Este factor fue llamado así, por poseer afirmaciones que presentan interés por la información de las etiquetas de los productos vegetales, además de relacionarse con poseer conocimientos de las frutas y sus propiedades. Con relación a esta dimensión Nelson (1970) reporta la existencia entre información y comportamiento de consumidor.

FACTOR 4: "Calidad". Este factor explica por sí sólo el 9,08% de la varianza, adquiere esta categoría por correlacionar positivamente actitudes como: "Consumiría más fruta fresca si esta fuera de mayor calidad", "El consumo de fruta de los chilenos es bajo" (0,498) y "Es importante la presentación de la fruta". Este factor fue llamado así, por poseer afirmaciones que entregan valor a la calidad y presentación de la fruta. Harker *et al* (2003), señala que numerosos estudios han demostrado que la calidad es más importante para los consumidores que el precio cuando los precios son muy variados dentro de la gama comercial esperada. Respecto a la dimensión calidad, tanto los aspectos sensoriales como visuales de un alimento ejercen influencia en la aceptación de producto, ya que sirven como señales de calidad para los consumidores (Deliza *et al*, 2003; Oude Ophuis y Van Trijp, 1995; Tuorila y Pangborn, 1988).

Caracterización de segmentos de mercado para fruta con mínimo proceso en función de las actitudes hacia la fruta y al mínimo proceso.

Se identificaron cuatro segmentos de mercados (tabla 5), donde el segmento "Exigentes" posee el 31,5%, "Innovadores"

el 40%, "Clásicos" con 16,25% y "Saludables" con el 12,25% de los encuestados. En todos los segmentos de mercado se detectaron diferencias significativas al 5% en las variables de actitudes hacia el consumo, a través de prueba de Tukey.

TABLA 5. Caracterización de los segmentos de mercado para consumidores de frutas obtenidos en función de actitudes hacia la fruta.

TABLE 5. Characterization of the consumer market segments of fruits obtained in terms of attitudes towards the fruit.

Factores asociados hacia la actitud de consumo de fruta	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	Segmento 4
	"Exigentes" 31,50%	"Innovadores" 40,00%	"Clásicos" 16,25%	"Saludables" 12,25%
Consumo inmediato	-0,381a (0,977)	0,282b (0,958)	0,448b (0,801)	-0,536a (0,850)
Sano	-0,027a (0,935)	-0,028a (0,965)	-0,130b (1,067)	0,333c (1,137)
Informado	-0,126a (0,977)	0,058c (0,993)	0,355d (0,927)	0,335b (1,035)
Calidad	0,052a (1,088)	0,049a (1,004)	-0,289b (1,049)	0,092a (0,539)

Las diferencias entre las medias fueron significativas al 5%, a través de prueba de Tukey.. Valores dentro de paréntesis representan la desviación estándar de cada promedio.

Segmento 1: "Exigentes" Los consumidores que conforman este segmento representan el 31,50% del total de los encuestados. Considera un 59,5% de consumidores mujeres, siendo el segmento que posee mayor número de ellas. Tiene

un 42,9% de personas con edades entre 25-34 años. El 25,4% de este grupo resultaron ser dueñas de casa. Un 54% posee estudios superiores y el 56,3% obtiene un ingreso aproximado familiar superior a 1.800.000 pesos (tabla 6).

TABLA 6. Caracterización de los segmentos de mercado para consumidores de frutas obtenidos en función de las variables sociodemográficas.

TABLE 6. Characterization of the consumer segments market of fruits obtained in terms of sociodemographic variables.

Variables sociodemográficas	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	Segmento 4	Total muestras
	“Exigentes”	“Innovadores”	“Clásicos”	“Saludables”	
	31,50%	40,00%	16,25%	12,25%	
Sexo*					
Hombre	40,5%	46,3%	52,3%	49,0%	45,8%
Mujer	59,5%	53,8%	47,7%	51,0%	54,3%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Edad*					
18-24	15,1%	23,1%	30,8%	16,3%	21,0%
25-34	42,9%	39,4%	29,2%	40,8%	39,0%
35-44	27,8%	24,4%	33,8%	26,5%	27,3%
>45	14,3%	13,1%	6,2%	16,3%	12,8%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Actividad laboral*					
Salariado	44,4%	45,6%	43,1%	49,0%	45,3%
Independiente	20,6%	31,3%	35,4%	20,4%	27,3%
Dueña de casa	25,4%	21,3%	16,9%	24,5%	22,3%
Jubilado	9,5%	1,9%	4,6%	6,1%	5,3%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Nivel educacional*					
Básica	0,0%	0,0%	1,5%	2,0%	0,5%
Medía	27,0%	24,4%	29,2%	18,4%	25,3%
Técnica	19,0%	30,0%	24,6%	24,5%	25,0%
Superior	54,0%	45,6%	44,6%	55,1%	49,3%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Ingreso mensual aprox. familiar*					
<670 mil	7,1%	9,4%	15,4%	10,2%	9,8%
670 mil- 1.8 mill	36,5%	39,4%	46,2%	20,4%	37,3%
>1.8 mill	56,3%	51,3%	38,5%	69,4%	53,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

*Con diferencias significativas al 5%, a través de prueba de Chi-cuadrado.

Las actitudes hacia el consumo de frutas más importantes que presenta este segmento, es que aumentarían el consumo de fruta si esta fuese de mayor calidad,

sin embargo, no consumirían fruta lista sin tener que lavar, pelar y picar, si esta estuviese disponible en el lugar habitual de compra y no saben que propiedades en

particular tiene cada fruta y no las privilegian por esto. Además no consideran necesario el consumo diario de fruta para tener

buena salud (tabla 5). El lugar de compra es el supermercado con 57,1%, con una frecuencia semanal de 72,2% (tabla 7).

TABLA 7. Caracterización de los segmentos de mercado para consumidores de frutas obtenidos en función de las variables descriptivas de consumo.

TABLE 7. Characterization of the consumer market segments of fruits obtained in terms of descriptive variables of consumption.

Variables descriptivas de consumo de frutas	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	Segmento 4	Total muestra
	"Exigentes"	"Innovadores"	"Clásicos"	"Saludables"	
	31,50%	40,00%	16,25%	12,25%	
Frecuencia de compra					
Diaria	21 (16,7%)	17 (10,6%)	3 (4,6%)	7 (14,3%)	48 (12,0%)
Semanal	91 (72,2%)	124 (77,5%)	50 (76,9%)	41 (83,7%)	306 (76,5%)
Mensual	10 (7,9%)	8 (5,0%)	7 (10,8%)	1 (2,0%)	26 (6,5%)
Ocasional	4 (3,2%)	11 (6,9%)	5 (7,7%)	0 (0,0%)	20 (5,0%)
Total	126 (100,0%)	160 (100,0%)	65 (100,0%)	49 (100,0%)	400 (100,0%)
Lugar de compra					
Frutería	5 (4,0%)	8 (5,0%)	0 (0,0%)	3 (6,1%)	16 (4,0%)
Supermercado	72 (57,1%)	111 (69,4%)	36 (55,4%)	31 (63,3%)	250 (62,5%)
Feria libre	45 (35,7%)	41 (25,6%)	26 (40,0%)	15 (30,6%)	127 (31,8%)
Mercado mayorista	4 (3,2%)	0 (0,0%)	3 (4,6%)	0 (0,0%)	7 (1,8%)
Total	126 (100,0%)	160 (100,0%)	65 (100,0%)	49 (100,0%)	400 (100,0%)

La valoración de atributos a través del análisis conjunto de estos consumidores señala que, al momento de preferir fruta mínimamente procesada entrega mayor importancia relativa al precio (57,84%), seguido por la fruta (21,13%) y finalmente el proceso (21,03%). Lo anterior, determina

que este grupo de personas avalúa mejor a kiwi, pelado en mitades, a un precio de 480 pesos (tabla 8).

Segmento 2: "Innovadores" Este segmento es el más numeroso representando el 40% de los encuestados, posee un 31,3%

de personas independientes, el 30% tiene estudios técnicos, siendo el segmento que posee mayor porcentaje en esta categoría, posee un 51,3% de consumidores con un ingreso aproximado mensual del grupo familiar superior a 1.800.000 pesos (tabla 6). Dentro de las actitudes hacia el consumo de fruta que presentan en este segmento de mercado, es que preferirían comer frutas listas sin tener que lavar y picar, si esta estuviese disponible en su lugar habitual de compra, presenta características de privilegiar y saber las propiedades de las frutas y aumentarían su consumo de frutas si estas tuviesen mayor calidad, aunque no consideran necesario el consumo diario de fruta para tener buena salud (tabla 5).

La valoración de atributos a través del análisis conjunto de estos consumidores señala que, al momento de preferir fruta mínimamente procesada entregan mayor importancia relativa al precio (42,86%), seguido por la fruta (32,09%) y por último el proceso (25,05%). Lo anterior, determina que este grupo de personas avalúa mejor al kiwi, pelado y picado a un precio de 480 pesos (tabla 8).

Segmento 3: "Clásicos" Estos consumidores representan un 16,25% del total de encuestados. El 52,3% de este grupo son hombres, el 30,8% posee edades entre 18-24 años, siendo el segmento que posee más alto este nivel. En este grupo el 46,2% posee ingresos aproximados del grupo familiar entre 670.000-1.800.000 pesos (tabla 6). Las actitudes que caracterizan a este segmento, son preferir frutas, sin tener que lavar, pelar y picar; y consumirían frutas mínimamente procesadas si estas estuviesen en su lugar habitual de compra, además conocen las propiedades de las frutas y las privilegian por esto. En este segmento de mercado no aumentarían el consumo de frutas si estas fuesen de mayor calidad y no consideran necesario el consumo diario de frutas para mantenerse saludable (tabla 5)).

La valoración de atributos a través del análisis conjunto de estos consumidores

señala que, al momento de preferir fruta mínimamente procesada entregan mayor importancia relativa al precio (52,68%), seguido por el proceso (23,74%) y por último la fruta (23,58%). Lo anterior, determina que este grupo de personas avalúa mejor a kiwi, pelado y picado a un precio de 480 pesos (tabla 8).

Segmento 4: "Saludables". Este segmento representa el 12,25% de los encuestados, con un 40,8% en edades entre 25-34 años. En este grupo 49% es asalariado, donde el 55,1% tiene estudios superiores, el 69,4% posee ingreso aproximado mensual familiar superior a 1.800.000 pesos, siendo el segmento que posee más elevada esta categoría (tabla 6). Las actitudes hacia el consumo de frutas más importantes para este segmento, es considerar que el consumo diario de fruta es necesario para la salud y aumentarían su consumo si estas presentaran mayor calidad. No privilegian y no conocen las propiedades de las frutas y no preferirían comer frutas listas si estas estuviesen disponibles (tabla 5). En este sentido Harker et al (2003), indica que la salud y la comodidad se mantienen los motivos clave para los consumidores seleccionar los elementos de la fruta, y los cambios en la conciencia del consumidor y la respuesta a los problemas de salud tienden a mejorar las ventas de frutas. Sin embargo, la información nutricional y beneficios para la salud son considerados como importantes elementos de las etiquetas que influyen en los consumidores en la percepción del producto (Fullmer *et al.* 1991; Guinard y Marty, 1997; Zarkin y Anderson, 1992). El lugar de compra principal es el supermercado con un 63,30 (tabla 7).

La valoración de atributos a través del análisis conjunto de estos consumidores señala que, al momento de preferir fruta mínimamente procesada entregan mayor importancia relativa al precio (60,01%), seguido por la fruta (21,24%) y por último el proceso (18,75%). Este grupo de personas avalúa mejor al kiwi, pelado y picado a un precio de 480 pesos (tabla 8).

TABLA 8. Preferencias de atributos de los consumidores en los segmentos de mercado identificados. Análisis conjunto.

TABLE 8. Attribute preferences of consumers in the market segments identified. Conjoint analysis

Factor	Niveles	Utilidad			
		Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	Segmento 4
		"Exigentes"	"Innovadores"	"Clásicos"	"Saludables"
		31,50%	40,00%	16,25%	12,25%
Precio	480	0,462	0,422	0,449	0,822
	600	0,108	-0,006	0,167	-0,003
	720	-0,569	-0,416	-0,615	-0,819
Importancia relativa		57,84%	42,86%	52,68%	60,01%
Proceso	Fruta pelada entera	-0,370	-0,269	-0,231	-0,361
	Fruta pelada en mitades	0,190	0,064	0,045	0,106
	Fruta pelada y picada	0,180	0,205	0,019	0,256
Importancia relativa		21,03%	25,05%	23,74%	18,75%
Fruta	Manzanas	-0,260	-0,279	-0,147	-0,369
	Duraznos	0,108	0,118	0,006	-0,019
	Kiwis	0,152	0,161	0,141	0,389
Importancia relativa		21,13%	32,09%	23,58%	21,24%
Pearson's R	Valor	0,957	0,994	0,956	0,957
	Significancia	0,000	0,000	0,000	0,000
Kendall's tau	Valor	1,000	0,944	0,722	0,778
	Significancia	0,000	0,000	0,003	0,002

CONCLUSIONES

Las cinco especies que presentaron más altas preferencias al ser sometidas a mínimo proceso son: kiwi con el 26,25%, durazno con el 13%, melón con el 12,75%, tuna con el 10,50% y sandía con el 9,25% de las preferencias.

Los consumidores de fruta, mayores de 18 años, de la comuna de las Condes, se pueden agrupar en cuatro segmentos de mercados, según las actitudes frente al consumo de frutas. El segmento "Exigentes" con el 31,50%, "Innovadores" con el 40%, "Clásicos" con el 16,25% y "Saludables" con 12,25% de la población encuestada. Los segmentos de mercado de fruta "Innovadores" y "Clásicos" marcaron preferencia hacia la agregación de valor de fruta fresca

a través de mínimo proceso, representando un 56,25% del total de los encuestados.

Las especies con mayor aceptación en mínimo proceso, son los kiwis y duraznos. No obstante, son diferentes para cada segmento de mercado de frutas. Los "Innovadores" prefieren kiwis o duraznos, pelados y picados, a un precio 480 pesos; los "Clásicos" prefieren kiwis, pelados y picados, con un rango de precio entre 480 y 600 pesos. La muestra en su totalidad prefiere kiwis pelados y picados a un precio de 480 pesos.

Como tema de futuras investigaciones se plantea hacer énfasis en las frutas que resultaron con un nivel importante de preferencia (melón, tuna y sandía). Asimismo, es importante profundizar acerca de las bajas preferencias obtenidas en naranja y mandarina.

LITERATURA CITADA

- ARTÉS, F. 2006. Challenges and Advances in the Chilling Storage and Minimal Processing of Artichoke. *Acta Horticultural* 730: 429-433.
- BERDEGUÉ J.; REARDON T.; BALSEVICH F. 2005. Supermercados y sistemas agroalimentarios en América Latina. RIMISP, Chile. Informe a Oxfam UK.
- CODRON, J.M.; GIRAUD-HERAUD, E.; SOLER, L.G. 2005. Minimum quality standards, premium private labels, and European meat and fresh produce retailing. *Food Policy* 30: 270-283.
- DANTAS, M.; MINIM, V.; DELIZA, R.; PUSCHMANN, R. 2004. The Effect of Packaging on the Perception of Minimally Processed Products. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, Vol. 16(2): 71-83.
- DELIZA, R., ROSENTHAL, A., SILVA, A. L. S. 2003. Consumer attitude towards information on non conventional technology. *Trends in Food Science and Technology*, Vol. 14(1):43-39
- F.I.A. Fundación de Innovación Agraria, 2003. Estrategia de innovación agraria para producción de frutales de hoja caduca. 76p.
- FULLMER, S., GEIGER, C. AND PARENT, C. 1991. Consumer's knowledge, understanding and attitudes toward health claims on food labels. *Journal of the American Dietetic Association* 91,166-171.
- GUINARD, J.X. AND MARTY, C. 1997. Acceptability of fat-modified foods to children, adolescents and their parents: effect of sensory properties, nutritional information and price. *Food Quality and Preference* 8: 223-231.
- HAIR, J., ANDERSON, R. TATHAN, R. AND BLACK, W. 1999. Análisis multivariante. 5ª Edición. Traducido por Esme Prentice y Diego Caro. Prentice Hall. Madrid, España, 799p.
- HARKER R. F., GUNSON A. F and JAEGER R. S., 2003. The case for fruit quality: an interpretive review of consumer attitudes, and preferences for apples. *Postharvest Biology and Technology*. 28, (3), 333-347
- I.N.E., INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS, 2005a. Descripción básica de los niveles sociales Región Metropolitana. Disponible en: http://www.iccom.cl/html/info_estadistica/f_inf_estadistica.html. Leído el 23 de enero del 2007.
- I.N.E., INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS, 2005b. Distribución por tramo de edad. Disponible en: http://www.iccom.cl/html/info_estadistica/f_inf_estadistica.html. Leído el 27 de junio del 2008.
- JAFFEE, S and MASAKURE, O. 2005. Strategic use of private standards to enhance international competitiveness: Vegetable exports from Kenya and elsewhere. *Food Policy*, Vol. 30(3): 316-333
- JONGEN, W. (Ed.). 2005. Improving the Safety of Fresh Fruits and Vegetables, Woodhead Publishing Ltd., (Cambridge, 2005). 639p.
- KOTLER, P. y LANE, K. 2006. Dirección de Marketing. 12ª Edición. Traducido por Clara E. Rivera. Pearson Educación. México. 816p.
- KOTLER, P., ARMSTRONG, G., CÁMARA, D. y CRUZ, I. 2004. Marketing. Décima edición. Traducido por Clara E. Rivera. Pearson Educación. Madrid, España. 792p.
- LOPEZ, M. y MORENO, J. 1994. IV Gama en España. *Hortofruticultura*. Vol. 3:33-35.

- MALHOLTRA, N. 2004. Investigación de mercados. 4ª Edición. Traducido por José Dávila Martínez y Magda Treviño Rosales. Ediciones Pearson educación. Ciudad de México, México. 713p.
- MANFREDINI S.; BRACCIOLI, E.; BUZZONI, V. and VERTUANI S. 2003. Capacidad antioxidante de los derivados del Baobab. *Erboristeria Domani* 2: 52.
- MASSANTINI, R.; SALCINI, M.C. 2003. Innovazione delle tecnologie per la preparazione dei prodotti IV gamma. *Industrie Alimentari* 429(10): 953-958.
- MCKELLAR, R.C.; ODUMERU, J.; ZHOU, T.; HARRISON A.; MERCER, D.G.; YOUNG, J.C.; LU, X.; BOULTER, J.; PIYASENA, P.; KARR, S. 2004. Influence of a commercial warm chlorinated water treatment and packaging on the shelf-life of ready-to-use lettuce. *Food Res. Int.* 37: 343.
- MORA, M. 2007. Inteligencia de mercados: Un Requerimiento Necesario para el Desarrollo de la industria agroalimentaria. *Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile* 5 (1): 31-35.
- MORA, M.; ESPINOZA, J.; BRUNA G.; KERN, W.; MARCHANT, R. 2003. Comercialización de Productos de Origen Agropecuario y Agroindustrial. Programa de Gestión Agropecuaria. Ministerio Agricultura de Chile- Fundación Chile- Universidad de Chile. 76 p.
- MOURA, A.P.; CUNHA, L.M.. 2005. Why consumers eat what they do: an approach to improve nutrition education and promote healthy eating. In: Doyle D, editor. *Consumer citizenship: promoting new responses*. Vol. 1:144-156.
- OUDE OPHUIS, P. A. M., VAN TRIJP, H.C.M., Perceived quality: A market driven and consumer oriented approach. *Food Quality and Preference*, V. 6, p. 177-183, 1995.
- POMPELLI, G. 2002. *Fresc-cut Fruits and vegetables*. Capítulo 14. *Future Economic and Marketing Considerations*. Science, Technology, and Market. Edited by Olusola Lamikanra. Estados Unidos.
- RAGAERT, P.; VERBEKE, W.; DEVLIEGHERE, F.; DEBEVERE, J. 2004. Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Quality & Preference*, Vol. 15(3), 259:270.
- REARDON, T., BERDEGUÉ, J. 2005. Supermarket expansion in Latin America and Asia. *New Directions in Global Food Markets / AIB-794 Economic Research Service/USDA* [En línea] < <http://www.rimisp.org/getdoc.php?docid=2706> > [Consulta: 5 de Agosto de 2011]
- REARDON, THOMAS Y PETER TIMMER (2005): Transformation of markets for agricultural output in developing countries since 1950: How has thinking changed? Vol. 3 *Handbook of agricultural economics*, Ed. Evenson, Pingali y Schultz
- ROCHA, A. 2006. Minimally processed fruit and vegetables on the diet of the consumers in the XXI century. *Acta Horticulturae* 746: 265-268.
- ROJAS-GRAU, M.A.; OMS-OLIU, G.; SOLIVA-FORTUNY, R. and MARTIN-BELLOSO O. 2009. The use of packaging techniques to maintain freshness in fresh-cut fruits and vegetables: A review. *Int. J. Food Sci. Technol.* 44: 875.
- SANTESMASES, M, SÁNCHEZ, F. y KO-SIAK, G. 2004. *Marketing. Conceptos y Estrategias*. 2ª Edición. Ediciones Pirámide, Madrid, España. 1120 p.
- SANZ, S.; OLARTE, C.; AYALA, F.; ECHAVARRI, F. 2009. Evolution of Quality Characteristics of Minimally Processed Asparagus During Storage in Different Lighting Conditions. *Journal of food science*. Vol. 74 (6): 296-302.

TUORILA, H., PANGBORN, R. M. 1988. Prediction of reported consumption of selected fat-containing foods. *Appetite*, Vol. 11(4):341-352.

USDA. 2007. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. World Markets and Trade: World apple situation. Disponible en:http://www.fas.usda.gov/htp/horticulture/Apples/World_Apple_Situation_053107.pdf. Leído el 22 de julio del 2008.

VANETTI, M. 2000. Controle microbiológico e higiene no processamento mínimo. II Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, Palestras: 44-52

VARMING, C.; JENSEN, K.; MOLLER, S.; BROCKHOFF, PB.; CHRISTIANSEN, T.; EDELENBOS, M.; BJORN, G.; POLL, L. 2004. Eating quality of raw carrots-correlations between flour compounds, sensory profiling analysis and consumer liking test. *Food Qual Prefer* 15:531-40.

VIO F., ZACARÍA, I., GONZÁLES D. 2008. Implementación de un programa de promoción del consumo de frutas y verduras: corporación 5 al día Chile. En *Contribución de la política agraria al consumo de frutas y verduras en Chile: Un compromiso con la nutrición y la salud de la población*. Olivares, S., Leporati, M., Villalobos, R, Barría, L. Editores.: p. 25-42.

VIVANCO, M. 1999. Análisis estadístico multivariable. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 234 p.

WILEY, RC. 1994. Introduction to minimally processed refrigerated fruits and vegetables. New York: Chapman and Hall. p 4-11.

ZARKIN G. A.; ANDERSON D. W. 1992, "Consumer and producer responses to nutrition label changes". *American Journal of Agricultural Economics*, 74, n. 5 December

EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE CIANAMIDA HIDROGENADA Y PERÓXIDO DE HIDRÓGENO SOBRE LA BROTAÇÃO Y COSECHA EN VID (*VITIS VINIFERA* L.) ACCESIÓN CANCHONES, EN CONDICIONES DE LA PAMPA DEL TAMARUGAL, REGIÓN DE TARAPACÁ

Effect of the applications hydrogen cyanamide and hydrogen peroxide on vine burst and harvest on Canchones accetion under northern Chilean desert, Tarapaca Region, conditions.

INGRID POBLETE Q.¹, MARCELO LANINO A.², MANUEL PINTO C.³ y ALEJANDRO RIQUELME⁴

¹ Universidad Arturo Prat, Depto Agricultura del Desierto y Biotecnología. Casilla 121. ipoblete@unap.cl

² Universidad Arturo Prat, Depto Agricultura del Desierto y Biotecnología, Casilla 121. mlanino@unap.cl

³ Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Casilla 1004. manpinto@uchile.cl

⁴ Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Casilla 1004. alriquel@uchile.cl

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de dos estimuladores de la brotación sobre la vid, accesión Canchones, en condiciones de la Pampa del Tamarugal, Región de Tarapacá, se llevó a cabo una investigación en la Estación Experimental Canchones, dependiente de la Universidad Arturo Prat, durante el período comprendido entre julio 2004 y marzo 2005. Los productos evaluados fueron cianamida hidrogenada (H_2NCN) (2,5% producto comercial) y peróxido de hidrogeno (H_2O_2), a una concentración de 2,5%, aplicados mediante aspersión manual hasta el punto de goteo. Se determinaron las variables de fecha brotación, considerando el estado de punta verde, porcentaje de brotación, crecimiento de brote y fecha de cosecha establecida mediante el análisis de sólidos solubles. Se utilizó un diseño completamente al azar con 4 repeticiones, la unidad experimental correspondió a una planta. Los resultados se sometieron a un ANDEVA y a la prueba de comparación de medias múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$). Los resultados de brotación indicaron que el tratamiento con

H_2NCN fue significativamente diferente al resto de los tratamientos, el cual brotó a los 45 días después de la aplicación de los tratamientos, en cambio el tratamiento con H_2O_2 y el testigo fueron iguales entre sí cuya brotación se registró entre los 63 y 68 días posterior a la aplicación. No hubo diferencias con respecto al porcentaje de brotación y longitud final del brote y para la fecha de cosecha el tratamiento con H_2NCN fue significativamente diferente, provocando un adelanto de 13 días con respecto al testigo.

PALABRAS CLAVES: Subtrópico, estimulador de la brotación; especies reactivas de oxígeno, adelanto cosecha.

ABSTRACT

Between 2004 July and 2005 march, was developed in Canchones Experimental Center located in northern Chilean desert, a research related with the effect in grapevine (Canchones accetion) shooting of two artificial stimulators. The evaluated products were hydrogen cyanamide (H_2NCN)

(2.5% commercial product) and hydrogen peroxide (H_2O_2) (2.5% concentration), applied by means of manual aspersion until the dripping point. The measured variables were: shooting date (green tip state), shooting percentage, shoot length and harvesting date (solid soluble analysis). The experimental unit was the plant and was a totally randomized design was used. The hydrogen cyanamide treatment induced an earlier shooting (45 day) related with hydrogen peroxide (68 days) and control (63 days). There were no observed differences in shooting percentage and shoot final length but hydrogen cyanamide treatment induced a 13 anticipated harvesting date in relation to control.

KEY WORDS: Subtropic, shooting inductor, oxygen reactive species, anticipated harvesting

INTRODUCCIÓN

La vid (*Vitis vinifera* L.) es originaria de regiones templadas, en donde existe una marcada estacionalidad climática, que condiciona los períodos de crecimiento de la planta. Durante el período invernal éstas entran en un estado de receso, que les permite sobrevivir a condiciones climáticas adversas, a la vez que acumulan una determinada cantidad de Horas Frío (HF), correspondiente al requerimiento de frío invernal. Lo anterior les permite brotar y florecer uniformemente en la primavera siguiente, una vez que las condiciones climáticas son favorables para su crecimiento. Al respecto, la vid es una especie que presenta un intervalo de requerimiento de HF bastante amplio, pudiendo variar entre 150 y 1.200, dependiendo de la variedad (Westwood, 1982), sin embargo, en Chile desde la latitud 29° S (La Serena) al norte esta especie presenta problemas de brotación, que se traduce en un bajo porcentaje de brotación (45% - 55%), poca uniformidad de ésta y una fuerte dominancia apical (Sánchez, 1989), producto de la deficiencia

de frío invernal. En estas condiciones uno de los principales factores climáticos que influyen en esta deficiencia de frío invernal, se refiere a las altas temperaturas diurnas (Erez *et al.*, 1979; Erez, 1995; Pérez *et al.*, 2007) que disminuyen o contrarrestan la acumulación de frío nocturno (Subhadranhu, 1995; Labuschagné *et al.*, 2002). En la Pampa del Tamarugal, Región de Tarapacá, se presentan temperaturas máximas diarias por sobre los 30°C durante los 12 meses del año (Lanino, 2004), bajo estas condiciones las HF (normalmente consideradas en el intervalo entre 0°C y 7,2°C) acumuladas superan ampliamente los requerimientos de frío de la vid, sin embargo, este método de cuantificación no es adecuado para la zona norte dado que no considera la amplitud térmica diaria, que afecta la acumulación de frío invernal. No obstante, en la zona existen antecedentes del cultivo de esta especie, desde fines del siglo XVI, cuyo destino fue la producción de vino (Billinghurst, 1893). En la actualidad en la Estación Experimental Canchones, dependiente de la Universidad Arturo Prat se cultiva una plantación de vid de aproximadamente 65 años, que posiblemente esté adaptada a las condiciones climáticas imperantes en la Pampa (altas temperaturas diurnas y bajas temperaturas nocturnas invernales) que le permitiría responder a la aplicación de productos externos, utilizados en zonas que presentan deficiencia de frío invernal. Al respecto existe una gran diversidad de productos que se han utilizados como estimuladores de la brotación, entre ellos se menciona el aceite mineral, tiourea, nitrato de potasio (KNO_3) (Zhi-You *et al.*, 2003), TDZ (Wang *et al.*, 1991) y cianamida hidrogenada, entre otros, siendo esta última la más efectiva hasta la fecha (Ugalde, 2006; Potjanapimon *et al.*, 2007). Este producto es extensamente utilizado para promover la brotación de la vid en zonas que presentan deficiencia de frío invernal (Or *et al.*, 2002; Pérez y Lira, 2005; Ugalde, 2006). Por otro lado, se postula que las especies reactivas de oxígeno,

juegan una función fundamental en la salida del receso (Pérez y Lira, 2005; Ugalde 2006), dentro de estas especies destaca el H_2O_2 , como fue demostrado por Kuroda *et al.*, (2005), al trabajar con peral asiático, la aplicación de este producto provocó un adelanto de la brotación. Esta molécula puede ejercer su efecto como molécula tóxica o como molécula señal (Pérez y Lira, 2005), la cual gatilla los procesos que desencadenan la brotación. Al respecto, es importante señalar que uno de los mecanismos por el cual la cianamida hidrogenada ejerce su acción sobre la salida del receso, se relaciona con un aumento anticipado de la concentración de H_2O_2 en las yemas (Pérez y Lira, 2005; Pérez *et al.*, 2008). En base a lo expuesto el objetivo de la presente investigación fue analizar el efecto de cianamida hidrogenada y H_2O_2 sobre la brotación y cosecha en vid, en condiciones de la Pampa del Tamarugal,

Región de Tarapacá.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Canchones, dependiente de la Universidad Arturo Prat, ubicado a 960 m.s.n.m, a 90 km al SE de Iquique, cuya ubicación geográfica es de 20° 26,542' LS, 69° 32,139' LO.

Se utilizó la accesión de vid Canchones, de aproximadamente 65 años. Las plantas están conducidas en sistema de espaldera, a una distancia de 2 x 2 m, con riego por goteo.

Las características climáticas de la zona con respecto a las temperaturas imperantes en la Pampa del Tamarugal se observan en la Tabla 1, corresponden al promedio de 11 años (1995- 2006).

TABLA 1. Antecedentes de temperaturas promedios para la Pampa del Tamarugal. Estación Experimental Canchones (1995 - 2006).

TABLE 1. Averages temperatures for northern Chilean desert. Canchones Experimental Station (1995 - 2006).

Mes	Temperaturas				
	Máxima Promedio (° C)	Mínima Promedio (° C)	Máxima Absoluta (° C)	Mínima Absoluta (° C)	Oscilación Térmica (° C)
Enero	33,64	11,21	40,00	4,00	22,37
Febrero	33,45	12,05	40,00	5,00	21,38
Marzo	33,31	10,84	38,00	3,00	22,30
Abril	31,73	6,23	38,00	- 0,40	25,50
Mayo	30,24	2,82	36,00	- 3,20	27,12
Junio	29,07	- 0,14	34,20	- 5,00	29,19
Julio	29,64	0,24	36,00	-6,40	29,40
Agosto	31,28	1,39	38,00	-4,50	29,80
Septiembre	32,45	2,35	38,00	-3,00	30,11
Octubre	34,04	4,70	45,00	- 1,60	29,26
Noviembre	32,77	5,05	40,00	-0,80	27,02
Diciembre	33,70	8,03	38,00	1,50	25,60
Promedio	32,07	5,29	46,10	-1,14	26,61

Se realizaron los tratamientos correspondientes a H₂NCN (T1) 2,5 % de producto comercial, H₂O₂ (T2) a una concentración de 2,5% y el testigo (TO) asperjado solo con agua. Los productos se asperjaron en forma manual hasta el punto de goteo. Para la aplicación de cianamida hidrogenada se utilizó el producto comercial Dor-

mex® formulado a una concentración de un 49% de i.a. más un coadyuvante.

Los productos se asperjaron el día 2 de julio (DJ 182) correspondientes a una acumulación de 323 HF y 30 unidades frío (UF) (Fig. 1), esta última calculada de acuerdo al modelo de Richardson *et al.*, (1974).

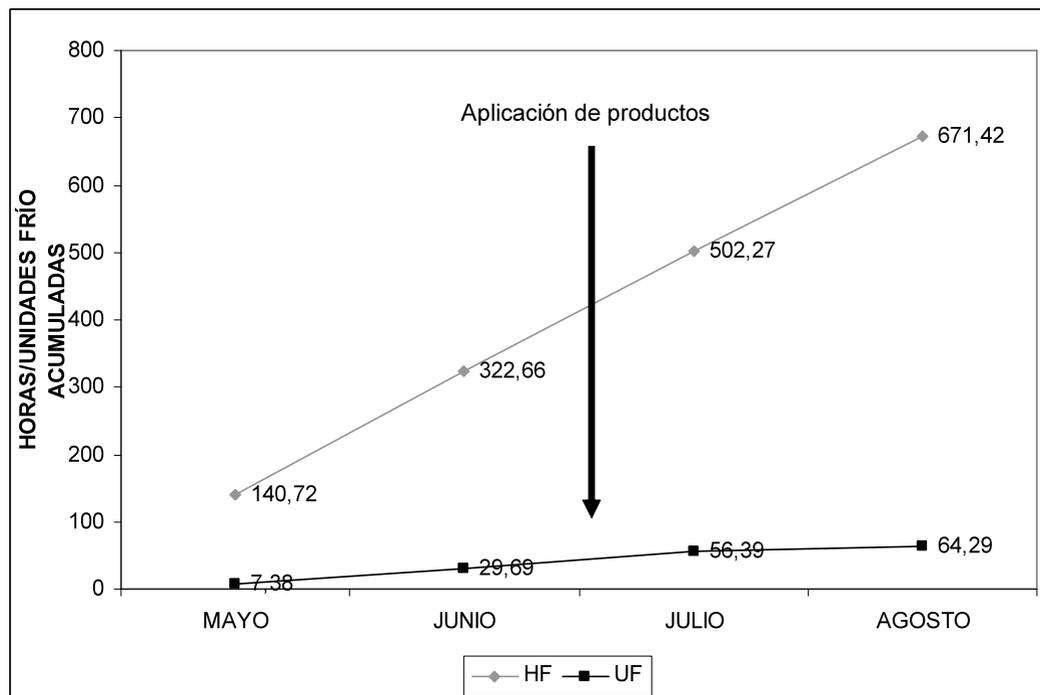


FIGURA. 1. Horas frío y unidades frío acumuladas, Estación Experimental Canchones, promedio 1995- 2002 (Lanino, 2004).

FIGURE 1. Accumulated chilling hours and chilling units, Canchones Experimental Station, average 1995 - 2002 (Lanino, 2004).

VARIABLES EVALUADAS

- Días a inicio de brotación: Se determinó el período transcurrido desde el momento de la aplicación de los productos hasta que la primera yema de cada unidad de poda presentó punta verde, de acuerdo a la clasificación de Baggiolini.
- Porcentaje de brotación: Se esta-

bleció en relación al total de yemas brotadas por unidad de poda.

- Crecimiento vegetativo: Se midió el crecimiento semanal del brote. Para lo anterior se consideró el crecimiento del brote correspondiente a la primera yema brotada por cada unidad de poda. El resultado se expresó en cm.

- Inicio de cosecha: Se determinó en el momento que las bayas presentaron un contenido de sólidos solubles de 18° Brix. Se utilizó un refractómetro termocompensado marca Atago.

Diseño y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones, la unidad experimental correspondió a una planta. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) y las diferencias encontradas se separaron mediante la prueba de comparación de medias múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$). Para los resultados expresados en porcentaje se realizó la transformación mediante $\arcsen \sqrt{x}$. Se utilizó el programa computacional INFOSTAT® para los cálculos.

RESULTADOS

Días a inicio de brotación: Para esta variable el tratamiento con cianamida hidrogenada presentó diferencias estadísticas con respecto a los tratamientos con peróxido de hidrógeno y el testigo, el cual brotó a los 45 días (Fig. 2) posterior a la aplicación de los productos, ocasionando un adelanto de 18 días en relación al testigo. Lo anterior confirma el efecto positivo de la cianamida hidrogenada como producto estimulador de la brotación, aún bajo condiciones climáticas cálidas extremas, que imperan durante el invierno en la Pampa del Tamarugal. Estos resultados demuestran que en estas condiciones existe acumulación de frío invernal y que no es cuantificada por los métodos tradicionales utilizados. Por otro lado, el H_2O_2 no presentó diferencias con respecto al testigo, el cual brotó a los 68 días y el testigo a los 63 días (Fig. 2).

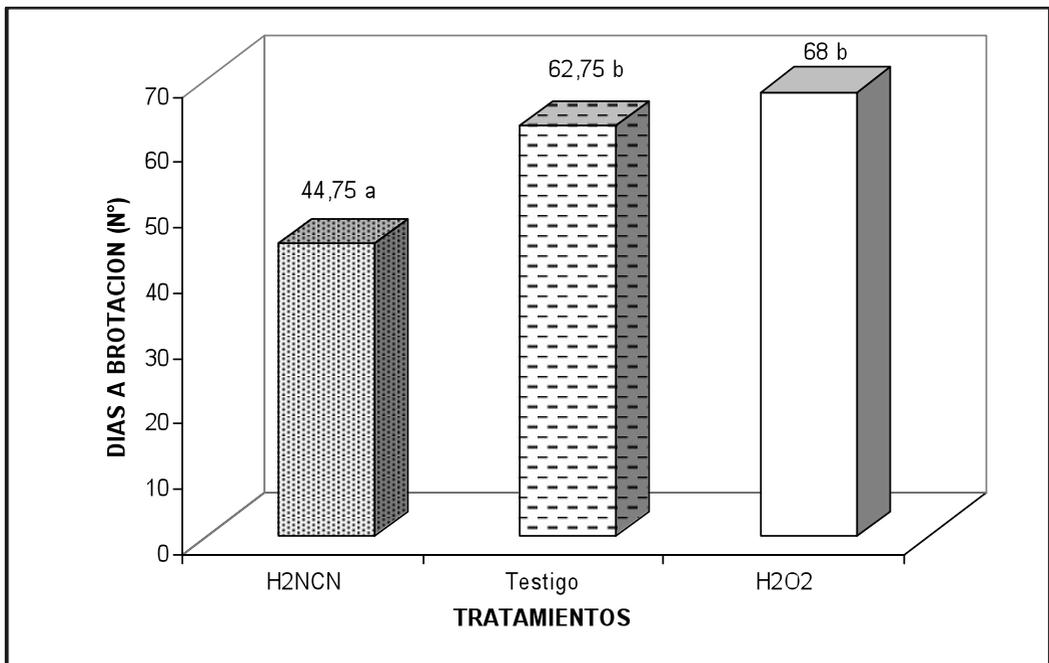


Figura 2. Días a inicio de brotación en vid, desde la aplicación de los diferentes tratamientos, en condiciones de la Pampa del Tamarugal. (Tukey $p \leq 0,05$)

Figure 2. Days to shooting initiation in vine, since the application of the different treatments under northern Chilean desert conditions (Tukey $p \leq 0,05$)

Porcentaje de brotación: En relación al porcentaje de brotación, se observaron tres etapas bien definidas, la primera (inicio de brotación hasta fines de agosto), correspondió al período en el cual se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, debido fundamentalmente a la brotación anticipada del tratamiento con cianamida y la permanencia en receso de los tratamientos con H₂O₂ y testigo. En la etapa 2 (fines de agosto y primera quincena de septiembre) estas diferencias comienzan a atenuarse como consecuencia del aumento de la brotación de los tratamientos con H₂O₂ y testigo y en la tercera etapa (16 septiembre en adelante) definitivamente estas diferencias desaparecen,

alcanzando los tres tratamientos niveles similares y estadísticamente iguales en el porcentaje final de brotación, el cual varió entre un 70 y 75%. (Fig. 3). Es decir, bajo estas condiciones el efecto de la cianamida hidrogenada está dado por un adelanto en la brotación, sin influir en el porcentaje final de la misma. Además, es importante destacar que las plantas que recibieron la aplicación de H₂NCN tuvieron un período de brotación concentrado (dos semanas) a diferencia de los tratamientos con H₂O₂ y testigo cuya brotación se prolongó por seis semanas, evidenciando una brotación desuniforme, síntoma característico de las zonas que presentan deficiencia de frío invernal.

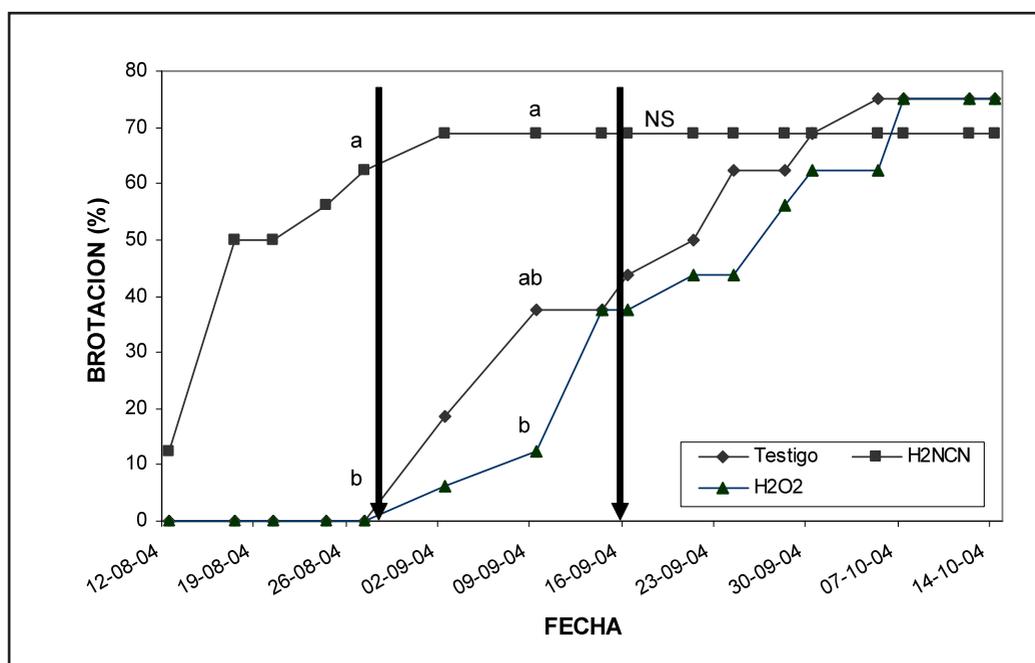


FIGURA 3. Brotación acumulada de la vid, correspondiente a los distintos tratamientos aplicados en condiciones de la Pampa del Tamarugal. Período agosto- octubre 2004. Tukey (p≤ 0,05).

FIGURE 3. Accumulated shooting of the vine, in different treatments applied under northern Chilean desert conditions. Period August- October 2004. Tukey (p≤ 0,05).

Longitud de brotes: El crecimiento semanal de los brotes sólo evidenció diferencias significativas hasta fines de septiembre, debido al escaso crecimiento de brotes para los tratamientos con H_2O_2 y el testigo, sin embargo, a pesar del crecimiento anticipado que presentó el tratamiento con cianamida hidrogenada al inicio, poste-

riormente no presenta diferencias significativas dado que una vez que brota, éste es dependiente de la acumulación de días grados (DG) lo cual permitió disminuir las diferencias en el crecimiento de los brotes debido a la mayor acumulación de DG, como consecuencia de un estado más avanzado en la temporada.

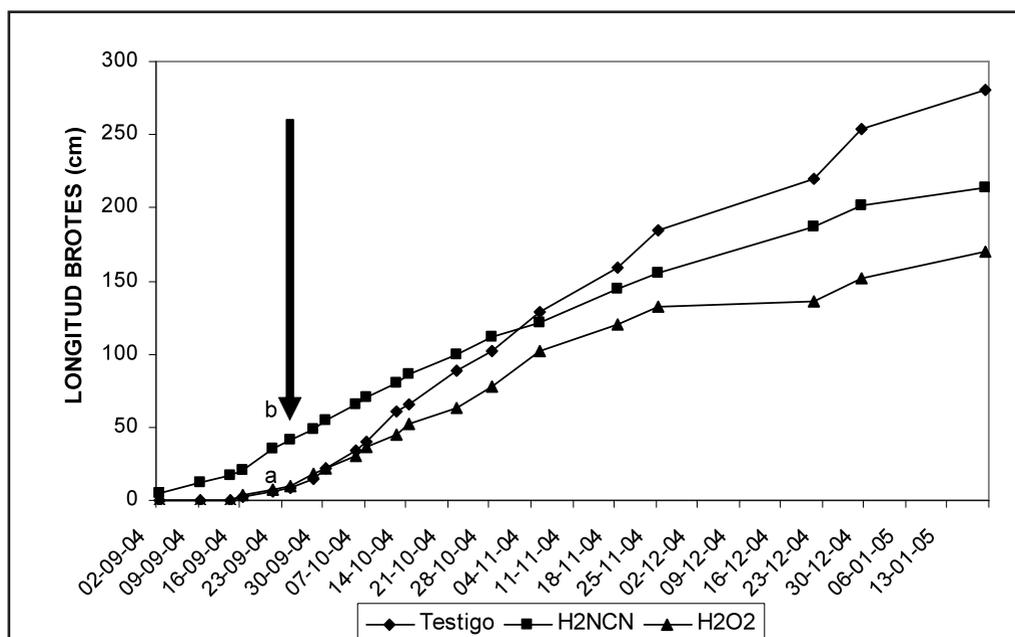


FIGURA 4. Crecimiento de brotes en vid de los diferentes tratamientos aplicados en condiciones de la Pampa del Tamarugal. Período septiembre 2004 –enero 2005. Tukey ($p \leq 0,05$).

FIGURE 4. Growth of bud in vine of the different treatments applied under northern Chilean desert conditions. Period September 2004 –January 2005. Tukey ($p \leq 0,05$).

Inicio de cosecha: Hubo diferencias significativas para el inicio de cosecha entre los tratamientos, siendo significativamente diferente aquel con H_2NCN , el cual permitió comenzar la cosecha 13 días antes que el tratamiento testigo, no presentando este último diferencias significativas con

respecto al tratamiento con H_2O_2 . Lo anterior evidencia el efecto positivo de la cianamida hidrogenada en estas condiciones en promover también un adelanto en la cosecha. Con respecto al tratamiento con H_2O_2 no existen diferencias en relación al testigo.

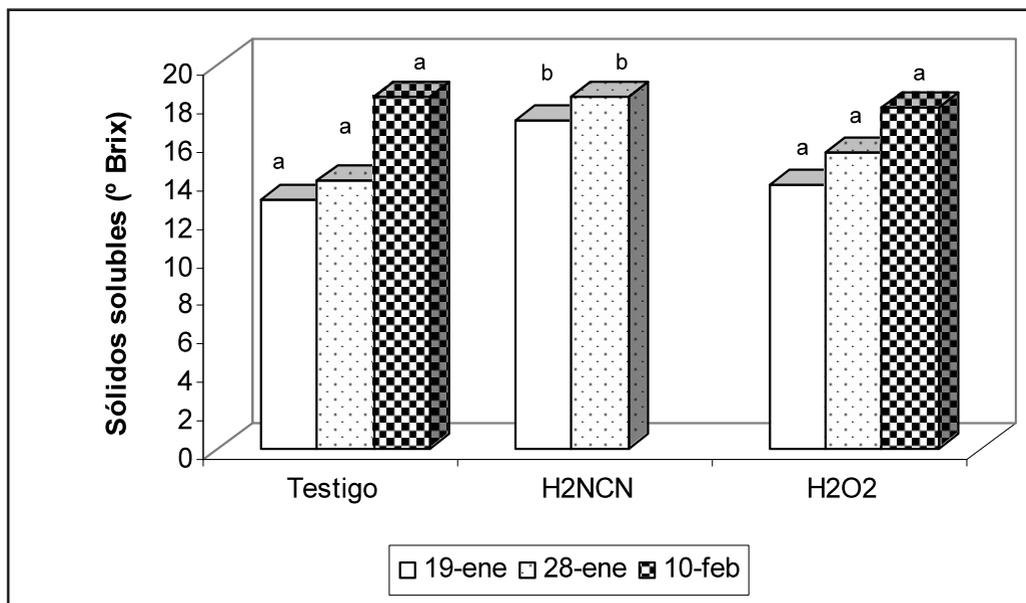


FIGURA 5. Fecha de inicio de cosecha en vid para los diferentes tratamientos aplicados en condiciones de la Pampa del Tamarugal. Tukey ($p \leq 0,05$).

FIGURE 5. Harvest start date in vine for the different treatments under northern Chilean desert conditions. Tukey ($p \leq 0,05$).

DISCUSIÓN

En las condiciones de la Pampa del Tamarugal, región de Tarapacá, la aplicación de cianamida hidrogenada en la dosis de 2,5% de producto comercial, produjo un adelanto en el inicio de la brotación con respecto al testigo, resultado muy similar a lo observado por Ugalde (2006) en la localidad de Paihuano en la Región de Coquimbo y en valle de Elqui (Pérez y Lira, 2005). Lo anterior indicaría que bajo estas condiciones, la aplicación de cianamida es efectiva aún con la gran fluctuación diaria de temperatura que se presenta durante el período invernal, cumpliendo posiblemente las bajas temperaturas nocturnas un rol fundamental en la efectividad del frío en las yemas, que les permite responder a la aplicación de productos exógenos. Por otro lado, estos resultados indicaron que la cianamida hidrogenada debe aplicarse con una anticipación de dos meses en rela-

ción a la brotación normal esperada para la zona. Además este producto concentró la brotación, confirmando su efectividad (Potjanapimon *et al.*, 2007), lo cual constituye un factor primordial a considerar desde el punto de vista de manejo cultural. También es importante destacar que el adelanto en la brotación ocasionado por la cianamida asimismo se tradujo en un adelanto de la cosecha con respecto al testigo, situación relevante si se piensa en obtener un producto fuera de época, sumado a la alta acumulación de días grado que presenta la zona. Con respecto a la aplicación de H_2O_2 , bajo las condiciones de la presente investigación no representó una alternativa para estimular la brotación, sin embargo, es primordial enfatizar que se utilizó una sola dosis y época y tal como lo señalan Kuroda *et al.*, (2005), el efecto es dependiente tanto de la dosis como de la época de aplicación. Estos autores encontraron que la dosis efectiva en yemas de peral asiático

(*Pyrus pyrifolia Nakai*) fue de 2,5% para una aplicación tardía y de un 10% para una aplicación temprana. Por otro lado Ugalde (2006) obtuvo un efecto parcial en la vid en el adelanto de la brotación, al trabajar con una dosis de 1% de H₂O₂ y Potjanapimon *et al.*, (2007) no obtuvo efecto con una concentración de 10% en la misma especie. Lo anterior demuestra la necesidad de probar otras dosis y épocas para estas condiciones de manera de aprovechar no sólo las características del producto como estimulador de la brotación, sino también por la inocuidad para el ser humano.

LITERATURA CITADA

- BILLINGHURST, G. 1893. La irrigación en Tarapacá. Imprenta Ercilla, Santiago. 196 p.
- KURODA, H., SUGIERA, T. AND SUGIERA, H. 2005. Effect of hydrogen peroxide on breaking endodormancy in flower Japanese pear (*Pyrus pyrifolia Nakai*). J.Japan Soc. Hort. Sci. 74(3):255 -257.
- EREZ, A., COUVILLON, G.A. AND HENDERSHOTT, C. H. 1979. Quantitative chilling enhancement and negation in peach buds by high temperatures in a daily cycle. J. Amer. Soc. Hort. Sci.104:536:540.
- EREZ, A. 1995. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. Acta Hort. 395:81-95.
- LABUSCHAGNÉ, I. LOUW, B. SCHMIDT, K. AND SADIE, A. 2002. Genotypic variation in prolonged dormancy symptoms in apple progenies. HortScience 37(1):157-163.
- LANINO, M. 2004. Antecedentes climáticos de la Estación Experimental Canchones. Revista de Agricultura del Desierto 3:57-68.
- OR, E. VILOZNY, I., FENNELL, A., EYAL., AND OGRODOVITCH, A. 2002. Dormancy in grape buds: isolation and characterization of catalase cDNA and analysis of its expression following chemical induction of bud dormancy release. Plant Sci. 162: 121-130.
- PÉREZ, F. AND LIRA, W. 2005. Possible role of catalase in post-dormancy bud break in grapevines. J. of Plant Physiology 162:301 -308.
- PÉREZ, F., RUBIO, S. AND ORMEÑO, J. 2007. Is erratic bud-break in grapevines grown in warm winter areas related to disturbances in mitochondrial respiratory capacity and oxidative metabolism. Functional Plant Biology 34:624-632.
- PÉREZ, F., VERGARA, R. AND RUBIO, S. 2008. H₂O₂ is involved in the dormancy-breaking effect of hydrogen cyanamide in grapevine buds. Plant Growth Regul. 55:149-155.
- POTJANAPIMON, C., FUKUDA, F. AND KUBOTA, N. 2007. Effect of various chemicals and their concentrations on breaking bud dormancy in grapevines. Scientific Reports of Faculty of Agriculture, Okayama University 96:19-24.
- RICHARDSON, E. SEELEY, S. AND WALKER, D. 1974. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. HortScience 9: 331-332.
- SÁNCHEZ, L. 1989. Uso de dormex en frutales y vides en Chile. Reportes Agrícolas BASF 4:18-19.
- SUBHADRABANDHU, S. 1995. Problems in growing deciduous fruits in warm tropics. Acta Hort. 285:69-80.
- UGALDE, H. 2006. Efectos del peróxido de hidrógeno en la ruptura del letargo invernal en yemas de vid (*Vitis vinifera* L.)

cv. Sultanina. Tesis Magíster en Ciencias Agropecuarias, mención Producción frutícola. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago, Chile. 84 p.

WANG, S., JIAO, H. AND FAUST, M. 1991. Changes in metabolic enzyme activities during thidiazuron-induced lateral bud-break of apple. HortScience 26:171-173.

WESTWOOD, 1982. Fruticultura de zonas templadas. Mundi-Prensa, Madrid. 461 p.

ZHI-YOU, Y., XIAN-LI, L., LINNG-HAO, L., XING-GUO, H. AND TIAN-LI, Y. 2003. Effects of temperature and several chemicals on metabolic changes during dormancy release in NJ72 nectarine. Agricultural Sci. in China 2(5):549-555.

LA PRODUCTIVIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO - SILVÍCOLA EN CHILE

Chilean agriculture sector productivity

RAMÓN VALDERAS

Departamento de Economía Agraria, Facultad de Ciencias Agronómicas, U. de Chile
Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago, Chile; Cas. 1004
E-mail: rvaldera@uchile.cl

RESUMEN

El propósito de la investigación es introducir la evaluación de la tierra agrícola como parte del stock de capital de las explotaciones agrícolas y buscar una medida de productividad del sector agropecuario silvícola. Se parte de la premisa que el stock de capital agropecuario silvícola se compone de la evaluación de la tierra agrícola más el stock de capital informado por el Banco Central de Chile. El cálculo del stock de capital suelo se efectúa agregando la información básica a niveles regionales, contemplando ocho clases de suelos con destino preferentemente agrícola y ocho clases de suelos con destino preferente forestal, utilizando la base de datos del Servicio de Impuestos Internos. Se analizó la base de datos de la serie agrícola del país, examinando su cobertura y los fundamentos de las estimaciones de valor. Con el análisis efectuado se llega a la conclusión que la evaluación hecha por Impuestos Internos tiene una cobertura amplia; los datos son independientes del stock de capital informado por el Banco Central y la metodología utilizada valida los resultados que se extraen de ella. El stock de capital sectorial concordante con los flujos económicos (Formación Bruta de Capital Fijo y Valor Agregado) es tomado de la serie de Cuentas Nacionales, publicadas anualmente por el Banco Central. A partir de ahí se construye un indicador de la productividad sectorial con la información específica del sector que completa las mediciones deducidas del tratamiento global del stock de capital nacional. La productividad se

estima, dividiendo el Excedente Bruto de las explotaciones a nivel de sector, (incluido en la estimación del Valor Agregado sectorial) por el stock de capital del sector obtenido por la investigación. Se prueba que la incorporación del valor de la tierra agrícola opera un cambio en la magnitud del stock de capital del sector agropecuario silvícola. Se confirma en el caso chileno la conveniencia de mantener sistemas de información directa para los stocks de capital. El cálculo del rendimiento del stock de capital del sector agropecuario-silvícola, mejorable en su base de datos, puede prestar un servicio al dimensionamiento real del sector y al desagregar la información explorar los rubros o subsectores que merecen mayor atención de los actores económicos e institucionales.

PALABRAS CLAVE: Stock de capital agropecuario-silvícola, Productividad, Valor Agregado, Excedente Bruto de las explotaciones.

ABSTRACT

The attempt of this research is to introduce the agricultural soil valuation as a part of the agriculture capital stock and to look for an agriculture productivity measurement. The starting premise is that the agriculture Capital stock is divided by two components: agriculture soil valuation and the Capital Stock reported by the Chilean Central Bank. The soil capital stock or agriculture soil valuation is performed by gathering the basic data, starting with eight soil classes for agriculture prefera-

ble destination and eight soil classes for preferable forestry destination into the regional level, making use of the Servicio de Impuestos Internos database. A review of this data base was done for research coverage and data extraction methodology. An extensive coverage, a convergence methodology and original data sources, without dependence from those data obtained by the Chile Central Bank were verified. The traditional Capital Stock is obtained from those published yearly by the Central Bank. This part of de agricultural Capital Stock is connected with the other macroeconomic variables reported by the National Accounts System. Productivity is estimated from national gross farms surplus divided by the agriculture capital stock calculated by this research. Including the agriculture soil value, it results in a magnitude change of the sector productivity. Chilean case supports the convenience to employ the direct information sources. The capital stock yield, namely productivity, can provide a good service to valuate the real agriculture size, and the examination data can aid to focalize, either local or subsectorial, the economic actors for productivity improvement.

KEY WORDS: Agriculture productivity, Agriculture Soil Valuation, Capital Stock

INTRODUCCIÓN

La importancia de la medición del resultado económico de las actividades, como base para comparar la eficiencia del uso de los recursos disponibles, es evidente. A nivel global nacional es habitual medir la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) como indicador de los resultados de la actividad económica nacional. Sin embargo, la utilización del stock de capital para medir lo que se llama el rendimiento sobre la Inversión o capital disponible es menos frecuente (Pérez J., 2003).

El cálculo del acervo, como stock de capital disponible, nacional o sectorial, se hace necesario tanto para prever los resultados potenciales como para dimensionar el rendimiento, la eficiencia de uso de este y valorar su agotamiento o disponibilidad, considerando, además, que el déficit de oferta tiene consecuencias en la generación de cuellos de botella, inflación y otras brechas o rezagos, (Fuentes *et al.*, 2007).

Existen estimaciones anuales de las macrovariables nacionales a nivel global, utilizando preferentemente una medición de flujos, como el Valor Agregado (VA) y la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), (Banco Central de Chile, 2007). Esta información proviene de diferentes fuentes estadísticas, procesadas por el Banco Central dentro del Sistema de Cuentas Nacionales (Banco Central de Chile, 2003). La asignación a los distintos sectores de la economía para el FBCF se efectúa tradicionalmente a partir de los denominados productos y mediante la distribución de los productos en las actividades económicas, compatibilizadas mediante una consolidación entre las variables económicas en juego (Henríquez, 2008a). Recientemente se ha corregido la asignación de las actividades - con mayor información desagregada -, consolidando la economía en veintiséis sectores (Henríquez, 2008b). Esto último ha permitido disponer de una interesante corrección de la FBCF, incluyendo los años 2003, 2004 y 2005. Estudios anteriores (Valderas, 2006; Valderas, 2007; Valderas, 2008), han previsto que, para el sector agropecuario silvícola que es una fracción minoritaria del PIB y del FBCF, resultaba necesario una base propia de estimación del stock de capital. Existiendo una desagregación incompleta para el stock de capital, la FBCF sectorial se ha corregido en los últimos años (Henríquez, C., 2008 b), pero falta una incorporación al stock del sector una fuente de datos más directa que la actual. Esto está en consonancia con la opinión de Seruzier sobre la conveniencia

de utilizar las metodologías de cada sector (Seruzier, 2001). Efectivamente el stock de capital, por ejemplo, incluía el valor de la tierra agrícola en estimaciones de Haindl (Haindl y Fuentes, 1986) y de Gutiérrez (Gutiérrez, 1987). Posteriormente (Pérez, 2003) asignó un papel importante a métodos directos de cálculo del stock, destacando algunos países como Corea (Statistic Korea, 1997), Holanda (OECD, 2002), Canadá (Statistic Canada, 2002) que emplean relevamientos directos de la información. Para el sector agropecuario-silvícola esta tendencia lleva a la inclusión del suelo. En Chile existe una base de datos de evaluación del suelo agrícola (SII, 2007) estimada desde datos directos. La base de datos posee una característica relevante, cual es que en la valoración se ha usado una metodología similar a la usada en España para la evaluación y tasación que se denomina el método de la convergencia a partir de varias fuentes de información independientes (Guadalajara, 1986).

Partiendo de la hipótesis que el suelo agrícola posee un valor significativo a tomarse en cuenta en el cálculo del valor del capital agropecuario silvícola y teniendo presente los antecedentes expuestos se aborda como objetivo:

Estimar la productividad económica del sector agropecuario-silvícola con la integración de fuentes directas de medición. Del objetivo general se desprenden dos objetivos específicos: Primer objetivo específico: Describir fuentes directas para la estimación del stock de capital sectorial e integración del stock de capital con fuentes tradicionales y directas. Segundo objetivo específico.- Definir y estimar la productividad económica sectorial

MATERIAL Y MÉTODOS.

Materiales:

Cuentas Nacionales de Chile y matrices Insumo producto del país.

Base de datos de Evaluación del suelo de

uso agrícola del Servicios de Impuestos Internos.

Biblioteca del Banco Central y Biblioteca de la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad de Chile.

Métodos

Se revisa las series publicadas por el Banco Central para el Stock de capital, enmarcados por una compatibilización de flujos y, también se revisa la concepción de la base de datos del SII para avaluar la tierra agrícola, con la autorización del Servicio de Impuestos Internos para utilizar la información, guardando el secreto estadístico. Para efectuar el cálculo del stock agropecuario-silvícola se aplica la siguiente ecuación:

$$SCA_k = SCF_k + SSA_k \quad (1)$$

SCA_k = Stock de Capital Agropecuario-silvícola en el año k

SCF_k = Stock de capital, calculado por el Banco Central utilizando método de flujos para el año k

SSA_k = Stock de serie de Suelo Agrícola al año k

El valor de SSA_k se obtiene de la ecuación siguiente:

$$SSA_k = \sum \sum (DPA_k)_{ij} + \sum \sum (DPF_k)_{ij} + \sum \sum (DPAS_k)_{ij} + \sum \sum (DPFS_k)_{ij} \quad (2)$$

DPA_k Valor de los suelos con destino principal Agrícola de riego en el año k

DPF_k Valor de los suelo con destino Principal Forestal de riego, en el año k

$DPAS_k$ Valor de los suelos con destino Principal Agrícola de secano, en el año k

$DPFS_k$ Valor de los suelos con destino

principal Forestal de secano en el año k

Región $i = (1, \dots, 15)$

Tipos de suelo $j = (1, \dots, 8)$

$$SCA_k = SCF_k + \sum \sum (DPA_k)_{ij} + \sum \sum (DPF_k)_{ij} + \sum \sum (DPAS_k)_{ij} + \sum \sum (DPFS_k)_{ij} \quad (3)$$

Las ecuaciones (2) y (3) son la aplicación de una agregación a nivel regional que permite verificar la relación precio del suelo según tipos de suelo para destino principal Agrícola de riego, destino principal Agrícola de secano, destino principal Forestal de riego y destino principal Forestal de secano. El año k elegido es el año 2007, que es el año de la valoración efectuada por el Servicio de Impuestos Internos.

Se analiza el Valor Agregado (VA) del sector agropecuario-silvícola y se separa o desglosa la partida correspondiente al Excedente de las Explotaciones prediales (EEP), utilizando los Anuarios de las Cuentas Nacionales de Chile (Banco Central, 2007).

El año definido para el cálculo de la productividad es el 2005; esto se hace llevando el SCA_k a valores de 2005 y tomando el EEP_{2005} según lo informado por el Banco Central dentro del Valor agregado (VA) en la serie cuyo año base de compilación es el 2003.

La productividad del sector se calcula aplicando la fórmula (4).

$$\text{Productividad del sector} = EEP_{2005} / SCA_{2005} \quad (4)$$

RESULTADOS

El valor de la tierra es un capital básico que dispone el propietario agropecuario y forestal para realizar su actividad y desde el punto de vista del uso de este bien y de la potencialidad de uso, su avalúo es un indicador económico que no puede ignorarse a la hora de valorar los aportes del sector al crecimiento económico de la nación. La evaluación nacional de la serie agrícola abarca las quince regiones del país, y los datos son agregados desde una base comunal de predios. Cada predio tiene un rol específico, no correspondiendo al número de explotaciones asociados a un propietario. Los predios están clasificados en dos grandes categorías: aquellos con destino principal agrícola y aquellos con destino principal forestal. Ambas categorías se subdividen según la calidad del suelo en ocho de secano y cuatro de riego, excepto la duodécima región que tiene una clasificación específica de suelos. En la tabla 1 se detalla regionalmente el número de predios y las superficies correspondientes a nivel regional actualizado a Junio de 2007 (SII, 2007). En la tabla 2 se informa sobre la cantidad total de predios que alcanza a 1.079.832, cubriendo una superficie aproximada de 511.459 KM² lo que equivale al 67 % del territorio nacional continental. La superficie abarcada cubre perfectamente el suelo agrícola nacional, teniendo en cuenta que excluye, sólo lagos, campos de hielo, desierto, montañas con nieves eternas, reservas a cargo de CONAF y las áreas urbanas. Los valores de la tierra se recogen con la indicación de su valor por hectárea según la clasificación de suelos anteriormente detallada.

TABLA 1. Número de predios y superficie de suelo agrícola por Regiones en Chile.
 TABLE 1. Farms numbers and areas of main agriculture soil destination in Chile Regions.

Regiones*	Destino principal agrícola		Destino principal Forestal	
	N ° predios	Superficie km ²	N ° Predios	Superficie Km ²
XV	9651	5510	-	-
I	9005	8990	-	-
II	5254	9867	4	766
III	9256	42221	8	0.7
IV	41720	37057	18	764
V	61224	17169	168	306
R.M.	56197	14489	98	172
VI	81309	14339	781	1486
VII	156821	24860	3955	4837
VIII	230593	26235	7626	12331
IX	195455	26193	5517	5585
XIV	47667	11173	3734	6323
X	129416	39709	3603	9003
XI	17230	41951	524	32437
XII	2716	117622	2	55
TOTAL	1053514	437390	26318	74069

Fuente: Elaborado por el autor en base información SII, 2007. *Listado de Regiones según latitud geográfica

A fin de verificar si aparece alguna anomalía dentro del conjunto de resultados de la evaluación, se examinaron los comportamientos regionales de los avalúos según las clases principales de suelo agrícola. Estos

aparecen calculados en promedio por regiones al mes de Junio de 2007 (SII, 2007) y graficados en las Figura 1, Figura 2, Figura 3 y Figura 4 para los suelos de riego clase 1, clase 2, clase 3 y clase 4, respectivamente.

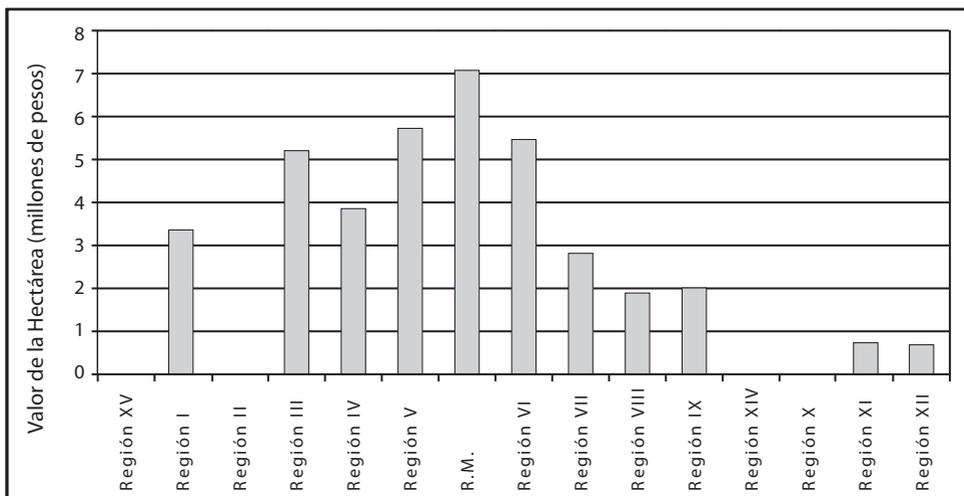


FIGURA 1: **Avalúo del suelo de riego Clase 1 por promedios regionales.**
 FIGURE 1: **Regional Soil Average Value. Irrigation Class 1.**

Fuente: Elaborado por el autor con información de Impuestos Internos, SII, 2007.
 Source: The author from Impuestos Internos de Chile data, SII, 2007.

Del examen de las figuras anteriores se desprende que generalmente los avalúos son superiores en la Región Metropolitana y descienden hacia el Sur del país. Hacia el Norte se aprecia una situación distinta, ya que en las regiones del Norte hay una valoración en algunos casos superior a la de

la Región Metropolitana, pero esto se explica por la escasez de suelo en esas latitudes. También, se aprecia que los suelos de regadío clase 4 se acercan a los valores de la clase primera o segunda en las respectivas regiones debido a la escasez de suelos clase uno y dos de riego.

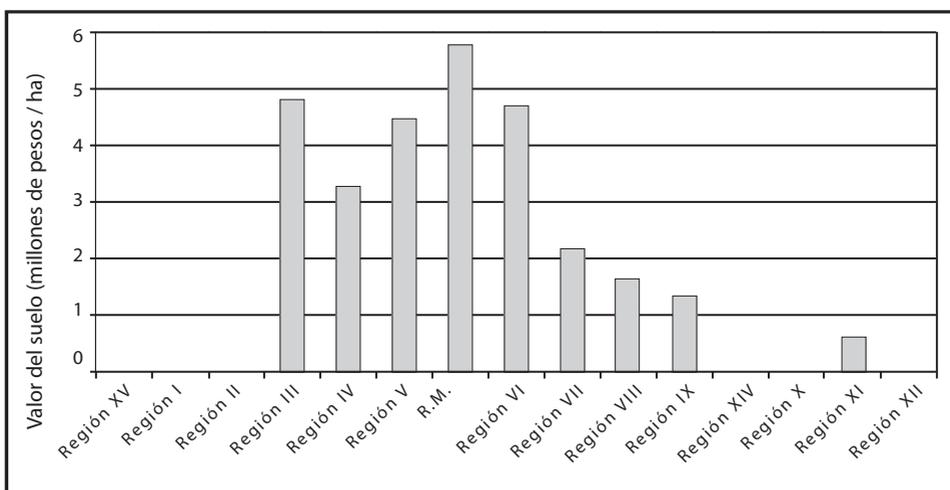


FIGURA 2. **Avalúo del suelo de Riego clase dos, por promedios regionales***
 FIGURE 2. **Regional Average Value. Irrigation Class Two**

Fuente: Elaborado por el autor con información de Impuestos Internos, SII, 2007.
 Source: Author from Impuestos Internos de Chile data, SII, 2007

El resultado del avalúo de las propiedades de la serie agrícola del país SCA k es de 10989 miles de millones de pesos a Junio de 2007, ver tabla 2., donde aparecen tabu-

lados juntos los destinos agrícola DPAk + DPASK y, las destinaciones principalmente forestales (DPFk + DPFSk).

TABLA 2. Avalúo Total de la Serie agrícola de suelos de Chile

TABLE 2. Total Valuation of Chilean soil Agriculture Serie*

Destino Principal	Nº predios	Superficie (Km ²)	Avalúo (Miles de Millones de \$)
Agrícola	1053514	437390	64086,31
Forestal	26318	74069	667,27
Total	1079832	511459	7153,58

Fuente: Elaboración del autor con información del Servicio de Impuestos Internos de Chile, al 1º de Junio de 2007 *Serie agrícola de los suelos de Chile se divide en Destino Principal Agrícola y Destino Principal Forestal.

Esta cifra es ligeramente superior en un 254 % a la última estimación del Stock de

Capital Fijo (SCF k) hecha por el Banco Central de Chile.

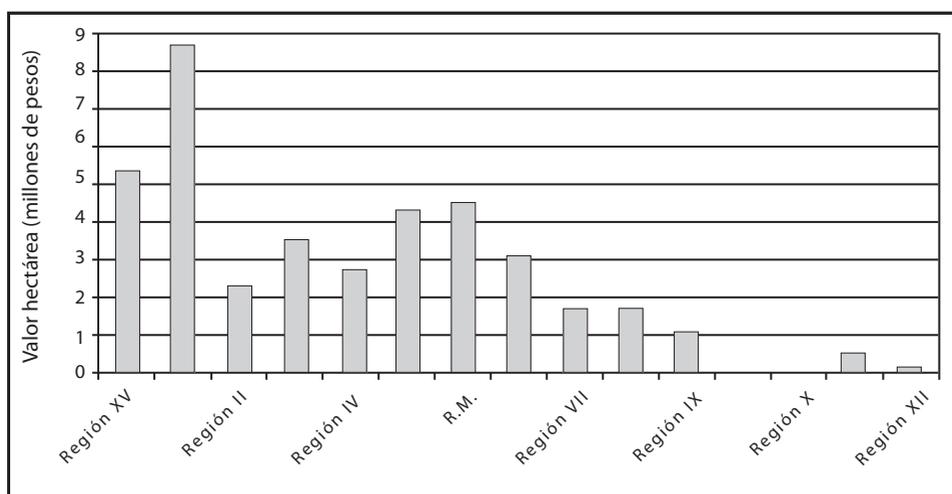


FIGURA 3. Avalúo del suelo de riego clase tres por promedios regionales*

FIGURE 3. Regional average Value. Irrigation Class three.

Fuente: Elaborado por el autor con información de Impuestos Internos, SII, 2007.

Source: Author from Impuestos Internos de Chile data, SII, 2007. *Regiones según latitud geográfica

Esta cifra podrá ser cotejada en el próximo futuro con el Censo Agropecuario 2007 cuyos resultados están siendo publicados. El

resultado se obtiene, aplicando la fórmula (1) a partir de lo siguiente:

SCAk = 4318 + 6671 = 10989 miles de millones de \$ de 2005

SCAk = SCFk + DPAk + DPASk + DPFk + DPFSk (5)

SSAk = DPAk + DPASk + DPFk + DPFSk = 6671 miles de millones de \$ 2005 (6)

SCF k = 4318 miles de millones de \$ de 2005

SCAk = 4318 + 6671 = 10989 miles de millones de \$ de 2005

La ecuación (5) es la misma ecuación (3) con notación compacta y la (6) es la ecuación compacta de (2)

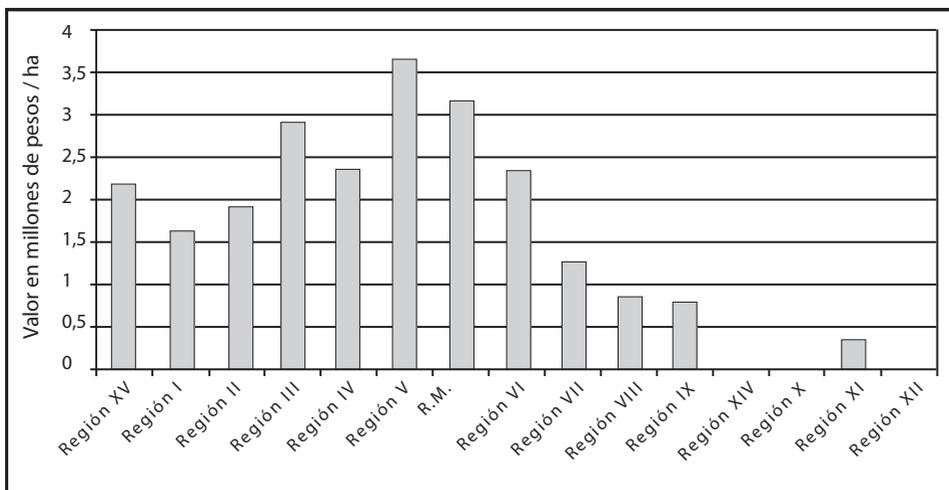


FIGURA 4. Avalúo suelo de riego clase cuatro por promedios regionales*
 FIGURE 4. Regional Average Value. Irrigation class Three

Fuente: Elaborado por el autor con información de Servicios Internos, SII, 2007.
 Source: Author with Impuestos Internos de Chile data, SII, 2007. *Regiones según latitud geográfica"

En el tabla 3 se incluyen los últimos valores publicados del Valor agregado sectorial, compuesto por tres elementos: las Remuneraciones, el Excedente de explota-

ción Bruto e Impuestos Netos de subvenciones, (Banco Central, 2005), (Banco Central, 2006),(Banco Central, 2007b), (Banco Central, 2008).

TABLA 3. Valor Agregado, Remuneraciones, Excedente de las explotaciones e impuestos netos de subvenciones del sector agropecuario silvícola desde los años 2003 a 2006 en miles de millones de pesos.
 TABLE 3. Agriculture sector Added Value, Salaries, Tax and Farms surplus (Thousand million Chilean pesos)

	2003	2004	2005	2006
Valor Agregado	2.469.808	2.521.853	2.775.772	2.924.035
Remuneraciones	916.214	978.955	1.054.967	1.173.966
Impuesto Neto de subvenciones	57.367	62.120	65.664	71.294
Excedente de Explotaciones	1.496.287	1.480.778	1.655.141	1.678.775

Fuente: Autor con información del Banco Central de Chile, 2007.
 Source: Author from Banco Central de Chile data, 2007.

El excedente de Explotación en los cuatro años considerados tiene un promedio de porcentaje respecto al VA de 59,14 y $\sigma = 1,33$; los valores de participación del excedente de explotaciones no varía fuera de esos límites en el período, por lo tanto, la opción del año de 2005 no afecta importantemente el resultado. La productividad del sector, calculada en los términos explicados por la Introducción, asciende a 0,15. Expresado en porcentaje se puede decir que hay un retorno anual de un 15% sobre el stock de capital. La relación entre el Excedente de explotación y el valor del Stock de capital se calcula de acuerdo a la ecuación 4.

DISCUSIÓN

En este estudio la productividad del sector es la relación entre el excedente bruto generado por las explotaciones y el acervo de capital disponible, excluido tácitamente el capital de trabajo. Se excluyó del Valor Agregado sectorial la fracción correspondiente a la mano de obra, debido a que no existen estimaciones directas de los salarios agrícola (INE, 2008); esto impide hacer una estimación del insumo mano de obra (Valderas R. *et al.*, 2007b; Valderas R., 2008a; y Valderas R., 2008b), ya que no hay información suficiente para el cálculo directo. No se entró a incorporar otros insumos productivos y, no se especuló con el óptimo uso de los recursos, salvo en lo que se refiere al tipo de suelo. La tributación por el suelo, clasificado según su capacidad de uso por el Servicio de Impuestos Internos, está relacionada con la rentabilidad teórica la tributación, tomando en cuenta la tecnología apropiada en uso. El resto de los factores que inciden en la valoración del suelo se consideran incluidos ya sea en los métodos utilizados justamente para la valoración, los que regionalmente fueron sometidos a análisis, buscando una convergencia entre los valores deducidos por arrendamiento, compraventas, infor-

mación de tasadores, notarías, diarios de circulación local y regional y otros. A partir de los resultados obtenidos conviene discutir algunas consideraciones.

La primera: el stock de capital suelo es un valor en un punto del tiempo de un recurso que para la escala de la vida humana tiene características permanentes. El valor asignado no depende del consumo del capital sino más bien de variables provenientes de su uso o de las necesidades que cubre y de su escasez. En consecuencia, la regla para definir su valor no reside exactamente en un balance de formación y depreciación de capital fijo. Más bien, es el tema de la escasez y la abundancia, en zonas específicas lo que determina su valor. En el largo plazo la mayor necesidad de tierra por aumento de población y la urbanización son factores para acrecentar su valor. La avaluación disponible para efectos de tributación y, también los agregados y subagregados que apoyan la contabilidad nacional son conjuntos estadísticos y no conjuntos teóricos. Esto está en la línea sostenida ya por François Perroux que en los sesenta del siglo XX afirmaba la característica empírica de las cuentas nacionales las que, por lo tanto, representan tan sólo pseudo equilibrios macroeconómicos (Perroux F., 1965). La exclusión del suelo agrícola en el cálculo del stock de capital se debe principalmente a la dificultad para obtener información detallada directa y, también, en parte, porque el precio de la tierra puede no revelar su importancia ya que si se la trata como lo que se llama "the tragedy of commons", adoptándose un precio muy bajo para este recurso natural, genera un uso desbalanceado que puede destruirlo en el largo plazo (Nijkamp P., 1980). Según eso es positivo preocuparse del valor del suelo a nivel global nacional.

En parte, el rescate de la importancia del trabajo humano que viene aún desde los escritos de Adam Smith ha influido en no conectar con mayor prioridad el valor del suelo. Este economista sostiene que el valor se asigna a los bienes producidos por el

hombre ya sea destinado los bienes al consumo o a ser utilizados en períodos prolongados (Smith A., 1952). El Banco Central conciente del déficit de información desde la elaboración de la base 2003 de las Cuentas Nacionales ha ido preparando estudios e informes relativos al tema del stock de capital a nivel global y con énfasis en algunos sectores (Pérez J., 2003), (Henríquez C., 2008).

Desde otro ángulo, el sistema de Cuentas Nacionales (SCN) basa el tratamiento de la información en el modelo estático de Leontief (Dorfman R. *et al*, 1964), (Leontief W., 1936), (Leontief W., 1951) que trabaja fundamentalmente con informaciones anuales de flujos de las variables macroeconómicas, aditivas y lineales. El tema del capital se resuelve, entonces, desde el punto de vista de la acumulación y balance de capital fijo, a través de inversiones que se deprecian y se incorporan anualmente, a partir de una base histórica, (Harberger A., 1978a), (Harberger A. y M. Selowsky, 1969). Todavía en Chile se aplica el estudio de Harberger, realizado principalmente para Colombia (Harberger A., 1978b) en el que se usó razones entre capital y PIB de Estados Unidos para emplearlo análogamente con la situación de Colombia.

La base de datos del sistema de Cuentas Nacionales que es un conjunto estadístico, no informa sobre productos homogéneos y, en rigor no son aditivos. Por lo tanto se construyen igualdades entre ofertas y demandas, ahorro y la inversión, que son pseudo equilibrios macroeconómicos que no se vinculan a equilibrios microeconómicos de optimización de la estática clásica. Entonces su destino es llegar a una formulación de máximos prácticos en un campo de posibles que se distancia de la maximización teórica del teorema de la igualdad de productividades marginales. Retrotrayéndose al trabajo de Haindl (Haindl E., y R. Fuentes, 1986) la fórmula aplicada para la productividad sectorial, recoge el método por el cual el stock de capital del sector tiene dos componentes que

son aditivos.

a) el stock de capital por infraestructura y equipamiento, masa ganadera, plantaciones frutales y forestales, construcciones prediales.

b) el valor del suelo que en Chile está relacionado con la capacidad de uso

En el caso a) el cálculo se asimila a la convención de la OECD (OECD, 2001) que señala que el stock de capitales se compone "de los activos producidos utilizados por parte de establecimientos y unidades institucionales". Esta aplicación deja afuera los recursos naturales y desde luego al suelo agrícola. De esta manera, se puede ratificar que tanto el componente a) como el componente b) del stock de capital chileno calculado en esta investigación no comparten bienes comunes lo que permite adicionar sus respectivas cantidades sin efectuar doble imputación al interior de cada componente.

También se puede reconocer una independencia de las fuentes de cada componente ya que el componente a) tiene una buena correspondencia, dentro de las limitaciones de los datos originales) con la clasificación de actividades y productos presentes en la Matriz Insumo Producto y la serie de cuentas nacionales publicadas en 2003 (Banco Central, 2003)

La evaluación del suelo agrícola, proviene de mediciones directas o específicas para las clases de suelos. La clasificación de los suelos de Chile proviene de un intensivo levantamiento llevado a cabo en la segunda mitad del siglo XX, por expertos, con respaldo cartográfico y aerofotogramétrico, mediante un acuerdo de la Corporación de Fomento a la Producción con la Organización de Estados Americanos (OEA). La información se mantiene en CIREN y el SII.

Volcándose a la experiencia internacional, la experiencia de mediciones directas sobre la tierra está siendo implementada por varios países en el mundo, aunque aún no es una práctica generalizada. Entre estas se menciona la experiencia de Holanda, que

realiza levantamientos desde 1986 (OECD, 1992). Lo más relevante de la experiencia es la Observación Directa del Capital, lo que en consecuencia se aplica para la agricultura. En el caso del Canadá se elaboran hojas de balance nacional y sectorial a base de encuestas nacionales anuales (Statistic Canada, 2002).

Respecto al componente evaluación del suelo, examinado el proceso de preparación y recolección de la información y considerando la amplia cobertura nacional mostrada anteriormente tiene una consistencia comprobada. Se reconoce que actualmente se tiene algunas limitaciones en la estimación de la capacidad de suelos a los que se les ha abierto una ampliación de su capacidad de uso. Por ejemplo se cita paltos en pendientes y la evolución del valor por cercanía a núcleos urbanos.

En definitiva, la introducción de la evaluación del suelo agrícola concuerda con el creciente movimiento de incorporar este parámetro, mediante mediciones directas lo que apoya la hipótesis inicial que el valor del suelo agrícola cambia la magnitud del stock de capital agropecuario silvícola. Esta aplicación, también, aparece concordante con los avances obtenidos por el Departamento de Cuentas Nacionales para estimar la Formación Bruta de Capital Fijo, los que se han integrado al sistema de Cuentas Nacionales chileno.

El disponer de una medida de la productividad del sector con información directa, es beneficioso para la agricultura del país. De todas maneras es evidente que al hacer un recorrido hacia la desagregación de los rubros y subsectores se podrá estimar donde están las mejores oportunidades y donde los actores económicos deberán seleccionar medidas ya sea para su expansión o sobrevivencia.

Hay un punto importante y es que se puede postular sin demasiados riesgos de equivocarse que, la conservación y el dominio de esta fuente de riqueza por el país, adquirirá paulatinamente mayor importancia porque la tierra de uso agrope-

cuario es limitada en Chile y el crecimiento de la población más el mercado externo solicitarán un uso cada vez más profesionalizado y técnico de ella. La revalorización de la tierra seguramente traerá como consecuencia la revalorización de recursos asociados a ella.

CONCLUSIONES

La inclusión del valor de la tierra agrícola opera un cambio de magnitud en el stock de capital del sector agropecuario silvícola. Se confirma la conveniencia de mantener sistemas de información directa para los stocks de capital. El cálculo sobre el rendimiento del stock de capital obtenido del excedente bruto de las explotaciones dividido por el stock de capital es una medida apropiada para estimar la productividad del capital agropecuario silvícola del país, entregando como resultado una rentabilidad razonable.

LITERATURA CITADA

BANCO CENTRAL DE CHILE, 2003, "Modelos macroeconómicos y proyecciones del Banco Central" p. 39-40.

BANCO CENTRAL DE CHILE, 2005, "Cuentas Nacionales de Chile, 1995-2005", Santiago Chile.

BANCO CENTRAL DE CHILE, 2006, "Cuentas Nacionales de Chile 2003-2005: compilación 2003", Santiago, Chile.

BANCO CENTRAL DE CHILE, 2007a, "Variables inobservables en Macroeconomía, 8 de Junio de 2007, Seminario del Banco Central

BANCO CENTRAL DE CHILE, 2007b, "Cuentas Nacionales, 2003-2006", Cuadros 1.1 a 1.28, Santiago, Chile.

BANCO CENTRAL DE CHILE, 2008, Anuario de Cuentas Nacionales 2003-2007, Santiago, Chile.

DORFMAN R., P. SAMUELSON Y R. SOLOW, 1964, "Programación lineal y análisis económico", 2º Ed., Aguilar S. A. de Ediciones, Madrid.

FUENTES R., F. GREDIG Y M. LARRAÍN, 2007, "The output gap and the growth ratio of potencial output", en Seminario del Banco Central, "Variables inobservables en Macroeconomía", 8 de Junio de 2007, Santiago, Chile.

GUADALAJARA N., 1986, Valoración Agraria, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.

GUTIÉRREZ M., 1987, "Ahorro interno y crecimiento económico", Cuadernos de Economía, volumen 24, N° 73, p. 331-357, Pontificia Universidad Católica.

HARBERGER A., 1978a, "Perspective on capital and technology in less-developed countries", University of Chicago, Documento de Trabajo. Chicago.

HARBERGER A., 1978b, "On estimating the rate of return to capital in Colombia in "Proyect Evaluation", . Chicago, University of Chicago Press, Chicago.

HARBERGER A. Y M. SELOWSKY, 1969, "Fuentes del crecimiento económico chileno, en cuadernos de Economía, N° 10, Universidad Católica de Chile,

HAINDL, E. Y R. FUENTES, 1986, "Estimación del stock de capital en Chile 1960-1984". Estudios de Economía, volumen 13, N° 1, p.p. 41-72, Universidad de Chile.

HENRÍQUEZ C., 2008a, "Stock de capital en Chile (1985-2005). Metodología y resultados". Serie de Estudios Económicos N° 63, Abril, 2008. Banco Central de Chile.

HENRÍQUEZ C., 2008b, "Inversión por actividad económica en Chile período 2004-2005", Estudios Económico Estadístico N° 64, Banco Central de Chile.

Instituto Nacional de Estadísticas, INE, 2008, "Ocupación por grupo ocupacional: Serie 1996 a la fecha", Santiago, Chile.

LEONTIEF W., 1936, "Quantitative input and output relations in the economic system of the United States", Review of Economics Statistics, 18: 105-125.

LEONTIEF W., 1951, "The estructure of American Economy: 1919-1939", Oxford University Press, New York.

ORGANISATION FOR ECONOMIC-COOPERATION AND DEVELOPMENT, (OECD), 2002, "Methods used by OECD Countries to measure stock of fixed capital", Statistic Directorate.

PÉREZ J., 2003, "Stock de capital de la economía chilena y su distribución sectorial", Documento de trabajo N° 233, Octubre 2003, Banco Central de Chile

PERROUX F., 1965, "Les techniques quantitatives de la planification", Presses Universitaires de France, Paris.

SERUZIER, M., 2001, "Informe de consultoría, revisión de los resultados de la matriz insumo-producto 1996" en Banco Central de Chile, 2001 "Matriz insumo-producto 1996 de la economía chilena", Banco Central, Santiago, Chile.

SMITH A., 1952, "An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations", Encyclopedia Britannica, Inc., The University of Chicago, Chicago.

SII, SERVICIO DE IMPUESTOS INTERNOS DE CHILE, 2007, "Información de predios de la serie agrícola a Departamento de Economía Agraria", Departamento de Evaluación SII, Junio 2007.

STATISTICS CANADA, 2002, "National balance sheet accounts". Income and expenditure Account division, Canada..

VALDERAS R., M. MEYER, R. MARCHANT, 2006, "Estudio preliminar de la relación entre el producto interno bruto del sector agropecuario-silvícola y las exportaciones del sector", XI Congreso de Economistas Agrarios, 29-30 de Octubre, Universidad de Talca, Chile.

VALDERAS R., 2007a, "Evolución de las exportaciones agrícolas y del aporte del sector agrario al producto nacional real del país", LVIII Congreso Agronómico de Chile, ARICA, Universidad de Tarapacá, 11-14 Septiembre de 2007.

VALDERAS R., 2007 b, "Función de producción para el sector agropecuario silvícola", XII Congreso de Economistas Agrarios, 20-22 de Noviembre, Universidad Mayor, Santiago, Chile.

VALDERAS R., 2008a, "La productividad del sector agropecuario silvícola" 59º Congreso Agronómico, Sociedad Agronómica de Chile, 7-10 de Octubre, La Serena.

VALDERAS R., 2008b, Estimación del producto agropecuario-silvícola nacional a partir de las remuneraciones, empleo y del stock de capital", II Congreso Regional de Economía Agraria, 5-7 de Noviembre, SUEA, AEA, AAEA, Montevideo Uruguay.

CARACTERIZACION DE LOS PRODUCTORES Y ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL CULTIVO DE MELÓN EN ZAPIGA, COMUNA DE HUARA, REGIÓN DE TARAPACÁ

Characterization of producers and economic technical analysis of melon crop in Zapiga, location Huara, Tarapacá Region

CHRISTEL OBERPAUR W.¹, ELSA ACIARES G.¹, GUILLERMO DÉLANO¹

Escuela de Agronomía, Universidad Santo Tomás, Ejército 146, Santiago
E-mail: coberpaur@santotomas.cl

RESUMEN

En los últimos 15 años, el sector de Zapiga, Comuna de Huara, se ha poblado de personas que hoy desarrollan actividad agrícola. Lo hacen en terrenos que pertenecen a Bienes Nacionales y a CONAF (Corporación Nacional Forestal) en calidad de arriendo o comodato. El agua que utilizan es extraída de pozos que han construido en los predios que ocupan. De las 50 hectáreas que hoy se cultivan, el melón es el más representativo. En este estudio se realizó una caracterización a los productores de melón y se desarrolló un análisis técnico económico del cultivo. En él se pudo determinar las características de los productores de melón y el nivel técnico y económico del cultivo en el sector Zapiga. El estudio se realizó a 19 pequeños agricultores productores de melón en el sector Zapiga. La información fue recolectada a través de encuestas, las cuales consideraron información básica sobre las explotaciones y aspectos cuantitativos de producción. Para obtener información sobre el actual manejo dado a las explotaciones, fue necesario sistematizar las encuestas utilizando las variables de resumen, media aritmética, moda, resumen porcentual y frecuencia porcentual. La superficie total ocupada con melones es de 22 ha, y utilizan semilla híbrida. En promedio un agricultor cultiva 1 ha, y los rendimientos oscilan entre 15 y 24 t ha⁻¹. Todos utilizan riego por goteo, aplican 25 t ha⁻¹ de materia orgánica. Todos los agricultores poseen movilización propia para trasladar sus productos al mercado. El Estado Chileno ha realizado una escasa inversión pública en el sector, en fa-

vor de las personas que allí habitan; quienes han debido enfrentar con esfuerzos propios no sólo los requerimientos ligados a lo productivo, sino que también a aspectos de urbanidad como son caminos de acceso, electrificación, alcantarillado, entre otros. El sector presenta ventajas de ubicación y acceso expedito respecto a otros centros productores de hortalizas.

PALABRAS CLAVE: Cucumis melo, pequeña agricultura, desierto de Atacama

ABSTRACT

In the last fifteen years, Zapiga's zone has been inhabited by people who today develop agricultural activity. They do it in areas that belong to National Goods and to CONAF (National Forest Corporation) as rental or commodity. The water they use is extracted from wells they have built in the lands they occupy. Of the fifty hectares that today are produced, the growing of melon is the most representative. In this study, melon producers were characterized and a technical economic analysis of the crop was done. The study included nineteen small melon producing farmers. The information was collected through surveys that considered basic information about exploitation and quantitative aspects of production. To obtain the information about the current management of exploitations, the data were systematized and summarized using the variables of summary, arithmetic mean, mode, and percentage of summary and percentage of frequency. The total cultivated

area with melon is of 22ha, and they use hybrid seeds. In average, a farmer grows 1ha, and the productions vary between 15 and 24 t ha⁻¹. All use a dripping irrigation system, and apply 25 t ha⁻¹ of organic matter. All farmers transport their own products to the market. The Chilean State has made scarce public investments in the rubric, in favor of the people that live there, who have faced with proper efforts not only the requirements tied to production, but also to aspects of urbanity, ways of accesses, electrification, sewer systems among others. The zone presents advantages of location and prompt access to the local market with regard to other producing centers of vegetables.

KEY WORDS: Cucumis melo, small farmers, Atacama Desert.

INTRODUCCIÓN

En la Pampa del Tamarugal se encuentran diversos factores que condicionan la actividad agropecuaria, tales como la existencia de suelos y aguas salinas, marcada diferencia de temperaturas entre el día y la noche y la dificultad para disponer del recurso hídrico. Lo anterior, no ha imposibilitado que en el sector de Zapiga se establecieran grupos humanos provenientes de diferentes lugares de la región tales como la ciudad de Arica, el valle de Azapa, el valle de Lluta, Camiña, Colchane, como así también de las quebradas de la comuna de Huara; todos ellos, con interés de realizar iniciativas productivas agropecuarias en este sector, manteniendo como principal mercado la ciudad de Iquique y Arica (Consultores en Gestión Pública, 2002). Estos pequeños productores se encuentran desarrollando actividad agrícola en terrenos que la Corporación Nacional Forestal (CONAF) ha entregado en comodato y arriendo, mientras que otros agricultores lo hacen en calidad de tomas en terrenos que corresponden a propiedad de Bienes Nacionales. Se abastecen de aguas subterráneas extraídas de pozos que

han construido en los predios que ocupan (Municipalidad de Huara, 2002a). La existencia de aguas subterráneas y los avances tecnológicos, tanto en la extracción como el uso del riego presurizado, han hecho posible que en este lugar, donde solo crecían tamarugos y algarrobos, hoy se cultive diversidad de hortalizas; algunas de carácter comercial, otras a escala experimental o sólo para autoconsumo (Municipalidad de Huara, 2002a).

Población

En el sector de Zapiga residen 34 habitantes, de los cuales 19 son hombres y 15 son mujeres (Municipalidad de Huara, 2007). La principal actividad que se desarrolla en el sector es la agricultura, con un total de 19 personas, siendo en su mayoría hombres. El 75% de los agricultores que residen en el sector son de origen Aymará (Municipalidad de Huara, 2005b). Referente al nivel educacional de los 34 habitantes de Zapiga, el 90% de la población tiene estudios básicos (1° a 8°), el 5% posee estudios entre 1° y 4° medio, mientras que el 5% restante es analfabeto (Municipalidad de Huara, 2005a).

En relación del nivel socioeconómico, el instrumento de Caracterización Social CAS, evalúa la carencia de recursos de las familias en el área vivienda, educación, familiar, social, núcleo familiar, salud, etc. El puntaje que califica a las familias como pobres, tienen una ponderación bajo los 500 puntos. De acuerdo a los datos obtenidos en la Municipalidad de Huara el 19% se encuentra en el tramo 0-400 y el 10,1% entre 401-450, mientras que el 38,7% de los agricultores jefes de familia, se encuentra ubicado en el tramo de 451-500 puntos y el 32,2% se ubica en el tramo 501-550. Es decir, alrededor del 70% de los agricultores con fichas CAS está en condición social de pobreza, con ello, sus familias pueden acceder a los beneficios que el estado dispone para ellos, es decir, postular a subsidios de vivienda rural, atención de salud gratuita, beca indígena para sus hijos si corresponde, entre otros (Municipalidad de Huara, 2005b).

Servicios básicos comunitarios

En el sector de Zapiga, con asentamiento humano hace 15 años, no se han realizado inversiones públicas para atender las necesidades básicas de sus residentes, de tal forma que la situación específica sobre ellas es la siguiente: Los habitantes del sector se abastecen de agua subterránea que destinan a sus labores agrícolas y también al consumo humano; no poseen red de agua potable. Aunque este sector se encuentra a 7 Km al este de la carretera panamericana, donde longitudinalmente a la carretera (orientación Norte Sur) pasa el sistema interconectado de energía eléctrica; no cuenta con inversión privada ni pública que transporte dicha energía al sector; por esta razón, el 100% de los predios agrícolas posee equipos generadores eléctricos autónomos, para cubrir sus necesidades domésticas y prediales. Respecto al sistema de alcantarillado, dado que no existe, es suplido individualmente mediante la construcción de pozos sépticos, que en su mayoría se encuentran al lado de la casa habitación. De esta forma, existen problemas con los olores y la presencia de moscas en los hogares. Es motivo de mayor preocupación, por parte de los propios agricultores, la posibilidad de producir contaminación de las napas subterráneas, que cubren sus necesidades hídricas para riego y consumo humano. En el sector no se han realizado inversiones en infraestructura comunitaria, no cuenta con un establecimiento educacional público o privado, tampoco con una posta médica; la más cercana se encuentra a 25 Km, en el pueblo de Huara. El sector es atendido una vez al mes por la Ronda Médica de Huara, que recorre todos los lugares de la comuna (Municipalidad de Huara, 2005b). En el ámbito de las comunicaciones, los agricultores poseen acceso a través de teléfonos celulares, ya que cerca del 90% de los residentes del sector cuentan con uno. Los utilizan para contactarse con los mercados de venta de sus productos agrícolas o solicitar insumos para su actividad. Además, la Municipalidad de Huara ha dota-

do de un equipo de radio con panel solar, para que los residentes estén en contacto con la Municipalidad y Posta de Huara, Gobernación Provincial y Carabineros (Municipalidad de Huara, 2005b). La situación habitacional del sector es precaria, las construcciones son de material ligero, lo que se explica principalmente por que los lugareños no realizan inversiones fijas en terrenos que no son propios (Municipalidad de Huara, 2005b). La región de Tarapacá cuenta con instituciones públicas y privadas que han intervenido directa o indirectamente en el desarrollo del sector, apoyando con los distintos instrumentos que poseen. La Municipalidad de Huara ha constantemente apoyado el sector Zapiga, a través del Programa Agropecuario, en la coordinación y gestión de la regularización de terrenos y derechos de agua, ante las instituciones correspondientes como son Bienes Nacionales, Dirección General de Agua y la Corporación de Desarrollo Indígena (Consultores en Gestión Pública, 2002). La Secretaría Regional Ministerial de Bienes Nacionales, ha estado operando con el Programa de Regularización de la Propiedad Fiscal, cuyo objetivo es superar situaciones históricas de ocupación irregular de terrenos fiscales, fortaleciendo y consolidando, principalmente, el poblamiento de zonas aisladas y extremas del país (Ministerio de Bienes Nacionales, 2007). La Dirección General de Aguas (DGA), organismo del estado encargado de velar que el aprovechamiento de los recursos hídricos del país se desarrolle dentro del marco legal vigente y con plena información para los usuarios (Dirección General de Aguas, 2007), ha tenido participación indirecta en el desarrollo del sector, mediante la recepción y tramitación de las solicitudes de aprovechamiento de aguas subterráneas, que en la actualidad han sido presentadas a través de las Asociaciones Indígenas, en las que participan los agricultores del sector (Municipalidad de Huara, 2002a). El Fondo de Solidaridad e Inversión Social (FOSIS), dependiente del Ministerio de Planificación (MIDEPLAN),

financia planes, programas, proyectos y actividades especiales de desarrollo que contribuyan a la superación de la pobreza del país (Fosis, 2007). En el sector de Zapiga el FOSIS ha apoyado al Comité de Desarrollo Productivo de Bajo Soga-Zapiga, con el instrumento Fomento Productivo, el año 2000 entregó \$3.000.000 y la Municipalidad de Huara \$2.000.000 para financiar el proyecto "Habilitación de 7 invernaderos", beneficiando a 7 familias del sector. Este proyecto sólo consideraba la construcción de esta unidad productiva, y no contemplaba la asesoría para su uso. La Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), ha estado apoyando a los agricultores indígenas con diferentes instrumentos, dentro de ellos se mencionan: Subsidio de tierras y solución de tierras en conflicto, transferencia de inmuebles fiscales a Indígenas, subsidio al saneamiento de derechos de aguas, subsidio para la adquisición de derecho de agua y subsidio para obras de riego (CONADI, 2007).

La Corporación Nacional Forestal (CONAF), dependiente del Ministerio de Agricultura, en el sector Zapiga mantiene bajo su protección 16 mil hectáreas, dentro de estas se encuentran las 420 ha que entregó en comodato por un período de 5 años renovables a la Asociación Indígena Aymara Pukará el año 2002, arrendando la hectárea en cien mil pesos por año. El Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDAP), que tiene como su principal objetivo el fomentar y potenciar el desarrollo de la pequeña agricultura, a través de los múltiples instrumentos que posee (INDAP, 2007), en el sector no ha realizado gestión alguna, ya que los agricultores del sector Zapiga no son propietarios ni de la tierra ni del agua.

Caracterización edafoclimática y antecedentes del recurso hídrico del sector Zapiga

En la Pampa del Tamarugal existen diferencias en las clases de suelos, pudiendo encontrarse por lo menos 5 capas aluviales, de gravas y bloques. Esta situación de heterogeneidad permite la presencia de

clases texturales arenosas y otras áreas de suelos arcillosos, con o sin presencia de aluviones salinos. Estas condiciones también se encuentra en el sector de Zapiga (Consultores en Gestión Pública, 2002). Con respecto al clima, de acuerdo a los criterios de clasificación de Köppen, el sector de Zapiga corresponde a un clima de desierto normal (BW), destacándose por su fuerte oscilación térmica y carencia de precipitaciones. Las temperaturas fluctúan entre mínimas absolutas de -5°C y -12°C y máxima absoluta de 35°C y 36°C , con un promedio de 250 días al año despejado. La humedad relativa durante el día fluctúa entre un 10% y un 30%, sin embargo, se presentan varios días al mes con humedad de más de 80% sin llegar a precipitar. Los vientos predominantes son del poniente al oriente, los cuales contribuyen a refrescar el ambiente durante la noche (Fuentealba, 1999). La evapotranspiración registrada en la Pampa Zapiga es de $4,79\text{ mm día}^{-1}$ promedio anual, con una mínima en $2,82\text{ mm día}^{-1}$ y una máxima en $6,01\text{ mm día}^{-1}$ (Torres, 1999).

La agricultura que se desarrolla en la Pampa del Tamarugal, se abastece de aguas subterráneas. De acuerdo a lo señalado por Lanino (1997), existen dos teorías respecto a su procedencia: La primera corresponde al ingreso del agua, en las épocas de rellenamiento, en conjunto con los acarreos fluviales. A esta agua se le denomina fósil, debido a la antigüedad de su ingreso al embalse de la Pampa, por lo tanto esta agua no tiene recarga. La segunda teoría responde al mecanismo de recarga moderno, y eventualmente actual. Es el que ha tenido lugar por infiltración de las aguas que escurren por los ríos y quebradas, los que en forma permanente o esporádica, han llegado o llegan hasta este sector. No se descarta la posibilidad de una conexión a gran profundidad con aguas recargadas desde el Altiplano y que podrían rellenar la Pampa en determinadas circunstancias.

Antecedentes productivos del melón

En Zapiga la superficie cultivada corres-

ponde principalmente a hortalizas; estas ocupan un total de 44,5 ha. La mayor superficie con cultivo es representada por el melón con 16,6 ha aproximadamente, que corresponde al 38% de la superficie cultivada. Le siguen lechuga con 7,5 ha (17% de la superficie), el ajo con 6,9 ha (16%) y tomate con 6,5 hectáreas (15%). Otras 7 hectáreas, 16% de la superficie cultivada, son destinadas a otras hortalizas como cebollas, zanahorias, betarragas y sandías (Municipalidad de Huara, 2002c). En el caso de melón predomina en un 91,6 % el del tipo Galia, que se introdujo comercialmente en el mercado por su aspecto redondo, amarillo y tamaño uniforme. Su tamaño fluctúa entre 0,8 a 1,3 Kg de peso, y su tenor de azúcar oscila entre 14 a 16° Brix, la pulpa es de color blanco verdosa y la consistencia es mantecosa. Su forma es redondeada, piel de color verde que evoluciona a amarillo en la madurez (Rincón, 1997). Los rendimientos del melón tipo Galia oscilan entre las 15 y 24 t ha⁻¹. Su principal mercado de destino son las ciudades de Iquique, Antofagasta y Arica (Municipalidad de Huara, 2002c). En la temporada 2006 en la región se cultivaron aproximadamente 58,6 ha con melón, distribuidas entre el sector de Colonia Agrícola Pintados y Canchones comuna de Pozo Almonte, sector Pampa Zapiga comuna de Huara y Valle de Azapa y Chaca en Arica (INDAP, 2007). La superficie cultivada con melón (*Cucumis melo*) en la comuna de Huara alcanza las 16,6 ha (Martínez y Ponce, 2004). El desarrollo vegetativo de la planta de melón se detiene cuando la temperatura ambiental es inferior a 13° C, helándose a 1° C. En cuanto a temperaturas óptimas, son desde 28° C a 32° C para la germinación, de 20° C a 23° C para la floración y de 25° C a 30° C para el desarrollo. Para madurez necesita entre 2500 y 3000 grados día, sobre un umbral de 10° C (Rincón, 1997). En el primer desarrollo de la planta, la humedad relativa debe ser de 65 a 75%, en la floración de 60 a 70% y en la fructificación de 55 a 65% (Zapata *et al.*, 1989). La falta de agua en el cultivo con-

ditiona a menores rendimientos, tanto en cantidad como en calidad. Referente a cantidad de horas de luz, necesita un mínimo de 15 horas al día, aumentado la calidad y producción si la iluminación es de más horas. Los rayos solares estimulan la producción de frutos dulces, sabrosos y firmes (Giaconi y Escaff, 1997). La temperatura del suelo a nivel de las raíces durante el período de crecimiento del melón debe ser superior a los 10° C (Zapata *et al.*, 1989). La temperatura del suelo influye en los procesos de crecimiento y de absorción radicular, que son más activos entre 15° y 20° C para melón; con temperaturas de 10° C o menores en el suelo, la absorción de agua es escasa (Contreras, 2001).

En cuanto a suelos, aún sin ser muy exigente, el melón da mejores resultados en suelos profundos, mullidos, bien aireados, bien drenados, un pH entre 6 y 7. El rendimiento del cultivo de melón puede afectarse cuando la conductividad eléctrica supera 2dS m⁻¹ (Giaconi y Escaff, 1997). El cultivo se establece en localidades sin heladas y con calor temprano a salidas de invierno, mínimo 90 días antes del pronóstico de inicio de cosecha. Esto corresponde a principios de agosto si se quiere cosechar a partir de Noviembre. Posteriormente, se van estableciendo los cultivos para producción en época normal, pudiendo sembrarse hasta diciembre para obtener cosechas más tardías, aunque este producto no muestra un alza de precios muy importante en dicho periodo (Zapata *et al.*, 1989). El establecimiento del cultivo puede realizarse a través de siembra directa o por presiembra en bandejas de almácigo. En siembra directa la distancia entre los surcos debe ser de 2 a 3 m, y entre casilleros de 50 cm. Para variedades de poco desarrollo 1,5 a 1,8 m y a 30 cm, respectivamente (Escaff, 2001).

En este cultivo las dosis altas de nitrógeno y aplicaciones tardías producen problemas de partiduras de frutos. Este elemento puede aplicarse sólo, en una dosis junto con la preparación del suelo o bien parcializado, siendo la segunda dosis unos 30

a 45 días después del establecimiento. El potasio ejerce su acción en la etapa de maduración de los frutos dando una mayor firmeza y dulzor, pero también da buen resultado la aplicación de potasio junto con fósforos en la preparación del suelo (Rincón 1997). La aplicación de nitrógeno debe ser moderada, entre 90-120 kg ha⁻¹ y realizadas durante el primer desarrollo de la planta, el fósforo entre 60-90 kg ha⁻¹ y potasio entre 90-120 kg ha⁻¹, lo anterior va depender del estado nutricional del suelo (Escaff, 2001). La maduración de los frutos depende de la temperatura, por lo que a temperaturas altas el ritmo de la cosecha es más rápido. Para dar inicio a la cosecha deben observarse el contenido de azúcares totales o grados Brix, dureza de la pulpa y color de la corteza. El rendimiento en este cultivo varía de acuerdo a ciertos factores como por ejemplo cultivar, época, distancia de plantación. Tomando estas consideraciones se pueden obtener los siguientes rendimientos: Honey Dew o tuna : 20.000 a 25.000 frutos ha⁻¹ con una distancia entre hilera de 2,5 a 3 m. En el caso de melón Calameño los rendimientos son de 40.000 a 50.000 frutos por hectárea, con una distancia de plantación entre hilera de 2 m (Giacconi y Escaff, 1997). Los objetivos de este estudio son determinar las características de los agricultores del sector de Zapiga dedicados a la producción de melones, establecer los aspectos técnicos del cultivo, y la estructura económica del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODO

Los productores que cultivan melón en el sector Zapiga son 20 (Municipalidad de Huara, 2007). El universo de estudio comprendió a 19 Pequeños Agricultores, productores de melón en el sector Zapiga, Comuna de Huara, Provincia del Tamarugal, Región de Tarapacá, durante el mes de noviembre del año 2007. Para el estudio se consideró la aplicación de un instrumento de diagnóstico individual en aspectos cualitativos y cuantitativos (19

Encuestas). Para obtener información sobre el sector en estudio, se recurrió a documentación bibliográfica recopilada por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), por el Banco Santander Banefe e información reunida por el Programa de Desarrollo Agropecuario de la Municipalidad de Huara. También se utilizó material bibliográfico obtenido desde revistas especializadas, libros técnicos, y tesis de grado disponibles en Universidad Arturo Prat de Iquique, Biblioteca del INIA en Santiago y sitios web relacionados con el tema (nacional e internacional).

En la encuesta se consideró levantar información básica sobre las explotaciones: antecedentes del agricultor (nombre, edad, escolaridad, capacitación, origen y nivel de ingresos), antecedentes generales del predio (tenencia de la tierra, situación del agua, superficie cultivada, capacidades de uso de suelo, superficie aprovechable, infraestructura de riego); infraestructura productiva (acceso a sistemas de apoyo a la producción, asesoría técnica) y antecedentes de mercado. En la segunda parte de la encuesta se incluyó aspectos cuantitativos de producción: superficie destinada a producción, rendimiento por unidad de superficie, jornales destinados a los manejos agronómicos, cantidades de agroquímicos utilizados en manejos de fertilización, control de plagas y otros. También se consideró costos de producción, precios de venta, forma de venta, clientes, días de venta, transporte, registros de la actividad, entre otros.

Los datos obtenidos en la encuestas fueron sistematizados y resumidos utilizando las variables de resumen: media aritmética, moda y resumen porcentual, esto para el caso de datos numéricos. Para los datos dados en categorías no numéricas, se determinó frecuencia porcentual. Con la información disponible se hizo una descripción de los principales aspectos técnicos, comerciales y económicos que realizan los productores de melones en el sector de Zapiga.

RESULTADOS

Caracterización general de los productores
Los tramos de edad que presentan los agricultores encuestados se indican en la tabla 1, donde la mayoría de ellos tienen entre 40 y 50 años de edad. Es necesario destacar que en general la población que se ubica en el tramo entre 18 -28 y 29 -39 años sigue con mayor facilidad pautas agronómicas para sus sistemas productivos. Los datos recogidos en la primera parte de la encuesta, indican que el 63,1% de los productores del sector en estudio poseen

sólo estudios de enseñanza básica (incompletos o completos), el 26,3% estudios de enseñanza media o equivalente y el 10,6% posee estudios de nivel técnico. En el caso de los agricultores que poseen nivel técnico, corresponden a técnicos agrícolas. En ellos se apoyan algunos agricultores para el diseño de riego y manejo agronómico de los cultivos. El nivel educacional de los productores del sector, hace que el proceso de innovación y adaptación de nuevas tecnologías sea más rápido que en otros lugares de la comuna de Huara.

TABLA 1. Distribución según edad de los productores de melón en Zapiga, comuna de Huara.
TABLE 1. Distribution by age of melon producers Zapiga, Huara commune.

Tramo de edad (años)	Cantidad de productores (%)	Frecuencia
18-28	2	10,5
29-39	3	15,7
40-50	10	52,6
>51	4	21,2

Las familias están conformadas en promedio por 5 personas incluyendo al padre y a la madre. El 100% de los jefes de hogar corresponde a la figura del padre. De acuerdo a los agricultores encuestados, solo 5 de ellos cuentan con iniciación de actividades, que representa el 26% de los encuestados. Esta situación les ha permitido optar a créditos agrícolas en Instituciones Bancarias sin dificultad. Sin embargo, el 74% restante no puede acceder a estas fuentes de financiamiento.

Organizaciones funcionales

En el sector en estudio actualmente existen organizaciones sociales y funcionales como la Junta de Vecinos y Asociaciones Indígenas Aymaras (Ilustre Municipalidad de Huara, 2007). De los encuestados, 5 agricultores son socios activos de la Junta de Vecinos y Asociación Indígena Pukará, y 12 pertenecen solo a la Asociación Indígena Pukará. En el caso de la Junta

de Vecinos, ésta presenta en su listado la participación como socios de 30 personas, mientras que la Asociación Indígena Aymara Pukará 40 socios de los cuales 12 son los que cultivan en Zapiga (Ilustre Municipalidad de Huara, 2005b).

Lugar de residencia

El 52,6% de las familias de los encuestados reside en Arica, el 26,3% en Alto Hospicio y el 21,1% en Zapiga. Los que residen en Zapiga son familias, cuyos sus hijos aún no se encuentran en edad escolar. El 100% de los encuestados que residen en Arica y Alto Hospicio poseen casa propia, mientras que los que residen en Zapiga no tienen regularizada su situación habitacional.

Ingresos y capitalización

El 100% de los productores vive exclusivamente de la actividad agrícola que desarrolla en el sector de Zapiga. En cuanto al nivel de ingresos todos los encuestados se

encuentran sobre la línea de pobreza (Olivaria, 2001). En el caso de los productores de melones sus ingresos varían de acuerdo a la superficie que cultivan. En el sector los ingresos por el cultivo se estiman entre \$3.500.000 y \$ 4.500.000 por hectárea, con un rendimiento de 22 t ha⁻¹ y a un precio de \$ 200 por kilo, en promedio.

Los rendimientos de esta zona son similares a los de otros sectores de la región (INDAP, 2006). En la región de Coquimbo se obtienen 19 t ha⁻¹ con 16.666 plantas ha⁻¹, considerando distancias de 2 m entre hileras y 0,3 sobre la hilera (Jana, 2007).

La capitalización que han tenido los productores del sector se centra en la construcción de sondajes y pozos, adquisición vehículos para trasladar la producción, sistema de riego tecnificado, sin contar la capitalización a nivel familiar.

Fuerza de trabajo

El 26,3% de los productores utilizan como fuerza de trabajo agrícola exclusivamente la mano de obra familiar, mientras que el 52,6% restante recurre solo a mano de obra externa contratada. El 21,1% no contrata mano de obra, ya que la superficie con melón no supera la hectárea promedio por agricultor. La mano de obra familiar es permanente, y la contratada temporalmente tiene carácter de ocasional. La mano de obra externa es destinada en un 50% a labores de control de malezas y cosecha, el 30% a todas las labores (arado, desmalezado, cosecha, entre otros) y el 20,0% restante exclusivamente al control de malezas.

La mano contratada en el sector corresponde a personas de nacionalidad boliviana y peruana que no poseen su situación de residencia regularizada. Esto genera una alta rotación de personal, ante la imposibilidad de efectuar contrataciones legales y el escaso acceso a mano de obra calificada. Sin embargo es de bajo costo, que es menor al sueldo mínimo legal, al considerar 25 días trabajados al mes. La suma que cancelan es de \$ 5.000 pesos por jornada hombre.

Tenencia de la tierra

El 100% de los agricultores de Zapiga no son dueños de los terrenos que hoy cultivan. El 26,4% de los agricultores que cultivan melón, lo hace en terrenos que son de propiedad de Bienes Nacionales y el 73,6% arrienda terrenos a la Corporación Nacional Forestal, donde el valor por hectárea es de cien mil pesos anuales. Con el contrato de arriendo que CONAF entrega a los agricultores, estos pueden acceder a los diversos instrumentos que el gobierno dispone para quienes desarrollan actividad agrícola. Hasta el año 2006 los agricultores de Zapiga, no podían acceder a ningún instrumento, ya que por su condición no calificaban como propietarios, arrendatarios y medieros.

Recurso hídrico

Con respecto al recurso hídrico, ninguno de los agricultores posee derechos de agua constituidos. Todos los encuestados se abastecen de aguas subterráneas extraídas mediante pozos. El 26,4% de los agricultores construyó sus pozos con recursos propios y los está regularizando con un caudal de 2 L s⁻¹. Para ello el Ministerio de Bienes Nacionales les extendió un certificado, autorizando su regularización; el 73,6% utiliza pozos que se encuentran inscritos a nombre de CONAF. En la Pampa existe solo una organización que tiene los derechos de agua constituidos, esta es la Asociación Gremial Colonos Rurales (Ex Captta) que posee en total 5,4 L s⁻¹ regularizados. Cabe señalar que esta agrupación no se encuentra cultivando en el sector.

Todos los agricultores utilizan equipos de elevación mecánica, eléctrica o a combustible para extraer el agua subterránea. El agua es impulsada por bombas a la red de riego, en forma directa, sin pasar por estanques de acumulación previos. Todo el equipamiento es de propiedad de cada agricultor. Todos los agricultores utilizan un sistema de riego localizado, que cuenta con sistemas de bombeo, sistema de filtrado, equipos de aplicación de fertilizantes, unidad de riego, tuberías principales, se-

cundarias y terciarias, laterales y emisores. Respecto al uso de estanques acumuladores, solo el 15,7% los posee, están contruidos en lámina de polietileno de alta densidad. Al consultar por el diseño de riego, el 89,4% de los encuestados no contó con asesoría profesional para el diseño e instalación, solo el 10,6% se hizo asesorar por un profesional del área. Según los declarado por los productores y observado en terreno, no existe inversión pública en obras de riego y equipamiento. Todas las instalaciones que existen en el sector de Zapiga han sido financiadas con recursos propios de los productores.

Caracterización productiva de los agricultores
En la tabla 2 se detalla la distribución de

la superficie agrícola del territorio en estudio, por uso y cultivo. Según Martínez y Ponce (2004), la superficie cultivada con melón era de 16,6 ha y de acuerdo a los datos recopilados en el mes de noviembre del año 2007, la superficie cultivada con melón alcanza las 22 ha, con un incremento de 5,4 ha respecto al dato anterior. Llama la atención la superficie sin cultivar, esto se debe a que los terrenos del sector Zapiga pertenecen a la CONAF. Sin embargo, esta institución ha dispuesto de terrenos para entregar en arriendo a los agricultores que se encuentren interesados en cultivar en este sector. Las 50 ha cultivadas corresponden a terrenos arrendados por la CONAF a los 19 productores encuestados.

TABLA 2. Distribución de la superficie cultivada en el sector de Zapiga, Comuna de Huara, Provincia del Tamarugal.

TABLE 2. Distribution of acreage in the area of Zapiga, Huara Commune, Province Tamarugal.

Superficie (Hectáreas)				
	Total	Otros cultivos	Melón	Sin cultivar
Total	400	28	22	350
Participación (%)	100	7	5,5	87,5

En cuanto a infraestructura productiva destinada a procesos de post cosecha y almacenamiento, ningún productor declara poseer ese tipo de construcciones y equipos. Los productos son apilados en terrenos, bajo sombra natural o una malla sombreadora provisoria en el predio. Como equipamiento, todos los productores declaran poseer medio de locomoción, el cual sirve para trasladar la producción a los sitios de venta, Iquique, Alto Hospicio, Calama, Antofagasta y Arica. En estos lugares venden a Intermediarios Mayoristas. Sistema de apoyo a la gestión agraria
Sólo el 42,1% de los agricultores recibió asistencia técnica en el último año, esta corresponde a la entregada por profesionales del Programa Agropecuario de la Municipalidad de Huara. Esta asesoría correspondió en su totalidad a recomendaciones

técnicas de manejo agronómico. El 57,9% de los productores restantes busca apoyo técnico en las empresas proveedoras de insumos sea de Iquique o Arica.

En cuanto al acceso a instrumentos de fomento, ya sea subsidios o créditos, el 47,36% posee créditos en el Banco Santander Banefe, mientras que el 10,52% tiene crédito en el Banco del Estado y el 42,12% no tiene créditos en ninguna institución financiera. Los Bancos que han entregado créditos lo hacen a través de la excepción con el contrato de arriendo y en algunos casos con certificados emitidos por la Municipalidad de Huara acreditando el desarrollo de actividad agrícola en el sector.

Manejo técnico agronómico del melón

Fertilización. El 68,42% de los encuestados realiza preparación de suelo con adición

de, en promedio 25 t ha⁻¹ de guano fresco de cordero una vez al año y aplica fertilización de fondo al momento de establecer el cultivo. Durante el desarrollo del cultivo, todos los agricultores declaran suplementar artificialmente los requerimientos nutricionales del cultivo, donde un 63,15% sigue un programa de fertilización, sin embargo ninguno de los encuestados ha realizado análisis de fertilidad de suelo. Los fertilizantes más usados corresponden a urea granulada y perlada, súper fosfato triple y sulfato de potasio. Las dosis promedio que aplican de fertilizantes por hectárea son 27,6 kg de nitrógeno como urea, 31,5 kg de P₂O₅ como superfosfato triple y 130Kg de nitrato de potasio (15,6 kg N y 59,8 kg K₂O). Estas dosis son bastante similares a las utilizadas en la cuarta región, donde se aplican 55 Kg de urea, 60 kg de súper fosfato triple y 110 kg de nitrato de potasio (Jana, 2007). El 26,3% de los agricultores complementa con fertilizantes para fertirriego (Ultrasol multipropósito, Ultrasol crecimiento).

Riego. Todos los encuestados utilizan el sistema de riego a través de cintas con un caudal de 1,16 L h⁻¹ por gotero. Giaconi y Escaff (1997) indican la importancia en la regularidad de los riegos, a fin de mantener constante desarrollo. Una hectárea de cultivo de melón requiere alrededor de 6.000 m³ de agua. En Zapiga los agricultores aplican en promedio 5.500 m³.

Manejo fitosanitario. El problema fitosanitario reportado por el 78,94% de los agricultores, es la presencia de una maleza en el cultivo, comúnmente llamada pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*). De ellos, solo el 47,36% le asigna importancia económica y por lo tanto, ejerce método de control de ellas. Estos aplican herbicidas como Fluzifop-p-butyl (Hache uno 2000 175 EC), en dosis de 1 L ha⁻¹.

Respecto a las plagas que afectan su cultivo, el 78,94% manifiesta presencia de arañita roja (*Tetranychus urticae*) y que las condiciones del sector potencian a la plaga,

Zapiga se ubica en medio de una pampa con alta presencia de remolinos que levantan polvo. Para el control de esta plaga utilizan el acaricida N-(triclorometil) tio-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida (Dicofol 25 WP), en dosis de 40 a 50 g L⁻¹. Respecto de otras plagas y enfermedades que atacan el cultivo estas son controladas y el nivel de ataque es bajo.

Cuidados culturales. Acerca de la protección del cultivo, en el sector de Zapiga no se realiza ninguna, ya que las temperaturas son benignas. El 75% de los encuestados realiza poda de las plantas, despuntan los dos o tres brotes principales, eliminando su ápice. Con esto se consigue un mayor desarrollo de los brotes secundarios y terciario, que poseen yemas florales fértiles, con la consiguiente anticipación de la producción del orden de 10 a 15 días (Jana, 2007). El 60% de los encuestados realiza un raleo de frutos para lograr una maduración más rápida, dado que hay menos frutos compitiendo en la planta y por otro lado, se consigue un aumento del calibre, concentrando las calidades en las categorías de mayor precio. Giaconi y Escaff (1997) indican que esta labor debe ser realizada tan pronto los frutos a eliminar alcancen máximo unos 2 cm de diámetro, ya que un retraso en su eliminación no tendrá un efecto tan notorio.

Comercialización del melón

Compradores intermediarios que adquieren el producto en el sector aparecen como el poder comprador del melón en el 47,36% de los casos. Le sigue el Terminal Agropecuario de la ciudad de Iquique y el Terminal Agropecuario de la ciudad de Arica, en los cuales comercializan directamente su producto el 52,64% restante de los productores. La totalidad de los agricultores opta por el pago de dinero en efectivo y en el mismo momento de la transacción. En cuanto al precio, en la tabla 3 se resumen los precios promedio al comercializar el melón en los distintos centros de venta. Según lo reportado por los agricultores, el precio mínimo corresponde al que han ob-

tenido históricamente. El precio máximo corresponde al efectuar la venta en los terminales agropecuarios de Iquique y Arica y el precio habitual es el que reciben por

parte de los intermediarios en el predio. La moda corresponde al valor que con mayor frecuencia fue informado por los productores para cada categoría de precio.

TABLA 3. Precios de venta (pesos chilenos por kilo) promedio para el melón reportados por los productores de Zapiga.

TABLE 3. Sales prices (chilean pesos per kilo) melon average reported by producers Zapiga.

Sector	Precio mínimo	Precio máximo	Precio habitual
Zapiga	200	260	200
Iquique	260	300	250
Arica	280	350	320
Promedio	246,6	303,3	256,6
Moda	200	300	200

El producto es comercializado por la totalidad de los agricultores en kilogramos y clasificado de acuerdo al peso, como se muestra en la tabla 4. El calibre

que se produce en Zapiga se concentra entre las categorías segunda y tercera, el calibre extra se produce en menor cantidad.

TABLA 4. Clasificación por categoría y precio (en pesos chilenos) que reciben por melón producido en Zapiga determinado por los agricultores.

TABLE 4. Categorization and melon price they receive (chilean pesos) for specific Zapiga produced by farmers.

Peso (g) por fruto	Clasificación	Precio (\$) por fruto
+1.200	Extra	500 Fuera de época
800	Primera	200 - 240
600 y 800	Segunda	200 - 240
Menor a 500	Tercera	200 - 240

Rentabilidad del melón

Todos los productores de melón preparan almácigos para luego realizar el trasplante en el mes de agosto en forma escalonada, con la meta de obtener la primera cosecha en el mes de noviembre, extendiéndose hasta el mes de enero. Para una hectárea utilizan 2 kg de semilla de melón tipo Galla, cultivar Arava F¹, obteniendo 20.000 a 25.000 plantas por hectárea. La distancia de plantación es 1 m entre hilera y 0,5 m sobre la hilera.

En la preparación de suelo utilizan moto-

cultor que varía de 5,5 Hp hasta 14 Hp, el 100% de los agricultores posee al menos uno, en el sector no existe tractor para realizar las labores. En algunas ocasiones arriendan un tractor a los agricultores de la Colonia Agrícola de Pintados o de Tarapacá.

Los productores ralean los frutos de las plantas, dejando 1 a 2 frutos por planta obteniendo con ello 20 a 25 t ha⁻¹. Los rendimientos son bajos, al igual que el calibre. Les favorece la época de cosecha, ya que en el mes de noviembre cuando son las primeras cosechas el

precio de mercado es elevado, en el mes de enero este comienza a bajar y a mantenerse por la gran oferta presente en el mercado. Con la información preliminar se confeccionó una ficha agroeconómica para melón cultivado en Zapiga, datos mostrados en la tabla 5. De acuerdo al análisis de los costos, la

mano de obra representa el 18% de los costos totales, mientras que la maquinaria utilizada en la preparación de suelo representa el 4,5%. Los insumos requeridos para el cultivo constituyen el 72,6% y de ellos el más representativo en costos son las semillas y la cinta de riego.

TABLA 5. Ficha técnica y económica del cultivo (en pesos chilenos) de melón al aire libre en Zapiga, comuna de Huara, región de Tarapacá.

TABLE 5. Technical and economic melons (chilean pesos) outdoor Zapiga commune of Huara, Tarapacá region.

LABOR	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	COSTO (\$ ha-1)
MANO DE OBRA				
Preparación de almácigo	2	JH		
Transplante	5	JH		
Preparación de suelo	3	JH		
Postura de cintas	2	JH		
Riego y fertirrigación	7	JH		
Poda	20	JH		
Cosecha y acarreo	35	JH		
Selección y embalaje	5	JH		
SUBTOTAL M.OBRA	79	JH	5.000	395.000
MAQUINARIA				
Preparación de suelos	10	JM	10.000	100.000
SUBTOTAL MAQUINARIA				100.000
INSUMOS				
Semillas	2	Kg	250.000	500.000
Súper Fosfato Triple	70	Kg	386	27.020
Urea	60	Kg	450	27.000
Nitrato de Potasio	130	Kg	540	70.200
Acaricidas	1	L	35.000	35.000
Herbicidas	1	Kg	23.500	23.500
Bandejas almácigo	140	U	1.400	196.000
Cinta de riego	2	rollo	207.940	415.880
Combustible	600	L	500	300.000
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 1.594.600
SUBTOTAL				\$ 2.089.600
Imprevistos 5%				\$ 104.480
TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 2.194.080

Respecto al margen bruto del cultivo para un rendimiento de 22.000 kilos y a \$200 se obtienen \$2.205.920, mientras que si el precio es \$300 el margen bruto es de \$4.405.920.

CONCLUSIONES

Los agricultores productores de melón del sector de Zapiga presentan una edad promedio entre 40 y 50 años, con niveles de educación que sobresalen a los del resto de la comuna, poseen patrimonio como casa propia, vehículo y maquinaria agrícola. Riegan sus cultivos mediante goteo, con agua subterránea extraída desde pozos. No son propietarios ni de la tierra ni del agua. La mano de obra que ocupan es de origen boliviano o peruano, de bajo costo comparada con la mano de obra Chilena. El estado ha realizado una escasa inversión pública en el sector, en favor de las personas que allí habitan; quienes han enfrentado con esfuerzos propios no sólo los requerimientos ligados a lo productivo, sino que también a los aspectos de urbanidad, como caminos de accesos, electrificación, alcantarillado, entre otros. En el ámbito productivo, el sector no cuenta con la participación de instituciones dependientes del Ministerio de Agricultura. Ha tenido apoyo crediticio de parte del Banco Santander Banefe y del Banco del Estado. El cultivo en el sector es rentable y se podría aumentar aún más su rentabilidad si se concentra su producción fuera de época.

LITERATURA CITADA

CONSULTORES EN GESTIÓN PÚBLICA. 2002. Informe primera etapa del proyecto "Plan de desarrollo para la comuna de Huara, PLADECO" encargado por el Gobierno Regional de Tarapacá. 59 p.

CONTRERAS, R. 2001. Efecto del mulch de polietileno, sobre el cultivo de melón (Cucumis melo), en la Pampa del Tamarugal. Tesis para optar el título de Ingeniero en Ejecución Agrícola. Universidad Arturo Prat.

ESCAFF, M. 2001. Hortalizas Capítulo XV. En: Agenda del Salitre. Undécima Edición 1513 p.

FUENTEALBA, M. 1999. Mapa Climatológico de Chile. Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 210 p.

FOSIS 2007. Misión y objetivos de la institución. 10 de noviembre de 2007 <<http://www.fosis.cl>>.

GIACONI, V. Y ESCAFF, M. 1997. Cultivo de Hortalizas. Tercera edición. Edición Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 74 p.

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUARA. 2002a. Informe de encuesta agroproductiva a 100 usuarios del convenio Indap-IMH, Programa de Desarrollo Agropecuario. 30 p.

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUARA. 2002b. Antecedentes preliminares Censo poblacional 2002. Secretaría Municipal. 12 p.

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUARA. 2002c. Antecedentes productivos de las organizaciones residentes en el sector Zapiga. Programa de Desarrollo Agropecuario. 25 p.

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUARA. 2005a. Antecedentes socioeconómicos de la comuna de Huara. Documento Ficha Cas. Departamento Social. 30 p.

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUARA. 2005b. Encuesta Evaluación de Daños Terremoto Junio 2005. 50 p.

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUARA. 2007. Antecedentes productivos de la comuna de Huara. Documento Cuenta Pública, SECOPLAC 55 p.

INSTITUTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO. 2007. Boletín informativo principales productos hortícolas de la región de Tarapacá 32 p.

JANA, C., 2007. Producción Integrada del cultivo de Melón. Boletín informativo INIA Intihuasi, La Serena. 43 p.

LANINO, I. 1997. Plan de Desarrollo Silvoagropecuario para la Comuna de Huara y Catastro de Perfil de Proyectos. Municipalidad de Huara, Programa de Desarrollo Agropecuario, Iquique- Chile. 29 p.

MARTÍNEZ, J. y PONCE, C. 2004. Informe Productores de Melón Comuna de Huara. Fundación Para la Superación de la Pobreza, Programa Servicio País. 15 p.

MINISTERIO DE BIENES NACIONALES. 2007. Misión y objetivos de la insti-

tución.
10 de noviembre de 2007 <<http://www.bienes.cl>>.

OLAVARIA, M. 2001. Pobreza: Conceptos y Medidas. Documento de Trabajo N°76, Instituto de Ciencia Política, Universidad de Chile 25 p.

RINCÓN, L. 1997. Fertilización del melón en riego por goteo. Ediciones de Horticultura SL. España, 15p.

TORRES, A. 1999. El sol como fuente energética para el desarrollo de la agricultura del desierto. Revista Temas Regionales, Año 6 Universidad de Tarapacá - Arica. Chile. 12 p.

ZAPATA, M., CABRERA, P., BAÑON, S., BOTH, P., 1998. El melón. Ediciones Mundiprensa, primera edición, España. 130 p.

NOTAS CIENTIFICAS

METODO DE GENERACION DE CARTOGRAFIA CLIMATICA USANDO REGRESIONES CON PESOS GEOGRAFICOS

Method to generation of climate mapping using geographically weighted regression

LUIS MORALES S.¹, GIORGIO CASTELLARO G.², JUAN C. PARRA A.³, JUAN ESPINOSA¹, FRANCISCO LANG T.¹, NELSON OJEDA O.⁴, HÉCTOR SOTO V.⁴

1. – Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Casilla 1004, Santiago, Chile.

E-mail: Imorales@uchile.cl

2. – Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

3.- Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración, Universidad de La Frontera. Temuco, Chile.

4.- Departamento de Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Agropecuarias y forestales, Universidad de La Frontera. Temuco, Chile.

RESUMEN

Una de las aproximaciones más utilizadas para conocer la distribución espacial de datos climatológicos es mediante métodos de interpolación espacial con el fin de obtener matrices en un formato de un Sistema de Información Geográfico. Uno de los métodos usados es el de regresiones lineales múltiples con la incorporación de datos de teledetección, sin embargo los coeficientes de la regresión son únicos para todo el territorio. Este trabajo presenta un método de integración de variables fisiográficas y de teledetección usando regresiones lineales múltiples con pesos geográficos con el objetivo de obtener la distribución espacial de variables climatológicas. Los resultados muestran que este método permite estimar los campos de variables climatológicas y reducir el error entre los valores observados y estimados en comparación a otros métodos. Finalmente, al incorporar datos de sensores remotos, se ha mejorado la estimación

espacial de las variables climatológicas.

PALABRAS CLAVE: Regresión, cartografía climática.

ABSTRACT

One of the most widely used approaches to determine the spatial distribution of climatological data is through spatial interpolation methods, in order to obtain matrices (rasters) in Geographic Information System format. One of the used method is multiple linear regression with the help of remote sensing data, although regression coefficients are unique for the whole territory. This work presents a simple method for integrating geomorphological and remote sensing variables using multiple linear regressions with geographical weights in order to obtain the spatial distribution of climatological variables. The results show that this method for estimating the fields of climatic variables and reduce the error between

observed and estimated values compared well with other methods. Finally, by incorporating remote sensing data, spatial estimation of climatic variables has been improved.

KEY WORDS: Regression, climate mapping

INTRODUCCIÓN

Diferentes técnicas de regresión se han utilizado ampliamente en diferentes aplicaciones en teledetección con el objetivo de generar cartografía climática. Estos métodos de regresión se han utilizado para describir la relación entre una variable ambiental medido sobre la superficie de la Tierra y otros parámetros relacionados con datos de sensores remotos (por ejemplo, un índice de vegetación). A menudo, el análisis de regresión se utiliza con el objetivo de desarrollar un modelo para hacer predicciones espaciales de la variable ambiental mediante el uso de datos obtenidos por teledetección y estaciones meteorológicas. Aunque una variedad de enfoques relacionados con el modelo de regresión se han utilizado los datos de teledetección y análisis de regresión lineal múltiple (MLRA) para obtener la cartografía climática (Pesquer *et al*, 2007), esta aproximación tiene limitaciones importantes y no siempre es adecuada (Cohen *et al*, 2003).

Uno de los aspectos observados con frecuencia en los modelos de predicción para estimar la distribución espacial de las variables ambientales es el uso de técnicas llamadas globales, con un conjunto único y singular de parámetros que se tendrán

que aplicar de manera uniforme en el espacio. Trabajos anteriores muestran que es posible mejorar la MLRA para el modelado espacial de variables ambientales utilizando datos de sensores remotos (Cohen *et al*, 2003; Fotheringham *et al*, 2000). Tal análisis globales se basan en el supuesto de que la relación es espacial estacionaria, pero esta hipótesis puede ser a menudo insostenible, sobre todo cuando el área de estudio es demasiado prolongado.

El objetivo de este artículo es aplicar un método sencillo para un modelo de distribución espacial de una variable climatológica utilizando datos de sensores meteorológicos y remotas. Este método se ha aplicado para una predicción espacial a través de una regresión lineal ponderada geográfica, ya que es una técnica local que permite a los parámetros del modelo de regresión para variar en el espacio (Fotheringham *et al*, 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en la Región del Maule (Figura 1), Zona Central de Chile, que se encuentra entre $-34^{\circ} 41' y 36^{\circ} 33'$ de latitud y representa una superficie total de 30.469,1 km². La zona tiene un clima templado calido con estación seca de 4 a 5 meses. El régimen térmico se caracteriza por veranos calurosos y secos e inviernos fríos con temperaturas que varían entre una media máxima de 26,9 ° C en enero y una mínima media de 3,9 ° C en julio, y la precipitación media anual es de 1245,82 mm (http://www.meteochile.cl/climas/climas_septima_region.html).

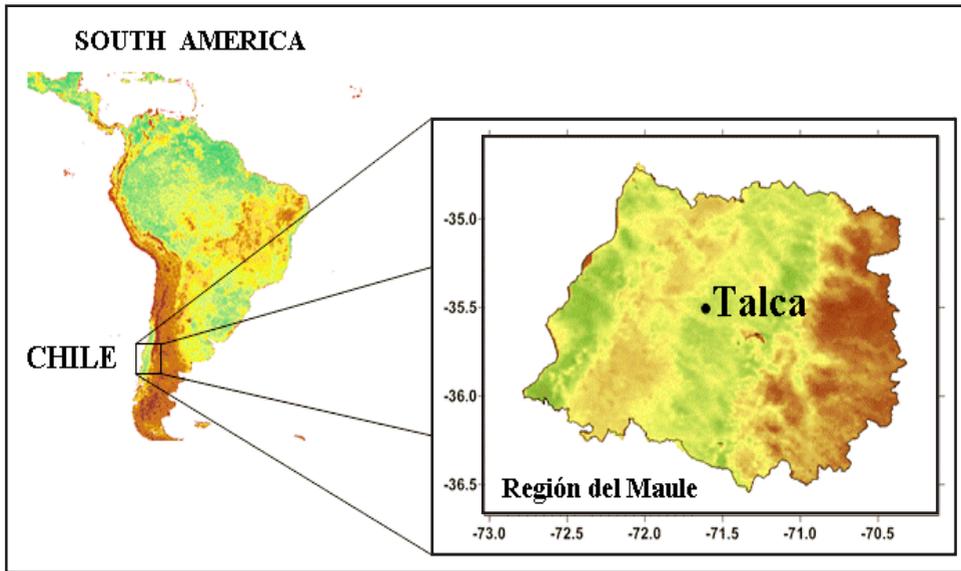


FIGURA 1.- Área de estudio correspondiente a la Región del Maule, Chile.
 FIGURE 1.- Study area for the Maule Región, Chile

Regresión con pesos geográficos (GWR)

Reconociendo que los datos espaciales no son generalmente independientes, de modo que la inferencia estadística en los modelos de regresión ordinaria aplicada a los datos espaciales genera errores importantes, por ello se ha realizado variantes de los métodos clásicos para proporcionar un marco de regresión en el que se toma en cuenta la dependencia espacial. La técnica más popular para este propósito es el análisis de regresión (Draper y Smith, 1981; Berry y Feldman, 1985; Grabill y Iyer, 1994; Fotheringham *et al*, 2000; Fotheringham *et al*, 2002.).

Con el propósito de obtener cartografía climática mediante análisis espacial de datos medidos puntualmente, las regresiones globales se utilizan para estimar una ecuación única que describa el comportamiento espacial de una variable. Esto significa que, bajo el concepto de topoclima, las relaciones entre los diferentes parámetros topográficos y climáticos es usualmente considerada única (Morales *et al.*, 2006). Por lo tanto, cada relación climática no estaciona-

ria no esta adecuadamente modelada por un único parámetro fijo y la estimación global extendida para una regresión espacial pueden contener errores que deriven fundamentalmente de los coeficientes de la regresión. Una forma complementaria se centra en la determinación de zonas topoclimáticas o de microclima en el área de estudio, usando una regresión espacial que sea capaz de evaluar las características generales del comportamiento de una variable climática determinada. De hecho, el modelo de regresiones ponderadas geográficamente (GWR por sus siglas en inglés) permite analizar las particularidades locales en el comportamiento de una variable climática, siendo útil en la detección topoclimatica y en un proceso de clasificación posterior.

Matemáticamente, GWR es una técnica que ampliar el marco de regresión tradicionales al permitir local en lugar de los parámetros globales que se estima para que el modelo es (Fotheringham *et al*, 2002.)

$$y_i = a_0(u_i, v_i) + \sum_k a_k(u_i, v_i)x_{ik} + \epsilon_i \quad (1)$$

donde (u_i, v_i) indica las coordenadas del punto i^{th} en el espacio, y_i es el valor de la variable dependiente, x_{ik} es una variable independiente en el punto i , $a_k(u_i, v_i)$ es un

parámetro de la regresión GWR en el punto de que para cada variable independiente, y ϵ_i es el error en el punto i .

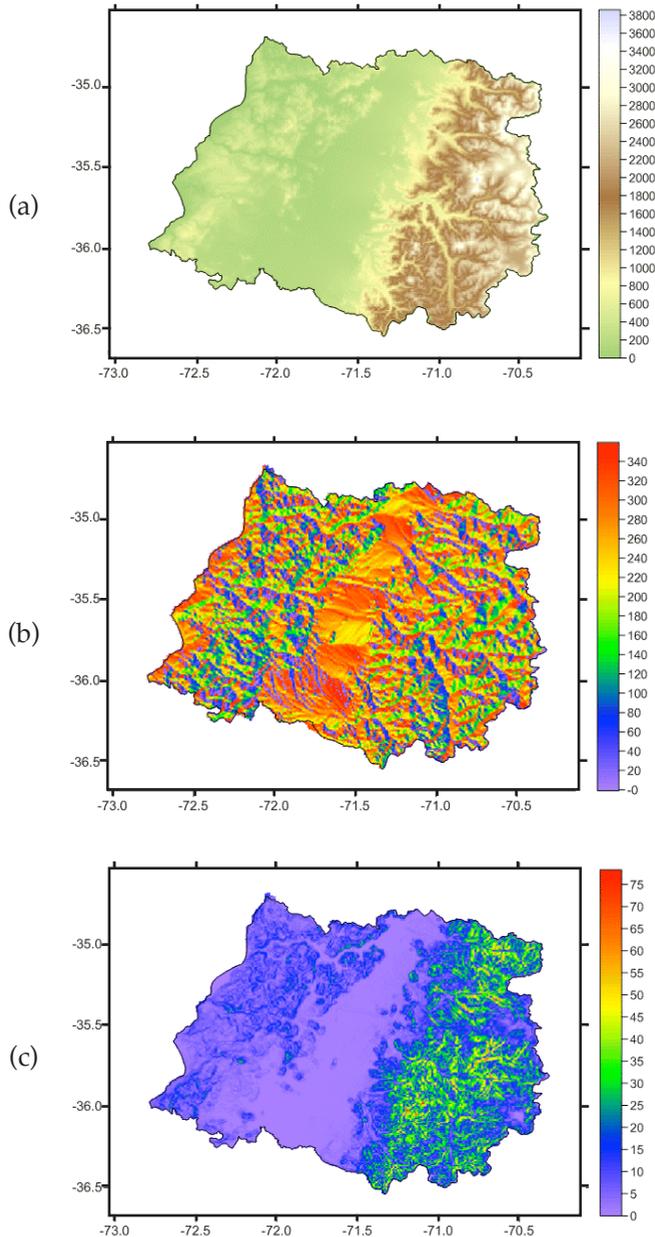


FIGURA 2.- Variables fisiográficas (a) altitud, (b) exposición y (c) pendientes, usadas como variables independientes en las regresiones con pesos geográficos.

FIGURE 2.- Physiographic variables (a) altitude, (b) exposure and (c) outstanding, used as independent variables in the geographically weighted regression.

El método GWR utilizado en este artículo consta de un kernel adaptativo y un proceso de validación cruzada (CV) para determinar el número de estaciones locales a considerar en la función de distribución de ponderación. GWR está diseñado para estimar la relación espacial en cada estación meteorológica y encontrar, para el caso de una combinación lineal, los coeficientes de la regresión. Posteriormente es posible interpolar las variables climáticas a partir de datos puntuales (estaciones meteorológicas) con el fin de obtener una distribución no estacionaria de los parámetros de regresión lineal. Para realizar lo anterior hemos utilizado kriging ordinario (OK) para los parámetros de la interpolación de regresión lineal y el cálculo de la distribución espacial de las variables climáticas a la resolución propuesta (GWR-OK).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables independientes que se usan para aplicar el método son la posición geográfica (LAT, LON), altitud (ALT), la pendiente (PEND), exposición (EXPO), distancia a la red hidrológica (DRH) y la distancia al mar (DIL) de cada punto en la zona. La figura 2 muestra algunas de las variables independientes en forma de matriz, y la

figura 3 muestra los mapas de NDVI obtenidos del satélite NOAA-AVHRR para los meses de enero y julio, también se utilizan como variables independientes en GWR-OK.

Esta combinación de factores que describen las características espaciales de una variable climática, hacen posible una espacialización o interpolación de la variable por un modelo matemático basado en GWR-OK (Fotheringham *et al*, 2000; Fotheringham *et al*, 2002; Morales y otros, 2007). El modelo estadístico es mostrado en la ecuación (1). Para calcular la distribución espacial de las variables climatológicas con GWR (Ec. 1), se utilizó el software estadístico R (R Development Core Team, 2009). Las variables climatológicas utilizadas las temperaturas mínimas (TNE-TNJ) y máximas (TXE-TXJ) medias mensuales de enero y julio, la humedad relativa media mensual de enero y julio (HRE - HRJ) y la precipitación media anual (PPA). La tabla 1 muestra los parámetros de análisis de varianza estadística, los parámetros de regresión (R^2 y el valor de p), la raíz del error cuadrado medio (RMSE) y el criterio de información de Akaike (AIC) para cada variable climatológica estimada. La radiación solar media mensual, se estimó a partir del modelo PINSOL (Seyfried M., 2003).

TABLA 1. Resultados estadísticos de GWR-OK, MAE y el criterio de Akaike información y comparación de ANOVA.

TABLE 1. Statistical results of GWR-ok, MAE and the Akaike information criterion and compared by ANOVA.

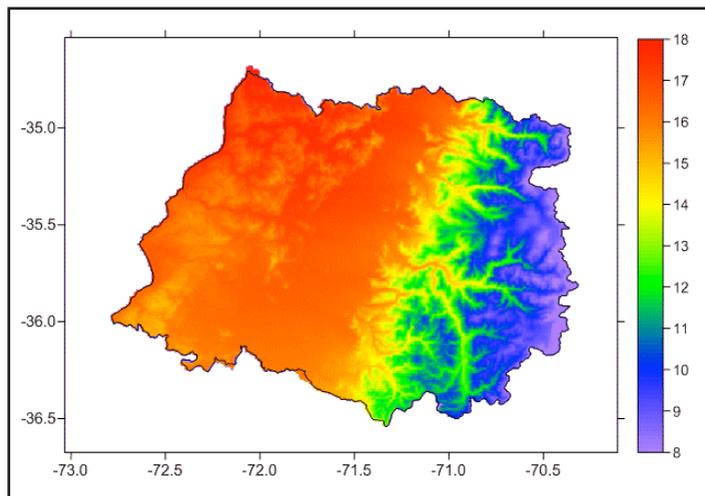
Variable	R2(%)	P-Value(95%)	RMSE	AIC
TXE	97.4	0.0000	1.17	888.4
TXJ	98.3	0.0000	0.41	452.2
TNE	94.1	0.0000	0.61	625.0
TNJ	87.5	0.0000	0.92	787.9
HRE	97.9	0.0000	1.35	1016.7
HRJ	98.4	0.0000	1.71	1174.4
PPA	98.5	0.0000	79.30	3106.1

Los resultados de la tabla 1 muestran la utilización del modelo GWR para describir la relación entre las variables climáticas específicas y las variables independientes. El coeficiente de determinación (R2) estadística indica que el modelo explica que se haya instalado entre 87,5 y 98,5 de la variabilidad en cada uno de las variables climatológicas. El valor p correspondiente es inferior a 0,05, por lo que las relaciones encontradas son estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95,0% para cada modelo. La raíz del error cuadrado medio (RMSE) de la estimación muestra que la desviación estándar de los residuales fue de 0,41 para TXJ y 79,3 para los PPA como valores extremos. Los resultados del análisis estadístico muestran que los modelos encontrados para cada variable son significativos, por lo que es posible estimar la distribución espacial de cada variable climática. La ecuación del modelo para cada variable climática es el siguiente:

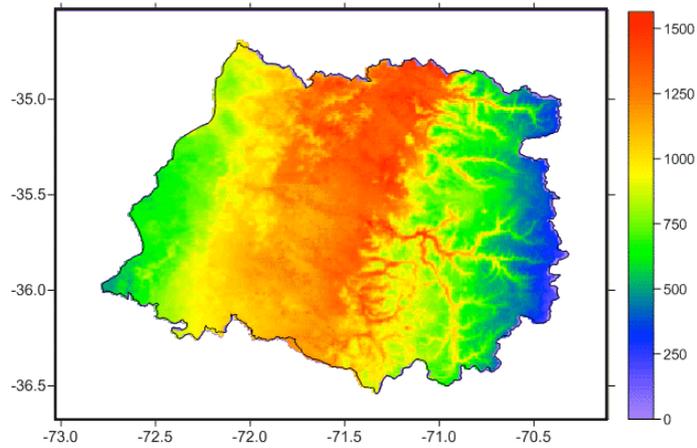
$$y_i = a_0 + a_1LAT + a_2LON + a_3ALT + a_4DIL + a_5NDVI \quad (2)$$

donde a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 y a_5 son coeficientes específicos. Los coeficientes se encuentran para cada estación meteorológica utilizada por GWR, así que a partir de cada uno de ellos es posible encontrar su distribución espacial a través de interpolación, que en nuestro caso fue kriging ordinario. Las matrices de los coeficientes deben tener las mismas dimensiones que las matrices de variables independientes, es decir, el mismo número de filas y columnas. El uso de un sistema de información geográfica que es posible construir matrices de cada variable climatológica.

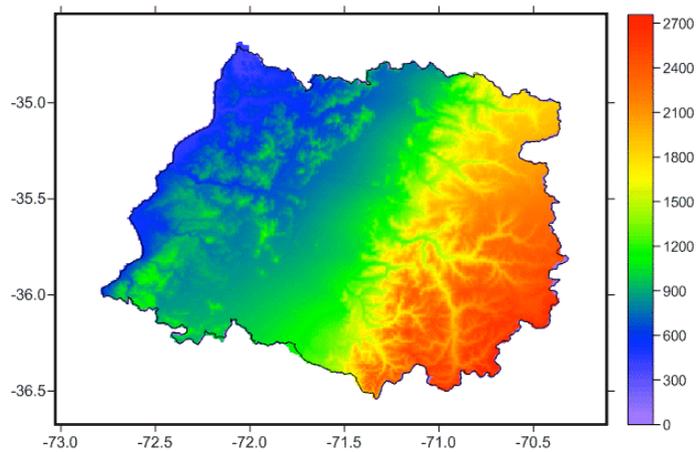
La figura 3 muestra los resultados de la especialización para las variables de la temperatura media anual, la evapotranspiración media anual, calculado con el método Jensen Heise (Allen *et al*, 1998) y la precipitación media anual.



(a)



(b)



(c)

FIGURA 3. Variabilidad espacial calculada para valores medios mensuales de (a) temperatura, (b) evapotranspiración y (c) precipitación.

FIGURE 3. Spatial variability calculated for mean monthly values of (a) temperature, (b) evapotranspiration and (c) precipitation.

Los resultados son satisfactorios y muestran una mejora en comparación con estudios previos de esta misma área de estudio (Novoa *et al*, 1989; Santibáñez y Uribe, 1992). En Chile los métodos utilizados anteriormente se basan en la interpolación de isolíneas, por lo general dibujado a mano alzada por un experto climatólogo. Sin embargo, este método tiene errores cuando se desea interpolar linealmente entre

isolíneas (Declerq, 1986). Otro aspecto importante es que la mayoría de los mapas climáticos en Chile están en formato analógico o en papel. En este trabajo, los mapas están en formato digital, lo que facilita el acceso a los datos en el área de estudio. Todas las variables meteorológicas están en formato digital y se puede ver con un SIG o ser incorporado fácilmente en otras bases de datos.

CONCLUSIONES

En este trabajo hemos presentado una aplicación de un método combinado para interpolar y extrapolar los datos climáticos. El método descrito, a pesar de su sencillez, incluye el análisis de estadística espacial, y ha demostrado ser útil para conocer la distribución espacial de una variable climática. La literatura actual presenta varios métodos de interpolación y extrapolación de datos, aunque con un cierto grado de error en la estimación, mientras que el método presentado permite una forma sencilla de obtener mapas de variables climáticas en forma continua y minimizar el error de estimación.

De los resultados obtenidos se concluye que el método propuesto permite estimar la distribución espacial de las variables meteorológicas, sobre una base diaria, sin embargo, algunas modificaciones pueden ser necesarias para su aplicación.

Por último, mediante la incorporación de datos de sensores remotos en GWR-OK, la estimación espacial de variables climáticas se ha mejorado.

AGRADECIMIENTOS

El financiamiento para este estudio fue proporcionado por una beca de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), el chileno Ministerio de Agricultura (subvención N° FIA-ES-L-2005-1-A-003).

REFERENCIAS

ALLEN, R.G.; L. S. PEREIRA and D. RAES. 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. Available in: <http://www.fao.org/docrep/X0490E/X0490E00.htm#Contents>.

BERRY, W., FELDMAN, S., 1985. Multiple Regression in practice, quantitative applications in the social science. SAGE. London.

COHEN, W.B., T.K. MAIERSPERGER, S.T. GOWER and D.P. TURNER. 2003. An improved strategy for regression of biophysical variables and Landsat ETM+ data. *Remote Sensing of Environment*. 84: 561-571.

DECLERCQ, F.A.N., 1986. "Interpolation methods for scattered sample data: accuracy, spatial patterns, processing time". *Cartography and Geographic Information Systems*, 23(3):128-144.

DRAPER, N., SMITH, H., 1981. Applied regression analysis. WILEY. New York.

FOTHERINGHAM, S., BRUNSDAON, CH., CHARLTON, M., 2000. Quantitative Geography, Perspectives on spatial data analysis. SAGE publications, London.

FOTHERINGHAM, S., BRUNSDON, CH., CHARLTON, M., 2002. Geographically Weighted Regression: the analysis of spatially varying relationships, WILEY, West Sussex.

GRAYBILL, F., IYER, H., 1994. REGRESSION ANALYSIS: CONCEPTS AND APPLICATIONS. BUXBURY. Belmont.

MORALES LUIS, FABRICIO CANESSA, CRISTIAN MATTAR, RAÚL ORREGO Y FRANCISCO MATUS. 2006. Characterization and edafic and climatic zonification in the region of coquimbo, chile. *Journal Soil Sc. and Plant Nutrition*, Vol 6(3), pp. 52-74.

MORALES LUIS, FABRICIO CANESSA, CRISTIAN MATTAR AND RAÚL ORREGO. 2007. Comparison of stochastic and regression geostatistics interpolation methods for detection of microclimatic areas. 5th International Symposium on Spatial Data Quality, ISSDQ 2007, 13 – 15 June 2007, ITC Enschede, The Netherlands (www.itc.nl/ISSDQ2007/proceedings/).

NOVOA R., VILLASECA S. DEL CANTO P.; ROUANET J. L.; SIERRA C.; Del Pozo L. A. , 1989. Mapa Agroclimático de Chile. 60 pp.

PESQUER L., MASÓ J. Y PONS X., 2007. Integración S.I.G. de regresión multivariante, interpolación de residuos y validación para la generación de rásters continuos de variables meteorológicas. Revista de Teledetección 28:69-76.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2009). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Sta-

tistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

SANTIBAÑEZ, F. and URIBE, J. 1993. Atlas agroclimático de Chile: Regiones IV a IX. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 64 pp.

SEYFRIED MARK. 2003. Computational solar radiation subroutine PINSOL. Agricultural Research Service (ARS), USDA. Northwest Watershed Research Center (NWRC), personal communication.

DESARROLLO ECONÓMICO, CAMBIO CLIMÁTICO Y EL SECTOR AGRÍCOLA

Economic Development, Climate Change, and the Agricultural Sector

JOSÉ DÍAZ OSORIO¹ y ROBERTO JARA-ROJAS¹

¹ Departamento de Economía Agraria, Universidad de Talca
E-mail:jdiazoso@utalca.cl, rjara@utalca.cl

RESUMEN

Los modelos de desarrollo generados a partir de la postguerra no fueron lo suficientemente eficaces. Por un lado persistía el problema de subdesarrollo y de pobreza y, por otro lado, se genera una preocupación sobre la capacidad de los recursos naturales para sostener el crecimiento de la economía. Una serie de hitos aprueban una extensa gama de medidas en relación al medioambiente, integrando factores ecológicos, económicos y sociales, como desafíos del proceso de desarrollo. A partir de ello se extienden las funciones al sector agrícola, es decir, los clásicos roles definidos por Johnston y Mellor parecen hoy en día no ser suficientes, ampliándose nuevas temáticas al sector: atenuar los problemas climáticos por la vía de contribuir a diversificar la matriz energética, generando energías limpias por medio de biocombustibles. El objetivo de esta revisión es discutir la problemática del sector agrícola entre cumplir con su rol fundamental de proveedor de alimentos y, por otro lado, ayudar a mitigar las problemáticas que se han generado a partir del Cambio Climático. Asimismo, y tomando como referencia la demanda de combustibles en Chile, se analiza el efecto sustitución de alimentos por combustibles, considerando para el análisis los commodities trigo, arroz y maíz.

PALABRAS CLAVES: Desarrollo Económico; Cambio Climático; Producción de Alimentos, Sector Agrícola.

ABSTRACT

The development models proposed and applied from the post-war period, in some measure were not as efficient as was expected. On one hand, underdevelopment and poverty problems have persisted, and on the other hand, a concern about the capacity of the natural resources to support the economy growth, started to arise. Important events approving a broad package of measures as regards environment care, which integrates ecological, economic and social factors, as well as, challenges faced by the development process. From this it is spread the theoretical paradigms that some authors assign as function of the agricultural sector. The classical roles of agriculture describe by Johnston and Mellor do not seem to be sufficient. Now, it has been added other challenges to the agricultural sector: to help for mitigation of climatic problems through the diversification of the energetic matrix, considering the employment of clean sources mainly by means of bio-fuels (biodiesel, ethanol, and biogas). The aforementioned implies an important confrontation between the new role of agriculture and its effects on the agricultural economies of several underdevelopment countries, in which this sector plays a considerable role, particularly in those countries where poverty is higher. This review contribute to the analysis of the potential problems that this dual challenge can generate within the agricultural sector, is that to say, the contradictions regarding the fundamental role

of the agriculture as supplier of foods and, on the other hand, to support the mitigation of the problems arisen from the Climate Change. Besides, take into account the demand of fuel in Chile; it analyzes the "food by fuel" substitution effect, only to satisfy the Chilean automobile market.

KEYWORDS: Development Economics; Climate Change; Food Production; Agricultural Sector.

INTRODUCCIÓN

Las dos guerras mundiales y las grandes depresiones económicas en las primeras décadas del siglo XX, marcaron el comportamiento de las relaciones internacionales. La preocupación de los países industrializados se acentuó no solamente en esfuerzos tendientes a su reconstrucción y abastecimiento, el logro del pleno empleo y la revitalización de un orden económico internacional; sino que también hubo que dar respuesta a nuevas exigencias: transformaciones profundas de las relaciones internacionales, la desintegración de los sistemas coloniales y, principalmente, la necesidad de impulsar cambios en la estructura productiva con el fin de acelerar el ritmo de progreso económico y social y elevar los niveles de vida en zonas menos desarrolladas (Singer, 1989).

En la Conferencia de San Francisco de 1945, se funda la Organización de las Naciones Unidas (ONU), creándose también organismos especiales cuyos objetivos eran materializar el nuevo orden de relaciones internacionales. A partir de ese momento la dicotomía desarrollo-subdesarrollo constituiría uno de los más frecuentes e importantes tópicos de discusión en los foros internacionales y en los medios académicos e intelectuales (Kuhnen, 1985; Adelman, 1964). Antes de estos acontecimientos, excluyendo los aportes en ese sentido de Johnston y Mellor (1961), sólo algunos economistas y/o escuelas del pensamiento económico habían considerado dentro de sus postulados el rol que el sec-

tor agrícola juega en el proceso de desarrollo económico (Díaz-Osorio, 1995).

Posterior a ello, la relevancia del sector agrícola y la problemática del uso de los recursos naturales -sobre todo en las regiones con mayores niveles de pobreza- fueron incorporadas al análisis para explicar los grados de desarrollo y/o de subdesarrollo alcanzados por algunos países. Dicha discusión ha alcanzado hoy en día mayor relevancia, sobre todo ante los inminentes efectos del "Cambio Climático" o "Calentamiento Global", los que han otorgado otro impulso a la discusión ambiental. Ello ha implicado también que el sector agrícola se vea involucrado en forma más relevante como elemento de análisis; esto es ayudar a diversificar la matriz energética vía el aporte de sustitutos energéticos y amigables con el ambiente, y, por otro lado, respecto de su rol fundamental como proveedor de alimentos y su posterior implicancia en el alza de los precios y su efecto en las economías menos desarrolladas.

El Sector Agrícola en el Pensamiento y las Doctrinas Económicas

El desarrollo y consolidación del capitalismo y el nacimiento de la política económica clásica significaron que los sistemas de producción agrícolas y el problema de la renta de la tierra se constituyeran en un punto central del análisis (Adam Smith, Thomas Robert Maltus, David Ricardo). Estas concepciones fueron profundizadas posteriormente por corrientes socialistas, las cuales veían en la estructura de propiedad un impedimento para el reemplazo del sistema capitalista (Movimiento de los Socialistas Agrarios Socialismo Utópico y Socialismo Científico). En cambio, para los economistas posclásicos y neoclásicos, el problema de la renta de la tierra sólo significó un problema económico más dentro de las ciencias económicas. En América Latina sin embargo, los aportes de las distintas corrientes económicas y especial-

mente las socialistas, dejaron un legado muy importante en la discusión en torno al problema agrícola y la estructura agraria, como impedimentos para desarrollar económicamente la región. En la década de los 60', cobra importancia el trabajo realizado por Johnston y Mellor (1961), quienes pretendieron responder "a la falsa dicotomía entre desarrollo agrícola y desarrollo industrial", analizando la naturaleza del papel de la agricultura en el proceso de crecimiento económico y planteando en cinco proposiciones, las formas más importantes en que el incremento de la producción y la productividad agrícola contribuyen al crecimiento económico global: 1) Suministro de una mayor oferta de alimentos para la creciente población; 2) Aumento de las exportaciones agrícolas para incrementar los ingresos y aumentar las entradas de divisas en un país en proceso de desarrollo; 3) Transferencia de la fuerza de trabajo de la agricultura a los sectores no agrícolas, donde la fuerza de trabajo para otros sectores de rápido crecimiento, puede tomarse de la agricultura, principal fuente de mano de obra en las primeras etapas del desarrollo. 4) Las contribuciones de la agricultura a la formación de capital para financiar la creación y expansión de otros sectores de la economía y servicios; 5) El incremento del ingreso neto rural de efectivo como un estímulo de la industrialización, un incremento en el ingreso rural neto de efectivo sería un estímulo a la industrialización y a la expansión del sector capitalista.

Concepto, Enfoques y Tendencias de Desarrollo

El "Desarrollo" ha sido definido sólo en un nivel abstracto, de ahí que este concepto abarca crecimiento económico, progreso tecnológico y autorrealización de las personas, como también el lograr las condiciones técnicas, sociales, institucionales y políticas para ello. (Manig, 1980; Arndt, 1992; Sen, 1988). El término desarrollo implica una connotación positiva, pero su definición está basada en dos categorías

conceptuales: una básicamente cuantitativa, asociada al crecimiento de la economía y otra, de índole cualitativa asociada a las nociones de bienestar y calidad de vida (Hesse y Sautter, 1977). Algunos autores entendieron el proceso de desarrollo como un sinónimo del crecimiento económico, otro grupo enfatiza que la teoría del crecimiento y la teoría del desarrollo representan conceptos diferentes. Las teorías del desarrollo se orientarían más a aclarar las causas de la ausencia de un crecimiento económico, a esclarecer las condiciones para que éste se produzca, a lograr la mejor utilización de los escasos recursos existentes y a mejorar cualitativa y cuantitativamente los factores de producción. En cambio, las teorías del crecimiento mostrarían como los factores de producción y el progreso técnico aportan al crecimiento del "Producto Social". Con ello diferencian la frontera entre la teoría del crecimiento y la teoría del desarrollo (Hesse y Sautter, 1977). Así, la problemática del desarrollo se enfocó bajo tres grandes tendencias: la que lo concibe como un fenómeno de crecimiento, la que lo percibe como un estado o etapa y la que lo enfoca como un proceso.

Desarrollo y Evolución de la Problemática Ambiental

A nivel mundial, en los años 70' se inicia un cuestionamiento de los modelos de desarrollo aplicados. Por un lado persistía el problema del subdesarrollo y la pobreza en vastas áreas y, por otro lado, comienza a generalizarse la preocupación sobre la capacidad de los recursos naturales para sostener el crecimiento de la economía. En esa década, dos documentos consideran el agotamiento progresivo de los recursos naturales como una importante variable ecológica en sus modelos: El "Informe Meadows del Club de Roma" y el "Modelo de Bariloche" (Herrera, 1976). En 1971, en la reunión del "Grupo de Expertos sobre el Desarrollo y el Medio" en Founex-Suiza, se elaboró un documento pionero sobre el

medio ambiente y en 1972 se realiza la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el "Medio Humano" (Estocolmo). En ambos encuentros se concluyó que el crecimiento y el desarrollo debían armonizarse con la preservación del medio ambiente. En 1979 se publica el informe "Global 2000" y en 1980 el "Informe Brandt". En los inicios de los 80', la discusión sobre desarrollo y medio ambiente salen de las agendas; los países industrializados reemplazan negociaciones políticas Norte-Sur por créditos baratos de bancos comerciales privados, con lo que se genera una abultada deuda externa. También, como consecuencia del problema del petróleo, una crisis económica generalizada, el interés ecológico de las naciones industrializadas pasa al olvido. En la segunda mitad de los 80', los temas sobre los costos ecológicos del avance técnico y económico y la consecuente destrucción de los ecosistemas globales retoman fuerza. La pauta del debate la dio ONU, donde se elaboró un informe denominado "Nuestro Futuro Común" (1987) en el que se planteó que la ecología es un problema global dado que la degradación ambiental no es un problema exclusivo de las naciones industrializadas, siendo la pobreza y el subdesarrollo causa y efecto de esta degradación (Hauff, 1987).

Esta conciencia mundial, sobre el cuidado del medio ambiente, llevó a las Naciones Unidas a convocar a la "Cumbre de la Tierra", realizada en Río de Janeiro en 1992. Ésta tuvo como fin aprobar una amplia gama de medidas en relación al medio ambiente, junto con un vasto plan de acción para el próximo siglo, incorporados en la llamada "Agenda 21". En esta misma línea se realiza en el año 2002 el encuentro en Johannesburgo.

En América Latina, durante la década del 70', CEPAL comienza a elaborar documentos y organiza encuentros que cuentan con el patrocinio del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. En 1978 la CEPAL y el PNUMA acuerdan coordinar proyectos de investigación y la reali-

zación de un seminario sobre los estilos de desarrollo, problemas ambientales y el aprovechamiento de los recursos en América Latina (Sunkel, 1981). A continuación, y hasta mediados de los ochenta, los países industrializados priorizan recuperar y renegociar la abultada deuda externa de muchos países subdesarrollados.

En la segunda mitad de la década de los 80', América Latina debió revisar sus enfoques y estrategias de desarrollo económico. Siendo una zona rica en recursos naturales, pero por ser pobre y atrasada, ha explotado abusiva e indiscriminadamente sus recursos para superar su pobreza y financiar su desarrollo, lo que le significó caer en un círculo vicioso (Sunkel, 1986). En 1990, CEPAL entrega una propuesta para el desarrollo de los países de la Región, enfatizando impulsar las transformaciones productivas en un marco de progresiva equidad social e incorporando la dimensión ambiental al proceso de desarrollo (ECLAC, 1990). Del mismo modo esta institución, dentro de las actividades preparatorias para la "Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo" (Río de Janeiro 1992), convocó a una "Reunión Ministerial sobre el Medio Ambiente" donde se aprobó el "Plan de Acción para el Medio Ambiente" y se elaboró un documento que examina con mayor detalle el tema de la incorporación de la variable ambiental al proceso de desarrollo y de la "transformación productiva con equidad" (ECLAC, 1991).

Posteriormente, y debido a una profunda crisis económica, se materializaron programas de estabilización con fuertes reducciones del presupuesto fiscal, lo que significaron no sólo la disminución del aparato público, sino que también el Estado vio mermada su capacidad de gestión sobre los recursos naturales y del control de la fuerte presión ejercidos sobre éstos. Algunos de los cambios económicos se relacionan con la eliminación de gran parte de las trabas que limitaban el funcionamiento de los mercados e integran las eco-

nomías locales a la economía mundial. Se produce con ello una dinamización de la economía y muchos países que tuvieron la posibilidad de incrementar y expandir sus mercados. Si bien ello trae aparejada consigo éxitos parciales, estos son a costa de una fuerte degradación ambiental y de la explotación excesiva de los recursos naturales, conflicto que se presenta al tratar de superar los niveles de pobreza existentes (Díaz, 1995).

Nuevo Desafío del Sector Agrícola: Cambio Climático y Generación de Energías Limpias.

El desafío ambiental que hoy en día se pide al sector agrícola, dado la evidente presencia de los problemas derivados del fenómeno denominado "Cambio Climático", es contribuir a diversificar la matriz energética a través de la producción de energías limpias. Lo anterior implica una confrontación con el rol que el sector ha jugado tradicionalmente y su efecto en las economías agrícolas de muchos países subdesarrollados. Actualmente, existe un fuerte consenso científico que el clima global se está alterando de manera significativa, principalmente como resultado del aumento de concentraciones de gases invernadero tales como el dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y clorofluorocarbonos (Houghton *et al.*, 1992; IPCC, 2002; Vásquez, 2007). Estos gases captan una porción creciente de radiación infrarroja terrestre y se espera que aumente la temperatura planetaria entre 1,5 y 4,5 °C. Como respuesta a esto, se estima que los patrones de precipitación global, también se alteren (Reilly *et al.*, 2007). Aunque existe un acuerdo general sobre estas conclusiones, hay una gran incertidumbre con respecto a las magnitudes y las tasas de estos cambios a escalas regionales.

Asociados a estos potenciales cambios, Sargent, (1988) sugiere que los rangos de especies arbóreas, podrán variar significativamente como resultado del cambio climático global. Por ejemplo, en Canadá

proyecta pérdidas de aproximadamente 170 millones de hectáreas de bosques en el sur y ganancias de 70 millones de hectáreas en el norte, por ello un cambio climático global como el que se prevé, implicaría una pérdida neta de 100 millones de hectáreas de bosques.

Respecto del sector agrícola frente al cambio climático, un tema particularmente sensible es la situación hídrica. Ésta puede enfrentarse a escenarios de relativa incertidumbre, según lo manifestado en proyecciones realizadas a través de modelos que consideran el efecto cambio climático sobre el agua de riego y la producción de alimentos (Rosenberg *et al.*, 2003; Izaurrealde *et al.*, 2003), existiendo cambios en distintas zonas geográficas con mayor y menor cantidad de agua disponible. De acuerdo con las predicciones realizadas por Kabubo-Mariara y Karanja (2007) para agricultores de Kenia, cambios tanto en precipitaciones como en temperatura poseen efectos negativos sobre el margen bruto de diversos cultivos, identificando factores claves en la mitigación de estos efectos tales como la diversificación productiva y el acceso a créditos. Para el caso de Chile, según Eisenreich *et al.*, (2005) se esperaría una disminución en las precipitaciones, argumentando que la tendencia general es el aumento de las precipitaciones en zonas tropicales y disminución en zonas subtropicales. Otro aspecto de incertidumbre en la agricultura, surge al analizar el efecto del aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera con la producción de alimentos. Algunos modelos de predicción establecen que el aumento de la temperatura y la disminución en la humedad del suelo provocan una disminución en los rendimientos de los cultivos. No obstante, el efecto de fertilización directa al aumentar la concentración de CO₂ compensará dichas pérdidas. Esto último con opiniones bastante diversas en la literatura (Crosson, 1997; Long *et al.*, 2006; Tubiello *et al.* 2007) que sin duda genera controversia, principalmente respecto del abastecimiento que

alimentos a la creciente población mundial (Sánchez, 2001).

Por otro lado, Wall y Smit (2005) indican una serie de prácticas a desarrollar por la agricultura para enfrentar los cambios climáticos: diversificación productiva, integración vertical, adopción de prácticas de conservación de suelo y del recurso hídrico y, adecuado manejo de plántales animales. Finalmente, uno de los desafíos más importantes para la agricultura ha sido contribuir a la mitigación del problema de emisiones de CO₂ actuales, principalmente a través de su uso para biocombustibles, lo que abre el debate respecto del efecto sustitución de alimentos.

Biocombustibles y Alimentación Mundial

Los niveles sin precedentes que están alcanzando los precios del petróleo crudo (Horta, 2006), las crecientes emisiones de CO₂ en la atmósfera (Vásquez, 2007) y, el ánimo de reducir la dependencia de combustibles fósiles (Hamelinck y Faaij 2006); incrementan las perspectivas mundiales para el uso de cultivos agrícolas usado no con fines energéticos. A modo de ejemplo, la producción del etanol derivado de plantas feculentas y azucareras, tales como la caña de azúcar y algunos cereales, aumentó un 53% en 2005. Se prevé que para 2010 el consumo mundial de etanol alcance los 54 mil millones de litros, correspondientes a alrededor de un 1 por ciento del consumo mundial de petróleo -que para 2010 superará, según las estimaciones del Consejo Mundial de la Energía (2005), los 5.151.000 millones de litros (Reca, 2006).

Los biocombustibles son alcoholes, éteres, ésteres y otros compuestos químicos, producidos a partir de biomasa, como las plantas herbáceas y leñosas, residuos de la agricultura y actividad forestal, y una gran cantidad de desechos industriales, como los desperdicios de la industria alimenticia (IICA, 2005). Éstos contribuyen entre 9-13% del total de la energía a nivel mundial (Kim y Dale, 2006) y se estima que

esta fuente energética podría contribuir en el año 2100 por sobre el 30% del total de energía requerida en el mundo (Hoogwijk *et al.*, 2003).

El término biomasa hace referencia a toda materia que puede obtenerse a través de fotosíntesis. La mayoría de las especies vegetales utilizan la energía solar para crear azúcares, partiendo de sustancias simples como el agua y el dióxido de carbono, almacenando esta energía en forma de moléculas de glucosa, almidón, aceite, etc. Los dos productos más desarrollados y empleados de esta clase de combustibles son, el biodiesel y bioetanol (IICA, 2005). Para este último, la producción mundial en el año 2004 fue de 41,7 billones de litros; mientras que en el año 2005 fue de 43,5 billones (Paszner, 2006).

En Estados Unidos, actualmente se consumen 20 millones de barriles de petróleo diarios, de los cuales el 60% es importado (Gray *et al.*, 2006). De acuerdo con el Acta de Políticas Energéticas de EE.UU. en el año 2012 se utilizarán 7,5 billones de galones de combustibles provenientes de fuentes renovables (Kotrba 2005), donde la mejor opción corresponde al etanol. La principal materia prima para la producción de etanol en EE.UU. es el maíz (Kwiatkowski *et al.*, 2006). El Departamento de Agricultura de ese país ha estimado que EE.UU. posee el potencial para producir cerca de un billón de toneladas de biomasa anualmente (Perlack *et al.*, 2005), lo que desplazaría el uso de aproximadamente el 30% de combustibles fósiles utilizados. La importancia de esta alternativa al petróleo se ve reflejada en el apoyo del Gobierno, en el año 2003 existió un aporte de 50 millones de dólares para el desarrollo de biocombustibles, monto que ha sido superado en los años siguientes.

Al igual que en EE.UU., en la Unión Europea la sustitución de combustibles fósiles ha sido propuesta como una estrategia de mitigar el efecto invernadero (Ryan *et al.*, 2006). El aporte medio de las energías renovables al consumo de energía primaria

es de aproximadamente un 6%, aunque la situación por países es muy desigual. En algunos representa un porcentaje muy elevado (Suecia, 25,5%; Austria, 24,3%; Finlandia, 21,3%; Portugal, 25,7%), mientras que en otros es muy testimonial (Gran Bretaña, Bélgica, Holanda, Luxemburgo, con porcentajes cercanos al 1%). El sector del transporte depende en un 98% de los derivados del petróleo, un recurso que se agotará en 50 años. El parque automotriz creció en la UE un 25% entre los años 2005 y 2007, y se pretende que en el 2012 el consumo de biocarburantes explique el 5% del consumo total de combustible (IICA, 2005). Debido a lo anterior, muchos investigadores han investigado cuales cultivos serían los más apropiados para la producción de biocombustibles. Fernández y Curt (2005) sugieren una serie de cultivos tanto para tierras regadas como de secano; mientras que Jacobi y Hartmann (2005) afirman la necesidad del mejoramiento genético continuo en cultivos destinados a biocombustibles. En América del Sur, las acciones más relevantes son desarrolladas por Brasil. En este país, 5 millones de vehículos se mueven exclusivamente con alcohol, y otros tantos lo hacen con mezcla de gasolina y etanol, constituyendo un total de 10 millones de vehículos biopropulsados. En Chile, existen investigaciones acerca del proceso de conversión de cultivos en bioenergía (Baeza, 2006; Reyes, 2006); sin embargo, existe incertidumbre acerca de la cuantificación del potencial de oferta de cultivos destinados a biocombustibles. Otro tipo de incertidumbre es la disyuntiva generada por el doble rol que actualmente debe protagonizar la agricultura:

proveedor de alimentos y/o mitigar las problemáticas que se han generado a partir del Cambio Climático. En la tabla 1 se analiza este dilema considerando los tres principales cultivos anuales producidos a nivel mundial: arroz, trigo y maíz, tomando como referencia la temporada agrícola 2005/2006. En este caso el escenario es el abastecimiento de gasolina por un año sólo a Chile (3.140 millones de litros anuales). Para el caso del arroz, el consumo per cápita mundial es de 64,5 kg., asumiendo que se reemplazara la gasolina por 100% etanol, se necesitaría el consumo de arroz de 62,8 millones de personas. Para el caso del trigo y maíz se requeriría el consumo de 52,9 y 40,7 millones de personas respectivamente. No obstante lo anterior, en Chile, debido a las características del parque automotriz, sólo es posible pensar en mezclas de etanol al 5 ó 10% (E10, E05). Asumiendo una mezcla E05, se requiere el consumo anual de 3,1; 2,6 y 2 millones de personas para el caso del arroz, trigo y maíz, respectivamente; sólo para satisfacer las necesidades del parque automotriz chileno.

En la tabla 2 muestra el número de hectáreas necesarias de arroz, trigo y maíz para suplir el consumo anual de gasolina, tomando en cuenta los rendimientos promedios a nivel mundial y en Chile. Al considerar el biocombustible 100% etanol y rendimientos promedios mundiales, se requieren poco más de un millón de hectáreas de arroz; o 1,7 millones de hectáreas de trigo o 952 mil hectáreas de maíz. Para el mismo caso, si se consideran rendimientos promedios en Chile, el número de hectáreas de arroz, trigo y maíz disminuiría a 710 mil; 1.118 mil y 952 mil respectivamente.

TABLA 1. Consumo mundial de cereales requerido para suplir necesidades de gasolina en Chile
 TABLE 1. World cereal consumption required to meet fuel needs in Chile

Cultivo	Consumo per cápita mundial kg/persona	Factor de conversión lt/kg	Consumo anual de gasolina en Chile. Millones de litros (2)	Número de personas que deberían “dejar de comer” para abastecer la demanda de gasolina en Chile. (millones de personas/año)			
				E100	E85	E10	E05
Arroz	64,5	0,775	3.140	62,8	53,4	6,3	3,1
Trigo	95,2	0,624	3.140	52,9	44,9	5,3	2,6
Maíz (1)	111,9	0,690	3.140	40,7	34,6	4,1	2,0

1. considera alimentación animal

2. 2,5 millones de automóviles en Chile

Fuente: Elaboración propia, 2008. Con información de ODEPA, USDA, SAGPyA, COTRISA.

En Chile, un escenario realista es la eventual mezcla E05, en este caso se requiere aumentar –dependiendo de los rendimientos, entre 35 y 50 mil hectáreas de arroz o, entre 88 y 55 mil hectáreas de trigo o, entre 19 y 47 mil hectáreas de maíz; solamente para suplir las necesidades del parque automotriz chileno durante el período de un año. Este análisis –sólo a nivel local- deja de manifiesto que el efecto sustitución bio-combustibles versus alimentación mundial puede llegar a generar controversias. Las políticas a implementar por los países que adopten este doble rol en la agricultura

deben considerar las posibles alzas en los precios de alimentación. Especial atención debe haber en los países más pobres, los cuales destinan entre 50 y 80% del ingreso familiar en alimentos, por lo que un alza en esto aumenta el gasto y disminuye el ingreso real. Conocida es la “ayuda alimentaria” que los países del primer mundo otorgan a los 824 millones de personas que aún continúan sufriendo de hambre (Holt-Giménez, 2007), la cual es originada por la sobreproducción. Si dicho superávit va directamente a los estanques de gasolina, es posible esperar un escenario incierto.

TABLA 2. Hectáreas requeridas para suplir demanda de gasolina anual en Chile.
 TABLE 2. Hectares required to meet annual demand for gasoline in Chile.

Cultivos		Ton/ha	N° de hectáreas necesarias para abastecer demanda de gasolina en Chile (miles ha/año)			
			E100	E85	E10	E05
Arroz	Rendimiento mundial	4,05	1.000,40	850,34	100,04	50,02
	Rendimiento en Chile	5,7	710,81	604,19	71,08	35,54
Trigo	Rendimiento mundial	2,85	1.765,63	1500,79	176,56	88,28
	Rendimiento en Chile	4,5	1.118,23	950,50	111,82	55,91
Maíz	Rendimiento mundial	4,78	952,03	809,23	95,20	47,60
	Rendimiento en Chile	11,8	385,65	327,81	38,57	19,28

Fuente: Elaboración propia, 2007. Con información de ODEPA, USDA, SAGPyA, COTRISA.

CONCLUSIONES

En esta revisión de literatura se analizó la importancia del sector agrícola a partir de los modelos de desarrollo generados en la postguerra; donde la principal problemática de ese entonces era el rol de la agricultura como principal proveedor de alimentos. Posteriormente se examinaron los desafíos ambientales al sector: ayudar a mitigar los problemas climáticos por la vía de contribuir a diversificar la matriz energética, generando energías limpias, principalmente por medio de biocombustibles. Este último hecho contrapone el rol fundamental de la agricultura como proveedor de alimentos para la creciente población con las problemáticas que se han generado a partir del fenómeno denominado "Cambio Climático". Desde el punto de vista técnico, el Cambio Climático conlleva a problemas fundamentales en la agricultura: incertidumbre en los recursos hídricos; calidad y humedad de suelos, entre los más importantes. Éstos pueden ser mitigados a través de políticas públicas que fomenten prácticas tales como diversificación productiva, integración vertical, adopción de prácticas de conservación de suelo y del recurso hídrico y, adecuado manejo de planteles animales.

Los biocombustibles surgen como una excelente alternativa a la relativa escasez de combustibles fósiles y también a las crecientes emisiones de CO₂; sin embargo, la relación biocombustibles versus alimentación, es una problemática que seguirá generando controversias entre las naciones, enfocando la discusión en el rol principal que debe encaminar el sector agrícola.

LITERATURA CITADA

ADELMAN, I. 1964. Teoría sobre el desarrollo económico. Editorial Fondo de Cultura Económica.

ARNDT, H. 1992. El desarrollo económico.

La historia de una idea. Editorial REI.

BAEZA, J. 2006. Bioetanol: una alternativa energética. Trabajo presentado en Seminario Internacional "La agricultura Tradicional en el Mundo de los Combustibles". Los Angeles-Chile.

Comercializadora de Trigo S.A. (COTRISA). 2007. Informes de Mercado: Arroz, Trigo y Maíz. URL: <<http://www.cotrisa.cl>>

CROSSON, P. 1997. Impacts of Climate Change on Agriculture. Climate Issues Brief N°4

DÍAZ-OSORIO, J. 1995. Desarrollo: desde la industrialización a la sustentabilidad. Panorama socioeconómico 13 (15): 45-52.

DÍAZ-OSORIO, J. 1995. El Enfoque de la Cuestión Agraria en el pensamiento y las Doctrinas Económicas. Revista Universitas. (10):23-42. Editorial de la Universidad de Talca, Chile.

ECLAC. 1990. Transformación productiva con equidad. La tarea prioritaria de América Latina y el Caribe en los años 90. Santiago de Chile.

ECLAC. 1991. El desarrollo sustentable: transformación productiva, equidad y medio ambiente." Santiago de Chile.

EISENREICH, S. 2005. Climate Change and the European Water Dimension. European Commission- Joint Research Centre. EU Report No. 21553. Italia. 253 p.

FERNÁNDEZ, J.; CURTA, MD., 2005. New energy crops for bio ethanol production in the Mediterranean region. International Sugar Journal 1283:622-627.

GRAY, K.; ZHAO, L.; EMPTIVE, M. 2006. Bioethanol. Chemical Biology 10:141-146. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). 2002. Cambio climático y biodiversidad. Documento técnico V del IPCC. ISBN: 92-9169-104-7. 93 p.

- HAMELINCK C.; FAAIJ A. 2006. Outlook for advanced biofuels. *Energy Policy* 34: 3268–3283
- HAUFF, V. (Ed.). 1987. *Unsere gemeinsame Zukunft.* Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung." Greven.
- HERRERA, A. 1976. *Die Grenzen des Elends, Das Bariloche-Modell.* Frankfurt am Main.
- HESSE, H. ; SAUTTER, H. 1977. *Entwicklungstheorie und -Politik. Band I. Entwicklungstheorie. WISO-TEXTE, J. C. B. Mohr (Paul Siebeck) Tübingen, Werner-Verlag, Düsseldorf.*
- HOLT-GIMÉNEZ, E. 2007. Los agrocombustibles y los mitos peligrosos. En: *El Periódico Nuevo Enfoque*, N°16 Octubre.
- HOOGWIJK, M., FAAIJ, A., VAN DER BROEK, R., BERNDES, G., GIELE, D. and TURKENBURG, W. 2003. Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy. *Biomass and Energy* 25 (2): 119-133.
- HORTA, L. 2006. *Costos y precios para etanol combustible en América Central. Comisión Económica para América Latina y el Caribe – ECLAC. México. 102 p.*
- HOUGHTON, J.T., CALLANDER, B.A., y VARNEY, S.K. 1992. *Climate Change 1992: The Supplemental Report to the IPCC Scientific Assessment.* Cambridge University Press. pp. 200.
- IICA. 2005. *Perspectivas de los biocombustibles en la Argentina y en Brasil.* Buenos Aires, Argentina. 152 p.
- IZAURRALDE, C.; ROSENBERG, N.; BROWN, R.; THOMSON, A. 2003. *Integrated assessment of Hadley Center (HadCM2) climate-change impacts on agricultural productivity and irrigation water supply in the conterminous United States Part II. Regional agricultural production in 2030 and 2095. Agricultural and Forest Meteorology* 117: 97–122.
- JACOBI, A.; HARTMANN, F. 2005. Breeding of cereal crops for the production of bioethanol. *Zuckerindustrie* 130(9): 694-696.
- JOHNSTON, B.; MELLOR, J. 1961: *The Role of Agricultural in Economics Development. The American Economic Review* 60(4):566-593.
- KABUBO-MARIARA, J.; KARANJA, F. 2007. The economic impact of climate change on Kenyan crop agriculture: A Ricardian approach. *Global and Planetary Change* 57: 319–330.
- KIM, S.; DALE, B. 2006. Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. *Biomass and Bioenergy* 26:361-375.
- KOTRBA, R. 2005. Keeping pace with policy. *Ethanol Producer Magazine* 1:58-62.
- KUHNEN, F. 1985. *Concepts for the Development of the Third World. A Review of the Changing thoughts between 1945 and 1985. Quarterly Journal of International Agriculture* 26 (4):157-167.
- KWIATKOWSKI, J.; MCALOON, A.; TAYLOR, F.; JOHNSTON, D. 2006. Modelling the process and costs of fuel ethanol production by the corn dry-grind process. *Industrial Crops and Products* 23:288-296.
- LONG S.P.; E. A. AINSWORTH; A. D. B. LEAKEY; J. NÖSBERGER; D. R. ORT. 2006. Food for Thought: Lower-Than- Expected Crop Yield Stimulation with Rising CO2 Concentrations. *Science* 312: 1918-1921.
- MANIG, W. 1980. *Zur Diskussion einer gesamtgesellschaftlichen Entwicklungstheorie.* En: *Zeitschrift für ausländische Landwirtschaft.* 19. Jahrgang, Heft 1, Januar-März, pág. 18-38, p. 22.
- OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS (ODEPA). 2007. *Mercado del trigo, arroz, maíz.* En: *Agricultura; Mercados y Rubros. Varios Documentos.* URL: <<http://www.odepa.gob.cl>>

- PASZNER, L. 2006. Bioethanol: Fuel of the Future. *Pulp and Paper Canada* 107(4): 27-29.
- PERLACK, RD.; WRIGHT, LL.; TURHOLLOW, AF.; GRAHAM, RL.; STOKES, BJ.; ERBACH, DC. 2005. Biomass as feedstock for a bioenergy and bioproducts industry: the technical feasibility of a billion-ton annual supply. URL: <<http://www.osti.gov/bridge>>.
- RECA, A. 2006. The Oilseeds complex. Non food used drive market dynamics. Rabobank, *Industrie note* 174:1-13.
- REILLY, J. S.; PALTSEV, B.; FELZER, X.; WANG, D.; KICKLIGHTER, J.; MELILLO, R.; PRINN, M.; SAROFIM, A.; SOKOLOV, C.; WANG. 2007. Global economic effects of changes in crops, pasture, and forests due to changing climate, carbon dioxide, and ozone. *Energy Policy* 35: 5370-5383.
- REYES, F. 2006. Investigación y desarrollo de biodiesel en Chile. Trabajo presentado en Seminario Internacional "La agricultura Tradicional en el Mundo de los Combustibles". Los Angeles-Chile.
- ROSENBERG, N.; BROWN, R.; IZAU RRALDE, C.; THOMSON, A. 2003. Integrated assessment of Hadley Centre (HadCM2) climate change projections on agricultural productivity and irrigation water supply in the conterminous United States I. Climate change scenarios and impacts on irrigation water supply simulated with the HUMUS model. *Agricultural and Forest Meteorology*. 117: 73-96.
- RYAN, L.; CONVERY, F.; FERREIRA, S. 2006. Stimulating the use of biofuel in the European Union: Implications for climate change policy. *Energy Policy* 34:3184-3194.
- SÁNCHEZ, P. 2001. The Climate Change, Soil Fertility, Food Security Nexus. In: *Sustainable Food Security for all by 2020*. Septiembre 4-6. Bonn Germany.
- SARGENT, N.E. 1988. Redistribution of the Canadian boreal forest under a warmed climate. *Climatological Bulletin* 22(3): 23-34.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ALIMENTOS (SAGPyA). 2006. Mercado del maíz. Informe de mercado. 7 p.
- SEN, A. 1988. The Concept of Development. In: Chenery, H y Srinivasan, T. N. (Eds.): "Handbook of Development Economics." Vol. I, Elsevier Science Publisher B. V., Amsterdam, 9-26.
- SINGER, H.W. 1989. El desarrollo en la Posguerra. Lecciones de la experiencia de 1945-1985. *Revista de Comercio Exterior* 39 (7): 597-617.
- SUNKEL, O. 1981. La dimensión ambiental de los estilos de desarrollo de América Latina." ONU/ECLAC/PNUMA, Santiago de Chile.
- SUNKEL, O. 1986. La dimensión ambiental en la planificación del desarrollo." Grupo Editor Latinoamericano. Buenos Aires.
- TUBIELLO F. N.; J. S. AMTHOR; K. J. BOOTE; M. DONATELLI; W. EASTERLING; G. FISCHER; R.M. GIFFORD; M. HOWDEN; J. REILLY; C. ROSENZWEIG. 2007. Crop response to elevated CO2 and world food supply. A comment on "Food for Thought..." by Long et al., *Science* 312:1918-1921, 2006. *European Journal Agronomy* 26: 215-223
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). 2008. Grain: World and Market. URL: <<http://www.usda.gov>>
- VÁSQUEZ, M. 2007. El Calentamiento Global. Instituto de Astrofísica de Canarias. Seminarios del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). 15 de Febrero.
- WALL, E.; SMIT, B. 2005. Climate Change Adaptation in Light of Sustainable Agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture* 27(1): 113-123.



SIMIENTE

VOLUMEN 79 (1-2) JUNIO 2009

C O N T E N I D O

TRABAJOS DE INVESTIGACION

EFFECTO DEL RIEGO EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCION DE ACEITE DE *Mentha piperita* L.: CHILE CENTRAL. 1

METODO PARA ESTIMAR LA TEMPERATURA DEL SUELO MEDIANTE EL USO DE IMÁGENES NOAA-AVHRR Y DATOS NCEP/NCAR REANALYSIS. 8

FRUTA CON MÍNIMO PROCESO: UNA APROXIMACIÓN HACIA LAS PREFERENCIAS DE CONSUMIDORES DE COMUNAS DE ALTOS INGRESOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA, CHILE. 19

EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE CIANAMIDA HIDROGENADA Y PERÓXIDO DE HIDRÓGENO SOBRE LA BROTAÇÃO Y COSECHA EN VID (*VITIS VINIFERA* L.) ACCESIÓN CANCHONES, EN CONDICIONES DE LA PAMPA DEL TAMARUGAL, REGIÓN DE TARAPACÁ. 37

LA PRODUCTIVIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO - SILVÍCOLA EN CHILE. 47

CARACTERIZACION DE LOS PRODUCTORES Y ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL CULTIVO DE MELÓN EN ZAPIGA, COMUNA DE HUARA, REGIÓN DE TARAPACÁ. 60

NOTAS CIENTIFICAS

METODO DE GENERACION DE CARTOGRAFIA CLIMATICA USANDO REGRESIONES CON PESOS GEOGRAFICOS 74

DESARROLLO ECONÓMICO, CAMBIO CLIMÁTICO Y EL SECTOR AGRÍCOLA 83