

INVESTIGACIÓN

CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS PRODUCTIVOS LECHEROS EN LA X REGIÓN DE CHILE MEDIANTE ANÁLISIS MULTIVARIABLE¹

Characterization of dairy productive systems in the Tenth Region of Chile using multivariate analysis¹

Ricardo Smith R.², Víctor Moreira L.² y Luis Latrille L.²

ABSTRACT

This study characterizes and classifies dairy farms from the Tenth Region of Chile using technical, productive, and human capital information. Two hundred and ninety dairy farms were surveyed and characterized by ten quantitative and nine qualitative variables in 1997. The collected information was analyzed using three multivariate exploratory statistical methods (principal component analysis, multiple correspondence analysis, and cluster analysis) to generate four dairy productive systems. The first system included farms characterized by low technological level, spring calving, no stall-housing, a stocking rate of 0.62 animal units per hectare, and milk production per cow between 741 and 1,547 L year⁻¹. The second productive system included farms with fall-spring calving, 1.25 months per year of stall-housing, 0.72 animal units per hectare, and milk production per cow between 1,617 and 3,112 L year⁻¹. Farms in the third productive system had year-round or fall-spring calving, almost no stall housing, 1.16 animal units per hectare, and an annual milk production per cow varying from 2,018 to 3,671 L. The fourth system included farms with the highest technological levels, year-round calving, stall-housing time equivalent to 2 or more months per year, 0.96 animal units per hectare, and annual cow milk production ranging from 3,925 to 5,348 L.

Key words: dairy farms, dairy productive systems, multivariate statistics, multiple correspondence analysis, cluster analysis.

RESUMEN

Este estudio caracteriza y clasifica las explotaciones lecheras de la Décima Región de Chile de acuerdo a aspectos técnicos, productivos, y relacionados al capital humano con que ellas cuentan. Doscientos noventa predios lecheros fueron encuestados y caracterizados mediante diez variables cuantitativas y nueve cualitativas. Esta información fue analizada mediante tres técnicas de estadísticas multivariable exploratoria (análisis de componentes principales, de correspondencias múltiples, y de conglomerados) para generar cuatro sistemas productivos. El primer sistema productivo obtenido del análisis incluye predios con un bajo nivel tecnológico, partos concentrados en primavera, sin estabulación o confinamiento, carga animal de 0,62 UA ha⁻¹, y una producción por vaca entre 741 y 1.547 L año⁻¹. Las explotaciones en el segundo sistema productivo muestran partos concentrados en otoño y primavera, un tiempo de confinamiento del rebaño equivalente a 1,25 meses en el año, carga animal de 0,72 UA ha⁻¹, y vacas que producen desde 1.617 a 3.112 L año⁻¹. En el tercer sistema productivo, los predios distribuyen los partos a través del año o bien los concentran

¹Recepción de originales: 24 de abril de 2001.

Trabajo financiado por DID UACH S-199943.

²Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Casilla 567, Valdivia, Chile.

E-mail: rramirez@arec.umd.edu; vmoreira@uach.cl

en otoño y primavera; estas explotaciones prácticamente no confinan el rebaño, tienen una carga animal de 1,16 UA ha⁻¹, y una producción anual por vaca entre 2.018 a 3.671 L. Las explotaciones del cuarto sistema presentan los más altos niveles tecnológicos, distribuyen las pariciones a lo largo del año, confinan el rebaño un tiempo equivalente a 2 meses o más, tienen carga animal de 0,96 UA ha⁻¹, y una producción anual por vaca entre 3.925 y 5.348 L.

Palabras clave: predio lechero, sistemas productivos lecheros, estadística multivariable, análisis de correspondencias múltiples, análisis de conglomerados.

INTRODUCCIÓN

La estadística multivariable exploratoria ha sido empleada en muchas áreas de la ciencia aplicada para clasificar y establecer relaciones de similitud entre unidades de las cuales se han medido una gran cantidad de variables (Johnson y Whichern, 1998; Hair *et al.*, 1998). Esta metodología normalmente no permite hacer inferencias y, en economía agraria, es empleada más bien para realizar análisis exploratorios, previos al empleo de metodologías más sofisticadas tales como las econométricas. Las técnicas multivariadas más empleadas son el análisis factorial, el análisis de componentes principales, y el análisis de conglomerados. Estos análisis requieren de información cuantitativa, originada en la medición de variables numéricas continuas, por lo cual generalmente se aplican a variables de ese tipo. Sin embargo, al trabajar en condiciones reales, es frecuente que mucha de la información recolectada corresponda a variables categóricas o variables cualitativas que no tienen una representación numérica directa. Una técnica exploratoria que permite analizar este tipo de variables y que ha ganado popularidad en los últimos años es el análisis de correspondencias múltiples (Johnson y Whichern, 1998). En este trabajo se emplea un análisis de conglomerados para la determinación de sistemas productivos. En el análisis se incluyen simultáneamente variables cuantitativas y cualitativas, previa aplicación de un análisis de correspondencias múltiples a estas últimas.

Un "sistema productivo" lechero puede ser definido como el conjunto de manejos o prácticas agropecuarias (tales como los manejos reproduc-

tivos y sanitarios de las vacas, o el manejo del pastoreo) y factores fijos y variables (tales como suelo, mano de obra, ganado lechero, maquinaria, concentrados, y fertilizantes) que, al ser integrados en forma más o menos organizada en un proceso productivo, definen los niveles de producción y eficiencia que puede alcanzar la explotación lechera (Smith, 1999). La elección de los niveles de factores fijos y variables a emplear, al igual que del conjunto de manejos a implementar, es realizada por el productor. Así, de la capacidad empresarial del productor depende que tan correcta sea dicha elección y que tan eficiente sea el proceso productivo. Este punto es de vital importancia en el éxito de la empresa, puesto que sistemas productivos más complejos podrían requerir administradores con una mayor capacidad empresarial. En este trabajo se evalúa explícitamente esta hipótesis mediante la introducción en el análisis de variables como el nivel de educación formal del propietario, y su grado de dedicación al rubro lechero.

La determinación de tipologías, que clasifiquen a las explotaciones lecheras de acuerdo a sus sistemas de producción desde una perspectiva multivariable, es importante al menos por dos motivos. El primero es que la existencia de una efectiva clasificación podría hacer más eficiente la aplicación de algunas políticas gubernamentales. Esto es motivado por el hecho que productores o explotaciones con diferentes características necesitan de instrumentos específicos que se adapten a sus particulares necesidades. Por ejemplo, si la entidad gubernamental desea generar un cambio tecnológico, entonces deberá abordar el problema en forma diferenciada por-

que algunos productores estarán más dispuestos que otros al cambio. De igual forma, el impacto de una política de protección o de apertura hacia el comercio exterior podría tener un impacto distinto sobre diferentes sistemas productivos. Algunos sistemas productivos pueden verse más perjudicados (o favorecidos) que otros. Así, un conocimiento adecuado de estos sistemas podría permitir una orientación más precisa de las compensaciones que el Estado podría otorgar a las explotaciones más perjudicadas.

El segundo motivo que justifica la determinación de grupos homogéneos de explotaciones es, en parte, de naturaleza estadística. En general, para alcanzar una comprensión más profunda acerca de los niveles de rentabilidad, costos, o eficiencia técnica o económica de una explotación lechera es necesario recurrir al estudio de casos individuales. Frecuentemente estos estudios consumen una gran cantidad de recursos, y tiempo del productor y del investigador, por la gran cantidad de información que se necesita reunir y analizar. Estudios de casos a explotaciones lecheras en Chile pueden ser encontrados en Colin (1991), Campos *et al.* (1995), Moreira (1999), y Lobos *et al.* (2001). Por el esfuerzo requerido para su realización, estos estudios suelen utilizar un grupo reducido de explotaciones en el análisis, lo cual limita el alcance de sus conclusiones. Sin embargo, si la elección de esas explotaciones es orientada en forma tal que sean representativas de un número significativo de unidades productivas, los resultados del análisis de casos podrían ser extendidos a las explotaciones representadas (con un cierto error estadístico). Así, las explotaciones a analizar pueden representar sistemas productivos específicos, y las conclusiones del análisis de casos podrían ser extendidas a aquellas explotaciones que producen bajo el mismo sistema.

El objetivo de este estudio es elaborar una clasificación de las explotaciones lecheras de la X Región de Chile empleando una metodología más integral que la utilizada tradicionalmente. Los grupos originados en este proceso son llamados aquí "sistemas productivos", debido a que la información considerada en su elaboración proviene de variables de distinta naturaleza, incluyendo variables técnicas, productivas, y características del recurso humano disponible en las explotaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información empleada en este estudio se originó en una encuesta realizada en 1997 como parte del proyecto "Competitividad de la producción lechera nacional", el que fue financiado por el Ministerio de Agricultura (MINAGRI), la Asociación de Empresas Lácteas (ASILAC), y la Cooperativa Agrícola y Lechera de La Unión Ltda. (COLUN).

Doscientas noventa explotaciones lecheras fueron encuestadas en la X Región de Chile, entre los paralelos 39°05' y 41°30' Latitud Sur. Todas las explotaciones encuestadas eran proveedoras de alguna de las plantas asociadas a ASILAC o de COLUN. Usando información de producción¹ láctea y ubicación geográfica de cada explotación, proporcionada por las empresas receptoras, la distribución de las encuestas se estratificó de acuerdo a producción anual, estacionalidad de la producción (definida más abajo) y ubicación geográfica. Para la estratificación se definieron cuatro niveles de producción anual (menos de 100.000 L, 100.000 a 500.000 L, 500.000 a 1.000.000 L, y más de 1.000.000 L), tres niveles de estacionalidad (baja estacionalidad: menos de 1,5; estacionalidad media: 1,5 a 3,5; y alta estacionalidad: mayor a 3,5); y dos

¹Dado que la mayoría de los productores no contaba con registros productivos, la información productiva utilizada en los análisis es la producción destinada a planta (volumen de leche medido en planta sin ningún tipo de correcciones). En este trabajo, los términos producción, producción total, y producción a planta, son utilizados indistintamente. Pero, obviamente, la producción total es siempre superior a la producción destinada a planta. La información productiva fue proporcionada por las empresas receptoras.

niveles de zonas geográficas (X Región norte, correspondiente a la provincia de Valdivia, y X Región Sur, correspondiente a las provincias de Osorno y Llanquihue).

Geográficamente, la asignación de las encuestas fue proporcional al número de explotaciones en cada área. En este caso se consideraron sólo explotaciones proveedoras de ASILAC y COLUN, las que, en 1996, produjeron más del 85% de la leche a planta en la región (ODEPA, 1997). Dentro de un área específica, la asignación fue constante para cada uno de los 12 estratos generados por los distintos niveles de producción y estacionalidad (Smith, 1999). La razón de esto es que la distribución de productores según producción y estacionalidad es en Chile marcadamente asimétrica (Anrique, 1999). De hecho, en 1997, el 80% de los productores de la X Región tenía una producción individual inferior a los 30.000 L anuales, y su participación en la producción regional a planta era inferior al 15% (Cuadro 1). Así, una distribución proporcional de la encuesta hubiese estado sesgada hacia los productores pequeños, dejando sin representación a productores grandes, los cuales generan la mayor parte de la producción regional.

La encuesta fue aplicada entre septiembre y octubre de 1997. Su aplicación fue realizada por personas egresadas o recién tituladas de la carrera de Agronomía de la Universidad Austral de Chile, las cuales fueron previamente instruidas sobre el objetivo de cada pregunta en la encuesta. La participación de los productores encuestados fue solicitada por la Facultad de Ciencias Agrarias de la mencionada Universidad, y por la respectiva empresa de la cual aquellos eran proveedores.

Al menos una semana antes que el encuestador lo visitara, cada agricultor recibió una solicitud formal de colaboración y una copia de la encuesta, para permitirle reunir con suficiente antelación la información sobre la cual se le consultaría. La

Cuadro 1. Distribución acumulada de las explotaciones lecheras de la X Región de Chile de acuerdo a producción anual y su participación en la producción regional en 1997

Table 1. Cumulative distribution of dairy farms in the Tenth Region of Chile in 1997 according to annual production and regional production sharing

% de las explotaciones	Producción anual (L)	Proporción de la producción regional (%)
5,0	1.024	0,1
10,0	1.690	0,2
15,0	2.251	0,4
20,0	2.824	0,7
25,0	3.342	1,1
30,0	3.907	1,5
35,0	4.528	2,0
40,0	5.160	2,6
45,0	5.966	3,2
50,0	6.970	4,0
55,0	8.214	4,9
60,0	9.725	5,9
65,0	11.800	7,1
70,0	14.966	8,7
75,0	20.101	10,7
80,0	30.073	13,6
85,0	51.233	18,2
90,0	97.053	26,5
95,0	215.735	43,4
100,0	21.140.172	100,0

Fuente: Elaboración propia usando información proporcionada por ASILAC y COLUN.

aplicación de la encuesta consistió en una entrevista entre el encuestador y el agricultor, en la cual el primero realizaba las preguntas y se aseguraba que el segundo entendiera cuál era la información que se le estaba solicitando antes de escribir la respuesta. La encuesta tenía alrededor de 45 preguntas, algunas de las cuales profundizaban en aspectos específicos de manejo, y podían potencialmente generar hasta unos 700 datos por explotación¹.

¹Una copia de la encuesta puede ser solicitada a los autores por e-mail.

Las preguntas consultaban sobre la mayoría de los aspectos técnicos y productivos que determinan el funcionamiento de una explotación lechera, incluyendo: antecedentes generales de la explotación (disponibilidad de electricidad y agua, nivel de dedicación del propietario al rubro lechero, y experiencia del propietario en el rubro lechero); propiedad de la tierra y uso del suelo (superficie bajo cada tipo de tenencia y uso); inventario de construcciones (superficie construida, materiales, año de construcción, instalaciones, y condición actual); inventario de maquinarias y equipos (año de construcción, potencia, y condición actual); inventario de mano de obra (tiempo dedicado al rubro lechero por cada trabajador, años de educación, capacitación, parentesco con el propietario y asistencia técnica); inventario ganado lechero (edad aproximada de las vacas, evolución del tamaño del rebaño, razas, manejo reproductivo, mortalidad, y porcentajes de desecho y reposición); inventario de praderas, cultivos suplementarios y formas de conservación de forrajes (superficies, número de cortes para ensilaje y heno, edad y calidad de las praderas, y niveles de fertilización); nivel tecnológico (uso de cerco eléctrico, riego, manejo de registros y contabilidad de gestión, sistema de frío, y terapia de secado); y alimentación de las vacas (manejo del pastoreo y nivel de uso de concentrados).

El principal esfuerzo estuvo destinado a establecer los niveles y características cualitativas de factores fijos y variables empleados en cada explotación. Aspectos financieros fueron expresamente excluidos de la consulta. Las principales razones para esto fueron: i) evitar suspicacias de los productores hacia las empresas que financiaban el estudio, lo cual hubiera podido mermar su participación en la encuesta; ii) muchos productores no se sienten cómodos cuando información de ese tipo les es solicitada y entregan información sesgada, falsa, o simplemente no la proporcionan; y iii) como la misma encuesta lo reveló, la mayoría de las explotaciones que producen menos de 500.000 L anuales carecen de adecuados registros productivos, reproductivos

o financieros y otros poseen sólo registros parciales, lo cual hace que mucha de la información de este tipo, cuando es colectada a través de una encuesta, no sea confiable.

Análisis de la información

El principal objetivo de este estudio es la determinación de grupos homogéneos de explotaciones, los cuales aquí son llamados "sistemas productivos". Pero, a diferencia de otros estudios, esto es abordado en un contexto multivariable, utilizando la mayor cantidad posible de información que involucra distintos aspectos de las explotaciones. Para utilizar la mayor parte de la información colectada en la encuesta y la proporcionada por la industria, un conjunto de variables de distintos tipos fue construida. Algunas de ellas fueron tomadas directamente desde la fuente, mientras que otras necesitaron cierto grado de elaboración. A diferencia de Smith (1999), que utilizó datos de la misma encuesta, este estudio no está restringido a variables cuantitativas sino que incluye variables cualitativas en la determinación de los sistemas productivos. Las variables empleadas fueron:

Variables cuantitativas

Estacionalidad. Calculada dividiendo la producción de cuatro meses de primavera-verano (octubre, noviembre, diciembre y enero) por la producción de cuatro meses de otoño-invierno (mayo, junio, julio y agosto). Este es básicamente el criterio empleado por la empresa COLUN en la determinación de la estacionalidad de la producción de sus proveedores.

Grado de confinamiento. Definido como la cantidad de tiempo en el año durante el cual las vacas no pastorean y toda su alimentación se les ofrece en un lugar determinado (patio de alimentación, potrero de sacrificio, galpón u otro). Se elaboró un índice que varió desde 0 a 24, de acuerdo al número de meses en que los animales permanecían en confinamiento, y si éste era diurno y/o nocturno. Así, si las vacas permane-

cían confinadas día y noche durante dos meses, la explotación se calificaba con índice 4; si ocurría sólo durante la noche, el índice era 2.

Producción/vaca. Corresponde a la producción anual por vaca masa. Se calculó con los datos de producción destinada a planta y tamaño del hato lechero en 1996.

Praderas artificiales/praderas totales. Razón entre la superficie ocupada con praderas artificiales y la superficie total de praderas. Para este análisis se consideró como praderas artificiales a aquellas sembradas directamente o regeneradas, con un tiempo de producción igual o menor a cinco años, y que eran fertilizadas al menos una vez al año.

Carga animal. Número promedio de unidades animales (UA) por hectárea. Se calculó dividiendo el tamaño del hato lechero (vacas lecheras + toros + vaquillas y terneras de reemplazo) por la superficie destinada al rubro (praderas + cultivos forrajeros), previa transformación de cada categoría de animal a unidades animales (Moreira, 1997).

Índice de mecanización. Parámetro destinado a evaluar la eficiencia en el uso de la maquinaria de tracción mecánica. Se calculó como la razón entre la suma de maquinaria empleada en el rubro lechero de la explotación (Nº de tractores + ensiladoras + enfardadoras + carros mezcladores + etc., utilizados en algún momento durante el año, e independientemente si eran o no propiedad de la explotación) y la producción anual de leche. El número de tractores en cada explotación fue ponderado de acuerdo a la potencia de los mismos, usando los rangos de potencia incluidos en la encuesta. Esta variable se introdujo para medir si existía proporcionalidad entre el grado de mecanización usado en el predio y la producción de leche.

Índice de construcciones. Calculado como la producción anual dividida por la superficie (m²) de construcciones usadas en el rubro lechería

(sala de ordeña, patios de alimentación, establos, galpones, etc.). Esta variable se introdujo como indicador de la proporcionalidad entre el nivel de inversión en construcciones y el nivel de producción.

Producción/mano de obra. Calculada como la razón entre la producción anual y el número de trabajadores empleados anualmente en el rubro lechero por cada explotación. Los trabajadores temporales fueron agregados en una proporción equivalente al número de meses que trabajaron en la explotación.

Variables cualitativas

Época de concentración de partos. Clasificada en cuatro categorías: Todo el año, Primavera, Otoño, y Biestacional (primavera y otoño).

Dedicación del propietario al rubro lechero. Tres categorías: Exclusiva, Parcial + otras actividades agropecuarias, y Parcial + actividades no agropecuarias. Variable introducida para evaluar si el grado de dedicación del propietario determinaba en alguna forma el sistema de producción.

Nivel de estudios del propietario. Cinco categorías: Sin estudios, Básica (completa o incompleta), Media (completa o incompleta), Media-técnica (completa o incompleta), Universidad (completa o incompleta).

Nivel de estudios de los ordeñadores. Cinco categorías: Sin estudios, Básica (completa o incompleta), Media (completa o incompleta), Capacitación en el rubro, e Instituto técnico. Esta variable, al igual que la anterior es usada como indicador de la influencia que tiene la educación formal (número de años de escolaridad) en la productividad de los sistemas productivos. Además, las variables relativas a la dedicación del propietario y al nivel de estudios del propietario y mano de obra pueden considerarse como indicadores del nivel de capital humano empleado en la explotación.

Las siguientes variables cualitativas fueron introducidas como indicadores del nivel tecnológico empleado en las explotaciones.

Método de encaste de las vacas lecheras. Tres categorías: Toro sin registros, Toro con registros, e Inseminación artificial.

Sistema de frío para la leche. Cinco categorías: No enfría, Agua detenida (sumergiendo parte del contenedor o tarro con leche en un recipiente mayor que contiene agua fría), Agua circulante (haciendo circular agua fría en torno del contenedor o tarro con leche), Enfriador de placas (sin estanque de frío), y Estanque de frío.

Empleo de algún sistema de control lechero. Dos categorías: Sí, y No.

Nº de ordeños diarios en invierno. Cuatro categorías: No ordeña, 1, 2, y 3.

Uso de terapia de secado. Se entiende de esta forma el uso de antibiótico intramamario al término de la lactancia. Tres categorías: No emplea, Sólo en vacas que presentan mastitis recurrente durante la lactancia, y Todas las vacas.

El análisis estadístico consistió en la aplicación de tres técnicas de estadística multivariable exploratoria: Análisis de Componentes Principales (ACP), Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) y Análisis de Conglomerados (Johnson y Whichern, 1998; Hair *et al.*, 1998). La idea básica detrás del ACP es una rotación del espacio generado por las variables originales (en este caso las variables cuantitativas previamente definidas). El propósito de esta rotación es maximizar la proyección de la variabilidad (o varianza) presente en las observaciones sobre un conjunto de ejes ortogonales generados durante el análisis. Al mismo tiempo la varianza alrededor de cada uno de estos ejes es minimizada. Estos nuevos ejes coordenados son llamados Componentes Principales y son empleados como una representación ortogonal del espacio original. La representación gráfica tradicional de este

análisis es un gráfico bidimensional (llamado primer plano factorial) de los dos componentes principales que capturan la mayor proporción de la variabilidad presente en la muestra. Las variables originales aparecen aquí como vectores cuya proyección sobre cada eje ortogonal representa la influencia de la variable respectiva sobre el correspondiente componente principal. El coseno del ángulo entre dos de las variables originales (en realidad entre los vectores que las representan), medido en el nuevo espacio coordenado, es una medida directa de la correlación entre dichas variables. Así, si el ángulo es próximo a cero, la correlación es estrecha y positiva; si el ángulo es cercano a 180° , la correlación es también estrecha pero negativa; finalmente, si el ángulo es cercano a 90° , las variables están escasamente relacionadas. Adicionalmente cada individuo de la muestra puede ser representado como un punto en el nuevo espacio coordenado.

El ACM es otra técnica descriptiva y exploratoria que, aplicada sobre variables cualitativas, proporciona información análoga a la obtenida de la aplicación de un ACP a variables cuantitativas. La diferencia entre los dos métodos surge en la naturaleza no numérica de una variable cualitativa, la cual no permite generar en forma directa un espacio coordenado como ocurre en un ACP. La información numérica necesaria para esto es generada en un ACM a través de un proceso que implica el uso de tablas de frecuencia de entrada múltiple y Tablas de Burt (Johnson y Whichern, 1998; Hair *et al.*, 1998). Son así las frecuencias de ocurrencia de cada uno de los distintos sucesos, formados por las múltiples combinaciones de niveles de cada variable cualitativa, las que proveen la información necesaria para formar un espacio matemático y poder medir similitudes (o disimilitudes) entre individuos. Finalmente, cada uno de éstos, al igual que en un ACP, está aquí representado por su respectivo conjunto de coordenadas.

El Análisis de Conglomerados (cluster analysis en inglés) provee una efectiva herramienta para resolver el problema de cómo organizar infor-

mación multivariable (cuando múltiples variables han sido medidas simultáneamente en cada explotación) para generar estructuras que tengan algún significado. Estas estructuras son lo que normalmente se denominan taxonomías o tipologías. La idea general es reducir una gran cantidad de información, difícil de comprender debido a su vastedad, a un número significativamente menor de información fácilmente comprensible. Esta información es la que, en lugar de describir a cada uno de los individuos originales, describe las taxas o tipos (o conglomerados) en los que cada individuo de la población puede ser clasificado. De lo anterior se desprende que un requisito a satisfacer por estos conglomerados es que deben ser construidos en forma tal de ser lo más homogéneos posible, y en un número significativamente inferior al número de individuos encuestados. De otra forma el objetivo inicial de reducir la complejidad inicial de la información no es satisfecho. Una vez que los grupos han sido generados es posible alejarse del análisis de individuos independientes, y concentrarse en el estudio de un número reducido de taxas o tipos (Everitt y Dunn, 1991). En el presente trabajo, los individuos son las explotaciones lecheras y las taxas o tipos son los sistemas productivos.

Existe una multiplicidad de métodos alternativos para la aplicación de un análisis de conglomerados, pero, en general, todos ellos precisan de la definición de medidas de distancia o disimilitud para comparar entre individuos y entre grupos de individuos. En general, estas distancias son evaluadas utilizando algún tipo de coordenadas que proporcione a cada individuo una ubicación en un espacio matemático (Everitt y Dunn, 1991). En este trabajo dichas coordenadas son tomadas desde los espacios generados por el ACM y el ACP. Es esto lo que permite simultáneamente integrar variables cualitativas y cuantitativas en la generación de los sistemas productivos.

En este estudio, las variables cuantitativas fueron analizadas mediante ACP y las cualitativas mediante ACM. En ambos análisis se emplearon como variables ilustrativas (aquellas que no son

utilizadas en la determinación de los nuevos sistemas coordinados y sólo aparecen para propósitos ilustrativos en la representación gráfica de los análisis) dos variables de tamaño: superficie de la explotación dedicada al rubro de producción lechera y producción anual 1996. El análisis de conglomerados se realizó empleando como medida de distancia la métrica euclidiana cuadrática y, como técnica de agrupación, el método K-means (Johnson y Whichern, 1998; Hair *et al.*, 1998).

Este método genera conglomerados que minimizan la varianza intra-conglomerado y maximizan la varianza entre-conglomerados, característica altamente deseable en la generación de tipologías. El método, sin embargo, requiere una hipótesis previa acerca del número de taxas o tipos que pueden representar satisfactoriamente la población. En este trabajo este número se consideró igual a cuatro (cuatro sistemas productivos). Así, las cuatro explotaciones "sembradas", requeridas por el método para iniciar el análisis, se seleccionaron de acuerdo a la producción media por vaca. La hipótesis implícita detrás de esto es que las variables de tamaño (producción anual, superficie de la explotación, o tamaño total del rebaño) no determinan necesariamente el sistema de producción. Por ejemplo, conociendo sólo la producción anual de un predio no es posible inferir si esta fue lograda en un sistema intensivo, pequeño en superficie y que utiliza altas cantidades de concentrados y estabulación, o lo fue en un sistema extensivo, de mayor superficie y que utiliza sólo pastoreo. De igual forma, el conocimiento del tamaño del rebaño de una explotación no es suficiente para identificar su sistema de producción. Un mismo rebaño, grande o pequeño, puede ser usado para producir leche bajo estabulación, a pastoreo directo, o en un sistema mixto. Esto implica que una variable que representa el tamaño de la explotación no es suficiente, por sí sola, para representar el sistema productivo elegido por el productor lechero.

El uso de un índice de productividad como producción media por vaca en la generación de los

primeros individuos que serán asignados a los cuatro sistemas productivos obedece a la hipótesis, también cuestionable por cierto, de que esta variable está más relacionada al sistema productivo que las variables de tamaño. Sistemas productivos extensivos y con un bajo nivel tecnológico deberían estar representados por bajas producciones por vaca. En el otro extremo, altas producciones individuales son logradas sólo con el uso de un mayor nivel tecnológico y con un uso más intensivo de los factores de producción. Lo anterior justifica, al menos hipotéticamente, la existencia de dos sistemas productivos potenciales, uno que utiliza escasa tecnología y otro altamente tecnificado.

Finalmente, producciones por vaca intermedias pueden ser logradas con diferentes combinaciones de tecnologías y el uso de una más amplia gama de factores, por ello a estos niveles intermedios de producción podrían existir al menos dos sistemas productivos. Esto completa el número de cuatro sistemas productivos lecheros que se postulan en este estudio para la X Región. En cualquier caso, el resultado del análisis permitirá evaluar la consistencia de esta hipótesis.

Como ya fue mencionado, las variables utilizadas para construir los grupos fueron las coordenadas de las explotaciones sobre el sistema de ejes ortogonales generados por los análisis de ACP y ACM. En ambos casos se consideraron las coordenadas sobre un número de ejes correspondiente a una varianza acumulada de 80%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de componentes principales (ACP)

Los resultados del ACP se presentan en el Cuadro 2 y Figura 1. El primero muestra las correlaciones entre las distintas variables y la segunda presenta el primer plano factorial del ACP, el cual captura un 51% de la variabilidad presente en la muestra (es decir, el porcentaje de la variabilidad total acumulado en los dos primeros componentes principales alcanza a 51%).

Cuadro 2. Análisis de componentes principales: matriz de correlaciones
Table 2. Principal component analysis: correlation matrix

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
V1 = Carga animal	1,000*	-0,031	-0,049	-0,200*	-0,097*	0,247*	0,196*	0,065*	0,170*	-0,171*
V2 = Estacionalidad	-0,031	1,000*	-0,204*	0,170*	0,219*	-0,091*	-0,325*	-0,377*	-0,303*	-0,256*
V3 = Grado de confinamiento	-0,049	-0,204*	1,000*	-0,157*	-0,267*	0,096*	0,313*	0,392*	0,387*	0,373*
V4 = Índice de construcciones	-0,200*	0,170*	-0,157*	1,000*	0,360*	-0,117*	-0,367*	-0,421*	-0,266*	-0,206*
V5 = Índice de mecanización	-0,097*	0,219*	-0,267*	0,360*	1,000*	-0,105*	-0,406*	-0,436*	-0,284*	-0,312*
V6 = Praderas artificiales/ praderas totales	0,247*	-0,091*	0,096*	-0,117*	-0,105*	1,000*	0,233*	0,175*	0,264*	0,082*
V7 = Producción/mano de obra	0,196*	-0,325*	0,313*	-0,367*	-0,406*	0,233*	1,000*	0,707*	0,672*	0,442*
V8 = Producción/vaca	0,065*	-0,377*	0,392*	-0,421*	-0,436*	0,175*	0,707*	1,000*	0,611*	0,372*
V9 = Producción 1996	0,170*	-0,303*	0,387*	-0,266*	-0,284*	0,264*	0,672*	0,611*	1,000*	0,729*
V10 = Superficie rubro lechero	-0,171*	-0,256*	0,373*	-0,206*	-0,312*	0,082*	0,442*	0,372*	0,729*	1,000*

*Valor estadísticamente significativo al 5%.

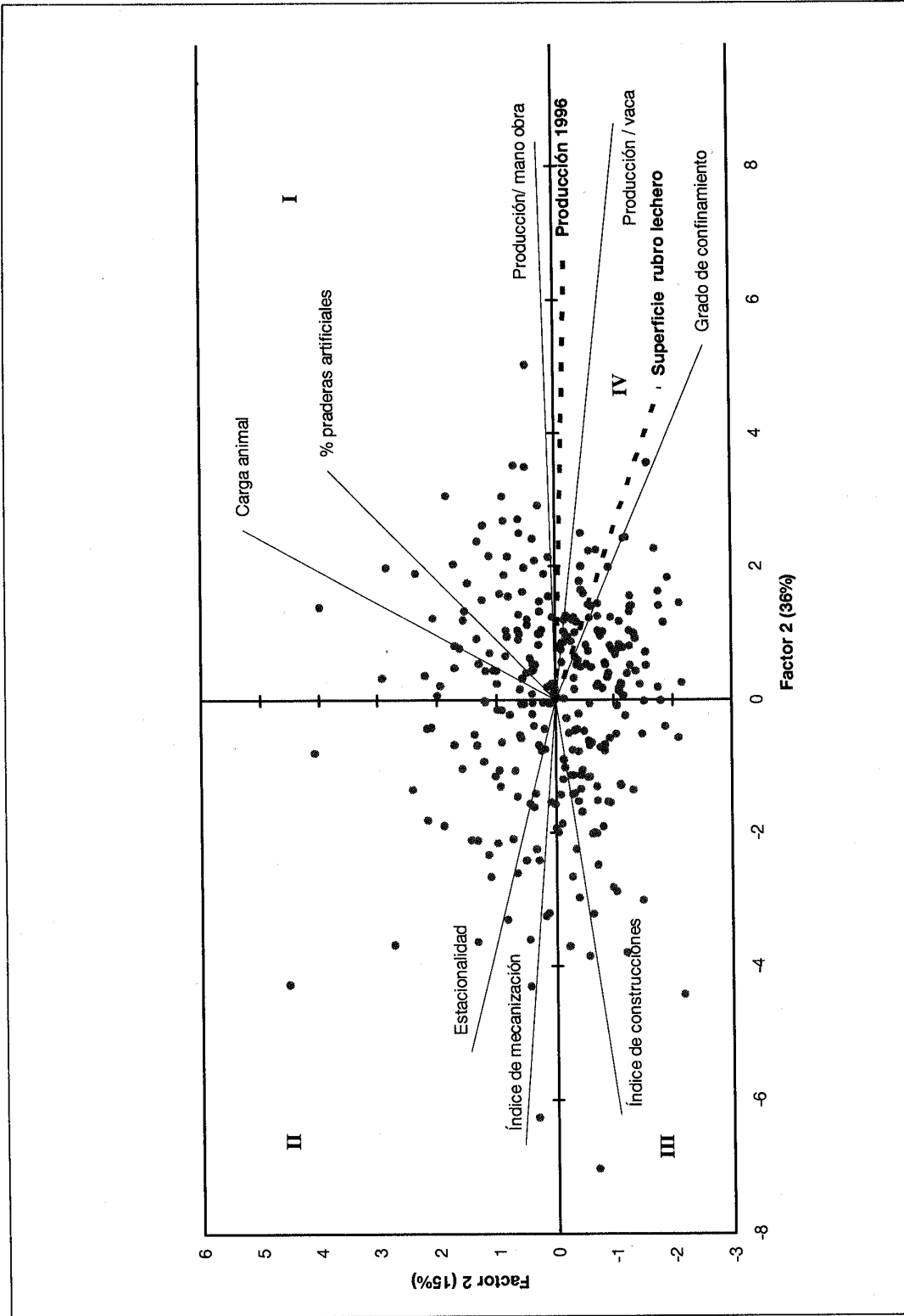


Figura 1. Análisis de componentes principales: primer plano factorial (51% de la varianza).
 Figure 1. Principal component analysis: first factorial plane (51% of variance).

Para las explotaciones representadas en el cuadrante I, la Figura 1 muestra una alta correlación entre carga animal y el porcentaje de praderas artificiales con relación a la superficie total de praderas. Estas explotaciones han evolucionado hacia un uso intensivo de los recursos prateros. Así, la mayor carga animal es soportada incrementando la calidad de las praderas, reflejada ésta en una mayor superficie destinada a praderas artificiales con relación a la superficie total de praderas. Es importante notar que las explotaciones más grandes (en volumen productivo y en superficie) no se encuentran en este cuadrante, sino en el cuadrante IV. De allí que la opción de basar la producción en una alta carga animal y recursos forrajeros parece haber sido válida sólo para explotaciones de tamaño intermedio. Las explotaciones pequeñas, de acuerdo a la orientación de los vectores Producción 1996 y Superficie rubro lechero, se encuentran principalmente en el cuadrante II y, en menor medida, en el cuadrante III.

Otro punto a notar es la correlación positiva entre grado de confinamiento, producción por vaca y producción por mano de obra (Cuadro 2 y cuadrante IV en Figura 1). De acuerdo a esto, en las explotaciones lecheras de la X Región la mayor productividad de la mano de obra se alcanza en los sistemas intensivos, aquellos con alto grado de confinamiento y producción por vaca. Adicionalmente, de acuerdo a datos de la misma encuesta, Smith (1999) encontró que es en estas explotaciones donde se concentra la mayor proporción de vacas con genética Holstein en la región¹.

Un tercer punto a destacar es la correlación negativa entre estacionalidad y grado de confinamiento, y entre estacionalidad y producción por vaca. Esto, por cierto, no es inesperado. Debido a las características climáticas de la X Región,

con bajas temperaturas durante el invierno, la tasa de crecimiento de la pradera presenta su mínimo en época invernal y su máximo durante la primavera (Pinochet, 1999). Así, el producir leche durante el invierno a escalas comparables con la producción primaveral precisa de un nivel mínimo de confinamiento del rebaño. De allí que un mayor grado de confinamiento (entendido como el período durante el año en que las vacas son alimentadas en estabulación, protegidas de condiciones climáticas adversas, y provistas de alimentos concentrados y forrajes conservados como heno o ensilaje) permita alcanzar menores estacionalidades de producción y mayores producciones por vaca.

Una observación adicional, interesante de analizar, es la correlación positiva entre la superficie de la explotación destinada a producción lechera y el grado de confinamiento. Aparentemente, en la X Región, las explotaciones que cuentan con mayor superficie son precisamente las que estabulan al rebaño más tiempo durante el año. Esto puede parecer contradictorio, dada la mayor disponibilidad de superficie para pastoreo con que estas explotaciones cuentan. Sin embargo, es fácilmente explicable por dos razones, la primera es que la alta pluviometría invernal en la zona provoca destrucción de la pradera por pisoteo si se usa pastoreo directo en invierno. La segunda razón, quizá la más importante, es que en predios con grandes superficies, el movimiento de las vacas desde y hacia las zonas de pastoreo puede tomar significativas cantidades de tiempo. Este es un período de tiempo que no es ocupado en producción y durante el cual las vacas no se alimentan y consumen energía. Esto puede hacer ineficiente el uso de pastoreo directo en estas explotaciones, por lo cual las vacas son confinadas en patios o potreros de alimentación donde el forraje se les proporciona después de cosecharlo mecánicamente.

¹La información relativa a la genética de las vacas no fue incluida en este estudio. La razón para esto fue que en la mayoría de las explotaciones los registros reproductivos no existían y no era posible obtener toda la información que un análisis multivariable requiere. Como ya ha sido mencionado, la excepción fueron las explotaciones más grandes (producciones iguales o superiores a 500.000 L anuales).

Finalmente, la correlación positiva entre estacionalidad, índice de mecanización, e índice de construcciones (ver Cuadro 2 y Figura 1, cuadrantes II y III) se explica por la ya mencionada correlación negativa entre estacionalidad y tamaño de la explotación (medido este como producción anual). Esta correlación negativa indica que las explotaciones con mayor estacionalidad son también las que presentan una menor producción anual. De allí que sus altos índices de mecanización y construcciones obedecen al hecho que sus volúmenes de producción son proporcionalmente muy pequeños con relación a la cantidad de maquinaria o superficie construida de que disponen. Lo opuesto ocurre en las explotaciones en el cuadrante IV de la Figura 1, en las cuales, producto de sus altos volúmenes de producción, los índices mencionados alcanzan los valores más bajos de la región. La inversión en construcciones observada en las explotaciones más pequeñas se puede explicar por la necesidad de contar con un mínimo de superficie construida para proveer de abrigo a las vacas durante el invierno, para el almacenamiento de forrajes conservados (heno, principalmente), y para la crianza de los terneros en sus primeros meses de vida.

Análisis de Correspondencias Múltiples

La representación gráfica del primer plano de ACM, el cual captura el 24% de la variabilidad asociada a las variables cualitativas estudiadas, se presenta en la Figura 2 (las explotaciones, representadas como puntos en la Figura 1, no se han incluido para permitir mayor legibilidad). Para interpretar un ACM debe recordarse que la información sobre la cual se realiza el análisis proviene de las tablas de frecuencia construidas con los diferentes niveles de cada variable cualitativa. De allí que si algunas características (categorías de las variables cualitativas estudiadas) aparecen “próximas” entre sí en la representación gráfica, debe interpretarse como que las frecuencias de ocurrencia de dichas características apa-

recen correlacionadas en la población. Esto es, si una de esas características aparece en una explotación, entonces lo más probable es que las características correlacionadas con ella también estén presentes en dicha explotación. La definición de cercanía no puede ser establecida en forma absoluta en estos análisis. Debe recordarse que las técnicas multivariantes aquí presentadas son solo análisis descriptivos. Esta es una diferencia clave entre este tipo de análisis y aquellos que son inferenciales. En estos últimos, si bien tampoco es posible establecer en forma absoluta la intensidad de la relación existente entre dos variables, sí es posible estimar la probabilidad con la cual dicha intensidad es observada en la población bajo estudio.

Debe también considerarse que características que aparezcan “cercanas” al origen del sistema de coordenadas no aportan una cantidad significativa de variabilidad. Esto significa que las categorías o niveles de estas variables están distribuidas aproximadamente en forma aleatoria en la población, y por ende, no ayudan a clasificar en grupos diferentes a los individuos (o explotaciones en este caso). O, dicho de otra forma, estas características no aparecen ligadas a un grupo determinado de otras características. Un ejemplo ayudará a clarificar este punto y desarrollar una comprensión intuitiva del análisis. Considérese la característica Época de concentración de partos: primavera en el cuadrante IV de la Figura 2. Esta característica no está “cercana” al origen (compárese su posición con la de aquellas características al interior de la “elipse”¹ de línea segmentada, por ejemplo), y aparece asociada a la presencia de propietarios con educación básica, ordeñadores sin estudios, sistema de frío ausente o con agua detenida, encaste con toros sin registros, ausencia de terapia de secado, y vacas que no son ordeñadas en época invernal o lo son sólo una vez al día. Así, si en una explotación, elegida al azar dentro de la población, es observada cualquiera de las características men-

¹Esta “elipse” dibujada sólo para fines ilustrativos, es en realidad un círculo centrado en el origen, pero debido a las diferentes escalas en los ejes del gráfico aparece como una elipse.

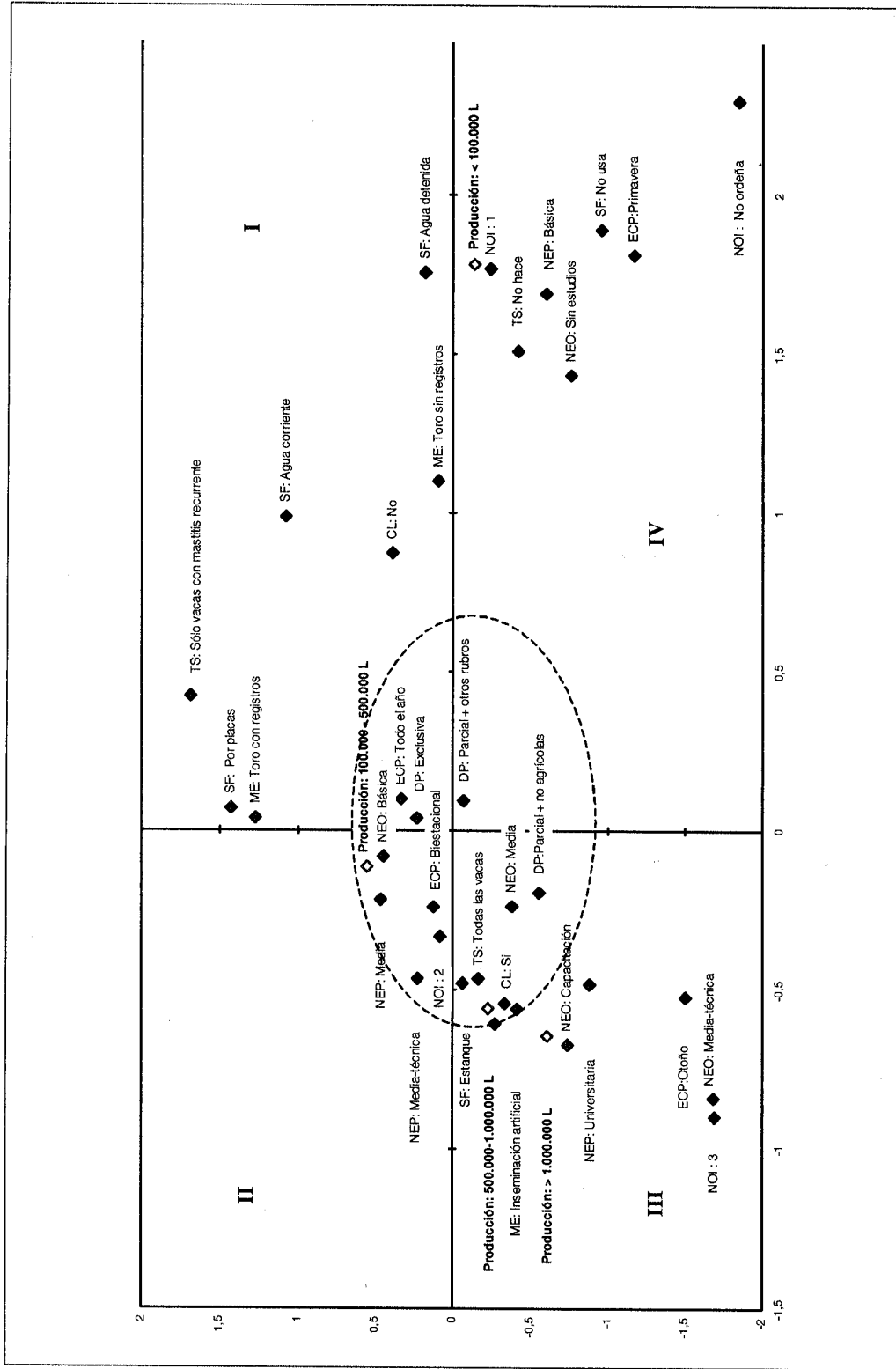


Figura 2. Análisis de correspondencias múltiples: primer plano factorial¹ (24% de la varianza).

Figure 2. Multiple correspondence analysis: first factorial plane (24% of variance).

¹ME = Método de encaste; DP = Dedicación del propietario; TS = Terapia de secado; ECP = Época de concentración de partos; NEO = Nivel de estudio ordeñadores; NEP = Nivel de estudios propietario; NOI = Número de ordeñas invierno; CL = Control lechero; SF = Sistema de frío.

cionadas, lo más probable es que las demás características también estén presentes en ella.

Siguiendo esta metodología de interpretación, el cuadrante III en la Figura 2 indica que explotaciones con partos concentrados en otoño pueden realizar hasta tres ordeños en época invernal, emplean ordeñadores con un alto nivel de preparación (educación técnica o capacitados para realizar sus labores) y sus propietarios poseen estudios universitarios. Una de las variables ilustrativas empleadas en el análisis (producción anual) indica que las características mencionadas son encontradas con más frecuencia en explotaciones con producciones superiores a 1.000.000 L de leche anuales. Por el contrario, el conjunto de variables mencionadas en el párrafo anterior, propias de explotaciones con un deficiente nivel tecnológico, está asociado a producciones anuales inferiores a 100.000 L.

En la parte superior izquierda del cuadrante I en la Figura 2 se encuentra un tercer grupo de características. Estas son: uso de terapia de secado sólo en vacas que tienden a presentar mastitis en forma recurrente, enfriamiento por placas o usando agua circulante, y encaste de las vacas con toros con o sin registros. Estas características están probablemente asociadas a explotaciones con un nivel tecnológico intermedio, o con una adopción incompleta de ciertas tecnologías.

Finalmente, una conclusión interesante puede extraerse analizando algunas de las características cualitativas localizadas en torno al origen del sistema de coordenadas. Las tres categorías de la variable "dedicación del propietario" aparecen próximas al origen. De acuerdo a nuestra metodología de interpretación esto significa que el tiempo que el propietario destina al rubro lechero tiene poca relación con las demás características técnicas o productivas de la explotación (al menos las aquí estudiadas). Así, en cualquier tipo de explotación lechera en la X Región de Chile, la probabilidad de que el propietario tenga dedicación parcial o exclusiva al rubro es aproximadamente la misma. De hecho, una con-

clusión del análisis de conglomerados (ver Cuadro 3b) es que no existe mayor diferencia en el grado de dedicación del propietario entre explotaciones que producen menos de 100.000 L anuales y aquellas que superan el 1.000.000 L al año. La dedicación no exclusiva en pequeñas explotaciones puede explicarse por la necesidad del productor de dedicarse a otras actividades para incrementar sus ingresos. En predios de mayor tamaño y que usan un mayor nivel tecnológico la situación es distinta, pues es necesaria una mayor labor de supervisión. Este requerimiento, como la información extraída de la encuesta, indica que es satisfecho por aquellos propietarios con dedicación parcial mediante la contratación de un administrador con dedicación exclusiva.

Análisis de Conglomerados

La caracterización de los cuatro grupos o sistemas productivos obtenidos mediante el análisis de conglomerados se presenta en los Cuadros 3a y 3b. En el Cuadro 3a las características cuantitativas son presentadas mediante la mediana de cada variable en el sistema respectivo. Adicionalmente se presentan el segundo y tercer cuartiles, es decir, los valores entre los cuales se encuentran el 50% de las explotaciones que integran cada grupo. La razón de presentar la información cuantitativa en esta forma, y no usando el promedio y la desviación estándar, obedece a la ya mencionada distribución asimétrica de las variables (Cuadro 1). En estos casos la mediana es una mejor representación del valor central de la distribución que el promedio (Sokal, 1995). En el Cuadro 3b las características cualitativas de cada sistema productivo son presentadas mediante el porcentaje de explotaciones que, dentro de los respectivos grupos, clasifican en cada categoría.

Dieciocho variables fueron consideradas en el análisis de conglomerados para la determinación de los sistemas productivos (de las variables que muestran los Cuadros 3a y 3b, sólo la superficie de la explotación no fue incluida). El empleo de

Cuadro 3a. Características cuantitativas de los sistemas productivos
Table 3a. Quantitative characteristics of productive systems

Sistema productivo	Característica	1 ^{er} cuartil	Mediana ²	3 ^{er} cuartil
SP1 ¹ 71% ³ 5.503 ⁴	Carga animal (UA ha ⁻¹)	0,42	0,62	1,00
	Estacionalidad	1,68	2,41	4,49
	Grado confinamiento	0,00	0,00	0,00
	Índice construcciones (10 ⁻³ m ² L ⁻¹)	44,52	93,83	132,79
	Índice mecanización (10 ⁻⁴ L ⁻¹)	2,01	2,87	4,40
	Praderas artificiales/praderas totales	0,15	0,29	0,51
	Producción/mano obra (L año-hombre ⁻¹)	4.534	7.145	9.908
	Producción/vaca (L vaca ⁻¹ año ⁻¹)	741	1.131	1.547
	Producción 1996 (L)	4.103	7.145	12.371
	Superficie rubro lechero (ha)	5,80	9,80	15,00
SP2 ¹ 13% ³ 1.022 ⁴	Carga animal (UA ha ⁻¹)	0,54	0,72	1,00
	Estacionalidad	1,32	2,26	3,19
	Grado confinamiento	0,00	2,50	5,00
	Índice construcciones (10 ⁻³ m ² L ⁻¹)	30,62	56,21	79,65
	Índice mecanización (10 ⁻⁴ L ⁻¹)	0,11	0,18	0,29
	Praderas artificiales/praderas totales	0,19	0,34	0,62
	Producción/mano obra (L año-hombre ⁻¹)	27.907	41.732	57.119
	Producción/vaca (L vaca ⁻¹ año ⁻¹)	1.617	2.292	3.112
	Producción 1996 (L)	108.031	163.400	247.742
	Superficie rubro lechero (ha)	65,00	91,00	154,00
SP3 ¹ 12% ³ 943 ⁴	Carga animal (UA ha ⁻¹)	0,71	1,16	1,51
	Estacionalidad	1,40	1,69	2,17
	Grado confinamiento	0,00	0,00	5,00
	Índice construcciones (10 ⁻³ m ² L ⁻¹)	23,56	35,88	59,23
	Índice mecanización (10 ⁻⁴ L ⁻¹)	0,08	0,12	0,22
	Praderas artificiales/praderas totales	0,18	0,33	0,60
	Producción/mano obra (L año-hombre ⁻¹)	36.197	50.089	70.594
	Producción/vaca (L vaca ⁻¹ año ⁻¹)	2.018	2.776	3.671
	Producción 1996 (L)	113.410	242.864	515.255
	Superficie rubro lechero (ha)	50,00	82,50	143,80
SP4 ¹ 4% ³ 315 ⁴	Carga animal (UA ha ⁻¹)	0,77	0,96	1,27
	Estacionalidad	1,22	1,41	1,59
	Grado confinamiento	4,00	6,00	10,00
	Índice construcciones (10 ⁻³ m ² L ⁻¹)	16,87	24,81	40,52
	Índice mecanización (10 ⁻⁴ L ⁻¹)	0,06	0,08	0,10
	Praderas artificiales/praderas totales	0,25	0,45	1,00
	Producción/mano obra (L año-hombre ⁻¹)	71.816	90.719	117.009
	Producción/vaca (L vaca ⁻¹ año ⁻¹)	3.925	4.592	5.348
	Producción 1996 (L)	562.800	763.340	1.182.883
	Superficie rubro lechero (ha)	120,00	197,00	274,00

¹SP: Sistema Productivo.

²El 25% de las explotaciones en el sistema productivo respectivo tiene valores inferiores al 1^{er} cuartil. Otro 25% de ellas tiene valores superiores al 3^{er} cuartil. Un 50% de las explotaciones en cada sistema productivo tiene valores entre el 1^{er} y el 3^{er} cuartil. Un 50% de las explotaciones tiene valores superiores a la mediana y el otro 50% tiene valores inferiores a ella.

³Estimación del porcentaje de explotaciones, proveedoras de ASILAC y COLUN en la X Región en 1997, que clasificaban en el respectivo sistema productivo.

⁴Estimación del número de explotaciones proveedoras de ASILAC y COLUN en la X Región en 1997, que clasificaban en el respectivo sistema productivo.

Cuadro 3b. Características cualitativas de los sistemas productivos
Table 3b. Qualitative characteristics of productive systems

Variables cualitativas	Porcentaje de explotaciones en cada categoría			
	SP1 ¹	SP2	SP3	SP4
Encaste				
Toro sin registros	91,67	45,31	39,74	4,13
Toro con registros	8,33	29,69	8,97	4,13
Inseminación artificial	0,00	25,00	51,28	91,74
Dedicación del propietario				
Parcial + actividades no agrícolas	12,50	17,19	20,51	29,75
Parcial + labores otros rubros	54,17	40,63	46,15	34,71
Exclusiva	33,33	42,19	33,33	35,54
Empleo de terapia de secado				
No hace	83,33	20,31	24,36	2,48
En vacas con mastitis recurrente	12,50	40,63	1,28	0,00
Todas las vacas	4,17	39,06	74,36	97,52
Época de concentración de partos				
Primavera	37,50	9,38	1,28	3,31
Otoño	4,17	1,56	1,28	7,44
Biestacional	33,33	75,00	38,46	78,51
Todo el año	25,00	14,06	58,97	10,74
Nivel de estudios ordeñadores				
Sin estudios	45,83	15,63	8,97	5,79
Básica (completa o incompleta)	45,83	79,69	48,72	68,60
Media (completa o incompleta)	8,33	3,13	16,67	9,09
Capacitación	0,00	0,00	25,64	14,05
Media-técnica (completa o incompleta)	0,00	1,56	0,00	2,48
Nivel de estudios del propietario				
Sin estudios	0,00	0,00	0,00	0,00
Básica (completa o incompleta)	79,17	15,63	21,79	3,31
Media (completa o incompleta)	16,67	34,38	43,59	35,54
Media-técnica (completa o incompleta)	0,00	32,81	17,95	15,70
Universitaria (completa o incompleta)	4,17	17,19	16,67	45,45
Número de ordeñas en invierno				
No ordeña	8,33	0,00	0,00	0,00
1	87,50	12,50	11,54	1,65
2	4,17	87,50	88,46	97,52
3	0,00	0,00	0,00	0,83
Control lechero				
No	100,00	75,00	50,00	6,61
Sí	0,00	25,00	50,00	93,39
Sistema de frío				
No tiene	37,50	12,50	6,41	0,00
Agua detenida	45,83	9,38	6,41	0,00
Agua corriente	16,67	6,25	2,56	1,65
Por placas	0,00	3,13	1,28	1,65
Estanque	0,00	68,75	83,33	96,69

¹SP: Sistema Productivo en acuerdo con el Cuadro 3a.

este número de variables permite generar grupos relativamente homogéneos no sólo en volumen de producción anual, como los presentados en previos estudios (Díaz y Williamson, 1998; Salas, 1995), sino también en otros múltiples aspectos productivos, tecnológicos, y relativos al capital humano disponible en las explotaciones.

El primero de los sistemas productivos (SP1 en Cuadros 3a y 3b) reúne predios con bajos índices productivos (asociados probablemente a los cuadrantes II y III del ACP): carga animal de 0,62 UA ha⁻¹ y producción por vaca de 1.131 L año⁻¹. Estas explotaciones no emplean estabulación, su volumen de producción anual a planta es del orden de 7.145 L, y sólo un 25% de ellas produce más de 12.371 L anuales. El método de encaste predominante es la monta con toros sin registros; en el 83,3% de las explotaciones no se realiza terapia de secado; los propietarios, en general, sólo tienen algún nivel de educación básica; los ordeñadores no han sido capacitados y una proporción importante de ellos (45,5%) carece de un nivel mínimo de estudios (Cuadro 3b). No parece haber una época específica en que estos agricultores concentren las pariciones, pero este grupo reúne la mayor cantidad de explotaciones con pariciones primaverales. En invierno, la escasez de recursos forrajeros y la tendencia a concentrar las pariciones en primavera motiva que los productores ordeñen sólo una vez al día (87,5% de las explotaciones) o simplemente no lo hagan (8,3%). No se emplea control lechero y en el 37,5% de las explotaciones la leche no es enfriada. En aquellos casos en que esta tarea sí se realiza, el método de enfriamiento consiste en sumergir el tarro con leche en algún recipiente de mayor tamaño con agua detenida o en circulación.

El segundo sistema productivo (SP2 en Cuadros 3a y 3b) muestra algunos indicadores técnicos próximos al SP1 (Cuadros 3a y 3b). La carga animal es de 0,72 UA ha⁻¹, los animales son estabulados poco más de un mes al año y la estacionalidad de la producción es de 2,26. Sin

embargo, los niveles productivos son notoriamente superiores (Cuadro 3a), la producción anual por vaca es el doble (2.292 L) y la producción anual por trabajador es casi 6 veces superior (41.732 L). Estas diferencias pueden explicarse por el mayor uso de toros con registros e inseminación artificial, lo que permite mejorar la genética del rebaño; un mayor uso del control lechero, que facilita el detectar algunas ineficiencias productivas en las vacas y en el proceso de ordeña; y el uso de terapia de secado, que permite mantener la ubre sana durante el período de secado y así disminuir la probabilidad de mastitis durante la lactancia. De igual forma la calidad de las praderas es superior en este sistema, donde alrededor del 37% de la superficie para pastoreo son praderas artificiales con menos de 5 años en producción. Esta mejor calidad del forraje, unida a una pequeña cantidad de concentrados (Cuadro 4) ayudan también a explicar las diferencias en producción por vaca entre el SP1 y el SP2. Otras características del SP2 son una mayor proporción de propietarios con educación media (43,59%) y ordeñadores generalmente con educación básica (79,69%). Las pariciones se concentran de acuerdo al sistema biestacional, lo que permite realizar dos ordeñas en época invernal. Finalmente, un 68,75% de los productores en este sistema cuenta con estanque enfriador.

El tercer sistema productivo (SP3 en Cuadros 3a y 3b) se caracteriza por una producción anual por vaca de 2.776 L, poco más de un 20% por sobre la del SP2. La superficie de estas explotaciones es levemente inferior a aquellas del SP2, pero la producción anual es superior en un 50% o más (Cuadro 3a). La explicación puede encontrarse en que estas explotaciones han logrado incrementar la carga animal a 1,16 UA ha⁻¹. Esto lo han hecho prácticamente sin recurrir a la estabulación y mediante el empleo de concentrados a un nivel relativamente bajo (Cuadro 4). El encaste de las vacas con inseminación artificial o toros registrados; la concentración biestacional de pariciones o distribuidas a lo largo del año; dos ordeñas diarias durante todo el año y el empleo de estanques para refrigerar la leche son

Cuadro 4. Uso de concentrados comerciales, granos y otros alimentos no pratenses según sistema productivo**Table 4. Use of commercial concentrated feeds, grains, and other non-pasture feeds according to productive system**

	SP1 ¹	SP2	SP3	SP4
Concentrado comercial				
Explotaciones que lo utilizan (%)	0	52	65	75
Consumo promedio ² (kg/vaca/día)	0,0	1,0	2,1	2,2
Predios que utilizan alimentos extraprediales³				
Pellet alfalfa (%)	0	4	2	3
Heno alfalfa (%)	0	3	5	12
Otros henos (%)	30	20	22	8
Granos				
Maíz (%)	0	7	14	35
Avena (%)	0	7	12	23
Triticale (%)	0	4	2	7
Harina pescado (%)	0	3	12	38
Coseta remolacha (%)	0	0	6	5
Afrecho raps (%)	0	10	10	20
Afrecho soya (%)	0	0	10	15
Afrecho granos (%)	0	8	6	7
Explotaciones que producen granos para sus vacas y superficie sembrada				
Avena				
% de explotaciones	1	20	25	25
Superficie promedio (ha) ²	0,5	3	10	15
Triticale				
% de explotaciones	0	2	12	15
Superficie promedio (ha) ²		2	14	18
Cebada				
% de explotaciones	0	2	4	4
Superficie promedio (ha) ²	–	2	2	14
Trigo				
% de explotaciones	0	0	2	10
Superficie promedio (ha) ²	–	–	10	15

¹SP: Sistema Productivo en acuerdo con Cuadros 3a y 3b.

²Promedio calculado entre las explotaciones que indicaron emplear el recurso. Muchas de ellas no proporcionaron la información por carecer de registros.

³Alimentos comprados: Cantidades aportadas a la ración. La mayoría de ellas no proporcionó la información por carecer de registros.

Fuente: Elaboración propia usando información de la encuesta.

prácticas comunes en este grupo. El empleo de terapia de secado en todas las vacas se practica en un 75% de las explotaciones y un 50% de ellas lleva algún sistema de control lechero. La estacionalidad intermedia de la producción, menor que en el SP2, obedece a la curva de producción de las praderas. La menor producción de

éstas durante el invierno es atenuada por el empleo de forraje conservado y concentrados (el nivel de empleo de estos últimos es mayor que en el SP2, Cuadro 4). El nivel de preparación de los ordeñadores supera el de los grupos anteriores: una mayor proporción ha accedido a la educación media y sobre un 25% ha sido capacitado para

su trabajo. Alrededor de la mitad de los propietarios de estas explotaciones tienen estudios universitarios o han accedido a educación técnica.

Finalmente, el cuarto sistema productivo (SP4 en Cuadros 3a y 3b) concentra las explotaciones con las mayores producciones anuales por vaca, las menores estacionalidades en la producción, y los mayores niveles de confinamiento. La carga animal es levemente superior al SP3, y la proporción de praderas artificiales es significativamente superior a la encontrada en los grupos precedentes. La baja estacionalidad de la producción, y los mayores índices productivos por vaca sugieren el empleo de una significativa cantidad de concentrados en las raciones. De hecho, el Cuadro 4 indica que, si bien el uso de preparaciones comerciales de concentrados no es particularmente alto, muchas de estas explotaciones compran los insumos necesarios para suplementar las raciones de acuerdo a sus requerimientos particulares. Estas explotaciones son relativamente homogéneas en los aspectos técnicos: empleo de inseminación artificial, terapia de secado a todo el rebaño, concentración biestacional de pariciones, dos ordeñas diarias, control lechero, y empleo de estanque refrigerado. La educación universitaria entre los propietarios supera el 40%, y otro 50% tiene algún grado de educación media o técnica. Según el Cuadro 3a en este grupo se encuentran las grandes explotaciones de la región, la producción anual presenta una mediana de 763.340 L anuales y un 25% de los predios produce más de 1.182.883 L al año.

Existen al menos dos puntos interesantes de analizar acerca de la información presentada en los Cuadros 3a y 3b. El primero es, como ya fue mencionado en la discusión del ACM, la escasa relación que existe entre la dedicación del propietario y el sistema productivo adoptado en la explotación. Prácticamente en todos los sistemas aquí mostrados la condición predominante es la dedicación parcial complementada con otras actividades agrícolas. En el SP2 y en el SP4 esta predominancia es compartida con la dedicación exclusiva. Lo interesante sin embargo, de acuerdo

al Cuadro 3b, es que el porcentaje de propietarios que ocupa parte de su tiempo en labores remuneradas no agrícolas se incrementa gradualmente al pasar desde un sistema tecnológicamente deficiente como el SP1 a uno altamente tecnificado y con altos volúmenes de producción, como el SP4. Como Lichtenberg *et al.* (1993) indican, esto puede explicarse por el mayor costo alternativo que tiene el tiempo de un empresario con estudios universitarios, lo cual le permite acceder a actividades tan o mejor remuneradas que la agrícola. Adicionalmente, los mismos autores mencionan que los agricultores más grandes y exitosos tienden a ejercer una mayor influencia en la zona en que desarrollan su actividad, por lo que es común que también se dediquen a labores gremiales.

El segundo punto se refiere a la relación directa (Cuadro 3b) entre el nivel de estudios del propietario y el nivel tecnológico y productivo de una explotación. Una relación análoga fue encontrada por Kumbhakar *et al.* (1989) en un estudio de la eficiencia técnica y económica en explotaciones lecheras de los Estados Unidos. Lo anterior podría significar que el nivel de estudios de los productores es una limitante para la incorporación de tecnologías que permitan alcanzar mayores niveles productivos y de eficiencia en la empresa. Si esta interpretación es válida, entonces, considerando el alto porcentaje de explotaciones que reúne las características del SP1 (Cuadro 3a), el bajo nivel de estudios en estos propietarios puede convertirse en un impedimento para el desarrollo de la producción lechera regional, y para la supervivencia de los pequeños productores en el largo plazo. Nótese que, de acuerdo al Cuadro 1, las explotaciones con producciones anuales inferiores a los 15.000 L constituyen aproximadamente el 70% del número total de explotaciones lecheras en la región, y su aporte a la producción regional no alcanzaba al 10% en 1997, por lo cual no tienen mayor poder negociador en el mercado de la leche. Un mecanismo que podría ayudar a la solución de este problema se haya tal vez generado con el advenimiento, bajo el auspicio del Ministerio de Agricultura, de los Centros

de Gestión en la segunda mitad de la década pasada. Si estas instituciones, junto a mecanismos más efectivos de transferencia tecnológica, logran hacer menos traumática la adopción de nuevas tecnologías a los pequeños agricultores, las consecuencias negativas de un nivel deficiente de estudios en el SP1 podrían ser mitigadas.

Nuevas tecnologías pueden resultar intimidantes para estos productores debido a que les resultan más complejas y difíciles de comprender. Esto incrementa la probabilidad de que estos productores fracasen al implementarlas en su explotación y eleva el riesgo asociado a toda nueva tecnología, haciendo que el productor se muestre más renuente a invertir en ellas. Adicionalmente, tecnologías recientes son generalmente más costosas de implementar y, algunas de ellas, presentan economías de escala, de manera que sólo los productores más grandes pueden acceder a ellas. De allí que una labor adicional de los Centros de Gestión, en el contexto de este estudio, sería aprovechar la asociatividad de los productores para reducir los costos de inversión en tecnología. Una evaluación profunda acerca del aporte de los Centros de Gestión en estas áreas está pendiente.

CONCLUSIONES

La información analizada en este estudio permite concluir que tanto las explotaciones más pequeñas de la X Región de Chile, como las más grandes, son relativamente homogéneas en su forma de producir leche. Explotaciones lecheras de tamaño intermedio, sin embargo, muestran al menos dos alternativas productivas. Predios con producciones anuales inferiores a 20.000 L tienen, en general, cargas animales de 0,42 a 1,00 UA ha⁻¹, producciones por vaca inferiores

a 1.600 L año⁻¹, no estabulan el rebaño en ningún momento del año, no usan concentrados y la producción de la mano de obra es inferior a 10.000 L año-hombre⁻¹. En estos predios, el encaste se realiza con toros sin registros, no se tiene un sistema adecuado de enfriamiento de la leche y no se usa terapia de secado.

En el otro extremo, aquellas explotaciones que producen más de 700.000 L anuales tienen carga animal de 0,77 a 1,27 UA ha⁻¹, producciones por vaca superiores a 4.000 L año, períodos de confinamiento del rebaño superiores a 2 meses, formulan sus propios concentrados y la producción por trabajador está en el rango de 71.816 a 117.009 L año-hombre⁻¹. En estos predios está generalizado el uso de inseminación artificial y de terapia de secado, y la leche es enfriada mediante estanques refrigerados.

A niveles intermedios de producción (150.000 a 600.000 L año⁻¹), parecen existir al menos dos sistemas productivos. Ambos basan la alimentación de las vacas en las praderas, pero difieren en la cantidad de concentrados aportada a la ración. El sistema más pastoril tiene carga animal de 0,54 a 1,00 UA ha⁻¹ y producción anual por vaca de 1.600 a 3.100 L. El sistema que usa mayor cantidad de concentrados presenta una carga animal de 0,71 a 1,51 UA ha⁻¹, y su producción por vaca es aproximadamente un 20% superior a la del grupo anterior. Las explotaciones que clasifican en estos sistemas productivos tienen prácticamente la misma superficie, pero, además de la mayor carga animal y la mayor producción por vaca encontrados en el segundo sistema, su nivel tecnológico es también superior. Esto permite que sus producciones anuales puedan llegar a ser entre un 50 a un 100% superiores a aquellas en el primer sistema.

LITERATURA CITADA

-
- Anrique, R. 1999. Descripción del Chile lechero. p. 1-33. Cap. I. *In* Competitividad de la producción lechera nacional. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- Campos, A., A. Beck, y S. Hausdorf. 1995. Análisis económico de la producción lechera en predios de la zona central de Chile. *Agricultura Técnica* (Chile) 55:140-146.

- Colin, J. 1991. Análisis técnico y económico de la producción de leche en el fundo Punahue, Universidad Austral de Chile. 72 p. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- Díaz, C., y C. Williamson. 1998. Acuerdos comerciales y competitividad: evidencia del sector lácteo chileno. *Abante* 1:59-88.
- Everitt B., and G. Dunn. 1991. *Applied Multivariate Data Analysis*. 304 p. J. W. Arrowsmith Ltd, Bristol, Great Britain.
- Hair, J., R. Anderson, R. Tatham, and W. Black. 1998. *Multivariate data analysis*. 768 p. 5th ed. Prentice Hall College Div., New York, USA.
- Johnson, R., and D. Wichern. 1998. *Applied multivariate statistical analysis*. 799 p. 4th ed. Prentice Hall, New York, USA.
- Kumbhakar, S., B. Biswas, and D. Von Bailey. 1989. A study of economic efficiency of Utah dairy farmers: a system approach. *The review of Economics and Statistics* 71:595-604.
- Lichtenberg, E., I. Strand, Jr., and B. Lessley. 1993. Subsidizing agricultural nonpoint-source pollution control: targeting cost sharing and technical assistance. p. 306-327. *In* Clifford Russell and Jason Shogren (eds.) *Theory, modeling and experience in the management of nonpoint-source pollution*. Kluwer Academic Publishing, Norwell, USA.
- Lobos G., M. Miño, E. González, y A. Prizant S. 2001. Estimación de costos medios de producción de leche en tres predios de la Región del Maule, Chile. *Estudio de Casos. Agricultura Técnica (Chile)* 61:202-214.
- Moreira, V. 1997. *Administración de Empresas Agrícolas*. 52 p. Serie B: Apuntes de clases N° 39. Universidad Austral de Chile, Instituto de Economía Agraria, Valdivia, Chile.
- Moreira, V. 1999. Análisis del Costo de Producción de Leche en los Sistemas Productivos Lecheros en Chile. *Estudio de Casos*. p. 221-258. Cap. VI. *In* *Competitividad de la producción lechera nacional*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- ODEPA. 1997. *Boletín de la leche 1996*. 46 p. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile.
- Pinochet, D. 1999. Potencial productivo de las praderas permanentes de la IX y X regiones. p. 75-114. Cap. III. *In* *Competitividad de la producción lechera nacional*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- Salas, L. 1995. Situación actual y perspectivas del sector lechero. *Universidad de la Frontera. Revista Frontera Agrícola* 3:81-88.
- Smith, R. 1999. Caracterización de los sistemas productivos lecheros de Chile. p. 274-302. Cap. V. *In* *Competitividad de la producción lechera nacional*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- Sokal, R., and F. Rohlf. 1995. *Biometry*. 887 p. Freeman and Co., New York, USA.