

Caracterización y tipificación de sistemas productivos de leche en la zona centro-sur de Chile: un análisis multivariable¹

Characterization and classification of dairy productive systems in the Central-South region of Chile: a multivariate analysis

Bernardo Carrillo L.²; Víctor H. Moreira L.³; Juan González V.⁴

RESUMEN

Este estudio caracteriza y tipifica explotaciones lecheras presentes en las zonas de las Regiones Metropolitana-del Maule y del Bío-Bío de Chile, utilizando simultáneamente información cuantitativa y cualitativa referente a indicadores productivos, nivel tecnológico presente, manejo de vacas lecheras, y recurso humano empleado. Un total de 25 y 74 explotaciones lecheras, para las zonas estudiadas respectivamente, fueron analizadas mediante tres técnicas de análisis estadístico multivariable: Análisis de Componentes Principales (ACP), Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) y Análisis de Conglomerados (AC). Cuatro grupos o tipos de sistemas productivos lecheros fueron identificados con diferentes niveles de eficiencia productiva para cada zona. La zona de la Región Metropolitana-del Maule se caracterizó por tener en promedio sistemas productivos más intensivos, junto con un desarrollo tecnológico más avanzado que aquellos presentes en la zona de la Región del Bío-Bío del país.

Palabras clave: Sistemas productivos lecheros, análisis estadístico multivariable, análisis de componentes principales, análisis de correspondencia múltiple, análisis de conglomerados.

ABSTRACT

This study characterized and classified dairy farms from the Metropolitana-del Maule Region and the Bío-Bío Region of Chile, simultaneously using quantitative and qualitative information. Data correspond to productivity indicators, technological level, dairy cow management, and labour resources used. A total of 25 and 74 dairy farms were examined from the respective regions, using three techniques of multivariate statistical analysis: Principal Component Analysis (PCA), Multiple Correspondence Analysis (MCA), and Cluster Analysis (CA). Four groups or types of dairy productive systems were identified with different levels of production efficiency for each area or region. On the average the Metropolitana-del Maule Region has more intensive and productive systems, with a more advanced technological development than those present at the Bío-Bío Region.

Key words: Dairy productive systems, multivariable statistical analysis, principal component analysis, multiple correspondence analysis, cluster analysis.

Introducción

En Chile, una de las principales características de los productores de leche bovina es la existencia de sistemas heterogéneos, lo cual hace más complejo el determinar la realidad agropecuaria existente,

base de una adecuada difusión de políticas de desarrollo y/o transferencia tecnológica (Anrique *et al.*, 2004). Esta heterogeneidad está dada por diferentes condiciones sociales, económicas, técnicas y/o productivas, aspectos que son muy importantes, puesto que la competitividad que puedan alcanzar

¹ Este trabajo está basado en parte de los resultados generados en una tesis de grado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile.

² Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Independencia 641, casilla 567, Valdivia, Chile. E-mail: bcarrill@uach.cl

³ Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Independencia 641, casilla 567, Valdivia, Chile. E-mail: vmoreira@uach.cl

⁴ Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Independencia 641, casilla 567, Valdivia, Chile. E-mail: jgonzalezv8@gmail.com

dichas explotaciones lecheras en el mercado pasa necesariamente por tales condiciones (González, 2007).

En la actualidad para interpretar esta diversidad agropecuaria se recurre a metodologías estadísticas multivariadas, permitiendo establecer más eficientemente agrupaciones de explotaciones lecheras de acuerdo a un conjunto de variables previamente definidas (Escofier y Pagès, 1992; Hair *et al.*, 1992). Estas metodologías se emplean fundamentalmente como punto de partida para la utilización de otras técnicas más específicas y elaboradas, como por ejemplo, análisis de tipo econométricos o estudio de casos (Smith *et al.*, 2002).

El objetivo del presente estudio es establecer una caracterización y tipificación de los diferentes sistemas productivos lecheros existentes en dos zonas del país; la Región Metropolitana-del Maule y la del Bío-Bío de Chile (zonas Centro-Sur), utilizando la metodología de estadística multivariable.

Material y Método

La información utilizada deriva de un estudio realizado por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile del estudio "Competitividad de la Producción Lechera Nacional" (Anrique *et al.*, 1999). La información es de tipo productiva, entregada por las plantas lecheras, y mediante encuesta directa a los propios productores se obtuvieron antecedentes cuantitativos y cualitativos sobre los aspectos que determinan el funcionamiento de la explotación lechera.

La muestra fue proporcional al número de explotaciones lecheras existentes en cada zona, en base a su contribución a la producción total de leche en el país. La muestra consiste de un total de 25 predios lecheros para la zona 1 (Z1) y 74 para la zona 2 (Z2), lo que representa un 5% y 6% del total por zona, respectivamente (Anrique *et al.*, 1999). Para los análisis estadísticos se empleó el programa XLSTAT 2008.

VARIABLES CUANTITATIVAS

VARIABLES con capacidad discriminadora, coeficiente de variación¹ ≥ 50 (Berdegué *et al.*, 1990), éstas son: *Carga animal* [UA ha⁻¹]: unidades animales divididas por la superficie destinada a lechería; *Estacionalidad*: razón entre la producción de leche de cuatro meses de primavera-verano y

la producción de cuatro meses de otoño-invierno; *Grado de confinamiento*: tiempo durante el cual las vacas no pastorean. Valores de entre 0 y 24, de acuerdo al número de meses estabulados, y si éste era diurno y/o nocturno; *Índice de maquinarias* [máquinas (10.000 L)⁻¹]: proporcionalidad entre el grado de mecanización y la producción de leche². Maquinarias de tracción mecánica empleada en el rubro por cada 10.000 litros de leche producida al año; *Índice de construcciones* [m² (10.000 L)⁻¹]: m² de construcciones, destinadas al rubro por cada 10.000 litros de leche. Proporcionalidad entre la inversión en construcciones y la producción de leche; *Producción/praderas* [L ha⁻¹ año⁻¹]: producción de leche dividida por la superficie de praderas³ destinadas al rubro; *Producción/vaca* [L vaca⁻¹ año⁻¹]: producción por vaca masa; *Producción/mano de obra* [L hombre⁻¹ año⁻¹]: razón entre la producción y el N° ponderado de trabajadores empleados; y *Porcentaje superficie conservada*: porcentaje de la superficie de praderas destinada a conservación (heno y/o ensilaje).

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES CUALITATIVAS

VARIABLES indicadoras del nivel tecnológico, manejo de vacas lecheras, y del recurso humano empleado, éstas son: *Época de parto*: primavera, otoño; *biestacional*, todo el año; *Dedicación del propietario*: exclusiva, parcial+labores otros rubros agropecuarios, parcial+actividades no agrícolas; *Nivel estudio propietario*: básica, media, capacitación, técnica, universitaria; *Nivel estudio ordeñadores*: sin estudios, básica, media, capacitación, técnica; *Método de encaste*: toro sin registros, toro con registros, inseminación artificial; *Número de ordeñas diarias en invierno*: no ordeña, 1, 2, 3; *Sistema de enfriamiento de la leche*: no tiene, agua detenida, agua circulante, por placas, estanque enfriador; *Terapia de secado*: aplicación antibiótico intramamario al final de la lactancia, no hace, sólo vacas con mastitis, todas las vacas; *Control lechero*: Obtención de datos, su análisis y procesamiento para mejorar la toma de decisiones productivas y/o económicas: no, sí.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIABLE

Se aplicaron tres técnicas de carácter descriptivo: Análisis de Componentes Principales (ACP), Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) y

Análisis de Conglomerados (AC). El ACP expresó la relación entre múltiples variables cuantitativas, transformando las variables originales en otro conjunto de variables sintéticas (componentes). Las variables originales son representadas por vectores o líneas rectas, y las observaciones mediante puntos (plano bidimensional) (Escofier y Pagès, 1992). El ACM mostró la relación (similitud) entre múltiples variables cualitativas, formada por las combinaciones de niveles de cada variable (categorías) (Hair *et al.*, 1992; Smith *et al.*, 2002). El AC identificó grupos de explotaciones lecheras similares entre sí, en términos de las variables empleadas para clasificarlas. Los componentes significativos obtenidos del ACP son los que posteriormente se utilizaron para la determinación de los grupos (“valores propios”⁴ > 1) (Hair *et al.*, 1992), empleándose como algoritmo de clasificación el método de “*k*-means”⁵.

Resultados y Discusión

Análisis de Componentes Principales (ACP)

Se obtuvo un nuevo conjunto de variables sintéticas, cada componente es producto de la combinación lineal de las variables originales (activas). El 1^{er} y 2^{do} componentes son los que mejor representaron las relaciones entre las variables originales, mediante el coseno del ángulo que forman. Ángulos próximos a 0° indican correlación alta y positiva; ángulos cercanos a 180°, correlación alta y negativa; y, ángulos cercanos a 90°, baja o escasa correlación. El sentido de los vectores en el plano bidimensional refleja hacia qué cuadrante se intensifica esa variable. La “proyección” o longitud del vector además mide la importancia de la variable en el componente respectivo (Escofier y Pagès, 1992).

Zona 1, Región Metropolitana-del Maule (Z1). El primer plano factorial del ACP resumió el 71% de la información original. Se incluyó una representación gráfica con variables de tamaño como la Producción anual [L] y Superficie de lechería [ha] como variables ilustrativas⁶ (Smith *et al.*, 2002). La proyección gráfica, en directa relación con la matriz de correlaciones, se observa en la Figura 1. Nótese la dispersión de las explotaciones lecheras, señal de que son muy heterogéneas en cuanto a las variables empleadas para caracterizarlas. A partir del plano se observan las siguientes correlaciones:

Producción/vaca-Producción anual (alta y positiva). Producción/praderas-Producción anual (alta y positiva). Producción/mano de obra-Producción anual (alta y positiva). Grado de confinamiento- Porcentaje superficie conservada (alta y positiva). Estacionalidad-Producción/vaca (alta y negativa). Estacionalidad-Producción anual (media y negativa). Índice Maquinarias-Producción anual (media y negativa). Índice Construcciones-Producción anual (media y negativa). Producción anual-Superficie lechería (alta y positiva).

Zona 2, Región del Bío-Bío (Z2). El primer plano resumió el 58% de la información cuantitativa (Figura 2), observándose explotaciones lecheras más homogéneas (menor dispersión), y la correlación observada es la siguiente:

Producción/vaca-Producción total (estrecha y positiva). Producción/praderas-Producción total (estrecha y positiva). Producción/mano de obra-Producción total (estrecha y positiva). Grado de confinamiento- Porcentaje superficie conservada (alta y positiva). Estacionalidad-Producción total (media y negativa). Índice Maquinarias-Producción total (alta y negativa). Índice Construcciones-Producción total (media y negativa). Producción total-Superficie lechería (media y positiva).

Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM)

Categorías “próximas” entre sí indican que las frecuencias de ocurrencia de dichas características aparecen correlacionadas en la población (Smith *et al.*, 2002). La cercanía entre dos o más alternativas (puntos) es más clara o intensa cuanto más alejadas estén del centro del plano (Figura 2). Categorías próximas al centro indica alternativa escogida por la mayoría de los individuos, por tanto no se encuentran relacionadas a un grupo determinado de otras características (Betancourt *et al.*, 2005). Categorías “muy alejadas” (periferia) de la mayoría de las alternativas o categorías representadas en el plano, es indicador que esta alternativa es escogida por muy pocos individuos de la población.

Región Metropolitana-del Maule (Z1). La representación del primer plano factorial (38,1% de variabilidad⁷) se muestra en la Figura 3. En los cuadrantes I y IV, predios lecheros que realizan habitualmente una ordeña diaria durante la época invernal,

no realizan terapia de secado, ni control lechero a las vacas, el encaste es mediante toros sin registros, la leche producida no es enfriada. La instrucción de los propietarios es básica, dedicándose en forma exclusiva al rubro, son explotaciones asociadas a producciones anuales inferiores a los 100.000 litros de leche. Betancourt *et al.* (2005) establecen que esta forma de producir puede ser influenciada por la falta de especialización y el nivel sociocultural de los productores. Coincidentemente, Kumbhakar *et al.* (1989) y Smith *et al.* (2002) señalan que el nivel educacional de los propietarios es un factor limitante para la incorporación de tecnologías que permitan alcanzar mayores niveles productivos y de eficiencia. La aplicación de terapia de secado a vacas con mastitis es realizada por ordeñadores con algún grado de capacitación (cuadrante IV). Predios que ordeñan tres veces al día se encuentran asociados a producciones sobre 1.000.000 L (cuadrante III). Particiones durante todo el año, dos ordeñas diarias, uso de estanque enfriador, ordeñadores con educación básica, aplicación de terapia de secado a todas las vacas y control lechero no se encuentran asociadas a un grupo determinado en la forma de manejo para producir leche. Empleo de toros con registros por propietarios con instrucción técnica, y enfriamiento de la leche con agua circulante, son alternativas poco frecuentes.

Región del Bío-Bío (Z2). Los dos principales factores (29,1% de variabilidad) se muestran en la Figura 4. Explotaciones lecheras que realizan una ordeña diaria, no efectúan terapia de secado o lo aplican solamente a vacas con mastitis, utilizan toros sin registros, no realizan control lechero, y la leche no es enfriada, o es enfriada utilizando agua circulante, los propietarios con educación básica se dedican en forma exclusiva al rubro. Asociadas a producciones inferiores a 100.000 L (cuadrantes I y IV). Predios que aplican terapia de secado a todas las vacas aplican control lechero y almacenan la leche producida en estanques refrigerados (cuadrantes II y III). Proprietarios con educación superior realizan otras actividades no agrícolas, aunque presente con poca frecuencia. Realizan dos ordeñas diarias, particiones durante todo el año o en forma biestacional, aplicación de encaste por inseminación artificial, propietarios con educación media, y ordeñadores con instrucción básica, no se encuentran asociados a un grupo de explotaciones en particular. Particiones en primavera, tres ordeñas

diarias, no enfriar la leche, empleo de toros con registros y propietarios con educación técnica, son categorías poco habituales.

Análisis de Conglomerados (AC)

El AC genera cuatro grupos de sistemas productivos para cada zona (Z1 y Z2). Los componentes estadísticamente significativos generados por el ACP se emplearon como variables de entrada, y las coordenadas de cada explotación lechera en los componentes como el resumen de las características de cada individuo, en reemplazo de la matriz original. Los sistemas se denominaron como Z1- y Z2-(SP1, SP2, SP3 y SP4), para cada zona y por sistema.

Las características cuantitativas (promedio) para la Z1 y los cuatro sistemas productivos se presentan en el Cuadro 1. Las características cualitativas (% de cada categoría de cada una de las variables) se presentan en el Cuadro 2.

Sistema Productivo Z1-SP1. Compuesto por una sola explotación lechera (50.000 L año⁻¹), reunió los índices productivos más bajos de la región, con una marcada estacional (4,19), sus vacas son mantenidas en confinamiento durante todo el año, día y noche, y destinan sobre un tercio de praderas a conservación (Cuadro 1). Este predio adopta un manejo incompleto de tecnologías, ya que si bien realiza particiones durante todo el año, terapia de secado a todas las vacas, dos ordeñas diarias en invierno y aplicación de control lechero, emplean toros sin registros reproductivos, no enfría la leche que produce, y los ordeñadores tienen escasa capacitación (sólo educación básica). El propietario posee educación universitaria, dedicándose además a otras actividades no agrícolas (Cuadro 2).

Sistema Productivo Z1-SP2. Volumen productivo idéntico a Z1-SP1, aunque en base a un tercio de la superficie y un 30% de las vacas de Z1-SP1, la producción por praderas se cuadruplica, la producción por vaca y mano de obra aumenta más de tres veces de Z1-SP1, conserva sólo un 15% de las praderas, estacionalidad más constante durante el año, y las vacas son mantenidas sobre los dos meses en estabulación. Los indicadores de proporcionalidad de maquinarias y construcciones son menores a Z1-SP2, por la menor inversión en maquinarias y construcciones, disminuyendo los costos fijos (Cuadro 1). Concentra sus particiones principalmente durante

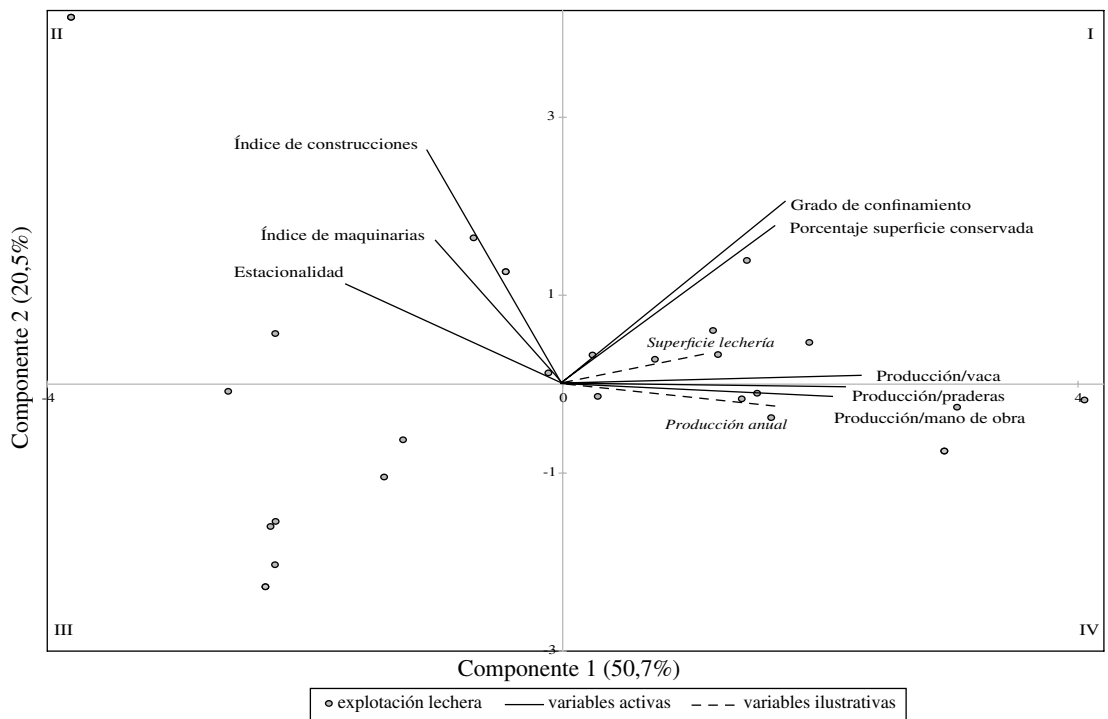


Figura 1. Análisis de Componentes Principales, primer plano factorial (71,2% de varianza), RM-VII Región de Chile.

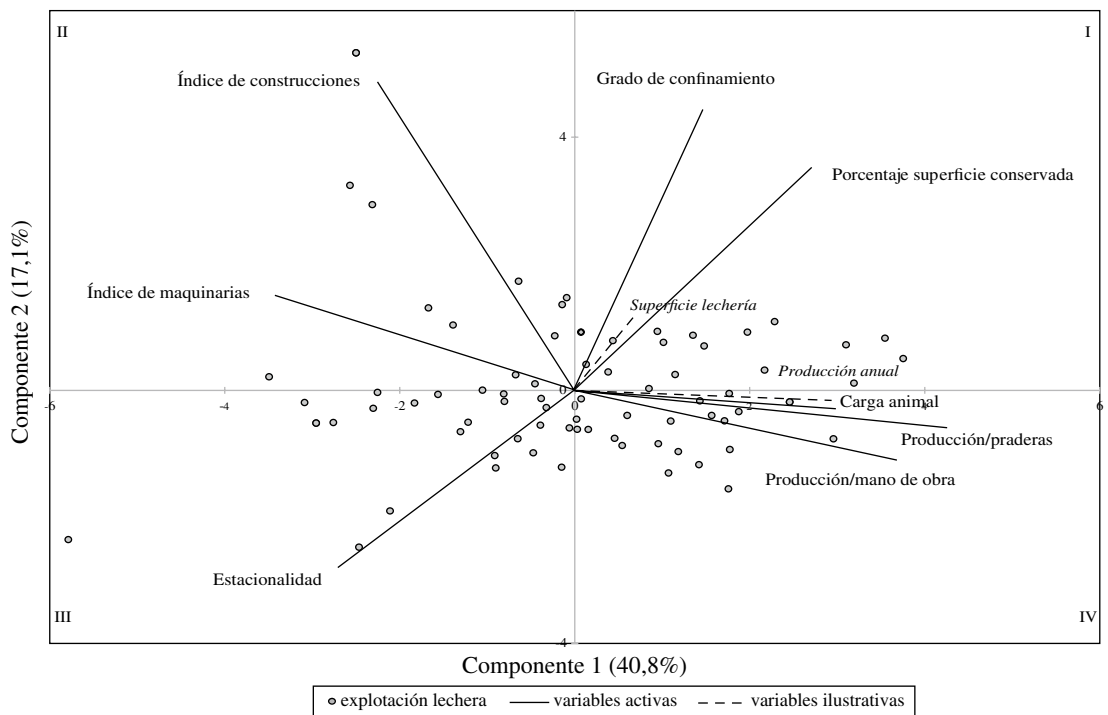


Figura 2. Análisis de Componentes Principales, primer plano factorial (57,9% de varianza), VIII Región de Chile.

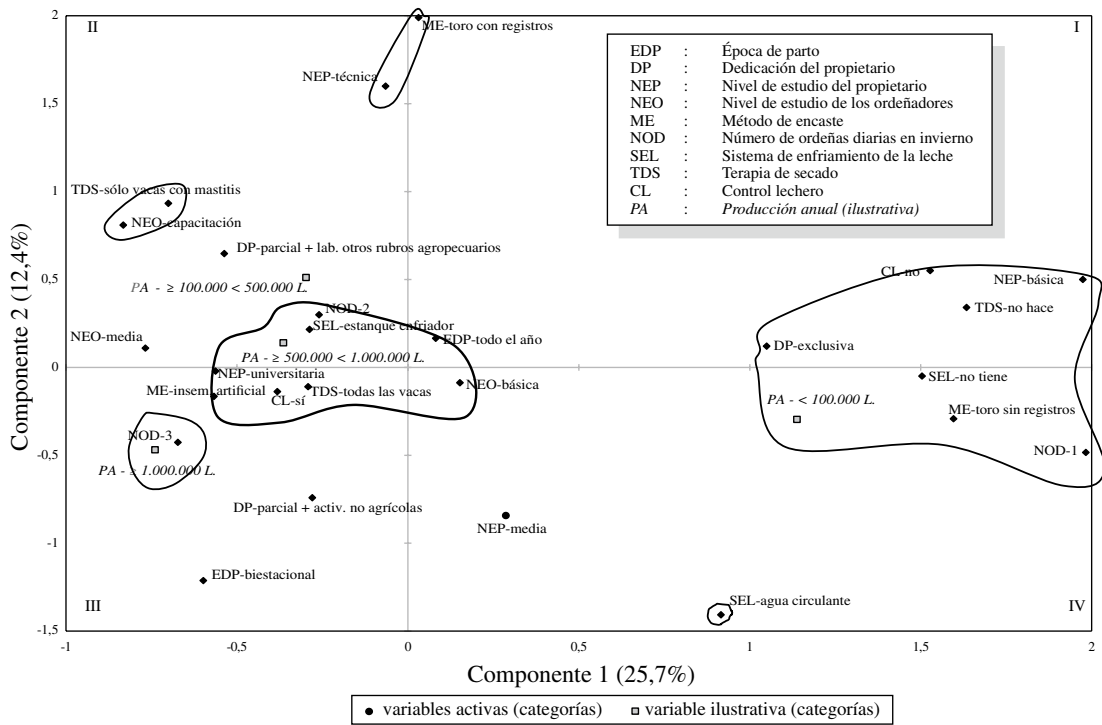


Figura 3. Análisis de Correspondencias Múltiples, primer plano factorial (38,1% de la varianza), RM-VII Región de Chile.

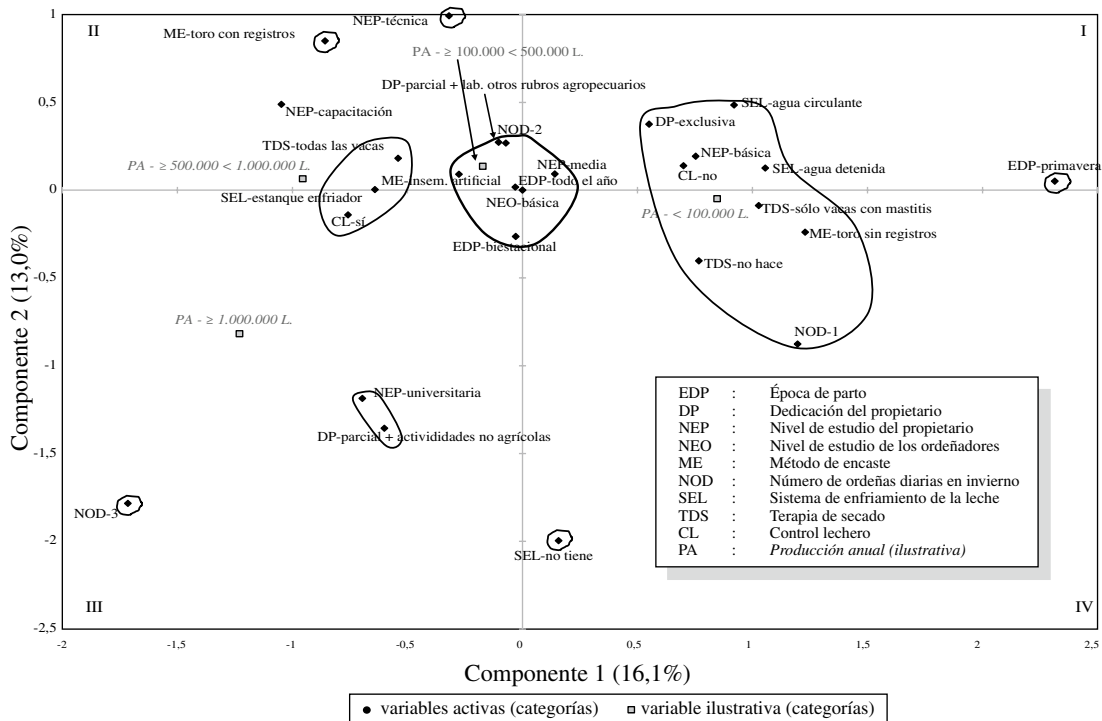


Figura 4. Análisis de Correspondencias Múltiples, primer plano factorial (29,1% de la varianza), VIII Región de Chile.

Cuadro 1. Características cuantitativas promedio de sistemas productivos lecheros existentes en la RM-VII Región

Variable	Sistema productivo			
	Sp1* (4%)	Sp2 (32%)	Sp3 (52%)	Sp4 (12%)
Producción anual [L año ⁻¹] ^a	50.774	50.400	904.113	2.452.031
Superficie de lechería [ha] ^a	80,0	27,3	126,2	124,3
Número de vacas [unidades] ^a	100,0	28,9	185,0	278,6
Carga animal [UA ha ⁻¹] ^b	1,25	1,52	1,58	2,26
Estacionalidad	4,19	1,66	1,09	1,03
Grado de confinamiento	24,0	4,50	24,0	24,0
Índice de maquinarias [máquinas (10.000 L) ⁻¹]	0,39	0,18	0,14	0,03
Índice de construcciones [m ² (10.000 L) ⁻¹]	340,7	53,1	64,3	18,6
Producción/praderas [L ha ⁻¹ año ⁻¹]	677	2.549	7.184	20.446
Producción/mano de obra [L hombre ⁻¹ año ⁻¹]	5.077	17.658	60.884	149.582
Producción/vaca [L vaca ⁻¹ año ⁻¹]	508	1.780	5.137	8.986
Porcentaje superficie conservada	37,3	15,7	64,0	54,8
Nº máquinas utilizadas ^a	2,0	0,9	7,6	6,3
m ² superficie construida ^a	1.730	289	4.667	4.185
Nº trabajadores empleados ^a	10,0	2,6	12,6	16,3

* Sistema productivo compuesto por una sola explotación lechera.

^a Variables de tamaño representadas con fines ilustrativos, no intervienen en el proceso de clasificación

^b Variable con coeficiente de variación < 50%, representada con fines ilustrativos, no interviene en el proceso de clasificación en la región respectiva.

() Porcentaje de explotaciones de la muestra que pertenecen al sistema productivo respectivo.

Cuadro 2. Características cualitativas de sistemas productivos lecheros existentes en la RM-VII Región

Variable (categorías)	Sistema productivo			
	Sp1* %	Sp2 %	Sp3 %	Sp4 %
Época de parto				
biestacional (primavera y otoño)	0,0	25,0	7,7	0,0
todo el año	100,0	75,0	92,3	100,0
Dedicación del propietario				
exclusiva	0,0	37,5	30,8	0,0
parcial + labores otros rubros agropecuarios	0,0	37,5	30,8	66,7
parcial + actividades no agrícolas	100,0	25,0	38,4	33,3
Nivel de estudio del propietario				
básica (completa o incompleta)	0,0	25,0	7,7	0,0
media (completa o incompleta)	0,0	37,5	23,1	0,0
técnica	0,0	12,5	7,7	0,0
universitaria	100,0	25,0	61,5	100,0
Nivel de estudio de los ordeñadores				
básica (completa o incompleta)	100,0	100,0	76,9	66,7
media (completa o incompleta)	0,0	0,0	7,7	33,3
capacitación	0,0	0,0	15,4	0,0
Método de encaste				
toro sin registros	100,0	50,0	7,7	0,0
toro con registros	0,0	25,0	0,0	0,0
inseminación artificial	0,0	25,0	92,3	100,0
Números de ordeñas diarias en invierno				
1	0,0	50,0	0,0	0,0
2	100,0	50,0	76,9	0,0
3	0,0	0,0	23,1	100
Sistema de enfriamiento de la leche				
no tiene	100,0	12,5	0,0	0,0
agua circulante	0,0	37,5	0,0	0,0
estanque enfriador	0,0	50,0	100,0	100,0
Terapia de secado				
no hace	0,0	50,0	0,0	0,0
sólo vacas con mastitis	0,0	50,0	7,7	0,0
todas las vacas	100,0		92,3	100,0
Control lechero				
no	0,0	50,0	7,7	0,0
sí	100,0	50,0	92,3	100,0

* Sistema productivo compuesto por una sola explotación lechera.

Cuadro 3. Características cuantitativas promedio de sistemas productivos lecheros existentes en la VIII Región

Variable	Sistema productivo			
	Sp1 (15%)	Sp2 (8%)	Sp3 (46%)	Sp4 (31%)
Producción anual [L año ⁻¹] ^a	30.039	75.966	255.881	475.936
Superficie de lechería [ha] ^a	24,4	130,3	73,69	64,26
Número de vacas [unidades] ^a	15,8	36,3	67,6	88,5
Carga animal [UA ha ⁻¹]	0,61	0,78	0,98	1,62
Estacionalidad	3,46	1,62	1,53	1,17
Grado de confinamiento	0,0	17,0	9,9	8,7
Índice de maquinarias [máquinas (10.000 L) ⁻¹]	1,22	1,20	0,27	0,19
Índice de construcciones [m ² (10.000 L) ⁻¹]	89,9	244,6	50,13	28,2
Producción/praderas [L ha ⁻¹ año ⁻¹]	1.320	1.796	3.545	7.638
Producción/mano de obra [L hombre ⁻¹ año ⁻¹]	11.062	11.427	27.711	53.199
Producción/vaca [L vaca ⁻¹ año ⁻¹] ^b	2.688	2.528	3.674	4.893
Porcentaje superficie conservada	14,6	62,3	41,70	63,6
N° máquinas utilizadas ^a	2,4	5,7	4,0	5,3
m ² superficie construida ^a	388	1.692	1.084	1.017
N° trabajadores empleados ^a	2,8	7,3	8,4	8,5

^a Variables de tamaño representadas con fines ilustrativos, no intervienen en el proceso de clasificación.

^b Variable con coeficiente de variación < 50%, representada con fines ilustrativos, no interviene en el proceso de clasificación en la región respectiva.

() Porcentaje de explotaciones de la muestra que pertenecen al sistema productivo respectivo.

Cuadro 4. Características cualitativas de sistemas productivos lecheros existentes en la VIII Región

Variable (categorías)	Sistema productivo			
	Sp1 %	Sp2 %	Sp3 %	Sp4 %
Época de parto				
primavera	9,1	0,0	0,0	0,0
biestacional (primavera y otoño)	9,1	16,7	5,9	4,3
todo el año	81,8	83,3	94,1	95,7
Dedicación del propietario				
exclusiva	27,3	0,0	20,6	8,7
parcial + labores otros rubros agropecuarios	72,7	83,3	73,5	82,6
parcial + actividades no agrícolas	0,0	16,7	5,9	8,7
Nivel de estudio del propietario				
básica (completa o incompleta)	72,7	33,3	32,4	39,1
media (completa o incompleta)	27,3	16,7	23,5	13,0
capacitación	0,0	33,3	32,4	30,5
técnica	0,0	0,0	5,9	0,0
universitaria	0,0	16,7	5,9	17,4
Nivel de estudio de los ordeñadores				
básica (completa o incompleta)	100,0	100,0	100,0	100,0
Método de encaste				
toro sin registros	54,5	33,3	14,7	4,3
toro con registros	0,0	0,0	2,9	0,0
inseminación artificial	45,5	66,7	82,4	95,7
Números de ordeñas diarias en invierno	36,4			
1	63,6	16,7	5,9	4,3
2	0,0	83,3	94,1	91,4
3		0,0	0,0	4,3
Sistema de enfriamiento de la leche				
no tiene	0,0	0,0	2,9	0,0
agua detenida	72,7	33,3	23,5	21,7
agua circulante	18,2	0,0	5,9	4,4
estanque enfriador	9,1	66,7	67,7	73,9
Terapia de secado				
no hace	54,5	0,0	17,7	13,0
sólo vacas con mastitis	18,2	50,0	17,6	8,7
todas las vacas	27,3	50,0	64,8	78,3
Control lechero				
no	81,8	50,0	50,0	39,1
sí	18,2	50,0	50,0	60,9

todo el año (75%). La educación de los propietarios es variada, dedicándose en forma exclusiva y parcial en proporciones similares. Los ordeñadores tienen sólo algún grado de educación primaria. El encaste es por medio de toros sin registros (50%), la inseminación artificial alcanza 25%. Terapia de secado a todas las vacas está presente en un 50%. El control lechero alcanza el 50% de los casos, y sólo la mitad de los predios emplean estanque enfriador (Cuadro 2).

Sistema Productivo Z1-SP3. Índices productivos muy superiores a Z1-SP1 y Z1-SP2. Vacas confinadas durante todo el año (día y noche). Producción anual de 900.000 L, en forma casi constante durante el año. La producción se sustenta en base a un 64% de superficie conservada. Índices de proporcionalidad en maquinarias y construcciones son similares a Z1-SP2 (Cuadro 1). Se observa un desarrollo tecnológico más avanzado a los sistemas anteriores (Cuadro 2). Particiones durante todo el año (92%), dos ordeñas diarias (77%), inclusive tres (23%). Los propietarios poseen principalmente educación universitaria (62%). La dedicación al rubro se encuentra en proporciones similares para las tres categorías presentes. Si bien predomina ordeñadores con educación básica, la capacitación es incorporada en un 15% de los predios. Encaste por inseminación artificial (92%), este grupo, a diferencia de Z1-SP2, aplica terapia de secado a todas las vacas y control lechero en un 92%. El 100% de las explotaciones emplean estanque enfriador para almacenar la leche. El mejor comportamiento de estos índices que Z1 – SP1 y Z1 – SP2 se reflejan en mayores producciones, lo que coincide con lo señalado por Gallardo y Valtorta (2004), quienes indican que, por ejemplo, en vacas en confinamiento se obtiene mayor rendimiento productivo, producto de rutinas de manejo y de las instalaciones existentes, las cuales permiten un flujo mayor de vacas ordeñadas por unidad de tiempo, lo que además conlleva a una mayor eficiencia en la mano de obra, fundamentalmente en trabajadores destinados a las funciones de ordeña.

Sistema Productivo Z1-SP4. Explotaciones con los índices técnico-productivos más altos de la región (2.500.000 L), producidos en forma constante (estacionalidad 1,03) esto en base principalmente a un aumento en el número de vacas, la superficie de lechería se mantiene en proporción idéntica a Z1-SP3. Las vacas son confinadas durante todo el año, día

y noche. Invierte en maquinarias y construcciones en proporciones similares a Z1-SP3, implicando costos fijos más bajos, producto del mayor volumen de producción alcanzado (índices de maquinarias y construcciones más pequeños). Sobre el 50% de la superficie es destinada a conservación (Cuadro 1). Este sistema utiliza formas de manejo similares a Z1-SP3, pero mayores en cuanto a niveles porcentuales (Cuadro 2). Particiones durante todo el año, tres ordeñas diarias durante el invierno, encaste por inseminación artificial, uso de estanque enfriador, secado a todas las vacas y control lechero (100% de los casos). 100% de propietarios con educación universitaria, no hay dedicación exclusiva al rubro, dedicándose en un 67% a otros rubros agropecuarios y un 33% a actividades no agrícolas. Ordeñadores con educación básica (67%) o media (33%).

Las características cuantitativas (promedio) para la Z2 y los cuatro sistemas productivos se presentan en el Cuadro 3, y las características cualitativas (% de cada categoría de cada una de las variables) se presentan en el Cuadro 4.

Sistema Productivo Z2-SP1. Reunió los índices de eficiencia productiva más bajos de la región (Cuadro 3), producción altamente estacional (3,46), de 30.000 L anuales, estos predios no emplean estabulación. En cuanto a las praderas, sólo un 15% se destina a conservación. Particiones durante todo el año (82%), no se realiza terapia de secado en un 54%, mayoritariamente no realizan control lechero (82%), el encaste es por medio de toros sin registros (55%) e inseminación artificial (45%), la leche es enfriada rudimentariamente en un 73% (agua detenida), el uso de estanque enfriador es limitado (9%). El propietario posee educación básica (73%) o media (23%), dedicándose principalmente en forma parcial al rubro, trabajando en otros rubros agropecuarios (73%) (Cuadro 4).

Sistema Productivo Z2-SP2. Su producción alcanza los 76.000 L, estacionalidad más constante durante el año. Los índices de productividad por vaca, praderas, mano de obra son muy similares a Z2-SP1, aunque duplica el número de vacas de Z2-SP1, y la superficie lechera aumenta más de cinco veces. Sobre el 60% de la superficie de praderas se destina a conservación, estabulando durante un promedio de 8,5 meses. Los índices de maquinarias y construcciones (especialmente este último), son altos producto del pequeño volumen

producido, en relación al número de maquinaria y construcciones empleados (Cuadro 1). Al igual que Z2-SP1, concentra mayoritariamente las pariciones durante todo el año (83%). Los propietarios poseen diversos niveles educacionales, donde la capacitación y básica llegan a un 33%, donde al igual que en Z2-SP1 se dedica a otros rubros agropecuarios (83%). Los ordeñadores poseen instrucción básica (100%). El encaste es por inseminación artificial (67%) o toros sin registros (33%). Principalmente dos ordeñas diarias en invierno (83%). La terapia de secado se aplica a todas las vacas o sólo aquellas afectadas por mastitis (50% en cada caso). El control lechero alcanza el 50% de los predios, y el uso de estanque enfriador se eleva considerablemente (67%) (Cuadro 4).

Sistema productivo Z2-SP3. Se aprecian niveles productivos (255.000 L) superiores a Z2-SP1 y Z2-SP2, sin embargo no implica un aumento de la superficie destinada a lechería (cerca a la mitad de Z2-SP2). Confinamiento durante 4,5 meses, estacionalidad similar a Z2-SP2. La superficie conservada algo menor llega al 42%. Los indicadores de proporcionalidad de máquinas y construcciones son aún más bajos que los sistemas anteriores, producto del mayor nivel de producción alcanzado, y de la menor inversión comparada a Z2-SP2 (Cuadro 3). Se observa un manejo tecnológico muy similar a Z2-SP2, aumentando la presencia porcentual de las categorías. Pariciones durante todo el año y dos ordeñas diarias (94%), los propietarios poseen diversos niveles educacionales, donde la capacitación llega a un 32%, dedicándose también a otros rubros agropecuarios (74%). Ordeñadores tienen educación básica (100%). El encaste es principalmente por inseminación artificial (82%), la terapia de secado a todas las vacas alcanza un 65%, el control lechero es del 50%, y el uso de estanque enfriador llega al 68% de los casos (Cuadro 4).

Sistema productivo Z2-SP4. Presenta los niveles productivos más altos de la región, con una producción prácticamente constante (estacionalidad) durante el año (475.000 L). La superficie de lechería utilizada en el rubro es algo menor a Z2-SP3. Las vacas son confinadas en promedio durante casi tres meses. Invierte en forma similar a Z2-SP2 en maquinarias y a Z2-SP3 en construcciones, reduciendo aún más los costos fijos (Cuadro 3).

La superficie conservada alcanza el 64% de las praderas. Este sistema presenta formas de manejo o desarrollo tecnológico próximos a Z2-SP2 y aun más a Z2-SP3 (Cuadro 4). Pariciones durante todo el año (96%), dos ordeñas diarias (91%), encaste por inseminación artificial (96%), terapia de secado a todas las vacas en un 78%, control lechero (61%), y el uso de estanque enfriador aumenta a un 74%. Al igual que Z2-SP2 y Z2-SP3, el nivel educacional es diverso, donde la instrucción básica llega al 39% y la capacitación al 31%. Los ordeñadores en su totalidad tienen instrucción básica.

Conclusiones

La metodología multivariable es una herramienta útil para realizar un análisis descriptivo, interpretando simultáneamente gran cantidad de información, sobre diversos aspectos cuantitativos y cualitativos que definen a una explotación lechera.

En ambas zonas productivas se obtuvieron cuatro grupos o tipos de sistemas productivos lecheros, con diferentes niveles de eficiencia productiva. La Región Metropolitana-del Maule (Z1) se caracterizó por tener sistemas productivos más intensivos, junto con un mayor desarrollo tecnológico, que aquellos grupos presentes en la Región del Bío-Bío (Z2).

Variables de tamaño como superficie de lechería, en la zona Z2 no parece estar relacionada significativamente con el nivel productivo alcanzado.

Una explotación lechera en la zona Z1 principalmente realiza pariciones durante todo el año, encaste por medio de inseminación artificial, dos ordeñas diarias en invierno, uso de estanque enfriador, terapia de secado a todas las vacas y aplicación de control lechero. El propietario con educación principalmente universitaria se dedica en forma parcial al rubro lechero, dedicando su tiempo a otras actividades agropecuarias o no agrícolas. Los ordeñadores en su mayoría poseen sólo educación básica.

En la zona Z2, un predio lechero fundamentalmente concentra sus pariciones durante todo el año. La dedicación del propietario al rubro es parcial, desempeñándose en otros rubros agropecuarios. Su educación es básica o han sido capacitados en cierta medida. Inseminación artificial, dos ordeñas diarias, uso de estanque enfriador, y agua detenida, sobre el 60% aplica terapia de secado a todas las vacas, el control lechero se aplica en alrededor del 50%. Ordeñadores con educación básica (100%).

Literatura Citada

- Anrique, R.; Latrille, L.; Balocchi, O.; Alomar, D.; Moreira, V.; Smith, R.; Pinochet, D.; Vargas, G.
1999 Competitividad de la producción lechera nacional. Valdivia, Chile. Ediciones de la Universidad Austral de Chile. 437 p.
- Anrique, R.; Latrille, L.; Balocchi, O.; Moreira, V.; Smith, R.; Alomar, D.; Pinochet, D.; Vargas, G.
2004 La producción de leche en Chile: Caracterización técnica a nivel predial: Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 59 p.
- Berdegú, J., Sotomayor, O.; Zilleruelo, C.
1990 Metodología de tipificación y clasificación de sistemas de producción campesinos de la provincia de Ñuble, Chile. In: *Tipificación de sistemas de producción agrícola*. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. RIMISP. Santiago. Chile. pp. 85-117.
- Betancourt, K.; Ibrahim, M.; Villanueva, C.; Vargas, B.
2005 Caracterización del manejo productivo de sistemas lecheros en la cuenca del río Bulbul de Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. *L. R. for Rural Development*. (17). <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd17/7/beta17080.htm> (10-09-2008).
- Escofier, B.; Pagès, J.
1992 Análisis factoriales simples y múltiples: objetivos, métodos e interpretación. Bilbao, Servicio Editorial Universidad del país Vasco. 285 p.
- Gallardo, M.; Valtorta, S.
2004 Estrategias de manejo nutricional y ambiental. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina. 16 p. Disponible en: http://www.inta.gov.ar/expo/intaexpone/charlas/saubidet/estrategias_manejo.pdf
- González, J.
2007 Caracterización y Tipificación de Sistemas Productivos de Leche en la X Región de Chile: un Análisis Multivariable. Tesis Licenciado en Ciencias de los Alimentos. Valdivia, Universidad Austral de Chile. 105 p.
- Hair, J.; Anderson, R.; Tatham, R.; Black, W.
1992 Multivariate data analysis with readings. New York, Macmillan Publishing Company. 544 p.
- Kumbhakar, S., Biswas, BB.; Von Bailey, D.
1989 A study of economic efficiency of Utah dairy farmers: A system Approach. *The Review of Economics and Statistics* 71: 595-604.
- Smith, R.; Moreira, V.; Latrille, L.
2002 Caracterización de sistemas productivos lecheros en la X Región de Chile mediante análisis multivariable. *Agricultura Técnica* 62: 375-395.

Notas

- ¹ Cociente entre la desviación estándar y la media aritmética. Compara la dispersión de diversas variables de una población. Establece si las variables tienen la capacidad discriminatoria para diferenciar entre observaciones.
- ² Consideró el volumen de leche expresado en litros recepcionado en planta durante 1997.
- ³ Consideró la superficie en hectáreas de praderas y cultivos forrajeros suplementarios destinadas al rubro lechero.
- ⁴ Los valores propios corresponden a la importancia de cada uno de los componentes creados en términos de varianza absoluta.
- ⁵ Esta metodología corresponde a la clasificación por "optimización", se caracteriza por ser muy eficiente, en donde la mejor clasificación encontrada es aquella que minimiza la inercia intragrupos (o que maximiza la inercia intergrupos).
- ⁶ Variables de tamaño como la producción anual, superficie de explotación u otras, no determinan necesariamente un tipo de sistema de producción, por tanto no es suficiente por sí sola para identificar y caracterizar a una explotación.
- ⁷ En el ACM, la variación total depende únicamente del número de variables y categorías y no de los enlaces entre las variables, lo que implica que esta cifra no tiene interpretación estadística.

