

**Eficiencia de las explotaciones  
lecheras cordobesas: análisis  
técnico-económico y propuestas  
para una mejora de la rentabilidad**  
(obra premiada)

M<sup>a</sup> Loreto Pardo Sempere  
Diego Ezequiel María Ruiz

III Premio Unicaja de Investigación sobre desarrollo  
económico y estudios agrarios



**Eficiencia de las explotaciones  
lecheras cordobesas: análisis  
técnico-económico y  
propuestas para mejorar  
la rentabilidad**

M.<sup>a</sup> Loreto Pardo Sempere  
Diego Ezequiel María Ruiz

*Reunidos en la Ciudad de Sevilla el día 9 de Mayo de 2001 un jurado presidido por Braulio Medel Cámara y compuesto por Rafael Cano López, José Javier Rodríguez Alcalde y Francisco Villalba Cabello, decidió por unanimidad conceder a esta investigación el III PREMIO UNICAJA DE INVESTIGACIÓN SOBRE DESARROLLO ECONÓMICO Y ESTUDIOS AGRARIOS. El premio fue convocado por Analistas Económicos de Andalucía en el otoño de 2000 y cuenta con el patrocinio de la Fundación UNICAJA.*

**Eficiencia de las explotaciones  
lecheras cordobesas: análisis  
técnico-económico y propuestas para  
mejorar la rentabilidad**

**Equipo de Investigación y Edición**

**Investigación** M<sup>a</sup> Loreto Pardo Sempere  
Diego Ezequiel María Ruiz

**Coordinación** M<sup>a</sup> Dolores Fernández-Ortega Jiménez

**Proyecto,  
Realización,  
Coordinación  
y Edición**



Analistas  
Económicos  
de Andalucía

## Producción

Analistas Económicos de Andalucía

C/. Ancla, nº 2 - 6ª planta. 29015 MÁLAGA  
Tel.: 952 22 53 05 - 06  
Fax: 952 21 20 73  
e-mail: aea@unicaja.es  
www: analistaseconomicos.com

D.L.: MA-1079-2001  
I.S.B.N.: 84-95191-47-4

La responsabilidad de las opiniones emitidas en este documento corresponde exclusivamente a los autores que no son, necesariamente, las de UNICAJA o Analistas Económicos de Andalucía.

Reservados todos los derechos. Queda prohibido reproducir parte alguna de esta publicación, su tratamiento informático o la transcripción por cualquier medio, electrónico, mecánico, reprografía u otro sin el permiso previo y por escrito del editor.

© Analistas Económicos de Andalucía

*En primer lugar nuestro agradecimiento a D. José Luis Pérez Almero, del CIFA-Las Torres-Tomejil (Sevilla), a D. Juan Palacios Guillén, del CIFA-Córdoba y a D. Antonio Navarro García, de la Delegación Provincial de Agricultura, Pesca y Alimentación de Córdoba, que han facilitado la logística y la información necesaria para la elaboración de este estudio.*

*A los PhD. D. Tim J. Coelli, del Centro para el Análisis de la Eficiencia y la Productividad de la Universidad de Nueva Inglaterra (Armidale – Australia), D. Christos J. Pantzios, de la Universidad de Patras (Grecia), D. Ali Emrouznejad, de la Universidad de Warwick (Reino Unido) y demás investigadores del grupo PARN (Productivity Analysis Research Network), por su ayuda en el conocimiento de la metodología DEA para el estudio de la eficiencia y productividad.*

*A D. Miguel Ángel Díaz Yubero, Director General de la Cooperativa COVAP, por su asesoramiento y ayuda prestada en el conocimiento del sector lácteo, su situación y necesidades.*

*A Dña. Mª Victoria Collado Jara, veterinaria, asesora técnica de la Delegación Provincial de Agricultura, Pesca y Alimentación de Córdoba y D. Joaquín Pardo Sempere, veterinario, por la información facilitada en cuotas lácteas y políticas en relación al sector lechero.*

*Al Dr. D. José Javier Rodríguez Alcaide, al Dr. D. José Martos Peinado, la Dra. Dña Maribel Rodríguez Zapatero y a todo el profesorado, personal administrativo y auxiliar de la Universidad de Córdoba, que de una u otra forma han hecho posible la consecución del presente trabajo de investigación.*

LOS AUTORES

# Eficiencia de las explotaciones lecheras cordobesas

## Índice

	<b>PRESENTACIÓN</b>
	<b>PRÓLOGO</b>
	<b>INTRODUCCIÓN</b>
CAPÍTULO I	
I.1	Justificación
I.2	Objetivos
CAPÍTULO II	<b>GENERALIDADES DEL ESTUDIO</b>
II.1	Generalidades del sector lácteo en Córdoba
	II.1.1. Censo ganadero de bovinos de leche
	II.1.2. Explotaciones
	II.1.3. Características del sistema productivo
II.2	Descripción del grupo en estudio
	II.2.1. Explotaciones analizadas
	II.2.2. Recogida de información
	II.2.3. Variables
	II.2.3.1. Descripción estadística de las variables físicas
	A) <i>Superficie y aprovechamientos</i>
	B) <i>Censo y carga</i>
	C) <i>Mano de obra</i>
	D) <i>Producción de leche y terneros</i>
	E) <i>Alimentos</i>
	F) <i>Maquinaria e instalaciones</i>
	II.2.3.2. Descripción estadística de las variables económicas
	A) <i>Capital edificios y equipos</i>
	B) <i>Capital tierra</i>
	C) <i>Precios durante el ejercicio</i>
	D) <i>Ingresos totales por litro</i>
	E) <i>Costes variables por litro</i>
	F) <i>Costes fijos por litro</i>
	G) <i>Resumen costes totales por litro</i>
	H) <i>Márgenes de explotación</i>
	I) <i>Rentabilidad económica y margen de explotación</i>

II.2.3.3. Relaciones entre variables. Correlaciones

### CAPÍTULO III **MEDIDA DE EFICIENCIA**

- III.1 Elección del método de medida
- III.2 Medida de eficiencia con métodos no paramétricos
- III.3 Metodología DEA para la medida de la eficiencia
  - III.3.1. Modelo 1
  - III.3.2. Modelo 2
    - A) *Modelo a rendimientos de escala constante*
    - B) *Modelo a rendimientos de escala variable*
    - C) *Medida de la eficiencia escala*
  - III.3.3. Modelo 3
    - A) *Modelo a rendimientos de escala constante*
    - B) *Modelo a rendimientos de escala variable*
    - C) *Medida de la eficiencia escala*
- III.4 Análisis complementarios
  - III.4.1. Tratamiento de las holguras
  - III.4.2. Nivel óptimo de inputs/outputs y mejoras potenciales
  - III.4.3. Comparación con los pares de referencia
- III.5 Resumen de los modelos

### CAPÍTULO IV **RESULTADOS Y PROPUESTAS**

- IV.1 Modelo 1
  - IV.1.1. Resultados de eficiencia
  - IV.1.2. Posición relativa respecto a la frontera óptima
  - IV.1.3. Características de las explotaciones eficientes
  - IV.1.4. Explotaciones ineficientes. Causas de ineficiencia y mejoras potenciales
  - IV.1.5. Conclusiones del primer modelo
- IV.2 Modelo 2
  - IV.2.1. Resultados de eficiencia
  - IV.2.2. Posición relativa respecto a la frontera óptima CRS
  - IV.2.3. Características de las explotaciones eficientes a CRS
  - IV.2.4. Características de las explotaciones eficientes a VRS
  - IV.2.5. Explotaciones ineficientes. Causas de ineficiencia y mejoras potenciales
  - IV.2.6. Conclusiones del segundo modelo

- IV.3 Modelo 3
  - IV.3.1. Valores de rentabilidad económica (RE)
  - IV.3.2. Eficiencia de las explotaciones rentables
  - IV.3.3. Posición relativa respecto a la frontera óptima CRS y VRS
  - IV.3.4. Análisis de las eficiencias técnico-económicas
    - A) *Características de las explotaciones eficientes a CRS*
    - B) *Características de las explotaciones eficientes a VRS*
    - C) *Características de las explotaciones ineficientes*
    - D) *Mejora potencial del margen de explotación*
  - IV.3.5. Definición de la escala óptima

- IV.4 Modelo 4
  - Propuestas para mejorar la rentabilidad individual
  - IV.4.1. Reducción de costes a su nivel de asignación eficiente
  - IV.4.2. Maximización del margen por litro
  - IV.4.3. Variación del capital disponible
    - A) *Reducción del capital a su nivel de asignación eficiente*
    - B) *Incremento marginal de capital y margen*

### CAPÍTULO V **CONCLUSIONES**

### CAPÍTULO VI **RESUMEN**

### **BIBLIOGRAFÍA**

## Presentación

Braulio Medel Cámara. Presidente de Unicaja.

# U

NICAJA, ha patrocinado, un año más, la convocatoria del Premio UNICAJA de Investigación sobre Desarrollo Económico y Estudios Agrarios, con el fin de promover e incentivar la realización, y su posterior difusión, de investigaciones para la mejora y ampliación del conocimiento sobre la realidad socioeconómica que nos rodea, que constituye uno de los principales cometidos en los que se fundamenta el avance y desarrollo de la sociedad. La implantación y continuación de este premio pone de manifiesto la apuesta decidida que viene realizando nuestra entidad por la investigación económica, con la certeza que estos estudios serán de gran utilidad para los profesionales y especialistas y, por extensión, para la sociedad en su conjunto.

Este premio de Investigación, que fue promovida inicialmente por Analistas Económicos de Andalucía, sociedad del grupo UNICAJA, en el año 1998, se encuadra en la actual convocatoria dentro del conjunto de premios que promueve Unicaja a través de la Fundación UNICAJA.

En la tercera convocatoria, a la que corresponde el trabajo ahora editado, resultó premiado el trabajo «Eficiencia de las explotaciones lecheras cordobesas: análisis técnico-económico y propuestas para mejorar la rentabilidad», elaborado por el equipo investigador ANENOVAC, formado por Dñ.<sup>a</sup> M.<sup>a</sup> Loreto Pardo Sempere y D. Diego Ezequiel María Ruiz, doctores en Veterinaria. En esta investigación el Jurado valoró que el estudio efectúa una caracterización técnica y económica del sistema de producción, definiendo cuáles son las variables más relevantes, así como la metodología utilizada, denominada DEA (Data Envelopment Analysis), una vez estudiadas las ventajas e inconvenientes de los métodos principales de medida de eficiencia, discutidos en numerosos trabajos que los autores mencionan. Dicha metodología, de desarrollo reciente, y en la actualidad ampliamente utilizada por su aplicación práctica en la actividad productora, industrial o comercial, aún no había sido aplicada en la actividad lechera de Córdoba, primera provincia productora en Andalucía y quinta en España.

Este trabajo es editado por el Servicio de Publicaciones de la Fundación UNICAJA, incorporándose así a la serie de documentos que tienen como finalidad principal estimular las investigaciones y divulgar sus resultados para mejorar la economía regional.

El patrocinio continuado de estos trabajos por parte de UNICAJA es fiel reflejo de su voluntad de apoyo al sector agrario y el deseo de profundizar en su conocimiento y estudio como uno de los sectores claves del desarrollo futuro de nuestra región y que desempeña un papel crucial dentro del conjunto de la economía española. En definitiva, deseamos que la presente edición tenga tan favorable acogida como la anteriores, y constituya un documento útil para todos los profesionales y estudiosos del sector agrario andaluz, al tiempo que sea un referente básico para la realización de ulteriores investigaciones que contribuyan a su mejor conocimiento.

**D**esde que España entró a formar parte del Mercado Común Europeo, la implantación de la Política Agraria Comunitaria y la OCM de leche, el sector lácteo español, se encuentra en una situación clara de **competencia en precios, cantidad producida y calidad** con el resto de los países comunitarios. Máxime si se tiene en cuenta la última reforma de la PAC, que plantea medidas de ajuste de precios y de mercados sin corregir de manera sustancial los desequilibrios estructurales, de rentas y excedentes que aún padece el sector en Europa (Comisión Europea, 1997; Agenda '2000). Ante esta circunstancia el empresario ganadero empieza a plantearse cuestiones tales como: ¿Soy competitivo? ¿Cómo y cuánto debo producir? ¿Con qué costes? ¿Cómo sobrevivir en el futuro?

Para tratar de dar respuesta a todas estas preguntas, debe tenerse en cuenta que hoy las cantidades a producir están fijadas por cuotas y que las posibilidades de influir en los precios se limitan a obtener un producto de más calidad, por lo que parece que **la alternativa más factible que le queda a este ganadero es actuar en sus recursos productivos o inputs**, asignándolos de tal forma que le permita obtener el mayor margen y rentabilidad de su negocio.

Este propósito se lograría necesariamente, empezando por conocer su **eficiencia** de uso de sus recursos productivos o inputs para luego tratar de buscar la mejor relación posible entre outputs e inputs, ingresos y costes que permita obtener el mayor margen y rentabilidad de forma que puedan garantizarse su competitividad y proyección futura en el entorno comunitario y mundial. Este es el tema que se aborda en este libro: evaluar y mejorar la eficiencia de uso de recursos de las explotaciones lecheras al objeto de garantizar en mayor medida su competitividad.

El documento que aquí se presenta forma parte de los resultados de un trabajo de investigación llevado a cabo en la Facultad de Veterinaria de Córdoba bajo la dirección de los doctores D. Diego E. M. Ruiz y D. José Javier Rodríguez Alcaide y que sirvió a Dña. María Loreto Pardo Sempere como trabajo de Tesis Doctoral, defendida el 9 de julio de 2001.



## INTRODUCCIÓN

Capítulo I

## I. INTRODUCCIÓN

### I.1 Justificación

La explotación lechera se mueve en un entorno de incertidumbre consecuencia de las posibles reformas de la PAC, la eliminación de la política de cuotas y las presiones internacionales para la apertura del mercado. A esto se suma la complejidad de la propia actividad y su competitividad, difícil como consecuencia de su actual política, donde las cantidades a producir no son fijadas por los ganaderos, los precios están impuestos por los grandes grupos de la demanda y donde al empresario ganadero sólo le queda un pequeño margen de actuación en el precio, siempre que consiga un producto de calidad, que hoy exige el mercado (Buxadé, 1997).

En España toda esta situación ha tenido dos consecuencias importantes: por un lado, ha provocado el abandono de la actividad de muchos productores y por otro, el aumento de la productividad de las supervivientes para, de este modo, garantizar sus ingresos y mantener sus márgenes de explotación. Este aumento de la productividad, a pesar de las campañas de abandono propiciadas por el Ministerio de Agricultura, ha impedido reducir la cuota hasta el máximo asignado a España por lo que, en la actualidad, la producción interna sigue superando dicha cuota (Informe del Ministerio de Agricultura, 11 octubre 1999).

En este contexto queda claro que el camino a seguir no está en producir más, sino en producir mejor y que es en los costes de producción donde el empresario-ganadero tiene las máximas posibilidades de influir para alcanzar la relación ingresos/costes que le dé el mayor margen y rentabilidad a su negocio. La búsqueda de una mayor rentabilidad requiere, necesariamente, de una adecuada optimización de todos los factores del sistema, empezando por conocer su eficiencia técnico-económica y la mejor relación posible entre outputs e inputs. Dicha relación óptima se lograría, en primer lugar produciendo lo máximo posible con el mínimo uso de recursos; esto es, aumentando la eficiencia técnica. En segundo lugar, reasignando los recursos productivos a fin de alcanzar la escala más adecuada de producción; es decir, maximizando la eficiencia asignativa y de escala (Coelli, 1995; Cacho, 1998).

El análisis mencionado debe realizarse de forma global para el conjunto de actividades de una explotación y también por cada uno de los factores

relacionados con la producción, de tal forma que, además de conocer la eficiencia y rentabilidad del conjunto de la explotación, se pueda conocer la productividad de cada factor. Esta es la estrategia que se propone en el presente trabajo de investigación: analizar y maximizar la eficiencia técnica, asignativa y de escala de las explotaciones lecheras, tal que se alcancen niveles de rentabilidad que garanticen su competitividad y proyección futura en el entorno mundial.

Debe aclararse que el concepto de eficiencia que se va a utilizar es el estrictamente económico, aún sabiendo que existen otras características de los sistemas agrarios, tales como la sustentabilidad y el equilibrio ambiental que cada vez tienen mayor importancia. Sin embargo, en concordancia con esto, lo propuesto bien podría tener otros efectos positivos, entre ellos:

1. Con una adecuada gestión de los factores de producción se favorecería la producción de productos de mayor calidad y no contaminados, con los que se obtenga un mayor precio.
2. Al proponerse el uso racional de los recursos, se podrían disminuir los efectos polucionantes del uso innecesario de insumos.
3. Todo esto conllevaría, a proteger el medio ambiente, por reducirse las externalidades.

Sin duda, estos efectos se encuentran en total concordancia con las directrices marcadas en la nueva PAC y la OMC que exigen producciones respetuosas con el medio y mucho más competitivas. En este contexto, esta claro que solo las explotaciones más eficientes lograrán perdurar.

## 1.2. Objetivos

Las medidas sugeridas en el apartado anterior son las que se han desarrollado en el presente trabajo de investigación. Tomando como base la información técnica y económica recogida de explotaciones lecheras en la provincia de Córdoba, por el Centro de Investigación y Formación Agraria de Córdoba (CIFA-Córdoba), en el marco del proyecto INIA SC96-103, se medirá su nivel de eficiencia considerando los inputs más relevantes del sistema.

Los objetivos específicos y la secuencia a seguir es la siguiente:

1. Caracterización técnica y económica del sistema de producción, definiendo las variables más relevantes.
2. Desarrollo de modelos que permitan optimizar la producción.
3. Medida de la eficiencia de cada explotación utilizando los modelos propuestos.
4. Análisis de las posibles causas o factores de ineficiencia: se relacionará la eficiencia con las variables seleccionadas, lo que permitirá construir cierta tipología de las unidades eficientes.
5. Realizar propuestas que permitan optimizar la gestión de la explotación para garantizar su competitividad dentro del mercado mundial.

Con este trabajo se podrá conocer:

1. Qué explotaciones son las que operan más eficientemente.
2. Cuáles son las causas de ineficiencia por los que no se produce de manera óptima.
3. Qué medidas correctoras deben realizarse en las explotaciones ineficientes, ya sea en asignación de recursos o formas de producción, de manera que se maximicen sus rentabilidades individuales.

La metodología utilizada, denominada DEA (*Data Envelopment Analysis*) es de desarrollo reciente y, en la actualidad ampliamente utilizada por su gran aplicación práctica en la actividad productora, industrial o comercial (Batesse, 1998; Charnes, et al. 1995; Manos et al., 1997; Ngwenya et al., 1997; Satbir, et al. 2000, Singh et al., 2000). Dicha metodología aún no ha sido aplicada en la actividad lechera de Córdoba, primera provincia productora en Andalucía y 5ª en el ranking nacional, por lo que es de esperar que el aporte de estos resultados permita a las explotaciones analizadas una mayor y más rápida adaptación a las exigencias del mercado actual.

Como objetivo a mas largo plazo, se espera poder aplicarla a un mayor número de explotaciones lecheras o a otras actividades del sector aporpecuario andaluz, dada su rapidez, flexibilidad y sencillez en la interpretación de resultados.



**GENERALIDADES  
DEL ESTUDIO**

Capítulo II

## II. GENERALIDADES DEL ESTUDIO

### II.1. Generalidades del sector lácteo en Córdoba

El sector lácteo tiene una gran importancia en la provincia de Córdoba. Con una cuota de 169.000 toneladas en el 2000, Córdoba produce hoy más del 41% de la leche de toda Andalucía (417.355 tm en el 2000) ocupando el primer puesto seguida de Cádiz y Sevilla. Esto supone el 3,1% de los 5,56 millones de toneladas que aporta España al total de lo producido en la EUR-15.

La Delegación Provincial del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación estructura la provincia en seis comarcas: Pedroches, Campiña Baja, Las Colonias, Campiña Alta, Sierra y Penibética. En el cuadro II.1 y gráfico II.1 puede verse la distribución por comarcas de la cuota láctea y el porcentaje respecto al total de la provincia. Se destaca la importancia de la comarca del Valle de los Pedroches con el 78,57% de la cuota cordobesa.

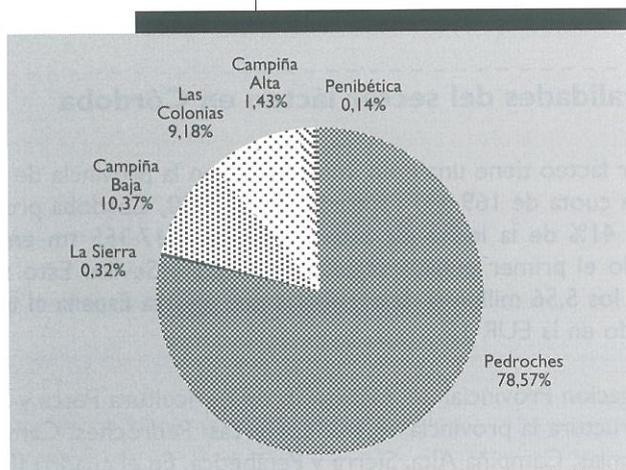
CUADRO II.1

Cuota láctea por comarcas

Comarca	Leche (Kg)	% del total
Pedroches	132.759.678	78,57%
Campiña Baja	17.514.435	10,37%
Las Colonias	15.509.692	9,18%
Campiña Alta	2.414.469	1,43%
Sierra	532.356	0,32%
Penibética	243.294	0,14%
Total	168.973.924	100%

Fuente: Delegación Provincial de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2000.

GRÁFICO II.1 Porcentaje de cuota láctea por comarcas



Fuente: Elaboración propia.

### II.1.1. Censo ganadero de bovinos de leche

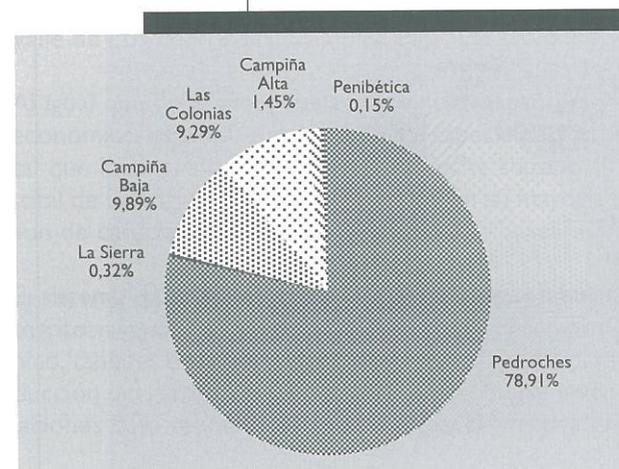
El censo de existencias de bovinos de leche por comarcas durante la campaña 99/00, se presenta en el cuadro II.2, gráfico II.2.

CUADRO II.2 Censo de bovinos de leche por comarcas

Comarca	Nº vacas totales	% del total
Pedroches	27.739	78,91
Campiña Baja	3.477	9,89
Las Colonias	3.265	9,29
Campiña Alta	508	1,45
Sierra	112	0,32
Penibética	51	0,15
Total	35.152	100

Fuente: Delegación Provincial de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2000.

GRÁFICO II.2 Censo de bovinos de leche por comarcas



Fuente: Elaboración propia.

De nuevo se destaca Los Pedroches, donde se encuentra cerca del 79% de la cabaña vacuna cordobesa; esto es, el 7% del total en España.

### II.1.2. Explotaciones

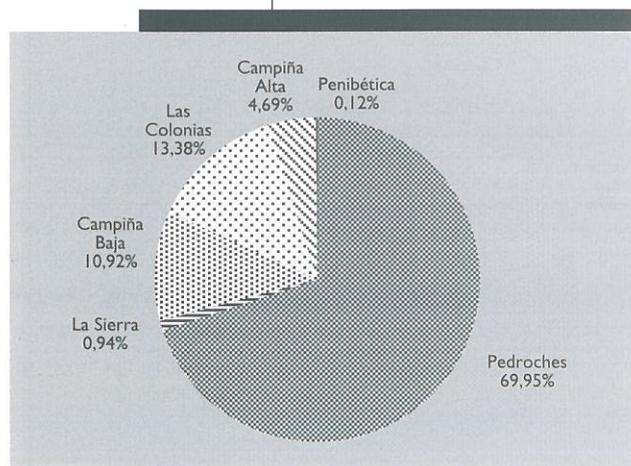
En el año 2000 se censaron 852 explotaciones dedicadas a la producción de leche de vaca, de las cuales cerca del 70% están ubicadas en el Valle de Los Pedroches (cuadro II.3 y gráfico II.3).

CUADRO II.3 Ganaderías de leche por comarcas

Comarca	Nº efectivo/expl.	% del total
Pedroches	596	69,95
Las Colonias	114	13,38
Campiña Baja	93	10,92
Campiña Alta	40	4,69
Sierra	8	0,94
Penibética	1	0,12
Total	852	100

Fuente: Delegación Provincial de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2000.

GRÁFICO II.3 Ganaderías de leche por comarcas



Fuente: *Elaboración propia.*

El tamaño de las explotaciones, determinado por el número de vacas, en general queda reducido a las instalaciones que se posean y a una pequeña superficie para la obtención del forraje. La desaparición de explotaciones, generalizada en toda España, también ha sido patente en la provincia de Córdoba, principalmente de las más pequeñas, tendencia que aún continúa. El número medio de efectivos y la cuota media por explotación y comarca, se presenta en el cuadro II.4.

CUADRO II.4

Cuota y Nº de efectivos medio por explotación y comarcas

Comarca	Nº efectivo/expl.	Cuota/explot. (kg.)
Pedroches	46,54	222.751,14
Las Colonias	14	66.544,50
Campiña Baja	37,39	188.327,26
Campiña Alta	28,64	136.049,93
Sierra	12,70	60.361,73
Penibética	51	243.294,00
Total/media	31,71	152.888,09

Fuente: *Elaboración propia.*

### II.1.3. Características del sistema productivo

Córdoba tiene su producción lechera concentrada en las comarcas del Valle de Los Pedroches, Campiña Baja, Las Colonias y Campiña Alta.

Al igual que en el resto de las provincias españolas y países del entorno económico español, existe una alta especialización, entendiéndose como tal que los ingresos por la venta de leche supone al menos un 80% del total de los ingresos de la explotación. En su mayoría estas explotaciones son de carácter familiar.

El sistema de producción es en régimen de estabulación, con poca base territorial y en general, con instalaciones sofisticadas, con ordeño mecánico, tanques de refrigeración para leche, mangas para el control y reproducción del ganado, etc; es decir, con una fuerte inversión inicial en instalaciones cuya rentabilidad tiene que hacer efectiva el ganado.

La producción, obtenida con la raza Frisona o Holstein, se fundamenta en programas intensivos de alimentación dependiente en gran medida de la importación de concentrados, paja y heno, y, suplementado con pastos en las estaciones en las que está disponible. En este aspecto se destacan algunas diferencias por comarcas. En Los Pedroches, la producción propia de pastos es mínima, consecuencia de su inadecuación ecológica para el ganado lechero, por lo que el consumo de concentrados importados como base de su alimentación es superior al resto de las comarcas.

CUADRO II.5

Media de producción de leche/vaca y comarcas

Comarca	Media prod. leche/vaca
Pedroches	4.786,03
Las Colonias	5.037,23
Campiña Baja	4.750,29
Campiña Alta	4.752,89
Sierra	4.753,18
Penibética	4.770,47
Total/media	4.808,35

Fuente: *Elaboración propia.*

En su estructura de costes se destacan unos costes variables por litro altos, consecuencia de la alta tasa de abastecimiento externo de alimentos, no siendo así los costes fijos por litro, reducidos fundamentalmente por los altos niveles de producción que se consiguen. La producción media de leche por vaca desglosado por comarcas gráfico en el cuadro II.5.

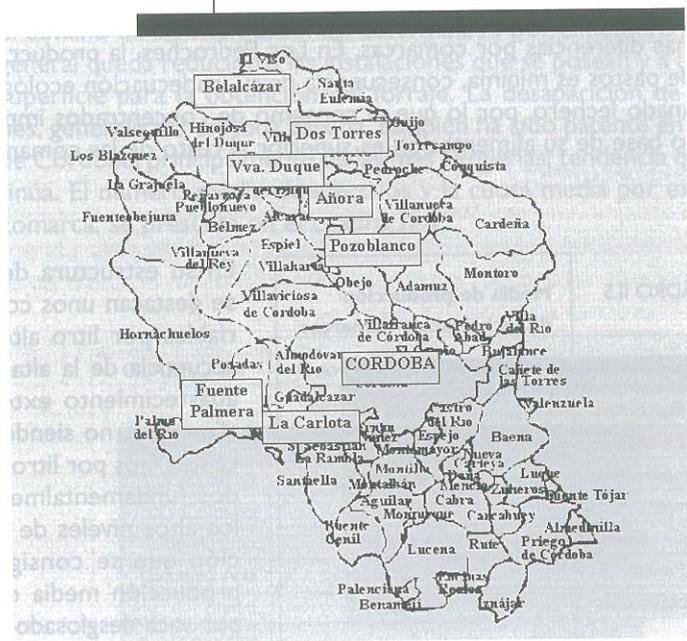
## II.2. Descripción del grupo en estudio

### II.2.1. Explotaciones analizadas

La producción de leche de vaca en Córdoba se encuentra prácticamente en su totalidad ubicada en las comarcas de Los Pedroches, Campiña Baja y Las Colonias. En su conjunto las tres comarcas producen más del 98% de la leche de la provincia, con el 94% del censo de explotaciones dedicadas a esta actividad y con el 98% del efectivo total de bovinos de leche. El trabajo se centró en estas comarcas. En el Mapa II.1 se muestran los municipios a los que pertenecen las explotaciones encuestadas.

MAPA II.1

Distribución geográfica de las explotaciones analizadas



Inicialmente se obtuvo información de 50 explotaciones, siendo necesario eliminar a 12 de ellas al presentarse valores extremos y datos incompletos, por lo que la muestra quedó reducida a 38 explotaciones.

El número de explotaciones analizadas por comarca y el porcentaje que representan respecto al total en estudio y la población provincial se muestra en el cuadro II.6.

CUADRO II.6 N° explotaciones por comarca y porcentajes

Comarca	N° Explot.	% del total a analizar	% de la poblac. por comarca	% de la poblac. provincial
Pedroches <sup>(1)</sup>	27	71,1	4,5	3,2
Campiña Baja <sup>(2)</sup>	4	10,5	4,3	0,5
Las Colonias <sup>(3)</sup>	7	18,4	6,1	0,8
Total	38	100	15	4,5

- (1) Los Pedroches: Incluye los municipios de Dos Torres, Pozoblanco, Añora, Belalcázar y Villanueva del Duque.
- (2) Campiña Baja: Incluye tan sólo el municipio de Córdoba.
- (3) Las Colonias: Incluye los municipios de La Carlota y Fuente Palmera.

Fuente: *Elaboración propia.*

### II.2.2. Recogida de información

La información necesaria para la realización del presente trabajo se obtuvo del Centro de Investigación y Formación Agraria de Córdoba (CIFA-Córdoba), recopilada para el trabajo llevado a cabo en el marco del proyecto INIA SC96-103, con el objeto de determinar los costes de producción de leche en diferentes tipos de explotaciones y en distintas zonas de España.

La información se obtuvo mediante encuestas directas a los empresarios de explotaciones lecheras, dada la inexistencia de contabilidades o el sesgo que produciría limitar el estudio a las zonas y explotaciones con información contable disponible.

A pesar de ser el método recomendado por numerosos autores, la entrevista directa presenta algunas limitaciones, que en este caso concreto se debió fundamentalmente a dos motivos: por un lado la escasa informa-

ción que guardan los ganaderos sobre la realidad de su explotación y, por otro la desconfianza de muchos de ellos a suministrar sus datos reales, derivada, en ocasiones, de la existencia de excedentes de producción sobre la cuota de que disponen o de consideraciones de tipo fiscal e, incluso, por cuestiones de prestigio personal como ganaderos. Estas cuestiones serán asumidas y consideradas en los análisis que se lleven a cabo.

Distribuidas las encuestas por comarcas, se realizaron en los municipios de mayor número de explotaciones mediante sorteo entre las existentes, eligiéndose cada encuesta entre cuatro posibles candidatos, buscando la mayor colaboración y fiabilidad de los datos suministrados, para lo cual se contó con la ayuda y colaboración de los técnicos de las Agencias de Extensión Agraria, Inspecciones Veterinarias, Control Lechero y Cooperativas. Las encuestas fueron realizadas por encuestadores, desde el mes de agosto de 1997 hasta abril de 1998. (Pérez, J.L, et al. 1999)

### II.2.3. Variables

La base de datos recogida fue muy amplia, referente a las disponibilidades de superficie, mano de obra, ganado, maquinaria, edificios; producciones y consumos de alimentos, medicamentos del último año; aspectos sociales y opiniones sobre intenciones, problemas, etc. De toda esta información se filtró la de interés para la consecución de los objetivos planteados.

#### II.2.3.1. Descripción estadística de las variables físicas

##### A. Superficie y aprovechamientos

CUADRO II.7

Media y estadísticos de superficie y aprovechamientos

Estadísticos básicos	has totales	% has propia	SAU leche	has pasto	has forraje	has grano	% regadío
Media	42,59	59,98	30,96	7,14	21,91	1,91	12,7
Desv. Tip	52,70	33,62	32,95	14,54	29,01	5,96	30,60
Mínimo	0,4	0	0,4	0	0	0	0
Máximo	268	100	133,3	66,6	133,3	26	100

Fuente: Elaboración propia.

La superficie total media de las 38 explotaciones encuestadas es de 42,59 ha y de ellas 30,96 están destinadas al vacuno de leche, por lo que la SAU de leche (Superficie Agraria Util destinada a leche) representa aproximadamente el 73% de la superficie total.

A esta SAU de leche el mayor aporte lo hacen los forrajes (21,91 ha), seguido por el pasto natural (7,14 ha) y, por último los granos con sólo 1,91 ha de cereal cosechado para grano, destinado para el propio vacuno lechero.

CUADRO II.8

Superficie y aprovechamientos

Comarcas	Estadísticos	has totales	SAU leche	has pasto	has forraje	% regadío
Valle de Los Pedroches	Media	57,04	41,54	10	28,84	2,64
	Desv. Tip	56,42	33,76	16,47	31,96	4,2
Campaña Baja	Media	4,075	4,075	0	3,75	100
	Desv. Tip	2,52	2,52	0	2,25	0
La Colonia	Media	8,86	5,54	0	5,54	100
	Desv. Tip	8,52	3,75	0	3,75	0

Fuente: Elaboración propia.

En el conjunto de las explotaciones encuestadas, el 59,88% de superficie es propia y el 12,7% de la SAU de leche es de regadío. Dado el peso que tiene en cuota y producción el Valle de Los Pedroches, se decide des-

glosar sus datos para analizar las posibles diferencias con respecto a las otras dos comarcas (cuadro II.8).

Se observa una mayor superficie por explotación en la comarca de Los Pedroches debido fundamentalmente a los forrajes de secano y al pasto, por lo que su porcentaje de regadío es muy inferior a los restantes.

## B. Censo y carga

CUADRO II.9

Media y estadísticos de censo y carga

Estadísticos básicos	Nº vacas medio	Carga (vacas/ha)	Carga (vacas/ha equivalente*)
Media	51,74	8,29	3,24
Desv. Tip	34,77	25,60	5,60
Mínimo	8	0,5	0,15
Máximo	167,5	158,3	28,75

\* Has equivalentes secano: calculadas estimando que 1 ha. de regadío equivale a 9 de secano.

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en el cuadro II.9, el número medio de vacas en las 38 explotaciones encuestadas es de 51,74 cabezas, variando desde

un mínimo de 8 a un máximo de 167,5. El número medio de vacas por ha dedicada a leche es de 8,29, variando entre 0,5 y 158,3.

En el cuadro II.10 se presenta por comarcas las hectáreas disponibles por vaca de cada tipo de superficie, sea pasto, forraje, grano, la suma de ellas o SAU de leche y su equivalente en secano, considerando 1 ha. de regadío como 9 de secano o SAU equivalente secano.

CUADRO II.10

Distribución de la superficie media (ha) por vaca y comarca

Comarca	Pasto	Forraje	Grano	SAU leche	SAU equiv.
Pedroches	0,10	0,32	0,03	0,47	0,87
Campiña Baja	0,01	0,06	0,00	0,07	1,15
Las Colonias	0,00	0,12	0,00	0,12	0,32
Total/media	0,04	0,17	0,01	0,22	0,78

Fuente: Elaboración propia.

Se destaca que en el conjunto encuestado solo se dispone de 0,22 ha por vaca, variando desde un mínimo en Campiña Baja con 0,07 ha por vaca a un máximo en Pedroches, con 0,47. Sin embargo esta mayor superficie por vaca en Pedroches se debe a su menor porcentaje de regadío, reduciéndose de manera importante cuando se compara la superficie equivalente por vaca, ponderando el regadío y su cifra de 0,87 ha/vaca es superada en la Campiña Baja (1,15).

## C. Mano de obra: contratada fija, contratada eventual y familiar

En el cálculo de horas trabajadas, se han considerado las declaradas por persona (familiar o asalariada) y vaca.

CUADRO II.11

Media y estadísticos de la mano de obra

Estadísticos básicos	UTAs total	UTAs familiar	UTAs asalariada	% UTAs familiar	Vacas/UTA tot	Hs familiar	Hs asalariada	Hs /vaca
Media	1,96	1,68	0,28	88,18	27,32	3.382	683	147
Desv. Tip	1,10	0,77	0,66	25,42	12,83	1.161	1.143	50
Mínimo	0,8	0	0	0	10,5	0	0	54
Máximo	6,1	3	3,1	100	61,6	5.110	3.650	254

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro II.11 puede observarse que en el conjunto de la muestra se dispone de 1,96 UTAs por explotación, variando desde un mínimo de 0,8 UTAs a un máximo de 6,1. De ellas 1,68 UTAs son de carácter familiar y 0,28 asalariada.

La mayoría de la mano de obra es familiar, ya que para la muestra encuestada casi el 90% de las UTAs son familiares, con un porcentaje análogo referido a horas UTA. Sólo 2 explotaciones carecen totalmente de UTAs familiares, mientras que 27 de las 38 carecen por completo de UTAs asalariadas y otras 5 no alcanzan las 0,5 unidades de éstas. El número de vacas atendidas por UTA es de 27,32 de media, variando desde un mínimo de 10,5 a un máximo de 61,6. La dedicación en horas/vaca es de 147 horas de media oscilando desde las 54 horas a las 254.

## D. Producción de leche y terneros

En el cuadro II.12 se refleja la producción declarada de leche en litros, por explotación, vaca, UTA total y has totales, así como el número de terneros nacidos por vaca.

CUADRO II.12 **Media y estadísticos de la producción de leche (en litro) y terneros (en ud)**

Estadísticos básicos	Leche/ expl.	Leche/ vaca	Leche/ UTA	Leche/ ha	Terneros /vaca
Media	366.789	6.889,14	187.433	52.490,5	0,84
Desv.Tip	273.679	1.338,09	89.811,5	156.705	0,13
Mínimo	46.595	4.700,5	61.275,6	1.122,3	0,6
Máximo	1.262.000	10.666,7	408.458	944.444	1,1

Fuente: *Elaboración propia.*

### E. Alimentos

El consumo de pienso total por vaca alcanza en la muestra un valor medio de 5.348 kg y de 4.770 si solo se considera el consumido por las vacas.

CUADRO II.13 **Media y estadísticos del consumo de alimentos (en kg) por vaca**

Estadísticos básicos	Pienso total /vaca	Pienso vaca /vaca	Paja /vaca	Heno /vaca	Silo /vaca	Forr. mezcla /vaca	Otros forr/vaca
Media	5.348	4.770	1.620	1.517	553	97	345
Desv.Tip	964	841	936	1.266	1.137	312	1.132
Mínimo	3.506	3.222	310	0	0	0	0
Máximo	7.699	6.412	3.854	4.454	3.833	1.438	5.126

Fuente: *Elaboración propia.*

El consumo de paja y heno es de 1.620 y 1.517 kg de media respectivamente, siendo poco importante el aporte de forraje en mezcla y otros tipos de forraje (cuadro II.13). El silo de maíz solo se consume en 9 de las 38 explotaciones, fundamentalmente en las grandes.

Considerando sólo las explotaciones que utilizan silo, su consumo por vaca oscila entre 508 y 3.833 kg. Para el cálculo de UF leche se han tenido los siguientes criterios (cuadro II.14):

CUADRO II.14 **Equivalencia de los alimentos en UF (Unidades Forrajeras)**

Tipo de alimento	UF
Kg de concentrados	0,90
Kg de heno	0,40
Kg de paja	0,30
Kg de silo	0,22
Kg otros (verde, subhúmedos)	0,14

Fuente: *Elaboración propia.*

Con respecto al consumo de pienso por litro de leche producido, se observa una media de 0,79 kg de pienso total o 0,70 de pienso de vaca (cuadro II.15). En esa misma cuadro se refleja que casi el 80% de las UF suministradas proceden de alimentos concentrados, habiéndose considerado en este grupo los piensos compuestos, granos, tortas de oleaginosas, pulpa de remolacha seca, gluten de maíz, etc.

CUADRO II.15 **Media y estadísticos del consumo de pienso (en kg y UF) por litro**

Estadísticos básicos	Pienso total/litro	Pienso vaca/litro	UF/litro	% UF pienso/litro
Media	0,79	0,70	0,01	77,28
Desv.Tip	0,13	0,12	0,002	7,76
Mínimo	0,54	0,48	0	63,56
Máximo	1,03	0,92	0,01	93,03

Fuente: *Elaboración propia.*

Finalmente se analiza la tasa de abastecimiento externo de alimentos en las explotaciones de la muestra (Cuadro II.16).

CUADRO II.16 **Media y estadísticos de la tasa de abastecimiento externo de los alimentos**

Estadísticos básicos	Pienso vaca	Pienso recién	Paja	Heno	Silo	Forraje mezcla	Otros forrajes
Media	100	97,63	89,47	34,27	37,43	100	100
Desv.Tip	0	10,42	31,10	35,20	46,69	0	0
Mínimo	100	45,4	0	0	0	100	100
Máximo	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: *Elaboración propia.*

El pienso de vaca, la paja y el pienso de recrío son utilizados en la totalidad de las explotaciones de la muestra ya que todas poseían terneros durante el ejercicio encuestado, procediendo del exterior el 100% del primero, el 89,47% del segundo y el 97,63% del tercero. El heno es usado en 29 explotaciones de la muestra. Considerando sólo éstas únicamente se compra el 34,3% del utilizado. El silo que es siempre de maíz sólo se utiliza en 9 explotaciones y en éstas procede en un 37,4% del exterior. Respecto a forrajes en mezcla y la partida de otros forrajes solo se utilizan en 5 explotaciones comprándose en su totalidad en el exterior.

**F. Maquinaria e instalaciones**

En el cuadro II. 17 puede verse que 29 de las 38 explotaciones disponen de tractor y con respecto al carro mezclador, está disponible en sólo 11 explotaciones. El tanque de frío está disponible en todas las explotaciones menos en una.

CUADRO II.17

**Maquinaria y equipos disponibles.**

Explotaciones que disponen de:	Nº de casos
Tractor	29
Carro mezclador (Unifeed)	11
Molino de pienso	6
Tanque de frío	37
<b>Equipo de ordeño</b>	
Sala de ordeño	19
Circuito de ordeño	11
Olla fija	3
Olla Portátil	8
Total explotaciones	38

Fuente: *Elaboración propia.*

El sistema de ordeño más frecuente es en sala, existente en 19 explotaciones. Le sigue el ordeño en plaza (circuito) que lo usan 11 explotaciones. Algunas explotaciones además de estos sistemas disponen de otros alternativos (ollas portátiles o fija).

**II.2.3.2. Descripción estadística de las variables económicas**

**A. Capital edificios y equipos**

En el conjunto de las 38 encuestas hay un capital de casi 490.000 ptas por vaca, de las que el 67% lo aporta el ganado siguiendo los otros capitales, ya a gran distancia (cuadro II.18 y gráfico II.4).

CUADRO II.18

**Media y estadísticos del capital (ptas)**

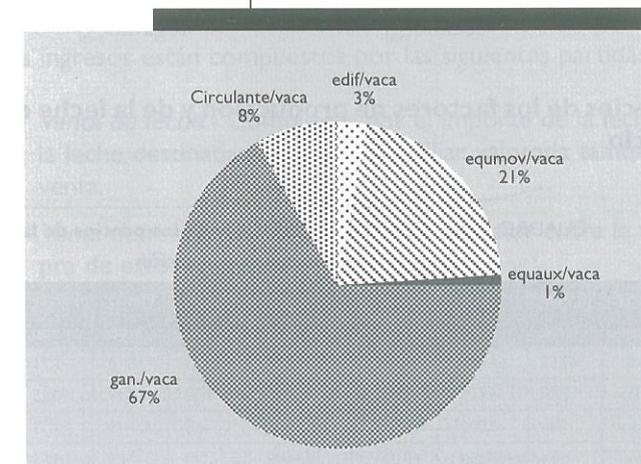
Estadísticos básicos	C. total /UTA	C. total /vaca	C. Edif <sup>(1)</sup> /vaca	C.Emov <sup>(2)</sup> /vaca	C.Eaux <sup>(3)</sup> /vaca	C.Ganado <sup>(4)</sup> /vaca	C.Circ <sup>(5)</sup> /vaca
Media	12.917.600	487.572	71.220	47.800	23.235	310.691	34.625
Dev. Tip	5.665.800	116.488	55.283	40.982	16.042	62.540	17.352
Mínimo	4.140.280	275.606	5000	0	679	195.895	10.275
Máximo	25.930.400	804.935	233.766	170.938	64.877	440.329	84.846

- (1) C.Edif: Capital en edificios o construcciones.
- (2) C.Emov: Capital en equipos móviles, incluyendo como tales la maquinaria, aperos y vehículos de transporte.
- (3) C.Eaux: Capital en equipos auxiliares, incluyendo como tales las instalaciones y elementos de ordeño y refrigeración.
- (4) C.Ganado: Capital invertido en vacas, toros y novillas.
- (5) C.Circ: Representa el capital circulante, entendiendo como tal la parte del capital propio disponible para la adquisición de factores de producción con inmovilización superior a dos meses (compra de paja para alimentación o para camas, henos, silos, otros forrajes, subproductos) y para hacer frente a los gastos en las parcelas dedicadas al vacuno lechero.

Fuente: *Elaboración propia.*

GRÁFICO II.4

**Porcentajes de las distintas partidas de capital**



Fuente: *Elaboración propia.*

### B. Capital tierra

Al no tener información directa respecto a esta variable, el capital tierra se ha evaluado en base a los precios de la tierra en el año 1998, que figuran en la Encuesta Anual de Precios efectuada por la Delegación Provincial de Agricultura de Córdoba. Al objeto de proporcionar una información objetiva, en dicha encuesta no se consideran circunstancias particulares como la proximidad de la parcela al casco urbano, por lo que de este modo su valor queda condicionado exclusivamente por su utilidad agraria.

Para contrastar la exactitud de dicha información, se ha consultado las opiniones de diferentes ganaderos de cada comarca. En el cuadro II.19, se presentan los precios medios de la hectárea obtenidos en las comarcas en estudio.

CUADRO II.19 **Precio medios de la tierra por comarcas (ptas/ha)**

Comarca secano	ptas/ha regadío	ptas/ha
Pedroches	396.667	793.333
Campaña Baja	-	2.700.000
Las Colonias	1.800.000	2.700.000

Fuente: *Elaboración propia.*

Considerando estos precios y el porcentaje de SAU propias declarada en la encuesta el valor del capital tierra de cada explotación se estimó con la siguiente expresión:

$$K_{tierra} = SAU_{leche} * [ (\frac{secano_{propia}}{secano_{total}} * precio_{secano}) + (\frac{regadio_{propia}}{regadio_{total}} * precio_{regadio}) ]$$

### C. Precios de los factores de producción y de la leche durante el ejercicio

CUADRO II.20 **Media y estadísticos de los precios de la leche y los factores de producción**

Estadísticos básicos	Pta./l. leche	Ptas /vaca	Ptas /tern	Ptas/kg conc. vacas	Ptas/kg paja	Ptas/kg heno	Ptas/kg silo	Ptas/Hr. MO asal.
Media	48,52	66.056	16.737	29,93	9,29	18,18	7,21	599,31
Desv. Tip	2,16	16.119	8.353	2,37	1,32	4,19	0,25	82
Mínimo	44	40.000	10.000	24,44	6,5	12	7	500
Máximo	54	100.000	60.000	34,46	12	24,5	7,5	714,29

Fuente: *Elaboración propia.*

En el cuadro II.20 se recogen los principales indicadores de los precios corrientes, tanto del producto como de los principales factores de producción. Es de destacar la escasa dispersión de los valores, sobre todo en lo referente al litro de leche, siendo más elevada para la paja y el heno.

Debido a esta escasa variación de precios se encuentra una elevada correlación entre los litros de leche producidos y los ingresos totales, incluidos la venta de terneros, vacas de desvieje y estiércol (cuadro II.21).

CUADRO II.21 **Correlaciones**

	Leche total	Nº vacas totales	Ingresos	Beneficio
Leche total	1			
Nº vacas	0,971447273	1		
Ingresos totales	0,983893537	0,946238789	1	
Beneficio	0,576711791	0,458143697	0,67780637	1

Fuente: *Elaboración propia.*

Se observa también una correlación media entre el beneficio y la producción total de leche y una elevada correlación entre la leche producida y el número de vacas.

### D. Ingresos totales por litro

Los ingresos están compuestos por las siguientes partidas:

- *Venta de leche.*- Compuesta por el importe de la leche vendida y de la leche destinada al consumo familiar valorada también al precio de venta.
- *Venta de terneros.*- Es la diferencia de valor entre la venta y la compra de estos animales.
- *Venta neta del resto de animales.*- Es la diferencia de valor entre la venta y la compra de novillas, vacas y toros.
- *Variación de inventario.*- Incorpora la modificación de valor del rebaño por los cambios en el número de efectivos, ante la dificultad de separar los costes de la producción láctea de los derivados de la formación del rebaño, de forma que se compensen los costes de la cría que carecen de reflejo en los ingresos. Para su cálculo se ha

multiplicado la diferencia entre efectivos finales e iniciales, por un precio unitario estimado en función de la producción de leche de cada explotación. El valor estimado de los distintos animales han sido:

- Vacas: 170.000 ptas más o menos 25.000 ptas por cada 1.000 litros que varíe, por exceso o defecto, la producción con respecto a una media de 5.000 litros.
- Toros: 200.000 ptas.
- Novillas: 70% del valor de la vaca.
- Terneras: 30% del valor de la vaca.
- *Venta de estiércol.*- para abono, de interés en algunas zonas.
- *Subvenciones.*- Se tomaron en consideración las concedidas por zona desfavorecida, zona de montaña y cultivos destinados al vacuno lechero y vacas nodrizas.

CUADRO II.22

**Media y estadísticos de los ingresos totales por litro (ptas/litro)**

Estadísticos básicos	Total	Venta leche	Venta terneros	Venta neta resto anim	Variación inventario	Venta estiércol	Subvenciones
Media	54,02	47,60	1,07	-0,58	4,80	0,006	1,13
Desv.Tip	4,96	2,14	0,76	3,44	4,78	0,03	0,62
Mínimo	44,55	43,08	0,17	-9,48	-6,35	0	0
Máximo	61,91	53,12	4,16	5,15	15,37	0,21	2,38

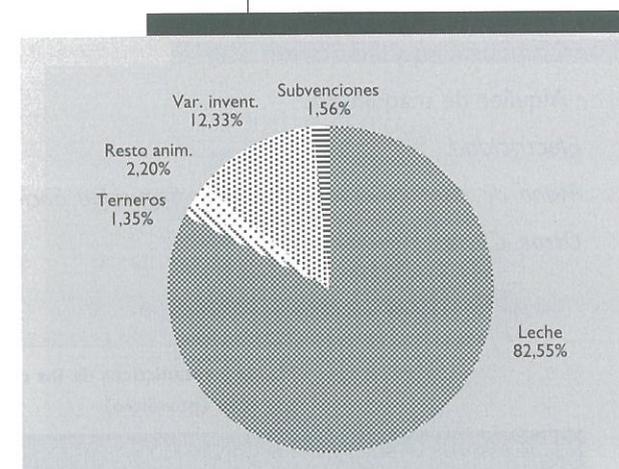
Fuente: *Elaboración propia.*

En el cuadro II.22 puede verse que el ingreso total por litro de leche alcanza las 54,02 ptas de media, de las que un 82,6% procede de la venta de leche (gráfico II.5).

En este mismo cuadro y gráfico pueden verse las aportaciones que realizan los demás tipos de ingresos, que representan conjuntamente 6,43 ptas y suponen el 17,45% de los ingresos por litro.

GRÁFICO II.5

**Porcentajes de las distintas partidas de ingresos por litro**



Fuente: *Elaboración propia.*

## E. Costes variables por litro

No forman parte de la estructura de la explotación y son función del volumen de producción. Se desglosan en:

- *Productos comprados para la alimentación.*- Tanto de las vacas como de la recria. Comprende forrajes, subproductos, concentrados, correctores así como la leche en polvo y los productos específicos para lactantes agrupados en las siguientes partidas.
  - No concentrados.
  - Concentrados para vacas.
  - Concentrados para recria.
- *Sanidad y reproducción.*- Integrado por los siguientes costes:
  - Veterinario.
  - Medicinas.
  - Inseminaciones.
- *Costes parcelas vacuno lechero.*- Es el coste de producción de los cultivos destinados a la alimentación del ganado y comprende semi-

llas, abonos, productos fitosanitarios, así como plásticos y conservantes para silo y otros.

- *Maquinaria*.- que comprende:
  - Combustibles y lubricantes.
  - Alquiler de maquinaria.
- *Electricidad*.
- *Mano de obra eventual, incluida la Seguridad Social*.
- *Otros Costes Variables*.

CUADRO II.23 **Media y estadísticos de los costes variables por litro (ptas/litro)**

Estadísticos básicos	CV totales	Compra alimentos	No concentrados	Concentrado vaca	Concentrado terneros	Sanidad y reprod.
Media	33,72	27,72	4,12	21,06	2,54	2,23
Desv.Tip	5,39	5,48	2,90	4,06	1,40	1,13
Mínimo	20,75	16,90	0	15,01	0,51	0,17
Máximo	43,48	39,69	12,79	29,54	5,69	4,83

Estadísticos básicos	Parcelas leche	Maquinaria	Electricidad	MO eventual <sup>(1)</sup>	Otros CV
Media	0,97	0,95	0,99	0,43	0,44
Desv.Tip	0,97	0,86	0,45	1,17	0,33
Mínimo	0	0	0	0	0,04
Máximo	3,98	4,41	2,1	6,15	1,47

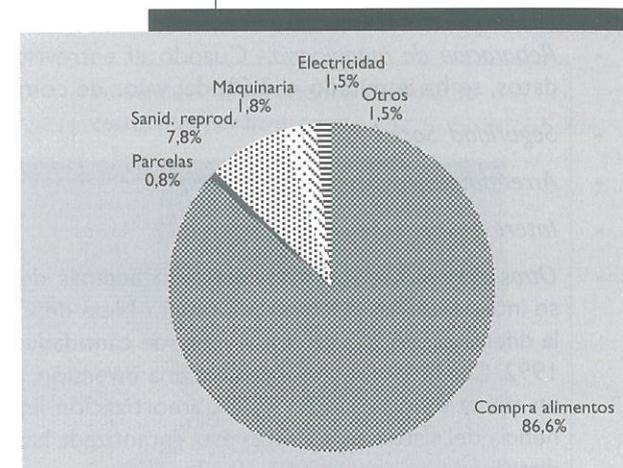
<sup>(1)</sup> Se incluye Seguridad Social.

Fuente: *Elaboración propia*.

Como puede verse en el cuadro II.23 y especialmente en el gráfico II.6 el principal componente de los costes variables es la compra de alimentos, que suponen 27,72 ptas de media por litro, lo que representa casi el 87% de todos ellos. De éstas, 21 ptas van destinadas al concentrado para vacas, 2,54 al concentrado de terneros y 4,12 a forrajes para ambos ganados. El segundo capítulo en importancia de costes variables es sanidad y reproducción que suponen 2,23 ptas por litro y que representan el 7,8%.

GRÁFICO II.6

**Porcentajes de las distintas partidas de costes variables por litro**



Fuente: *Elaboración propia*.

### F. Costes fijos por litro

Los costes fijos permanecen constantes, con independencia del volumen de producción y comprende los siguientes conceptos:

- *Mano de obra fija asalariada incluida la Seguridad Social*.
- *Amortizaciones*.- Considerando como tal la notación contable de las pérdidas de valor que experimentan los capitales inmovilizados con el transcurso del tiempo. Siendo su estimación exacta bastante difícil en la mayoría de los casos, para su cálculo se adoptó el método de cuotas constantes, consistente en dividir la diferencia entre el valor de adquisición y el valor residual por el número de años de duración del bien. El valor residual se ha estimado en el 10% del valor de adquisición. Este apartado comprende:
  - *Construcciones*.- Se les ha supuesto un periodo de vida útil de 20 años.
  - *Equipo móvil*.- Se les ha atribuido una vida útil de 10 años.
  - *Instalaciones y equipo auxiliar*.- Se les ha asignado una vida útil de 10 años.
- *Contribuciones*.

- *Asesorías y control lechero.*
- *Seguros.*
- *Conservación de edificios.*
- *Reparación de maquinaria.-* Cuando el entrevistado no ha aportado datos, se ha imputado el 3,5% del valor de compra.
- *Seguridad Social familiar.*
- *Arrendamientos de tierras y locales.*
- *Intereses de créditos pendientes.*
- *Otros costes fijos.-* En este apartado además de otros costes varios se integraron los relativos a Compra Neta de Cuota calculada como la diferencia entre compra y venta de cantidades de referencia desde 1992. Como la cuota constituye una inversión, tiene un tratamiento, en cierta medida, similar a una amortización lineal. Como la permanencia del sistema de cuotas está garantizada hasta el año 2006, se ha distribuido su coste entre 10 años.

CUADRO II.24

**Media y estadísticos de los costes fijos por litro (ptas/litro)**

Estadísticos básicos	CF totales (ptas/l)	MO fija (1)	Amortización (ptas/l)	Contribuciones (ptas/l)	Asesoría y control lechero (ptas/l)	Seguros (ptas/l)
Media	6,92	0,60	2,36	0,03	0,24	0,35
Desv.Tip	3,00	2,02	1,42	0,08	0,13	0,40
Mínimo	2,74	0	0,05	0	0	0
Máximo	14,27	9,7	5,64	0,46	0,51	1,58

Estadísticos básicos	Conserv. (ptas/l)	Reparac. (ptas/l)	SS familiar (ptas/l)	Arrendamientos (ptas/l)	Int. Cred. Pend (ptas/l)	Otros CF (ptas/l)
Media	0,35	0,60	0,95	0,71	0,53	0,21
Desv.Tip	0,69	0,54	0,49	0,84	0,87	0,39
Mínimo	0	0	0	0	0	0
Máximo	3,18	2,29	2,32	3,06	3,64	1,69

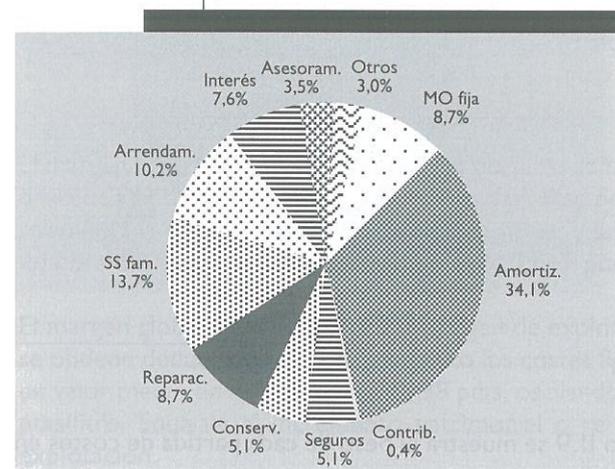
(1) Se incluye Seguridad Social.

Fuente: *Elaboración propia.*

Los costes fijos suponen de media 6,92 ptas por litro, habiéndose englobado en ellos los conceptos que aparecen en el cuadro II.24 y gráfico II.7.

GRÁFICO II.7

**Porcentajes de las distintas partidas de costes fijos por litro**



Fuente: *Elaboración propia.*

Como puede verse la mayor importancia la tienen las amortizaciones, que con 2,36 ptas suponen el 34,1%. Le sigue la SS familiar, arrendamientos y la MO fija con el 13,7%, el 10,2% y el 8,7%, respectivamente.

CUADRO II.25

**Resumen costes totales (ptas/litro)**

Estadísticos básicos	CV totales (ptas/l)	CF totales (ptas/l)	CT (ptas/l)
Media	33,72	6,92	40,65
Desv.Tip	5,39	3,00	6,42
Mínimo	20,75	2,74	24,15
Máximo	43,48	14,27	52,06

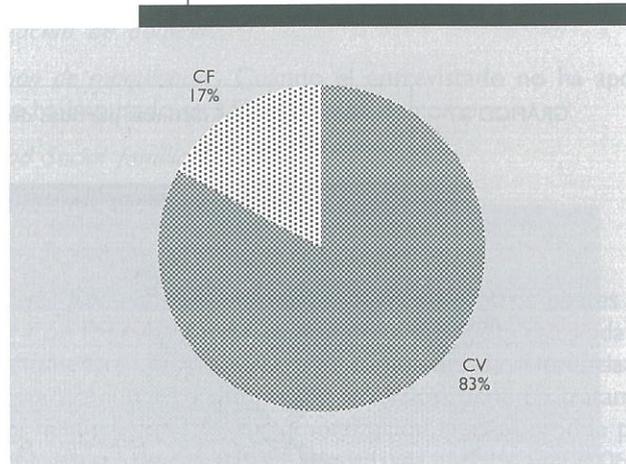
Fuente: *Elaboración propia.*

**G. Resumen costes totales por litro**

Los costes totales son la suma de los costes variables y los costes fijos. En el cuadro II.25 y gráfico II.8 puede observarse que alcanzan de media 40,65 ptas, con una contribución de los costes variables en un 83%.

GRÁFICO II.8

Porcentaje de CF y CV

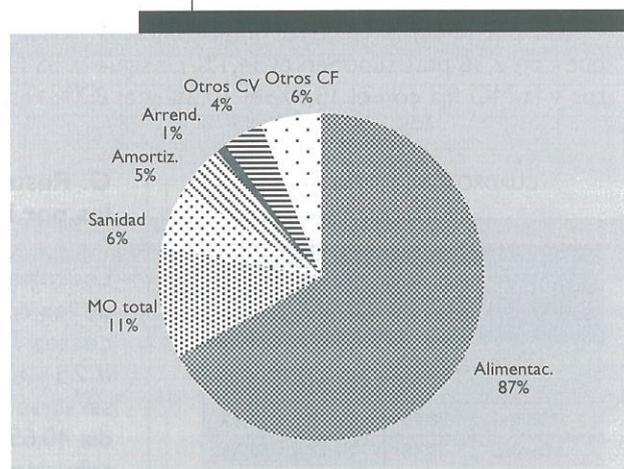


Fuente: *Elaboración propia.*

En el gráfico II.9 se muestra el peso de cada partida de costes en el total.

GRÁFICO II.9

Estructura de costes (peso en porcentaje)



Fuente: *Elaboración propia.*

## H. Márgenes de explotación

CUADRO II.26

Media y estadísticos de los márgenes y beneficio (ptas/litro)

Estadísticos básicos	MB estándar	MB	Margen global
Media	21,69	20,31	13,38
Desv. Tip	8,49	8,13	8,37
Mínimo	8,56	8,43	1,38
Máximo	37,44	36,61	29,23

Fuente: *Elaboración propia.*

El margen bruto (MB) por litro se ha calculado como la diferencia entre los ingresos y los costes variables por litro (cuadro II.26). Alcanza la cifra media de 20,31, variando desde 8,43 ptas/litro a 37,44.

El margen bruto estándar (MB estándar) por litro se ha calculado como la diferencia entre los ingresos y los costes variables por litro, excepto los relativos a la maquinaria (alquileres, combustibles y lubricantes) y la mano de obra eventual. Alcanza la cifra media de 21,69 ptas/litro.

El margen global, beneficio bruto o margen de explotación por litro, que se obtiene deduciendo del margen bruto los costes fijos por litro, alcanza un valor medio en la muestra de 13,38 ptas, oscilando desde 1,38 a 29,23 ptas/litro. Equivale al incremento patrimonial o renta disponible de la explotación.

## I. Rentabilidad económica y su relación con el margen de explotación

Uno de los métodos más utilizados para conocer la situación económica en la que se encuentra una empresa es mediante la estimación del índice de rentabilidad económica a partir del margen de explotación y su patrimonio o activo.

Este índice, estimado con un criterio uniforme para todas las explotaciones del estudio, podrá servir para compararlas en función del valor obtenido en cada una de ellas. El interés por este ratio radica fundamentalmente en que en su cálculo están implicadas todas las variables relevantes de un proceso productivo (cantidad de productos y sus precios, costes de producción y patrimonio), por lo que su consideración permitirá conocer la situación global en la que se encuentran las explotaciones de la muestra.

La rentabilidad económica (RE) se ha calculado para cada explotación j según la siguiente expresión:

$$RE_j = \frac{B_j}{AN_j}$$

Siendo:

$$B_j = I_j - \sum_{C=1}^m C_j$$

donde  $B_j$  representa el margen (o beneficio bruto) de la explotación  $j$ ;  $I_j$  es su ingreso por venta de productos (cantidad por su precio) y  $\sum_{C=1}^m C_j$  representa la suma de todos los costes fijos y variables.

$$AN_j = (K_{eq_j} - A_{eq_j}) + (K_{ed_j} - A_{ed_j}) + K_{t_j}$$

donde  $AN_j$  representa el activo total neto o patrimonio neto de la explotación  $j$ ;  $K_{eq_j}$  es el capital en equipos móviles y fijos;  $A_{eq_j}$  es el coste amortización acumulado de equipos;  $K_{ed_j}$  es el capital en edificios o construcciones;  $A_{ed_j}$  representa el coste amortización acumulado de los edificios y  $K_{t_j}$  es el capital en ha de SAU propias dedicadas a leche

Los resultados medios obtenidos para la muestra, así como su desviación típica y valores máximos y mínimos se presentan en el cuadro II.27.

CUADRO II.27

Estadísticos de la rentabilidad económica (%)

Rentabilidad económica	
Media	9,8
Desviación típica	12,3
Mínimo	-10,4
Máximo	42,4

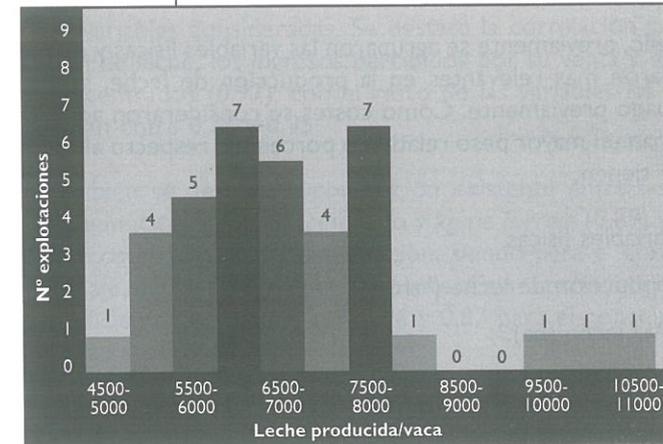
Fuente: *Elaboración propia.*

### II.2.3.3. Relaciones entre variables. Correlaciones

En los apartados anteriores se han descrito los valores medios y estadísticos de distintos índices y variables técnicas y económicas, observándose una gran variabilidad en muchos de ellos. Como ejemplo, obsérvese el

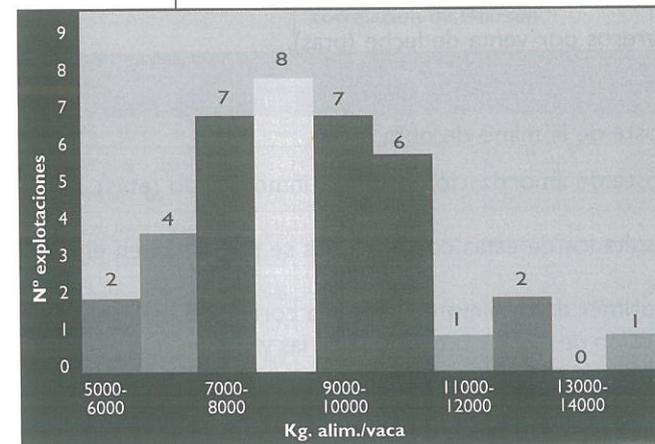
gráfico II.10 que muestra el histograma de frecuencias de la producción de leche por vaca o el gráfico II.11, con el histograma de frecuencias del consumo de alimento en kg por vaca.

GRÁFICO II.10 Producción leche por vaca (litros)



Fuente: *Elaboración propia.*

GRÁFICO II.11 Consumo de alimento por vaca (kg)



Fuente: *Elaboración propia.*

La variabilidad de una variable puede o no estar inducida por otras, por ello a fin de analizar las relaciones entre ellas y, posteriormente, poder seleccionar las relevantes atendiendo a los objetivos establecidos en el presente trabajo de investigación, se decide desarrollar una matriz de correlación, medida por el coeficiente de correlación de Pearson. A vista de los resultados que se obtengan se procederá a la selección de las variables de interés para los objetivos planteados en la presente investigación.

Para ello, previamente se agruparon las variables físicas y económicas que resultaron más relevantes en la producción de leche, según el análisis efectuado previamente. Como costes se consideraron aquellos que presentaban un mayor peso relativo o porcentaje respecto al total de costes. Así se tienen:

- Variables físicas
  - Producción de leche (litros).
  - SAU leche (ha).
  - Nº de vacas.
  - Consumo de concentrado de vaca (kg).
  - Consumo de forrajes (kg).
  - Mano de obra (horas).
- Variables económicas
  - Ingresos totales (ptas)
  - Ingresos por venta de leche (ptas).
  - Coste de alimentación (ptas).
  - Coste de la mano de obra (ptas).
  - Coste de amortización total del inmovilizado (ptas).

Los resultados de estas correlaciones se presentan en el cuadro II.28.

- El primer dato relevante es la alta correlación existente entre la *producción de leche* y la totalidad de las variables, excepto SAU leche. La correlación encontrada con las variables ingresos por venta de leche e ingresos totales (1 y 0,98 respectivamente), permitirá la selección de una de estas tres variables sin esperar diferencias en la elección de una u otra.

- Con respecto a la variable *SAU leche*, la baja correlación con la producción de leche (0,59) viene explicada por el sistema de producción intensivo de las explotaciones de la muestra y como tal, no dependiente de suelo. Al no manifestarse estadísticamente una relación importante entre ambas variables, se decide no considerar dicha variable en los sucesivos análisis.
- Se observa alta correlación entre el *número de vacas* y la totalidad de las variables consideradas. Se destaca la correlación con la producción de leche, los ingresos percibidos por su venta y el consumo de concentrados (0,97); con el resto de las variables las correlaciones varían entre 0,78 y 0,95.
- También se destaca la correlación existente entre las variables de alimentación *kg de concentrado* y *kg de forraje* (0,89) y de éstas con los costes totales de alimentación, siendo para el concentrado y el forraje, 0,97 y 0,84, respectivamente. Con la producción de leche los coeficientes estimados son 0,96 y 0,87 para el concentrado y el forraje respectivamente.
- Finalmente se destacan la *mano de obra* en horas, altamente correlacionada con su coste en ptas (0,90) y la producción de leche (0,85) a su vez correlacionada con el *coste de amortización total* (0,90).

CUADRO II.28

Matriz de correlaciones según el coeficiente de correlación de Pearson

VARIABLE	Leche	SAU	Nº vacas	Concentr.	Forraje	Mano obra	Ingresos	Ingresos	Coste	Coste mano
producida (l)	(ha)	leche (kg)	(kg)	tot. (hr)	tot. (ptas.)	leche (pts.)	aliment. (pts.)	obra (ptas.)		
Leche producida (l)	1									
SAU leche (ha)	0,59	1								
Nº vacas	0,97	0,60	1							
Concentrado (kg)	0,96	0,61	0,97	1						
Forraje (kg)	0,87	0,66	0,89	0,89	1					
Mano de obra total (hr)	0,85	0,63	0,85	0,81	0,77	1				
Ingresos totales (ptas)	0,98	0,59	0,95	0,92	0,83	0,85	1			
Ingresos leche (ptas)	1,00	0,60	0,97	0,96	0,87	0,85	0,99	1		
Coste alimentación (ptas)	0,95	0,52	0,95	0,97	0,84	0,75	0,91	0,94	1	
Coste mano obra (ptas)	0,80	0,74	0,78	0,77	0,81	0,90	0,80	0,81	0,66	1
Coste amortiz. total (ptas)	0,90	0,73	0,89	0,91	0,92	0,80	0,85	0,89	0,83	0,84

Fuente: Elaboración propia.



**MEDIDA  
DE EFICIENCIA**

Capítulo III

### III. MEDIDA DE EFICIENCIA

#### III.1. Elección del método de medida

Una vez conocida la relación existente entre la producción de leche y las variables relevantes del sistema, se procede a medir la eficiencia técnica o productiva, económica y de escala de las explotaciones en estudio con el objeto de ver cuáles son ineficientes, qué corregir en ellas, cómo y cuánto para lograr producir de manera óptima.

En el presente trabajo se ha optado por la estimación de una frontera no paramétrica con metodología DEA como método de medida de eficiencia. Se ha decidido emplear este método tras estudiar las diferentes ventajas y desventajas de los métodos principales de medida de eficiencia (DEA y fronteras paramétricas), discutidas en numerosos trabajos, tales como Lovell, 1993; Greene, 1993; Bravo-Ureta y Pinheiro, 1993; Coelli y Perelman, 1996; Coelli, Rao y Battese, 1998; Battese, 1998.

Las principales motivos que justifican esta elección se resumen en las siguientes:

- La estimación de fronteras paramétricas (determinística o estocástica) requiere formas funcionales que especifiquen la relación entre inputs y outputs. Hasta la fecha, los métodos de estimación existentes asumen a priori y sin justificación que las fronteras tienen la misma forma que la función de producción usando frecuentemente la forma funcional de tipo Cobb-Douglas lo que, por otro lado resulta bastante restrictivo al asumir sólo rendimientos de escala constante, no conociendo el comportamiento de la muestra.
- Desde comienzos de los setenta, el desarrollo de otras formas funcionales (definidas como flexibles), ha demostrado que la estimación de los parámetros de una función tienden a ser sensibles a la especificación de la forma funcional, no conocida con exactitud en el caso de las fronteras y condicionando, por tanto, los resultados obtenidos (Chambers, 1988; Baffes y Vasavada, 1989; Thompson, 1992; Quiroga et al., 1996).
- Como método de medida de eficiencia, la estimación paramétrica requiere además especificar una forma de distribución determinada del término ineficiencia ( $\theta$ ). Las formas de distribución más utilizadas hasta ahora son la normal y la normal truncada y, últimamente, tam-

bién la distribución gamma. Sin embargo no es posible conocer con certeza la forma a la que se ajusta el parámetro  $\theta$  de ineficiencia, cuyo valor varía significativamente dependiendo de la distribución que se adopte, según investigaciones llevadas a cabo por numerosos autores desde Berndt, 1979.

El metodología DEA no presenta ninguna de estas limitaciones, al tratarse de un método no paramétrico. Además permitirá un estudio más detallado de las causas de ineficiencia, al permitir desglosar la eficiencia en técnica y de escala, lo que tampoco era posible con los métodos paramétricos.

### III.2. Medida de eficiencia con métodos no paramétricos

Con estos métodos la eficiencia es medida como la distancia existente entre los valores actuales de inputs y outputs de una empresa y sus niveles óptimos, estimados en función de los valores de las restantes empresas y que definen una frontera discontinua. Esta frontera óptima, al medirse de este modo, variará sensiblemente si se modifica alguno de los parámetros incluidos.

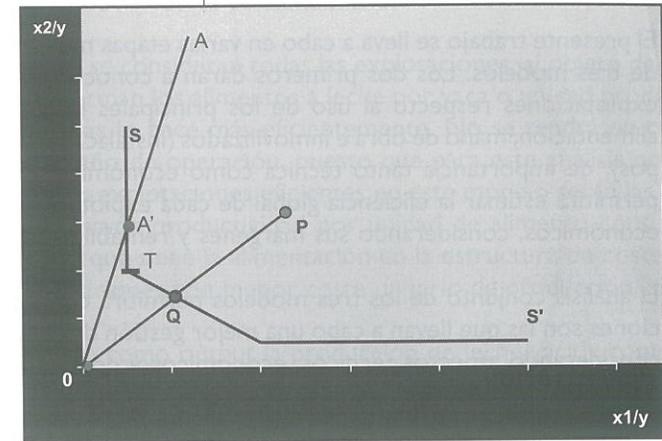
Supuesto el caso de dos inputs y un output, dado un número reducido de empresas, la eficiencia de cada una de ellas puede medirse gráficamente, tal y como se ilustra en el gráfico III.1.

Dadas dos explotaciones cualquiera del grupo en estudio que usan dos inputs (por ejemplo  $x_1$  = concentrados y  $x_2$  = forrajes) para producir un sólo output ( $y$  = producción de leche), puede obtenerse la representación de su tecnología usando la isocuanta unitaria óptima o *frontera*, que es la línea que, en este ejemplo, representa las posibles combinaciones de mínimo consumo de alimentos de tal forma que se obtenga la misma cantidad de leche.

La frontera definida por la explotación totalmente eficiente (Q, en este ejemplo), representada con la curva SS' de la gráfico 13, constituye la referencia frente a la cual medir la eficiencia de la explotación P. Dadas sus cantidades de inputs (concentrados y forraje) para producir un litro de leche (representado por el punto P), el grado de ineficiencia de la explotación P vendría dada por la distancia QP.

GRÁFICO III.1

Eficiencia técnica  
Frontera DEA de mínimo inputs



Fuente: Elaboración propia.

Esta distancia representa la cantidad en que debería reducirse los inputs considerados sin que se produzca una reducción proporcional en la producción de leche; es decir, para que la explotación P se encuentre situada en la frontera.

Así, la eficiencia de la explotación P expresada en términos de porcentaje es estimada mediante ratios o índices, indicando el tanto por ciento en que los inputs podrían reducirse. Dichos índices tomarán valores comprendidos entre 0 y 1, tratándose de un indicador del grado de ineficiencia. Un valor igual a 1 indicará eficiencia total. Esto es:

$$ET = OQ/OP$$

Siendo Q la explotación eficiente en relación a la cual es medida la eficiencia de la explotación P ineficiente.

### III.3. Metodología DEA para la medida de la eficiencia

Matemáticamente, se pueden diseñar modelos cuya solución proporcione directamente el valor de la eficiencia de una empresa relativa al resto de las del grupo.

La metodología DEA permite definir estos modelos haciendo uso de la programación matemática lineal del modo que sus resultados den estos valores de eficiencia relativa.

El presente trabajo se lleva a cabo en varias etapas mediante el desarrollo de tres modelos. Los dos primeros darán a conocer la eficiencia de las explotaciones respecto al uso de los principales factores productivos: alimentación, mano de obra e inmovilizados (instalaciones, edificios y equipos), de importancia tanto técnica como económica. El tercer modelo permitirá estimar la eficiencia global de cada explotación según criterios económicos, considerando sus márgenes y rentabilidades logradas.

El análisis conjunto de los tres modelos permitirá conocer qué explotaciones son las que llevan a cabo una mejor gestión de todos sus recursos, considerando aspectos técnicos, económicos y de escala. Su desarrollo, descrito a continuación, se basa en las propuestas de Farè et al. (1985), Coelli, Rao y BATESSE (1998) y Dyson et al (1999).

### III.3.1. Modelo I

El primer paso para medir la eficiencia de las explotaciones es conocer su eficiencia física de transformación de factores en productos. Atendiendo al estudio previo de costes, el principal factor de producción en el grupo analizado ha resultado ser la alimentación, que supone cerca del 70% del total de los costes.

Con esta base se plantea el primer modelo de medida de la eficiencia, cuyo objetivo concreto es medir la eficiencia de utilización del alimento por unidad de producción (vaca media) en las explotaciones del estudio. Se considera desglosado en sus dos partidas principales: concentrados y alimentos groseros o forrajes, incluyéndose en éste último pajas, henos, silos, forraje en mezclas y otros forrajes. Ambos están cuantificados en materia seca (MS). Por tanto, las variables consideradas en este análisis son las siguientes:

OUTPUT: Producción de leche por vaca media (litros).

INPUTS: Consumo de concentrado por vaca media (kg de MS).  
Consumo de alimentos groseros por vaca media (kg de MS).

Con estas variables se desarrolla un modelo de minimización de inputs (orientado a input) lo que permitirá saber la cantidad en que podrían

reducirse los inputs sin que se produzca una modificación en la cantidad de output. Se ha tomado esta orientación por considerar de gran importancia ajustar el alimento a su nivel de asignación o uso eficiente y con ello poder reducir costes de alimentación.

En el modelo se consideran todas las explotaciones, al objeto de analizar cómo transforman los alimentos a leche por vaca o unidad productora y cual/es de ellas lo hace más eficientemente. No se tendrá en cuenta la escala o tamaño de operación, puesto que para este análisis no resulta relevante. Las explotaciones eficientes en este modelo serán las que obtengan una mayor productividad por unidad de alimento consumido y, dado el peso que tiene la alimentación en la estructura de costes, serán de las explotaciones con menor coste unitario de producción.

Considerando como output la producción de leche/vaca y como inputs el consumo de concentrado/vaca y forrajes/vaca, la estimación de la eficiencia relativa de cada una de las 38 explotaciones del estudio se resolverá planteando el problema programación matemática:

$$\text{Max } \theta_k \frac{y_k * u}{(x_{1k} * v_1) + (x_{2k} * v_2)}$$

sujeto a las siguientes restricciones:

$$\sum_{j=1}^{38} \frac{y_j * u}{(x_{1j} * v_1) + (x_{2j} * v_2)} \leq 1 \quad \text{una por cada expl.: } j = 1, \dots, 38.$$

$$u, v_1, v_2 \geq \varepsilon$$

Donde:

- $\theta_k$  es la eficiencia relativa de la explotación, denominada  $k$  de manera general;
- $y$  es la variable output; es decir, la producción de leche/vaca de cada explotación;
- $x$  es la variable de inputs o cantidad de alimento consumido/vaca de cada explotación siendo:

$x_1$  = consumo de concentrados/vaca

$x_2$  = consumo de forrajes/vaca;

$u$ ,  $v_1$  y  $v_2$  son los coeficientes del vector  $y^*$  38 productos y la matriz  $x^*$  38 insumos, respectivamente a ser estimados y cuya solución darán los valores más favorables  $u$ ,  $v_1$  y  $v_2$  a ser alcanzados por las explotaciones;

La primera restricción que se plantea en el modelo supone que la eficiencia de todas las explotaciones debe ser menor o igual a 1. La segunda restricción del modelo supone que las variables  $u$ ,  $v_1$  y  $v_2$  estén restringidas a ser mayores o iguales a una cantidad mínima  $\varepsilon$ , con el objeto de evitar que alguno de los input o el propio output sea totalmente ignorado en la determinación de la eficiencia.

La solución del modelo dará el valor de la eficiencia relativa de la explotación  $k$  y los pesos o coeficientes del output e inputs para alcanzar el valor de eficiencia máxima.

La eficiencia, medida de este modo, tomará valores comprendidos entre 0 y 1. Un valor de  $\theta = 1$  significará que la explotación es eficiente en relación a otras, mientras que un valor menor a 1 supone que hay otras explotaciones más eficientes en transformación de insumos a leche que la considerada incluso a pesar de que los pesos de inputs y output se hayan determinado para maximizar la eficiencia de la explotación  $k$ .

Este problema de programación lineal se resolverá 38 veces, una por cada explotación de la muestra, obteniéndose un valor de  $\theta$  para cada una de ellas. Puesto que la función objetivo variará para cada explotación, los valores de  $u$ ,  $v_1$  y  $v_2$  serán diferentes.

Las explotaciones con un valor 1, es decir eficientes, estarán situadas en la frontera, de acuerdo a la definición de Farrell (1957) y servirán de pares de referencia a compararse el resto de las explotaciones ineficientes.

### Linearización

Puesto que el modelo DEA planteado se trata de un problema de programación fraccional, para poder solucionarlo aplicando los métodos de programación lineal, se decide convertirlo en su forma lineal. La linearización se hará como sigue:

En primer lugar debe considerarse que el problema, descrito del modo en el que se ha hecho, puede tener infinitas soluciones<sup>(\*)</sup> por tratarse de ratios o fracciones, por lo que, supuesta la orientación a input del presente modelo, se añadirá la restricción:

$$x_{1k}^* v_1 + x_{2k}^* v_2 = 1$$

Teniendo en cuenta esta última restricción, el proceso de linearización ya es relativamente directo, quedando el problema de la siguiente forma:

$$\text{Max } \theta_k y_k^* u$$

sujeto a las restricciones:

$$x_{1k}^* v_1 + x_{2k}^* v_2 = 1$$

$$\sum_{j=1}^{38} y_j^* u - \sum_{j=1}^{38} (x_{1j}^* v_1) + (x_{2j}^* v_2) \leq 0 \quad \text{una por cada } j = 1, \dots, 38.$$

$$u, v_1, v_2 \geq \varepsilon$$

### Dualización

Como en cualquier problema de programación lineal, es posible formular un modelo DEA dual al primal u original descrito, sin que se modifique o afecte de algún modo la solución encontrada. Este modelo dual se construirá creando unas variables nuevas (variables duales) y diseñando un nuevo modelo, según las reglas básicas de la programación lineal descrito en la presente revisión bibliográfica. Se muestra a continuación:

MODELO PRIMAL:

$$\text{Max } \theta_k y_k^* u$$

(\*) Esto es, si  $(u^*, v^*)$  es una solución, entonces  $(\alpha u^*, \alpha v^*)$  es otra solución, etc.

sujeto a:

$$x_{1k} * v_1 + x_{2k} * v_2 = 1$$

$$\sum_{j=1}^{38} y_j * u - \sum_{j=1}^{38} (x_{1j} * v_1) + (x_{2j} * v_2) \leq 0 \quad \text{una por cada } j = 1, \dots, 38.$$

$$-u, -v_2, -v_1 \leq -\varepsilon$$

MODELO DUAL:

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} \theta_k$$

sujeto a:

$$x_{1k} \theta_k - \sum_{j=1}^{38} x_{1j} \lambda \geq 0$$

$$x_{2k} \theta_k - \sum_{j=1}^{38} x_{2j} \lambda \geq 0$$

$$-y_k + \sum_{j=1}^{38} y_j \lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq \varepsilon$$

Donde el escalar  $\theta$  sigue representando la eficiencia de la explotación, con valor comprendido entre cero y uno (este último valor para la explotación eficiente).

La nueva variable creada  $\lambda$  representa un vector  $38 * 1$  de constantes, restringida a ser mayor o igual a una cantidad mínima para que sean considerados todos los factores.

(\*) Esto es, si  $(u^*, v^*)$  es una solución, entonces  $(\alpha u^*, \alpha v^*)$  es otra solución, etc.

Este modelo dual tiene menos restricciones que su primal, una por factor considerado (output e inputs), mientras que el primal presentaba una restricción por cada explotación de la muestra (hasta 38). Puesto que, en general, los programas lineales son más difíciles de resolver cuantas más restricciones tengan, se decide emplear este modelo dual.

### III.3.2. Modelo 2

En el diseño de este modelo se consideran los dos costes más importantes después de la alimentación: el proveniente de la amortización de inmovilizados y la mano de obra. Con ellos se procederá al análisis de un segundo modelo técnico de minimización de inputs pero incorporando la producción total de leche como variable output. Se medirá en primer lugar la eficiencia de utilización de estos factores sin considerar las distintas escalas en las que operan las explotaciones (modelo CRS). En segundo lugar se medirá comparando explotaciones de una misma escala (modelo VRS) para así poder analizar las ineficiencias estrictamente técnicas de las debidas a la escala de operación. Los valores de la eficiencia estimada a CRS y VRS permitirán conocer la eficiencia de escala de cada explotación. Las variables consideradas en este análisis son, por tanto:

OUTPUT: Producción de leche total (litros).

INPUTS: Coste de amortización de equipos y edificios (ptas).

Coste de mano de obra (ptas).

#### A. Modelo a rendimientos de escala constante

El problema planteado es semejante al del modelo 1, variando las variables de entrada, quedando descrito en su forma dual como:

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} \theta_k$$

sujeto a:

$$x_{1k} \theta_k - \sum_{j=1}^{38} x_{1j} \lambda \geq 0$$

$$x_{2k} \theta_k - \sum_{j=1}^{38} x_{2j} \lambda \geq 0$$

$$-y_k + \sum_{j=1}^{38} y_j \lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq \varepsilon$$

donde ahora:

- $y_k$  representa la producción total de leche de cada explotación;
- $x_j$  es el coste de amortización total de cada explotación.
- $x_2$  representa al coste total en mano de obra,

siendo  $\theta_k$  el valor de la eficiencia relativa de cada explotación ( $k$ )

### B. Modelo a rendimientos de escala variable

Queda claro que en este segundo modelo debe considerarse que las explotaciones operan en diferente escala o tamaño y que, consecuencia de la propia competencia imperfecta o los rendimientos de sus capitales, puede que éstas no sean las óptimas. Por este motivo, se decide plantear un nuevo problema de programación lineal que considere este aspecto en la medida de la eficiencia técnica y que a su vez permita medir la posible ineficiencia de las explotaciones debidas a sus diferentes escalas.

Para ello, el problema de programación lineal a rendimientos de escala constante se modificará para tener en cuenta los rendimientos variables

de escala, añadiendo la restricción de convexidad:  $\sum_{j=1}^{38} \lambda = 1$  a la ecuación inicial, quedando el modelo como:

$$\text{Min}_{\theta_k, \lambda} \theta_k$$

sujeto a:

$$x_{1k} \theta_k - \sum_{j=1}^{38} x_{1j} \lambda \geq 0$$

$$x_{2k} \theta_k - \sum_{j=1}^{38} x_{2j} \lambda \geq 0$$

$$-y_k + \sum_{j=1}^{38} y_j \lambda \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^{38} \lambda = 1$$

$$\lambda \geq \varepsilon$$

Con este nuevo problema, el punto proyectado eficiente en la frontera DEA para una explotación es ya una combinación convexa de las explotaciones observadas y, por tanto, la escala es tenida en cuenta.

En esencia esta nueva restricción hace que cada explotación sea comparada solamente frente a las que tengan similar escala o tamaño, midiendo su eficiencia técnica sólo en relación a éstas.

### C. Medida de la eficiencia de escala

Una vez conocida las eficiencias técnicas de cada explotación en estudio, a CRS y VRS, se podrá analizar el efecto de la escala en la medida de la eficiencia. Con ello se podrá conocer cual es la causa de ineficiencia de las explotaciones, su escala o su técnica a la hora de transformar los insumos en leche, en qué proporción afectan a la eficiencia ambos aspectos y cual/es, de todas las explotaciones de la muestra, operan en la mejor escala, considerada la óptima en relación a todas ellas.

La eficiencia de escala se podrá medir como la diferencia entre el valor de la eficiencia técnica a rendimientos de escala constante y la eficiencia técnica a rendimientos de escala variable, puesto que, si estos valores han dado diferentes para una explotación determinada, el motivo puede ser atribuido a su escala. De este modo la eficiencia de las explotaciones es analizada en sus dos componentes principales: la técnica propiamente dicha y la escala o tamaño en que operen, pudiendo realizar un diagnóstico más concreto de cada una de ellas.

Por otro lado, cuando se trabaja a rendimientos de escala variable y se encuentran ineficiencias de escala, debe analizarse si se debe a que operan a rendimientos crecientes o decrecientes. Este análisis se hará imponiendo al problema la restricción de rendimientos de escala no crecientes (NIRS), sustituyendo la restricción:  $\sum_{j=1}^{38} \lambda = 1$  por  $\sum_{j=1}^{38} \lambda \leq 1$ .

Por lo que en el modelo DEA de la ecuación anterior quedará de la siguiente forma:

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} \theta_k$$

sujeto a:

$$x_{1k} \theta_k - \sum_{j=1}^{38} x_{1j} \lambda \geq 0$$

$$x_{2k} \theta_k - \sum_{j=1}^{38} x_{2j} \lambda \geq 0$$

$$-y_k + \sum_{j=1}^{38} y_j \lambda \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^{38} \lambda \leq 1$$

$$\lambda \geq \varepsilon$$

Con este nuevo problema, la naturaleza de la ineficiencia de escala se determinará viendo si el valor de la eficiencia técnica NIRS es igual al valor de la eficiencia técnica a rendimientos de escala variable. En el caso de que sean distintos se asume que existen rendimientos de escala crecientes para esa explotación. Si son iguales se asumen rendimientos de escala decrecientes. Los problemas de programación lineal planteados de nuevo se resolverán para cada una de las 38 explotaciones en estudio.

### III.3.3. Modelo 3

En este último modelo se considerará el margen como variable objetivo y como inputs las variables de escala: capital tierra, capital ganado y otros capitales, incluyéndose en éste el capital en equipos, instalaciones, edificios y circulante. Todos ellos cuantificados en pesetas.

Este análisis resulta de gran interés puesto que, al estimarse la eficiencia mediante índices output/input, se obtendrá una medida de rentabilidad económica, pudiendo deducir por tanto su repercusión económica, la relación que guarda la escala con la rentabilidad y por consiguiente cual es la mejor escala de producción. La definición del modelo será:

OUTPUT: Margen de explotación (ptas).

INPUTS: Capital tierra (ptas).  
Capital ganado (ptas).  
Otros capitales (ptas).

Se desarrollará orientado a output, con el objeto de conocer en que medida debería incrementarse el margen de explotación, para asegurar el uso eficiente del capital disponible, considerado fijo. O dicho de otro modo, qué margen deberían obtener las explotaciones con esa asignación de capitales.

Se decidió emplear esta orientación para el último modelo por considerarse que las variables inputs, en este caso capitales, pueden ser fijas en el corto plazo, buscando mejorar las explotaciones ineficientes a partir de la maximización de sus márgenes (output del modelo). Esto podrá lograrse reasignando los principales factores productivos con vistas a su minimización, aspecto analizado tras el desarrollo de los modelos 1 y 2.

#### A. Modelo a rendimientos de escala constante

El modelo *dual* orientado a input de los modelos anteriores, puede reorientarse de manera sencilla a output para ser aplicado en el presente modelo 3, de tal manera que ahora pueda lograrse el objetivo de maximizar el output (margen) sin incrementarse las asignaciones de inputs (capitales). Así, el problema dual propuesto es el siguiente:

$$\text{Max}_{\phi_k} \phi_k$$

sujeto a las restricciones:

$$x_{1k} - \sum_{j=1}^{38} x_{1j} \lambda \geq 0$$

$$x_{2k} - \sum_{j=1}^{38} x_{2j} \lambda \geq 0$$

$$x_{3k} - \sum_{j=1}^{38} x_{3j} \lambda \geq 0$$

$$-\phi_k y_k + \sum_{j=1}^{38} y_j \lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq \varepsilon$$

Donde:

ahora  $\phi_k$  representa el incremento proporcional de output a tener cada explotación  $k$ , manteniendo constante su asignación de inputs.

- $y$  es la variable output; en este caso el margen total obtenido por cada explotación;
- $x$  representa a la variable de inputs o capitales disponibles en cada explotación siendo:
  - $x_1$  = capital tierra
  - $x_2$  = capital ganado
  - $x_3$  = otros capitales (en equipos, edificios y circulante);
- $\lambda$  sigue siendo un vector  $38 * I$  de constantes;

La eficiencia en este caso vendría dada por el ratio  $1/\phi_k$  (la inversa que en la orientación a input) y su valor también estará comprendido entre cero y uno. Evidentemente, la explotaciones eficientes tendrán un valor igual a 1, lo que significaría que su margen, en términos relativos ya está maximizado.

Puesto que la eficiencia estimada para cada factor supuesto rendimientos constantes supone el ajuste a una línea recta, la eficiencia medida como la

distancia a dicha línea será la misma en las dos orientaciones consideradas. Sin embargo el resultado no dará igual supuesto el caso de VRS, ya que en este caso el ajuste se realizaría bajo la restricción de convexidad que explica los rendimientos variables.

## B. Modelo a rendimientos de escala variable

De manera semejante al modelo 2 se plantea un modelo que considere las distintas escalas de operación de las explotaciones en estudio, pero variando la orientación al criterio de maximización del output. El nuevo problema quedaría como sigue:

$$Max_{\phi_k} \phi_k$$

sujeto a:

$$x_{1k} - \sum_{j=1}^{38} x_{1j} \lambda \geq 0$$

$$x_{2k} - \sum_{j=1}^{38} x_{2j} \lambda \geq 0$$

$$x_{3k} - \sum_{j=1}^{38} x_{3j} \lambda \geq 0$$

$$-\phi_k y_k + \sum_{j=1}^{38} y_j \lambda \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^{38} \lambda = 1$$

$$\lambda \geq \varepsilon$$

## C. Medida de la eficiencia escala

De nuevo la eficiencia de escala será medida como la diferencia entre el valor de la eficiencia a rendimientos de escala constante y la eficiencia a rendimientos de escala variable.

El problema que se plantea para analizar la naturaleza de las posibles ineficiencias (escala creciente o decreciente) se hará de nuevo sustituyendo la restricción:

$\sum_{j=1}^N \lambda = 1$  por  $\sum_{j=1}^N \lambda \leq 1$  de rendimientos de escala no creciente (NIRS) quedando:

$$\text{Max}_{\phi_k} \phi_k$$

sujeto a:

$$x_{1k} - \sum_{j=1}^{38} x_{1j} \lambda \geq 0$$

$$x_{2k} - \sum_{j=1}^{38} x_{2j} \lambda \geq 0$$

$$x_{3k} - \sum_{j=1}^{38} x_{3j} \lambda \geq 0$$

$$-\phi_k y_k + \sum_{j=1}^{38} y_j \lambda \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^{38} \lambda \leq 1$$

$$\lambda \geq \varepsilon$$

Valores de eficiencia a VRS y NIRS distintas de 1 e iguales entre sí para una explotación hará que se asuman rendimientos de escala decrecientes para esa explotación. En caso de ser distintos los rendimientos que presente serán crecientes.

Cada problema será resuelto para cada una de las 38 explotaciones.

### III.4 Análisis complementarios

#### III.4.1. Tratamiento de las holguras

Los modelos (CRS y VRS) explicados en apartados anteriores resuelven los problemas de medición de la eficiencia radial de las explotaciones de la muestra supuesto rendimientos de escala constante y variable, respectivamente.

Sin embargo, para resolver el problema de holguras; esto es, la distancia que separa cada punto eficiente proyectado (o valor objetivo) de su par eficiente más próximo, se hace necesario plantear una segunda etapa en el problema de programación lineal.

En los dos primeros modelos con dos inputs y orientados a su minimización, el punto eficiente proyectado de cada explotación ineficiente es una combinación lineal de sus pares, encontrando sólo un punto eficiente a elegir sobre un plano vertical. Por tanto, el problema consistirá simplemente en minimizar la suma de holguras o distancias requeridas para desplazar los puntos eficientes proyectados de cada input y explotación ineficiente al punto representado por su par eficiente más próximo (denominado de manera general como S). Así, esta segunda etapa del problema de programación lineal supuesta la orientación a input se definirá planteando un nuevo problema:

$$\text{Min}_{\theta_k, \lambda} \overline{x_{1k}, x_{1S}}, \overline{x_{2k}, x_{2S}}, \overline{y_k, y_S} ( \overline{x_{1k}, x_{1S}} + \overline{y_k, y_S}, (\overline{x_{2k}, x_{2S}} + \overline{y_k, y_S}) )$$

Sujeto a:

$$x_{1k} \theta_k - \sum_{j=1}^{38} x_{1j} \lambda - \overline{x_{1k}, x_{1S}} \geq 0$$

$$x_{2k} \theta_k - \sum_{j=1}^{38} x_{2j} \lambda - \overline{x_{2k}, x_{2S}} \geq 0$$

$$-y_k + \sum_{j=1}^{38} y_j \lambda - \overline{y_k, y_S} \geq 0$$

$$\theta_k, \lambda \geq \varepsilon,$$

$$\overline{x_{1k}, x_{1S}} \geq 0, \quad \overline{x_{2k}, x_{2S}} \geq 0, \quad \overline{y_k, y_S} \geq 0.$$

donde  $\overline{x_{1k}, x_{1S}}$  y  $\overline{x_{2k}, x_{2S}}$  representan las holguras de los inputs 1 y 2, respectivamente y  $\overline{y_k, y_S}$  representa la holgura del output. Este nuevo problema se resolverá para cada modelo y explotación del grupo en estudio.

La medida de la eficiencia radial y de holgura será resuelta en dos etapas que permitirán, en primer lugar, identificar el punto eficiente proyectado de cada explotación (medida de eficiencia radial) y posteriormente, su punto eficiente más próximo para el tratamiento de las holguras (Coelli, et al. 1998). El resultado del problema bietápico aplicado a cada explotación dará el valor de las eficiencias técnicas.

Sin embargo en el caso del modelo 3 del presente trabajo en el que se consideran tres inputs, las holguras, si existen, se presentan en dos dimensiones, por lo que esta segunda etapa del problema de programación lineal no sería capaz de medir las holguras de una segunda dimensión.

Por ello la medida de las holguras del este tercer modelo se realizará usando el método DEA multietapa, sugerido por Coelli (1997) que evita los problemas inherentes al método DEA bietápico. El método consiste en realizar una secuencia de medidas radiales de eficiencia que identifican el punto eficiente proyectado de una explotación y posteriormente, considerando distintas proporciones de inputs, identificar su punto eficiente más próximo a partir del cual se mida la ineficiencia de holgura.

Los resultados de estos análisis, al realizarse para cada una de las explotaciones considerando a su vez todas ellas, obviamente dependen del panel de datos que se dispone con lo que no es posible incorporar o quitar explotaciones sin alterar el resultado de las restantes.

Afortunadamente se han desarrollado logicales que automatizan este proceso. En el presente trabajo se utilizaron dos programas, el programa de optimización DEAP V.2.1. desarrollado por el Centro de Análisis de Eficiencia y Productividad del Departamento de Econometría de la Univer-

sidad de Nueva Inglaterra (Australia) en 1997 y el programa FRONTIER ANALYST PROFESSIONAL desarrollado por BANXIA Software (Reino Unido) en 1998.

### III.4.2. Nivel óptimo de inputs/output y mejoras potenciales

Una vez estimada la eficiencia de cada explotación, se analizarán las encontradas ineficientes en cada uno de los modelos con el objeto de estimar sus niveles de inputs (o output) requeridos para que sean consideradas eficiente. Estos niveles óptimos serán los valores objetivos o puntos eficientes proyectados de cada input (o output) sobre la frontera calculados para cada explotación.

Su cálculo es bien sencillo: Se hará multiplicando el valor actual de cada variable input o output y explotación por su valor de la eficiencia estimado. Es decir:

$$V.objetivo_{ik} = \theta_k * x_{ik}$$

siendo  $i$  cada una de las variables (input o output) de la explotación  $k$ .

La mejora potencial a realizarse en cada variable  $i$  a vistas de su optimización, expresado en porcentaje, se calculará como:

$$\% MejoraPotencial_{ik} = \frac{1 - V.objetivo_{ik}}{x_{ik}} * 100$$

### III.4.3. Comparación con los pares de referencia

Cada explotación ineficiente tiene al menos una explotación eficiente, ubicada en la frontera óptima estimada, que pueden servir de referencia a la hora de comparar sus respectivas asignaciones de inputs o valores de outputs. Estas explotaciones de referencia óptimas, denominadas de manera general como pares, son las que tienen una estructura más parecida a su par ineficiente en cuanto a las variables consideradas delimitando, por tanto, la parte de la frontera relevante para cada explotación ineficiente. La comparación con explotaciones pares servirá para analizar las diferen-

cias existentes entre las explotaciones ineficientes y aquéllas que operan de manera óptima, pares de las primeras. El análisis se hará por cada variable, mediante un ratio de comparación de variables con respecto a los pares eficientes. Esto es:

$$Diferencia(\%) = \frac{x_{ik}}{x_{iParEficiente}} * 100$$

Las explotaciones pares a una explotación ineficiente son de gran importancia, no sólo a efectos comparativos, sino porque además la más próxima de ellas a su par ineficiente es la que servirá de referencia para el tratamiento de las holguras de ésta última.

### III.5. Resumen de los modelos

En el cuadro III.1 se presenta un resumen de los inputs, outputs y objetivos a cada uno de los tres modelos planteados.

CUADRO III.1		Resumen de los modelos		
	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3	
INPUTS	consumo concentrado/vaca consumo forrajes/vaca	coste amortización total coste mano de obra	capital tierra	capital ganado capital equipos y edificios
OUTPUT	producción leche/vaca	producción leche total	margen de explotación	
CRITERIO	minimización de inputs	minimización de inputs	maximización del output	
MEDIA	eficiencia técnica CRS	eficiencia técnica CRS eficiencia técnica VRS eficiencia de escala	eficiencia técnica CRS	eficiencia técnica VRS eficiencia de escala

Fuente: *Elaboración propia.*



## RESULTADOS Y PROPUESTAS

### Capítulo IV

## IV. RESULTADOS Y PROPUESTAS

### IV. I. Modelo I. Eficiencia técnica por unidad productora

OUTPUT: Producción de leche (l/vaca media)<sup>(\*)</sup>.

INPUTS: Consumo de alimento concentrado (kg MS/vaca).

Consumo de forrajes (kg MS/vaca).

#### IV.I.I. Resultados de eficiencia

Atendiendo a los resultados del modelo (cuadro IV.I.I.), las explotaciones del grupo en estudio tienen una eficiencia media del 74,71%, con un valor mínimo del 54,21% que corresponde a la explotación n° 9 y una desviación estándar de 13,74. El valor máximo de eficiencia (esto es 100%) corresponde a las explotaciones n° 3 y 31.

CUADRO IV.I.I. Resultados de eficiencia (%)  
Modelo I

N° explot.	Eficiencia %	N° explot.	Eficiencia %	N° explot.	Eficiencia %
1	80,6	14	90,68	27	68,18
2	78,79	15	84,47	28	68,32
3	100	16	64,27	29	74,75
4	73,55	17	61,57	30	97,05
5	61,79	18	62,05	31	100
6	80,18	19	72,76	32	64,17
7	81,45	20	66,10	33	65,42
8	57,82	21	98,76	34	62,63
9	54,21	22	61,23	35	60,81
10	89,59	23	54,21	36	60,2
11	88,14	24	84,83	37	67,51
12	71,06	25	90,21	38	94,49
13	65,98	26	81,33	media	74,71

Fuente: *Elaboración propia.*

(\*) Estimada como el cociente entre la producción total anual declarada y el número de vacas totales presentes en la explotación.

La media del índice obtenido (74,71%) es similar a los valores encontrados por Rusell y Young (73%) en Inglaterra; Ahmad y Bravo-Ureta (76%) en Estados Unidos; Brodersen y Thiele (79% en Alemania-oeste); Grasset (77%) en la Bretaña francesa.

Sin embargo, es alta si se compara con los resultados de otros estudios, tales como Belbase et al. (56%, USA); Kontos y Young (57%, Grecia); Manos y Psychoudakis (61%, Grecia); Campiotti (58%) en Italia, Thiele y Brodersen (51%) en la antigua Alemania del este.

Una razón puede ser el tamaño de la muestra y el sistema de elección, ya que los citados estudios fueron realizados sobre una muestra mayor obtenida por muestreo totalmente aleatorio. En contraposición, las explotaciones del presente trabajo se ha obtenido previa estratificación de la población en la provincia por tamaños (medido por el número de vacas), tomando un número representativo de explotaciones de cada estrato.

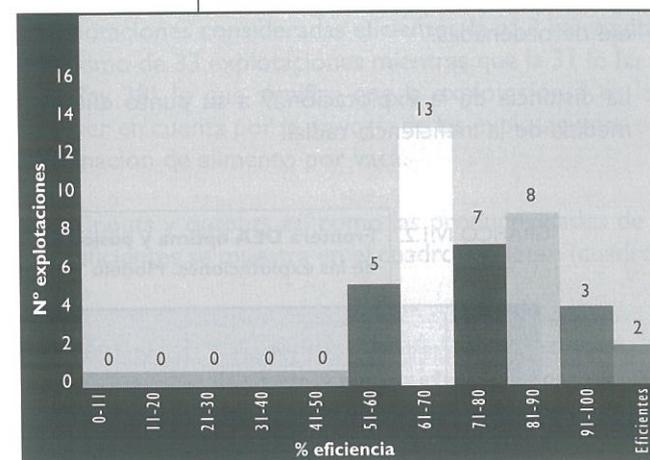
Al haber un mayor número de ellas en los estratos superiores, fueron encuestadas más explotaciones de éstos últimos, cuyos ganaderos tenían en general más experiencia y conocimiento del sector. Por esta razón, puede esperarse que exista una menor diversidad de situaciones y, por tanto, una eficiencia media mas alta que en los trabajos mencionados.

En Australia, los valores estimados por Fraser y Cordina (1999) fueron superiores (85,5%), en Nueva Zelanda, Jaforullah y Whiteman (1999) encontraron valores del 89%. Estos valores superiores pueden explicarse por el sistema de producción, en regadío, donde se ajusta más el aporte de forrajes a la ración de las vacas y por tanto, presentando menos ineficiencias, en general, respecto a este recurso.

La distribución de frecuencias absolutas de los valores de eficiencia obtenidos en el presente trabajo se muestra en el gráfico IV.1.1.

Como puede verse en este último gráfico, la mayor parte de las explotaciones, un 34,2% de ellas (13 explotaciones), se encuentran en el intervalo del 61 al 70% de eficiencia. Es de resaltar el hecho de que no existen explotaciones con eficiencia inferior al 50%.

GRÁFICO IV.1.1.

Distribución de los resultados de eficiencia.  
Modelo I.Fuente: *Elaboración propia.*

#### IV.1.2. Posición relativa respecto a la frontera óptima

En el gráfico IV.1.2. se muestra la frontera óptima estimada y la posición relativa de cada explotación de la muestra. Puede observarse que las explotaciones nº 3 y 31 son eficientes y como tal están situadas en la frontera DEA.

Analizando las características de estas explotaciones, se da la circunstancia de que la nº 3 asigna una mayor cantidad de forrajes debido fundamentalmente a que su abastecimiento procede en su totalidad de la propia explotación y de este modo reduce sus costes de alimentación. El concentrado es comprado en su totalidad.

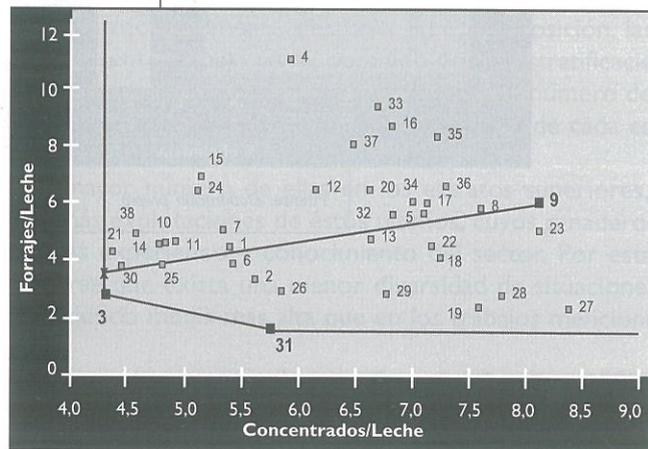
Por el contrario, la explotación 31, con una menor superficie en hectáreas, compra el 50% del forraje y el 100% del concentrado en el exterior, presentando un mayor ratio forraje/leche que la anterior. Estas son pues, las empresas pares a compararse el resto de las explotaciones.

Entre las explotaciones no situadas en la frontera, se destaca la explotación nº 9 como la más ineficiente (54,21%).

A la vista del gráfico, efectivamente ésta es la explotación que se encuentra más alejada de la frontera. Su proyección radial (al punto 0,0 de coordenadas) dará su posición en la frontera situada en el tramo paralelo al eje de ordenadas.

La distancia de la explotación 9 a su punto eficiente proyectado da la medida de la ineficiencia radial.

GRÁFICO IV.1.2. Frontera DEA óptima y posición relativa de las explotaciones. Modelo I



Fuente: *Elaboración propia.*

Sin embargo, puede verse que la explotación 3 también situada en la frontera aporta una menor cantidad de forrajes que la proyección óptima de la 9.

La distancia de este punto proyectado a la explotación 3 eficiente, dará la medida de la ineficiencia de holgura, que al ser combinación lineal tan solo de la explotación 3 será su par de referencia para estimarla con la segunda etapa del problema de programación lineal.

Este mismo análisis se ha realizado con todas las explotaciones ineficientes, encontrando holguras, sólo respecto a la explotación 3, en 29 de ellas.

Por el contrario, 7 explotaciones ineficientes tienen sus puntos proyectados entre ambas explotaciones óptimas y por tanto sólo presentan ineficiencia radial.

### IV.1.3. Características de las explotaciones eficientes

De las dos explotaciones consideradas eficientes, la nº 3 ha resultado ser el par más próximo de 33 explotaciones mientras que la 31 lo ha sido de tres ( nº 19, 27 y 28), lo que significa que la explotación 3 es la mejor referencia a tener en cuenta por la mayoría de las explotaciones en cuanto al uso y asignación de alimento por vaca.

Los valores de inputs y outputs así como las productividades de las dos explotaciones eficientes se muestra en el cuadro siguiente (cuadro V.1.2.).

CUADRO IV.1.2.

Características y ratios de productividad de las explotaciones eficientes. Modelo I

	Explotación 3	Explotación 31
Inputs: Concentrados	4.593 kg. MS/vaca	5.597 kg. MS/vaca
Forrajes	2.483 kg. MS/vaca	1.162 kg. MS/vaca
Outputs: Leche	10.345 l leche/vaca	9.545 l leche/vaca
RATIOS		
Concentrados/leche	0,44	0,59
Forrajes/Leche	0,24	0,12

Fuente: *Elaboración propia.*

A la vista de los ratios de productividad estimados respecto a cada input, puede observarse las diferencias entre ambas. Las dos explotaciones presentan un consumo de MS de alimento por vaca y litro de leche semejante (unos 0,70 kg), aunque con distinta asignaciones de forrajes y concentrados. Mientras que la explotación 3 aporta un mayor porcentaje de forrajes a la ración por litro de leche producido (35,3% del total de la ración), la explotación 31 aporta sólo un 16,9%.

Desde un punto de vista puramente técnico, ambas explotaciones son eficientes. Como existen diferencias en el precio de compra tanto de concentrados como de forrajes, así como distintas calidades de estos recursos, sería importante analizar también sus eficiencias económicas.

Esto significa incorporar la eficiencia en la adquisición de los inputs considerados en este análisis.

En un mercado competitivo, donde ninguna explotación tiene escala suficiente como para influir en los precios, es de esperar que las variaciones

de éstos sean poco importantes y probablemente las diferencias se deban más a la actitud de negociación del empresario que al sistema de producción propiamente dicho.

#### IV.1.4. Explotaciones ineficientes. Causas de ineficiencia y mejoras potenciales

Al igual que con las explotaciones eficientes, se han estimado los valores de productividad en función de cada input con las explotaciones ineficientes. Los resultados se muestran en el cuadro que figura a continuación (cuadro IV.1.3.):

CUADRO IV.1.3.

**Ratios de productividad de las explotaciones ineficientes. Modelo I**

Explotación	RATIOS	
	Concentrados Leche	Forrajes Leche
1	0.55	0.41
2	0.57	0.30
4	0.60	1.08
5	0.72	0.53
6	0.55	0.35
7	0.55	0.47
8	0.77	0.55
9	0.82	0.57
10	0.50	0.43
11	0.50	0.43
12	0.62	0.61
13	0.67	0.44
14	0.49	0.42
15	0.53	0.66
16	0.69	0.84
17	0.72	0.57
18	0.73	0.37
19	0.77	0.20
20	0.67	0.61
21	0.45	0.39
22	0.73	0.42
23	0.82	0.47
24	0.52	0.61
25	0.49	0.35
26	0.60	0.25
27	0.84	0.19
28	0.79	0.24
29	0.69	0.24
30	0.46	0.34
31	0.69	0.53
32	0.68	0.91
33	0.71	0.57
34	0.73	0.80
35	0.74	0.63
36	0.66	0.78
37	0.47	0.46

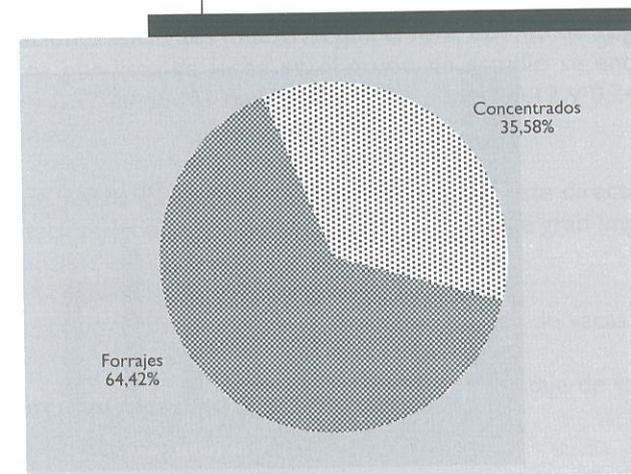
Fuente: *Elaboración propia.*

Como media estas explotaciones consumen 1,14 kg de MS total por vaca y litro de leche, es decir un 38,5% más que las eficientes. Puede observarse como las explotaciones 19, 27 y 28 aportan un porcentaje de forrajes a la ración más parecido a la explotación 31 (20,6%, 18,4% y 23,3%, respectivamente), es por lo que ésta última ha sido considerada su mejor par de referencia.

En el gráfico IV.1.3. se presenta la contribución a la ineficiencia de cada uno de los factores considerados (kg MS concentrados/vaca y kg MS forrajes/vaca).

GRÁFICO IV.1.3.

**Contribución a la ineficiencia de las variables inputs. Modelo I**



Fuente: *Elaboración propia.*

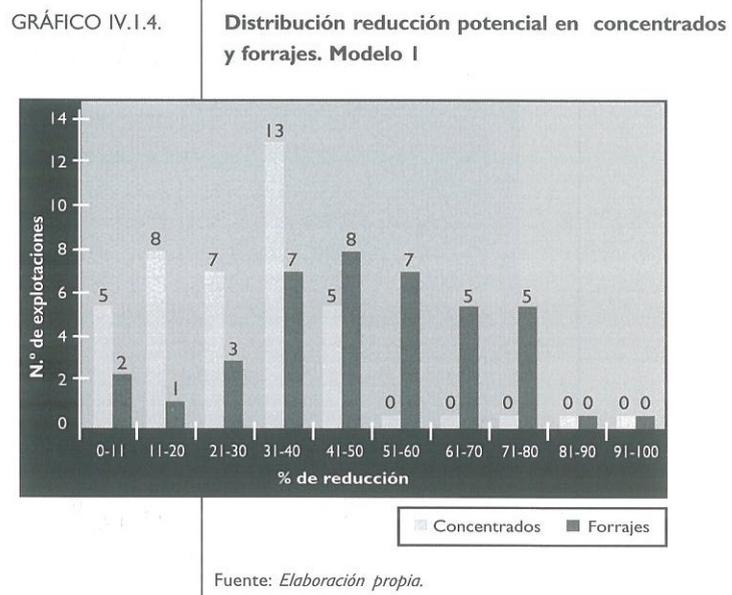
A la vista de este gráfico IV.1.3., queda patente que el recurso más excedentario y principal causa de ineficiencia es el forraje representado por la paja, el heno, el silo y el suministrado en mezcla con el concentrado.

Este aspecto puede explicarse, en primer lugar por el origen de dichos recursos, mientras que unas explotaciones lo producen internamente otras se ven obligadas a adquirirlos en el exterior. Obviamente las que lo producen tiene sólo imputado un coste de producción.

En segundo lugar puede deberse a los precios de los forrajes en el mercado, notablemente más bajos que el de los concentrados, por lo que en general todas las explotaciones tienden a ajustar más su aporte en la ración a efectos de reducir sus costes de alimentación.

Este resultado es similar al obtenido por Kairon, Singh y Singh (1995), en la India, aconsejándose la reducción del aporte de forraje a favor de una mejor asignación del concentrado a fin de incrementar la productividad/vaca en la región estudiada.

En el gráfico IV.1.4. se representa, la distribución porcentual de la reducción potencial en concentrados y forrajes en las explotaciones ineficientes.



Con respecto a los concentrados, el porcentaje de reducción máxima a realizarse por las explotaciones ineficientes es del 50%, habiendo 5 explotaciones en el intervalo del 41 al 50%. La mayoría de las explotaciones están comprendidas en el intervalo entre el 31 y el 40% de reducción.

Con respecto a los forrajes, la reducción potencial máxima se eleva al 80%, habiendo 5 explotaciones en el intervalo entre el 71 y el 80%. A diferencia que en los concentrados, 8 de las explotaciones ineficientes deben reducirlos entre un 41 y un 50%.

#### IV.1.5. Conclusiones del primer modelo

1. La eficiencia técnica de las explotaciones analizadas, respecto a la variable alimentación, es superior al 74%, por lo que puede considerarse alta.
2. La principal causa de ineficiencia, el 65%, es debida a un exceso en el aporte de forraje en la ración.
3. La reducción potencial a realizarse respecto a este insumo es del 45,24% como media entre las explotaciones, con un rango comprendido entre cero y el 80%, mientras que la reducción de concentrados debe realizarse en un 24,76%, con un rango comprendido entre cero y el 50%, según explotación.
4. Las explotaciones eficientes muestran que el nivel óptimo de asignación de alimentos por litro de leche en el grupo de estudio se encuentra entre 0,44 y 0,59 kg de MS de concentrados y entre 0,12 y 0,24 kg de MS de forrajes.
5. No obstante, previa a una toma de decisiones que afecte directamente a la alimentación, deben considerarse otros aspectos de gran importancia como posible causa de esta ineficiencia. Entre ellos:
  - la propia estructura del hato lechero (porcentaje de vacas de primer parto y secas).
  - el manejo reproductivo (días en lactación, porcentaje de vacas reproductoras, etc.).
  - la sanidad, etc.

Todas estas cuestiones conducirían a una menor productividad por vaca y como consecuencia se esperaría una menor eficiencia global en el uso de alimentos.

## IV.2. Modelo 2. Eficiencia técnica y de escala de las explotaciones

OUTPUT: Producción total de leche (litros).  
 INPUTS: Coste de amortización total (ptas).  
 Coste mano de obra total (ptas).

### IV.2.1. Resultados de eficiencia

CUADRO IV.2.1. Resultados de eficiencia (%). Modelo 2

Nº explot.	Eficiencia CRS %	Eficiencia VRS %	Eficiencia	Escala (%)
1	63.95	76.38	83.73	drs
2	75.3	77.9	96.66	irs
3	76.36	78.04	97.85	irs
4	74.27	85.89	86.47	irs
5	64.89	93.81	69.17	irs
6	81.03	100	81.03	drs
7	58.89	67.76	86.91	irs
8	66.19	91.34	72.47	irs
9	100	100	100	---
10	53.42	86.33	61.88	irs
11	91.15	93.48	97.51	irs
12	61.54	90.13	68.28	irs
13	100	100	100	---
14	43.86	51.15	85.75	irs
15	46.46	63.04	73.70	irs
16	41.73	100	41.73	drs
17	55.85	75.85	73.63	irs
18	44.59	57	78.23	irs
19	71.54	97.49	73.38	irs
20	88.71	100	88.71	drs
21	46.11	69.71	66.15	irs
22	62.55	84.34	74.16	irs
23	34.13	44.61	76.51	irs
24	44.38	50.81	87.35	irs
25	49.86	100	49.86	drs
26	42.87	59.16	72.46	irs
27	70.44	73.21	96.22	irs
28	70.22	100	70.22	irs
29	36.15	52.22	69.23	irs
30	53.71	81.42	65.97	irs
31	54.37	64.88	83.80	irs
32	31.98	100	31.98	irs
33	60.64	86.96	69.73	irs
34	27.19	33.56	81.02	irs
35	49.09	60.82	80.71	irs
36	100	100	100	---
37	53.92	62.7	86.00	irs
38	64.17	66.15	97.01	irs
media	60,83	78,32	78,30	

drs = rendimientos de escala decreciente.  
 irs = rendimientos de escala creciente.  
 --- = rendimientos de escala constante = explotaciones eficientes a CRS y VRS.  
 Fuente: *Elaboración propia.*

El primer aspecto a resaltar en estos resultados es que a rendimientos de escala constante el valor de la eficiencia técnica media y de cada explotación es menor o igual que a rendimientos de escala variable.

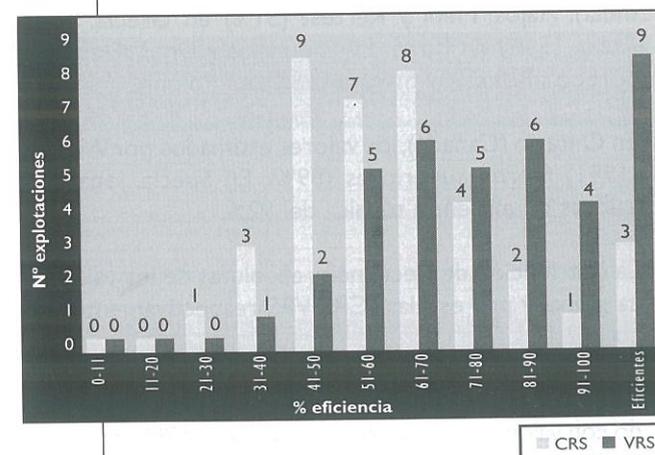
Esto refleja el hecho que bajo el supuesto de rendimientos de escala variable, las explotaciones son comparadas únicamente con aquellas que tengan un tamaño similar, descontando por tanto, de la eficiencia técnica, las posibles ineficiencias debidas a la escala. De este modo la eficiencia técnica global (medida a CRS) queda desglosada en eficiencia técnica "pura" y eficiencia de escala (resultado del análisis a VRS).

Así, en el cuadro IV.2.1. puede verse que la eficiencia media de asignación de mano de obra e instalaciones sin considerar las distintas escalas (modelo CRS) es del 60,83%, encontrando sólo tres explotaciones (nº 9, 13 y 36) 100% eficientes, lo que supone el 8% del grupo.

Esta cifra asciende al 24% de las explotaciones en la medida por escalas, dando un valor de eficiencia técnica medio del 78,32%. La explotación más ineficiente es la nº 34, siendo los desvíos estándares del 19,03 y 18,81 respectivamente.

GRÁFICO IV.2.1.

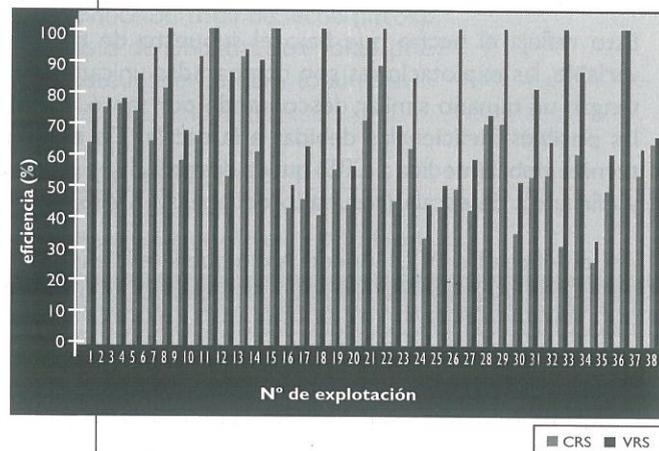
Distribución de los resultados de eficiencia a CRS y VRS. Modelo 2



Fuente: *Elaboración propia.*

GRÁFICO IV.2.2.

**Diferencia de los resultados de eficiencia a CRS y VRS. Modelo 2**



Fuente: *Elaboración propia.*

La media del índice de eficiencia técnica obtenido por escalas (78,32%) es similar a los valores encontrados por Wolf y Lehmann (80%) en Suiza; Tauer y Lordkipanidze (76%) en Estados Unidos; González, Álvarez y Arias (78% en Asturias, España).

Sin embargo, es alta si se compara con los resultados de otros estudios, tales como Cloutier y Rowley (42%, en Quebec, Canadá); Coelli (29%, India); Hajos, Mehi y Kertest (51%) en Grecia; Kudryashov, Mindrin y Rodin (54%) en Rusia; Psychoudakis y Dimitriadou (69%) en Macedonia (Grecia); Rusielik y Switlyk (65%) en Polonia.

En Ontario (Canadá), los valores estimados por Weersink, Turvey y Godah (1991) fueron superiores (89%). En Suecia, Jonasson (1996) encontró valores de eficiencia técnica del 92%.

La distribución de frecuencias absolutas de los valores de eficiencia técnica global y por escalas (CRS, VRS respectivamente) aparecen en el gráfico IV.2.1.

Se muestra que la mayoría de las explotaciones de la muestra están operando con valores de eficiencia entre el 41 y el 70% cuando no se consideran las distintas escalas en las que operan. Existen sin embargo pocas diferencias entre explotaciones de igual escala, con valores de eficiencia en la mayoría comprendidos entre el 71 y el 100% de índices de eficiencia.

Las diferencias entre la eficiencia global (CRS) y la medida por escalas (VRS) de cada explotación se muestra en el gráfico IV.2.2. La media de la eficiencia de escala, medida como la diferencia de los valores obtenidos a CRS y VRS, es del 78,30% con un mínimo correspondiente a la explotación nº 32. Este valor es inferior al encontrado en Suecia por Jonasson (1996), que estimó valores de eficiencia de escala del 97%.

Cabe destacar que si bien sólo el 8% de las explotaciones operan con rendimientos de escala constante (eficiencia técnica y de escala del 100%), la eficiencia de escala supera el 80% en la mitad de los casos, lo que permite deducir que las ineficiencias técnicas en la muestra son debidas fundamentalmente a la incorrecta asignación de inputs (exceso de inversiones y mano de obra) más que a un tamaño inadecuado de la explotación medida por el total de leche producida. Cinco explotaciones presentan rendimientos decrecientes (drs): nº 1, 6, 16, 20 y 25, siendo éstas las de mayores inversiones de capital en instalaciones y equipos (ver gráfico IV.2.3.). Las 30 explotaciones restantes presentan rendimientos crecientes de escala (irs).

La distribución de los índices de eficiencia técnica global, por escalas de producción y la eficiencia de escala aparecen en el cuadro IV.2.2.

De las explotaciones analizadas se destacan la nº 6, 16, 20, 25, 28 y 32, ineficientes a CRS pero eficientes técnicamente de acuerdo a sus escalas.

CUADRO IV.2.2.

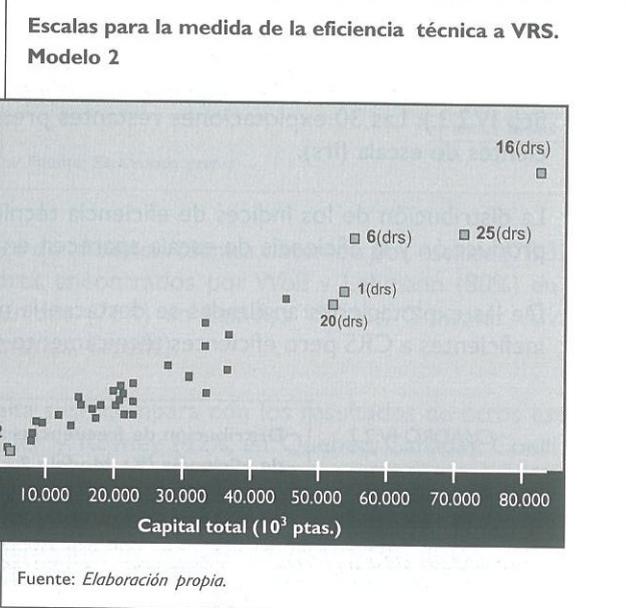
**Distribución de frecuencias absolutas de los índices de eficiencia (%). Modelo 2**

Intervalo de eficiencia (%)	% de explotaciones		
	Eficiencia técnica global	Eficiencia por escalas	Eficiencia de escala
0-10	0	0	0
11-20	0	0	0
21-30	3	0	0
31-40	8	3	3
41-50	24	5	5
51-60	18	13	0
61-70	21	16	21
71-80	11	13	21
81-90	5	16	29
91-100	3	11	13
eficientes	8	24	8
TOTAL	100	100	100

Fuente: *Elaboración propia.*

Esto permite concluir, en principio, que dichas explotaciones asignan correctamente sus recursos a sus niveles de producción, pero que existen otras que, operando con escalas distintas son capaces de obtener mayor productividad por cada peseta invertida en mano de obra e instalaciones. Por otro lado, este resultado es cuestionable en cuatro de las explotaciones mencionadas: nº 6, 16, 25 y 32, puesto que, tal y como se muestra en el gráfico IV.2.3., dichas explotaciones son las únicas en sus respectivas escalas, no habiendo otras de referencias frente a las cuales medir sus eficiencias técnicas relativas "intraescala". Es por lo que dan 100% de eficiencia técnica a VRS.

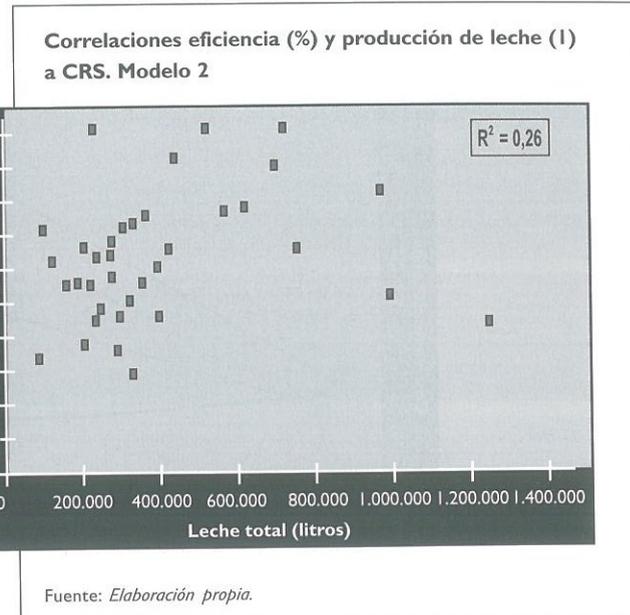
GRÁFICO IV.2.3.



Por otro lado, para valorar si la eficiencia técnica de una explotación a CRS, considerando las variables del modelo, tiene alguna relación con el tamaño de explotación (medida por la producción total de leche) se decidió estimar su correlación (gráfico IV.2.4.).

Los resultados de esta correlación fue baja ( $R^2 = 0,26$ ); lo que indica que pueden ser eficientes asignando mano de obra e instalaciones tanto explotaciones muy grandes como explotaciones pequeñas, no siendo el tamaño o la escala de producción (medida en litros totales/año) una causa directa de ineficiencia.

GRÁFICO IV.2.4.



A continuación se analizan de forma más detallada los resultados de la eficiencia técnica global y pura del presente modelo 2.

#### IV.2.2. Posición relativa respecto a la frontera óptima CRS

El análisis a rendimientos de escala constante permite exponer los resultados gráficamente en el gráfico IV.2.5., donde se refleja la posición relativa de todas las explotaciones respecto a la frontera DEA.

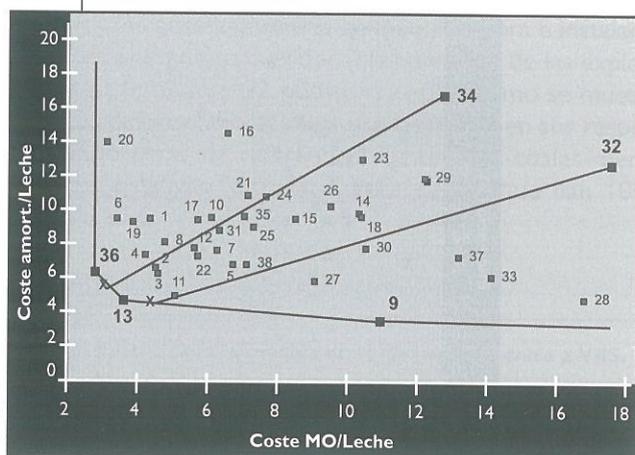
El índice de coste de amortización total/Leche producida se presenta en el eje de ordenadas y el coste de mano de obra (MO)/Leche producida en el eje de abscisas.

Las explotaciones nº 9, 13 y 36, las mejores del total del grupo, están situadas en la frontera técnica estimada. La interpretación de este gráfico es semejante a la del modelo 1.

Las explotaciones más alejadas de la frontera son las más ineficientes, en términos relativos, en cuanto a la transformación de sus inputs en output (explotaciones 32 y 34, por ejemplo).

GRÁFICO IV.2.5.

Frontera DEA óptima y posición relativa de las explotaciones. Modelo 2



Fuente: *Elaboración propia.*

Con respecto a las explotaciones eficientes, se destaca la explotación 9, en la frontera por su baja asignación relativa del input de inversiones, compensada con una asignación mayor de la mano de obra, superior a la mayoría de las explotaciones estudiadas.

### IV.2.3. Características de las explotaciones eficientes a CRS

En el cuadro IV.2.3. siguiente se muestran las características técnicas de las explotaciones eficientes a CRS: sus valores de inputs y output y de los ratios input/output que han permitido definir la frontera.

Se observa que, efectivamente, la explotación 9 define la frontera eficiente por ser la de menor coste de amortización por litro de leche producido, con un coste de mano de obra superior a muchas de las explotaciones de la muestra.

La explotación 36 la define por ser la de menor coste de mano de obra y, finalmente la nº 13 por tener la menor asignación global de inputs por litro de leche producido (ver cuadro IV.2.3. y gráfico IV.2.5.).

CUADRO IV.2.3.

Características y ratios de productividad de las explotaciones eficientes CRS. Modelo 2

Explotación 9	Inputs:	Coste amortización total	613.091 ptas.	RATIOS
		Coste mano obra total	2.200.000 ptas.	Amortización/leche 3,09
	Outputs:	Leche producida total	198.600 l.	Mano obra/Leche 11,08
Explotación 13	Inputs:	Coste amortización total	3.066.697 ptas.	RATIOS
		Coste mano obra total	2.586.000 ptas.	Amortización/leche 4,31
	Outputs:	Leche producida total	710.800 l.	Mano obra/Leche 3,64
Explotación 36	Inputs:	Coste amortización total	2.985.774 ptas.	RATIOS
		Coste mano obra total	1.405.000 ptas.	Amortización/leche 5,92
	Outputs:	Leche producida total	504.190 l.	Mano obra/Leche 2,79

Fuente: *Elaboración propia.*

### IV.2.4. Características de las explotaciones eficientes a VRS

Las explotaciones eficientes a CRS, lógicamente también lo son a VRS encontrándose eficientes además, según este último modelo, otras explotaciones: la nº 6, 16, 20, 25, 28 y 32, cuyas características (valores de inputs y output y ratios input/output) se muestran en el cuadro IV.2.4.

Las explotaciones nº 6 y 20 han resultado eficientes por su bajo coste de mano de obra por litro producido, mientras que la nº 28 lo ha sido por su coste de amortización/litro.

La explotación nº 25 resultó eficiente en el modelo a VRS por tener los costes por litro más bajos en relación a sus compañeras de escala, en tanto que la nº 26 y 32 lo fueron por no tener referencia de comparación en sus respectivas escalas (1.262.000 y 46.595 litros/año, respectivamente).

CUADRO IV.2.4.

**Características y ratios de productividad de las explotaciones eficientes VRS. Modelo 2**

Explotación	Inputs		RATIOS	
	Explotación 6	Coste amortización total	8.900.058 ptas.	Amortización/leche
	Coste mano obra total	3.340.000 ptas.	Mano obra/Leche	3,44
	Outputs: Leche producida total		971.190 L.	
Explotación 16	Coste amortización total	17.881.336 ptas.	Amortización/leche	14,17
	Coste mano obra total	8.440.000 ptas.	Mano obra/Leche	6,69
	Outputs: Leche producida total		1.262.000 L.	
Explotación 20	Coste amortización total	9.354.428 ptas.	Amortización/leche	13,60
	Coste mano obra total	2.160.000 ptas.	Mano obra/Leche	3,14
	Outputs: Leche producida total		687.600 L.	
Explotación 25	Coste amortización total	8.587.366 ptas.	Amortización/leche	8,63
	Coste mano obra total	7.404.000 ptas.	Mano obra/Leche	7,44
	Outputs: Leche producida total		995.100 L.	
Explotación 28	Coste amortización total	276.126 ptas.	Amortización/leche	4,40
	Coste mano obra total	1.080.000 ptas.	Mano obra/Leche	17,20
	Outputs: Leche producida total		62.807 L.	
Explotación 32	Coste amortización total	578.558 ptas.	Amortización/leche	14,42
	Coste mano obra total	838.000 ptas.	Mano obra/Leche	17,98
	Outputs: Leche producida total		46.595 L.	

Fuente: *Elaboración propia.***IV.2.5. Explotaciones ineficientes. Causas de ineficiencia y mejoras potenciales**

Al igual que con las explotaciones eficientes, en el cuadro IV.2.5. se muestran los valores de los ratios de las ineficientes.

Tanto a CRS como a VRS, el exceso de mano de obra y de inversiones, cuantificados por sus costes, contribuyen por igual a la ineficiencia (gráficos IV.2.6. y IV.2.7.), por lo que, desde un punto de vista estrictamente técnico, deberían corregirse ambos factores reduciéndolos en un porcentaje similar.

Estos valores son semejantes a los encontrados por Batesse y Coelli (1992) en explotaciones lecheras de la India, estableciendo que tanto la mano de obra como el capital (en el caso de estos autores, capital tierra), contribuyen por igual a la ineficiencia. Obtuvieron valores medios del 45-56% de eficiencia.

CUADRO IV.2.5.

**Ratios de productividad de las explotaciones ineficientes Modelo 2**

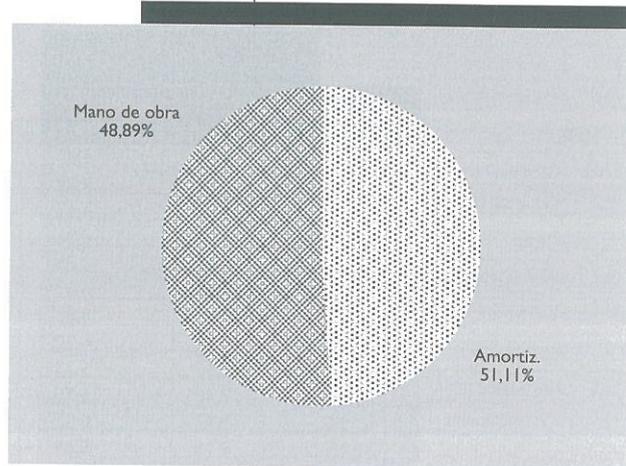
Explotación	RATIOS	
	Coste Az/Leche	Coste MO/Leche
1	9,17	4,41
2	6,22	4,57
3	5,91	4,63
4	6,98	4,28
5	6,45	6,85
7	7,30	6,37
8	7,78	4,83
10	9,23	6,20
11	4,55	5,13
12	7,40	5,70
14	9,47	10,55
15	9,15	8,69
17	9,07	5,80
18	9,28	10,61
19	8,94	3,90
21	10,54	7,26
22	6,93	5,80
23	12,66	10,65
24	10,42	7,83
26	9,87	9,71
27	5,46	9,25
29	11,54	12,49
30	7,39	10,74
31	8,41	6,44
33	5,74	14,44
34	16,51	13,04
35	9,24	7,17
37	6,91	13,48
38	6,47	7,26

Fuente: *Elaboración propia.*

La reducción potencial del coste de mano de obra y amortizaciones de media en la muestra según las especificaciones a CRS y VRS, se presentan en el cuadro IV.2.6.

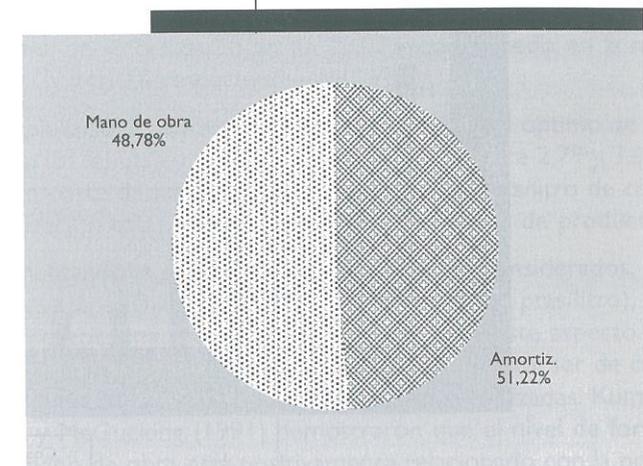
En los gráficos IV.2.8. y IV.2.9. se muestran los porcentajes de reducción (distribución de frecuencias absolutas) potencial a realizarse para cada tipo de input considerado en las explotaciones ineficientes, asumiendo CRS y VRS.

GRÁFICO IV.2.6. Contribuciones a la ineficiencia Modelo 2. CRS



Fuente: *Elaboración propia.*

GRÁFICO IV.2.7. Contribuciones a la ineficiencia. Modelo 2. VRS



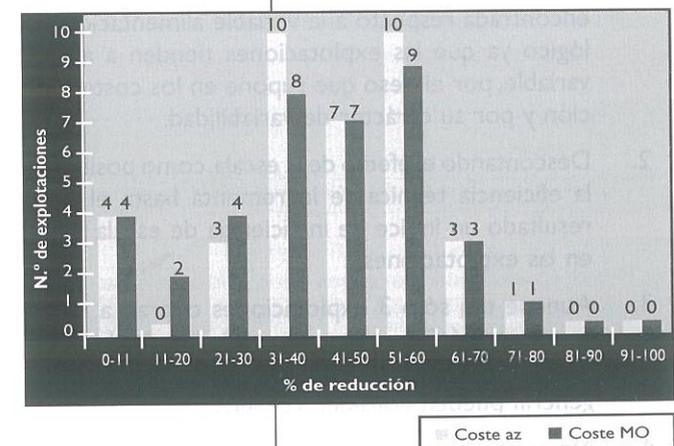
Fuente: *Elaboración propia.*

CUADRO IV.2.6. Reducción potencial del coste de mano de obra y amortización (%)

	CRS	VRS
Coste mano obra (ptas)	19,15	10,58
Coste amortización (ptas.)	20,02	11,10

Fuente: *Elaboración propia.*

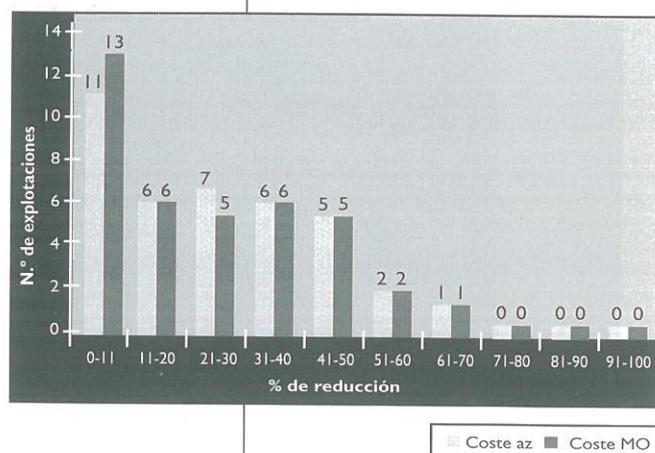
GRÁFICO IV.2.8. Distribución de la reducción potencial del coste de az y la mano de obra. CRS



Fuente: *Elaboración propia.*

GRÁFICO IV.2.9.

Distribución de la reducción potencial del coste de az y la mano de obra. VRS



Fuente: *Elaboración propia.*

#### IV.2.6. Conclusiones del segundo modelo

1. La eficiencia técnica global (modelo a CRS) de las explotaciones respecto a las variables coste de amortización y mano de obra es cercana al 70%, por lo que puede considerarse alta, aunque inferior a la encontrada respecto a la variable alimentación. Este aspecto resulta lógico ya que las explotaciones tienden a ajustar más esta última variable, por el peso que supone en los costes totales de la explotación y por su carácter de variabilidad.
2. Descontando el efecto de la escala, como posible causa de ineficiencia, la eficiencia técnica se incrementa hasta el 78%, lo que da como resultado un índice de ineficiencia de escala del 21,7% como media en las explotaciones.
3. Aunque tan sólo 3 explotaciones operan a rendimientos de escala constantes (eficientes en escala), la mitad de las explotaciones lo hacen con una eficiencia de escala superior al 80%, por lo que en general pueden considerarse alta.
4. No existe correlación importante ( $r^2 = 0,26$ ) entre la eficiencia técnica y el nivel de producción, dependiendo por tanto de la asignación de los recursos input por litro de leche producido.

5. Desde un punto de vista técnico, el exceso de mano de obra y de inversiones (cuantificados por sus costes) contribuyen en porcentajes similares a la ineficiencia, como media en la muestra, mejorando su valor mediante la reducción del coste de mano de obra en un 19,15% y del coste de amortización en un 20,02% como media en la muestra (10,58% y 11,10%, respectivamente a VRS).
6. Las explotaciones eficientes muestran que el nivel óptimo de asignación de los inputs considerados se encuentra entre 2,79 y 3,64 ptas/litro de coste de mano de obra y, 3,09 y 4,40 ptas/litro de coste de amortización total, independientemente del nivel de producción.
7. Incrementando la productividad de los inputs considerados, logrará reducirse su asignación hasta su nivel óptimo (en ptas/litro), sin que sea necesario una reducción de su valor total. Este aspecto resulta importante en la mano de obra, dada su rigidez por ser de carácter familiar en la mayoría de las explotaciones analizadas. Kumbhakar, Ghost y McGucking (1991) demostraron que el nivel de formación de la mano de obra está positivamente relacionado con la productividad y eficiencia técnica, por lo que podría fomentarse este aspecto. Por otro lado Maietta en Italia (1998) encontró que la eficiencia de la mano de obra estaba correlacionada negativamente con la edad del productor, por disminuir la productividad/UTA (en horas) a mayor edad de la mano de obra.

### IV.3. Modelo 3. Eficiencia global económica y de escala de las explotaciones

Tras realizar un diagnóstico técnico de la muestra, analizando la asignación más conveniente de los principales inputs: alimentación, mano de obra, equipos e instalaciones, se analizan las explotaciones con un criterio económico considerando márgenes de explotación y rentabilidades logradas.

Este nuevo análisis engloba los siguientes apartados:

- Análisis de la rentabilidad económica alcanzada por las explotaciones en estudio, a partir de sus márgenes de explotación y disponibilidades de capital.
- Medida de la eficiencia económica de las explotaciones rentables según el criterio de maximización del output asumiendo fijos los inputs, siendo:

OUTPUT: Margen de explotación.

INPUTS: Capital tierra.

Capital ganado.

Resto de capitales (equipos, edificios, circulante).

- Caracterización técnico-económica de las explotaciones y diagnóstico de las principales causas de ineficiencia.
- Establecimiento de un patrón de escalas de referencia considerando las eficientes tal que, maximizando los márgenes de explotación, permitan alcanzar niveles de rentabilidad que justifiquen la inversión de tiempo, capital y riesgo (coste de oportunidad, riesgo del sector y del negocio).

Finalmente, en base a los resultados obtenidos en los modelos 1, 2 y 3, se propondrán alternativas de mejora en las explotaciones:

- Maximizando los márgenes de explotación de las ineficientes tal que sea optimizada la inversión efectuada en cada una (capitales).
- Reduciendo los capitales asignados en las ineficientes adecuándolas a su nivel de ingresos y estructura de costes.
- Incrementando marginalmente la escala de producción (capitales y márgenes) en las ya eficientes tal que les permita incrementar las rentabilidades logradas.

### IV.3.1. Valores de rentabilidad económica (RE)

El desarrollo del diagrama de *Dupont* permitió obtener los valores de rentabilidad económica de cada una de las 38 explotaciones a partir de sus márgenes y activos disponibles (fijo y circulante). Se muestran en el cuadro IV.3.1.

CUADRO IV.3.1.

Valores de rentabilidad económica (RE)

Nº explot	Eficiencia %	Nº explot.	Eficiencia %
1	26,60	20	1,22
2	3,40	21	13,73
3	42,41	22	21,11
4	18,45	23	-1,72
5	-0,23	24	14,03
6	27,21	25	22,93
7	9,08	26	7,73
8	4,26	27	-2,54
9	-10,43	28	-1,66
10	14,44	29	16,54
11	21,58	30	0,29
12	11,31	31	34,66
13	5,71	32	-6,67
14	16,37	33	-6,27
15	28,53	34	1,42
16	-1,24	35	16,18
17	-0,22	36	7,68
18	4,09	37	-6,46
19	12,94	38	7,74

Fuente: Elaboración propia.

Los valores negativos de rentabilidad en 10 de las explotaciones (nº 5, 9, 16, 17, 23, 27, 28, 32, 33 y 37) muestran el elevado grado de ineficiencia en el que operan, con costes superiores a los ingresos percibidos en su actividad y por tanto con pérdidas (cuadro IV.3.2.).

CUADRO IV.3.2.

## Explotaciones con márgenes negativos

Nº	Nº vacas	Leche	Leche/vaca	CMT	IMT/litro	Resultado/litro
32	8,0	46.595	5.824	59,41	47,14	-12,26
28	12,5	62.807	5.025	56,17	53,18	-2,99
33	18,5	86.960	4.701	65,40	54,74	-10,66
37	23,0	153.553	6.676	59,44	50,21	-9,24
5	28,0	172.190	6.150	47,53	47,20	-0,33
9	39,0	198.600	5.092	58,45	52,03	-6,42
17	36,5	246.895	6.764	46,88	46,60	-0,28
23	45,0	261.500	5.811	60,62	58,23	-2,39
27	47,0	278.825	5.932	50,22	47,92	-2,29
16	167,5	1.262.000	7.534	46,49	45,59	-0,90

CMT = coste medio total  
 IMT = ingreso medio total  
 Fuente: *Elaboración propia.*

La distribución por comarcas se muestra en el cuadro IV.3.3.

CUADRO IV.3.3.

## Distribución de las explotaciones negativas por comarcas

	Pedroches	Las Colonias	Campaña Baja
Nº explot. Con RE negativa	4	4	2
Nº total de explotaciones	27	7	4
% de negativas	14,8%	57,1%	50%
Media de RE	11,9%	4,9%	4,9%

Fuente: *Elaboración propia.*

El primer paso a dar a la hora de corregir la ineficiencia de estas explotaciones es estimar su escala mínima de producción atendiendo a su estructura de costes.

Se expresa en número de vacas (supuesto se mantiene la misma productividad/vaca) y en productividad/vaca (supuesto se mantiene el nº de vacas). Estos resultados se exponen en el cuadro IV.3.4.

El aumento de la productividad es la mejora más importante a realizar, lo que exige una utilización eficiente de todos los insumos del sistema. Con ello se lograría reducir los costes unitarios de producción logrando mayores márgenes.

CUADRO IV.3.4.

## Umbral de rentabilidad

Nº	Nº vacas	UMBRAL (vacas)	Leche/vaca	UMBRAL (litros/vaca)
5	28	29	6.150	6.366
9	39	68	5.092	8.912
16	168	181	7.534	8.146
17	37	38	6.764	6.953
23	45	50	5.811	6.520
27	47	58	5.932	7.276
28	13	15	5.025	5.833
32	8	20	5.824	14.302
33	19	33	4.701	8.289
37	23	43	6.676	12.595

Fuente: *Elaboración propia.*

Dada la elevada productividad necesaria en las explotaciones nº 32 y 37, además deben reducir necesariamente sus costes fijos.

El aumento del número de vacas, manteniendo el nivel de productividad, es otra opción posible siempre y cuando no vaya acompañado de un aumento en los costes fijos (caso de infrautilización de instalaciones, por ejemplo). KwangSeok, JaeHwam et al. (1998) obtuvieron resultados semejantes con explotaciones lecheras de la República de Corea, aconsejando el aumento del número de efectivos en aquéllas que presentaban altos costes fijos unitarios debido a la infrautilización de sus equipos.

La última opción consiste en reducir costes fijos (CF) supuesto su uso ineficiente, manteniendo el número de efectivos y la productividad/vaca (cuadro IV.3.5.).

El tratamiento conjunto de ambas opciones: aumento de la productividad y reducción de costes fijos (CF) a su nivel adecuado permitiría incrementar notablemente los márgenes y rentabilidad de estas explotaciones.

Puesto que estas explotaciones son ya altamente ineficientes, serán eliminadas en el nuevo modelo de medida de eficiencia, centrándose tan sólo en las rentables, a fin de lograr los objetivos planteados inicialmente.

Una vez definido el rango de escalas óptimo se propondrán estrategias de mejora individualizadas.

CUADRO IV.3.5.

## Porcentaje de reducción de CF

N°	CF	CFmáx. soportable	% reducción CF
5	1.659.000	1.602.623	3,40
9	2.973.500	1.699.108	42,86
16	15.142.700	14.006.469	7,50
17	2.563.590	2.494.047	2,71
23	5.748.900	5.123.780	10,87
27	3.464.250	2.824.654	18,46
28	1.354.900	1.167.103	13,86
32	964.000	392.569	59,28
33	2.140.250	1.213.660	43,29
37	3.017.700	1.599.563	46,99

Fuente: *Elaboración propia.*

### IV.3.2. Resultados de eficiencia de las explotaciones rentables

La eficiencia media considerando el total de las explotaciones rentables (modelo CRS) fue del 49,51%, con un valor mínimo del 1,1% correspondiente a la explotación n° 30 y una desviación estándar de 30,21 (cuadro IV.3.6.). El valor máximo de eficiencia corresponde a las explotaciones 3, 15 y 29.

Puesto que cabe esperarse que las explotaciones presenten distintas escalas de operación, se plantea un segundo análisis (modelo VRS) tal que la eficiencia sea medida comparando cada explotación sólo con las de su misma escala o tamaño y de este modo poder diferenciar las ineficiencias debida a la técnica (asignación inadecuada de capitales) de las debidas a la escala o tamaño.

Así, en este modelo VRS la eficiencia puramente técnica, eliminado el efecto de la escala, resultó ser del 59,62%, con un valor mínimo del 1,99% (explotación n° 30) y una desviación estándar de 34,10. Además de las anteriores mencionadas (las mejores del total del grupo analizado), las explotaciones n° 6, 25, y 31 resultaron las más eficientes técnicamente en sus respectivas escala.

CUADRO IV.3.6.

## Resultados de eficiencia (%). Modelo 3

N° explot.	Eficiencia CRS%	Eficiencia VRS%	Eficiencia Escala (%)
1	70,01	99,49	70,37 drs
2	12,03	12,17	98,85 irs
3	100	100	100 —
4	55,08	65,7	83,84 irs
6	75,49	100	75,49 drs
7	39,78	59,16	67,24 irs
8	15,99	23,61	67,73 irs
10	51,33	82,01	62,59 irs
11	60,94	64,51	94,47 irs
12	52,63	87,11	60,42 irs
13	16,27	18,07	90,04 irs
14	47,36	58,75	80,61 irs
15	100	100	100 —
18	21,37	34,32	62,27 irs
19	44,17	56,45	78,25 irs
20	3,76	4,44	84,68 drs
21	59,39	85,18	69,72 irs
22	64,46	94,31	68,35 irs
24	50,48	53,32	94,67 irs
25	94,38	100	94,38 drs
26	45,16	47,19	95,70 irs
29	100	100	100 —
30	1,1	1,99	55,28 irs
31	90,55	100	90,55 irs
34	7,49	7,9	94,81 drs
35	48,57	49,08	98,96 irs
36	21,78	25,58	85,14 irs
38	36,71	38,99	94,15 irs
media	49,51	59,62	82,81

drs = rendimientos de escala decreciente.

irs = rendimientos de escala creciente.

— = rendimientos de escala constante = explotaciones eficientes a CRS y VRS.

Fuente: *Elaboración propia.*

La media del índice de eficiencia técnico-económica obtenido por escalas (59,62%) es similar a los valores encontrados por Tauer (1993) en el estado de Nueva York (67%); Hallam y Machado (1996) en Portugal (60-70%). Heshmati y Kumbhakar (1994) por su parte encontraron en Suecia valores del 53%.

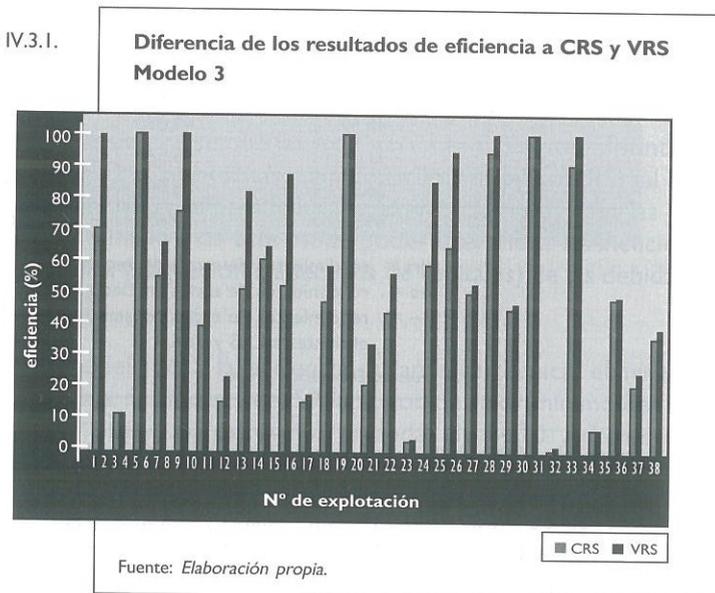
Sin embargo, es alta si se compara con los resultados de otros estudios, tales como Singh, Bhatnagar y Singh (4%, en Haryana, India); Mathijs, Dries, Doucha y Swinnen (45%, Chequia); Raghbendra, Punnet et al. (41% en Punjab, India).

En Finlandia los valores estimados por Eskelinen en 1996 fueron superiores (86%). En Holanda, Berentsen, Giesen y Renkema (1997) encontraron valores de eficiencia técnica del 81%; Tauer en Nueva York (1998) encontró también valores superiores cifrándose en el 89%.

Bravo-Ureta y Rieger (1991) aplicando el método de fronteras estocásticas a un modelo semejante encontró en Estados Unidos valores del 76%. También encontraron valores superiores Jaforullah y Whiteman (1999) en Nueva Zelanda (89%) y Fraser y Cordina (1999) en Australia (90,5%).

La eficiencia de escala, dada como el cociente entre los valores de eficiencia técnica obtenida en el modelo CRS y la eficiencia técnica pura del modelo VRS, resultó del 82,81% como media en el grupo de estudio (cuadro IV.3.6.). Dado el elevado valor obtenido se puede concluir que, en general, la ineficiencia se atribuye fundamentalmente a la asignación inadecuada de capitales (ineficiencia técnica) y no tanto a la escala en la que operan. Este valor es semejante al encontrado en Nueva York por Tauer (1993), que estimó valores de eficiencia de escala del 85%. Heshmati y Kumbhakar (1994) encontraron en Suecia valores inferiores (67%).

GRÁFICO IV.3.1.



Las explotaciones nº 1, 6, 20, 25 y 34, las de mayor inversión en capital total (ver gráfico IV.3.5.), presentan rendimientos de escala decreciente (drs).

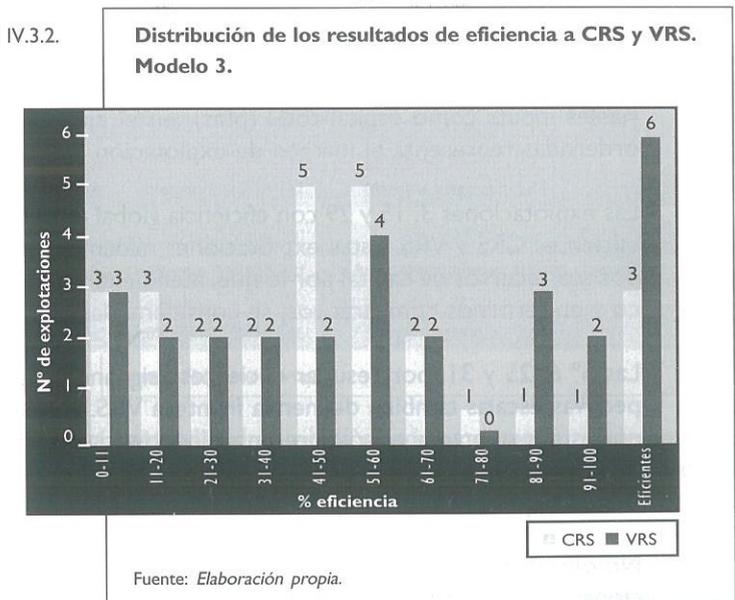
En el gráfico IV.3.1. se muestran las diferencias encontradas entre los modelos técnicos (CRS y VRS) de cada explotación analizada y que definen, por diferencia, las ineficiencias debidas a sus escalas de operación.

Se destaca la explotación nº 2 con un elevado grado de ineficiencia (88%) debido casi en su totalidad a la técnica, al obtener un valor semejante en los modelos CRS y VRS y por tanto, siendo poco importante su ineficiencia causada por la escala en la que opera.

Por el contrario, la ineficiencia en la explotación nº 1 se debe mayormente a su escala de operación, por resultar muy eficiente asignando capitales cuando se compara con las de su misma escala o tamaño (modelo VRS).

En el gráfico IV.3.2. se observa que un mayor número de explotaciones operan con un rango de eficiencia global, técnica y de escala, entre el 40 y el 80% (modelo CRS) y entre el 60 y 100% cuando se elimina el efecto de las distintas escalas en la medida de la eficiencia (modelo VRS de eficiencia técnica pura).

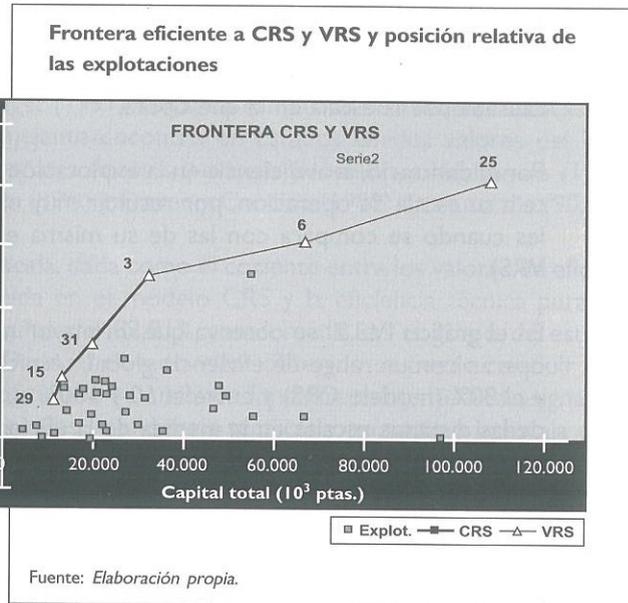
GRÁFICO IV.3.2.



### IV.3.3. Posición relativa respecto a la frontera óptima CRS y VRS

En el gráfico IV.3.3. se muestran la fronteras eficientes (u óptimas) obtenidas a CRS y VRS y la posición de cada una de las explotaciones en estudio respecto a dichas fronteras.

GRÁFICO IV.3.3.



Para poder representarlas en un plano, ha sido necesario agregar las variables inputs como capital total (ptas), en el eje de abscisas. El eje de ordenadas representa el margen de explotación (ptas).

Las explotaciones 3, 15 y 29 con eficiencia global definen dichas fronteras eficientes CRS y VRS. Estas explotaciones maximizan su rentabilidad dados sus recursos de capital por lo que, atendiendo a un criterio económico y en términos comparativos, se consideran las mejores del grupo.

Las n° 6, 25 y 31, por resultar eficientes asignando capitales en sus respectivas escalas también definen la frontera VRS. Se considera por tanto que estas explotaciones sólo presentan ineficiencia de escala (deseconomía de escala) en relación a las eficientes del modelo CRS y VRS (explotaciones 3, 15 y 29).

No obstante debe cuestionarse este resultado en el caso de las explotaciones n° 6 y 25, por tratarse de una medida de eficiencia relativa y, al ser

las únicas en sus respectivas escalas, no existir referencia frente a la cual evaluar su asignación de capitales (eficiencia técnica).

Como cabe esperarse en un modelo orientado a output, todas las explotaciones no eficientes en la utilización de sus capitales y que por tanto, no maximizan sus índices de rentabilidad, están ubicadas por debajo de dichas fronteras midiendo sus ineficiencias como la distancia que las separa de ellas.

### IV.3.4. Análisis de las eficiencias técnico-económicas

#### A) Características de las explotaciones eficientes a CRS

Se presentan los valores de capital, margen de explotación y rentabilidad de las explotaciones con eficiencia global (técnica y de escala) (cuadro IV.3.7.).

CUADRO IV.3.7.

**Ratios de productividad económica del capital de las explotaciones eficientes CRS. Modelo 3**

Explotación	Inputs:		RATIOS		R. ECONÓMICA
	Explotación 3	Capital tierra	1.440.000	Amortización/leche	
	Capital ganado	23.894.833	Margen/capital ganado	0,59	
	resto capitales	8.128.569	Margen/resto cap.	1,75	
	Outputs: Margen	14.191.889			
Explotación 15	Inputs: Capital tierra	0	RATIOS		R. ECONÓMICA
	Capital ganado	10.567.932	Amortización/leche	∞	28,53%
	resto capitales	5.460.400	Margen/capital ganado	0,43	
	Outputs: Margen	4.573.222	Margen/resto cap.	0,84	
Explotación 29	Inputs: Capital tierra	5.400.000	RATIOS		R. ECONÓMICA
	Capital ganado	8.159.113	Amortización/leche	0,44	16,54%
	resto capitales	910.290	Margen/capital ganado	0,29	
	Outputs: Margen	2.393.246	Margen/resto cap.	2,63	

Fuente: *Elaboración propia.*

Se destaca la alta rentabilidad obtenida por la explotación eficiente n° 3 (más del 42%), debido fundamentalmente al elevado margen obtenido en su actividad productiva.

Esta explotación, con un total de 58,5 vacas de media en el año de análisis, presenta una productividad media de 10.345 litros leche/vaca/año,

una de las mayores del grupo en estudio y al mismo tiempo con unos costes totales/litro (CMT) significativamente más bajos que las restantes (28,11 ptas/litro), lo que pone de manifiesto su eficiente gestión de factores productivos.

Por otro lado, las inversiones realizadas en equipos e instalaciones por litro producido apenas superan las 13,43 ptas/litro, lo que sumado al margen obtenido explica su alta eficiencia y rentabilidad.

CUADRO IV.3.8.

**Datos técnicos de las explotaciones eficientes CRS Modelo 3**

Nº	Comarca	Nº vacas	Leche/vaca	Cap.tierra	Cap.ganado	Otros capitales
3	Pedroches	58,5	10.345	1.440.000	23.894.833	8.128.569
15	Pedroches	29,5	7.271	0	10.567.932	5.460.400
29	Las Colonias	22,0	7.715	5.400.000	8.159.113	910.290

Nº	Cap. ganado/l.	Cap.equ./l.	Cap.total/l.	CMT	IMT	Margen/l.
3	39,48	13,43	55,30	28,11	51,56	23,45
15	49,27	25,46	74,72	40,60	61,92	21,32
29	48,07	5,36	85,25	44,57	58,67	14,10

Fuente: Elaboración propia.

Las diferencias de rentabilidad encontradas entre las explotaciones 15 y 29, ambas eficientes asignando capitales y con una productividad/vaca/año semejante (7.271 y 7.715 l/vaca/año, respectivamente) se debe fundamentalmente al mayor coste de producción por litro en la explotación 29 (44,57 ptas/litro) en relación a la nº 15 (40,60 ptas/litro), lo que explica su menor resultado de explotación.

Dado que estas explotaciones son las óptimas de referencia para el resto del grupo en estudio, se expone en la siguiente tabla (cuadro IV.3.8) otros datos de importancia para el análisis de las ineficientes.

**B) Características de las explotaciones eficientes a VRS**

En el análisis por escalas (modelo VRS) además de las explotaciones anteriores, resultaron eficientes las siguientes (cuadro IV.3.9.):

Dado que las explotaciones nº 6 y 25, son las únicas en sus respectivas escalas (motivo por el cual resultaron eficientes en el modelo a VRS) las ineficiencias técnicas encontradas en el modelo global (CRS) tan sólo pueden atribuirse a la escala en la que operan.

CUADRO IV.3.9.

**Ratios de productividad económica del capital de las explotaciones eficientes VRS. Modelo 3**

Explotación 6	Inputs:		RATIOS		R. ECONÓMICA
	Capital tierra	11.224.583	Margen/capital tierra	1,56	27,21%
	Capital ganado	40.018.352	Margen/capital ganado	0,44	
	resto capitales	13.206.509	Margen/resto cap.	1,33	
Outputs:		Margen	17.539.195		

Explotación 25	Inputs:		RATIOS		R. ECONÓMICA
	Capital tierra	32.836.364	Margen/capital tierra	0,71	22,93%
	Capital ganado	41.619.277	Margen/capital ganado	0,56	
	resto capitales	27.295.356	Margen/resto cap.	0,85	
Outputs:		Margen	23.330.287		

Explotación 31	Inputs:		RATIOS		R. ECONÓMICA
	Capital tierra	2.160.000	Margen/capital tierra	3,57	34,66%
	Capital ganado	14.323.966	Margen/capital ganado	0,54	
	resto capitales	5.738.989	Margen/resto cap.	1,34	
Outputs:		Margen	7.703.565		

Fuente: Elaboración propia.

Estas ineficiencias, más manifiestas en la explotación nº 6, vienen explicadas por sus mayores inversiones/litro producido en relación al par eficiente más próximo (explotación nº 3) lo que unido a sus menores productividades/vaca y mayores CMT dan como resultado una menor rentabilidad en ambas (cuadro IV.3.10.).

CUADRO IV.3.10.

**Comparación explotaciones n.º 3, 6 y 25. Modelo 3**

	N.º explot.	N.º vacas medio	Leche/vaca	CMT	Cap. total/litro
par eficiente →	3	58,5	10.345	28,11	55,3
	6	122	7.961	32,68	66,36
	25	124,5	7.993	37,19	102,25

Fuente: Elaboración propia.

Este hecho puede evidenciar la situación de deseconomía de escala en la que se encuentran dichas explotaciones, debido probablemente a su excesivo tamaño de explotación.

Puesto que la explotación nº31 resultó la más eficiente asignando capitales en relación a las de su misma escala, su ineficiencia medida en relación

a todas las explotaciones en estudio (modelo CRS) tan sólo puede atribuirse a su escala de producción.

La explotación de referencia es de nuevo la nº 3, que operando en una escala superior (cuadro IV.3.11.), presenta menores inversiones/litro producido.

CUADRO IV.3.11.

Comparación explotaciones n.º 3, 31. Modelo 3					
	N.º explot.	N.º vacas medio	Leche/vaca	CMT	Cap. total/litro
par	3	58,5	10.345	28,11	55,3
eficiente	31	34,5	9.545	34,71	67,49

Fuente: *Elaboración propia.*

La menor rentabilidad lograda por la explotación nº 31 también se explica por su menor productividad/vaca y mayores CMT en relación a su par eficiente.

### C) Características de las explotaciones ineficientes

Se consideran ineficientes aquellas explotaciones con una inadecuada asignación de capitales dados sus márgenes de explotación. Supuesta fija su asignación deben maximizarse estos resultados en porcentajes tales que sean optimizados los capitales disponibles en cada una de ellas.

Al igual que con las explotaciones eficientes, se presentan los índices de rentabilidad parcial, en función de los cuales ha sido estimada la eficiencia. También se muestran los valores de rentabilidad total alcanzados con su gestión. (cuadro IV.3.12.).

Entre estas explotaciones, se destacan la nº 4, 11 y 22 ineficientes, y sin embargo con rentabilidades superiores a la nº29 eficiente.

La ineficiencia de las explotaciones nº 4 y 11, se deben fundamentalmente a sus técnicas de producción con mayores inversiones en capital por litro producido y costes de producción (CMT) superiores frente a dicho par de referencia (cuadro IV.3.13.).

La menor rentabilidad de la explotación nº4 se explica por la baja productividad/vaca obtenida frente al par nº 3 y la explotación nº 11.

CUADRO IV.3.12.

Valores de las explotaciones ineficientes. Modelo 3.

Explotación	RATIOS			
	Beneficio/capital tierra	Beneficio/cap. ganado	Beneficio/resto cap.	Rentabilidad económica %
1	7,25	0,41	0,85	26,60
2	0,14	0,07	0,12	3,40
4	4,33	0,33	0,47	18,45
7	-	0,17	0,19	9,08
8	0,20	0,09	0,13	4,26
10	0,91	0,30	0,39	14,44
11	2,97	0,36	0,65	21,58
12	0,32	0,31	0,39	11,31
13	0,53	0,10	0,19	5,71
14	4,68	0,28	0,43	16,37
18	0,14	0,13	0,10	4,09
19	0,70	0,26	0,40	12,94
20	0,05	0,02	0,05	1,22
21	0,83	0,35	0,31	13,73
22	1,54	0,31	1,22	21,11
24	0,72	0,30	0,42	14,03
26	0,22	0,13	1,13	7,73
30	0,005	0,01	0,02	0,29
34	0,03	0,04	0,05	1,42
35	0,90	0,25	0,89	16,18
36	3,19	0,12	0,25	7,68
38	0,30	0,22	0,20	7,74

Fuente: *Elaboración propia.*

CUADRO IV.3.13.

Comparación explotaciones n.º 3, 4 y 11  
Modelo 3

	Nº	Leche /vaca	Cap.ganado /litro	Cap.instalac. /litro	k total /litro	CMT
par	3	10.345	39,48	13,43	55,30	28,11
eficiente	4	5.965	37,87	26,43	67,16	43,45
	11	10.667	41,28	22,92	69,23	37,52

Fuente: *Elaboración propia.*

La ineficiencia de la explotación n° 22, altamente eficiente asignando de capitales cuando se compara con las de su misma escala, es atribuida principalmente a su escala de producción (menor n° de vacas y productividad) cuando se compara con su par de referencia (de nuevo la n° 3), lo que hace que presente costes e inversiones por litro muy superiores a ésta (cuadro IV.3.14).

CUADRO IV.3.14.

Comparación explotaciones n.º 3, y 22  
Modelo 3

	Nº	Leche /vaca	Cap.ganado /litro	Cap.instalac. /litro	k total /litro	CMT
par eficiente →	3	10.345	39,48	13,43	55,30	28,11
	22	6.496	47,17	11,82	68,34	41,24

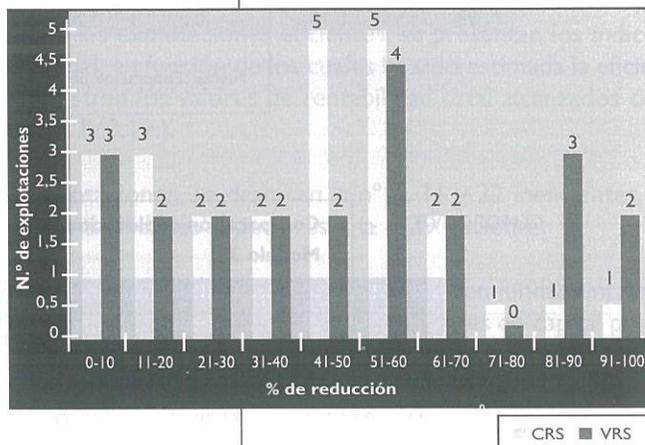
Fuente: *Elaboración propia.*

#### D) Mejora potencial del margen de explotación

Atendiendo a la orientación a output establecida en el presente modelo, asumiendo constante la disponibilidad de capital (restricción interna del sistema), queda claro que es el resultado de explotación lo que debe incrementarse para lograr que las explotaciones sean eficientes.

GRÁFICO IV.3.4.

Aumento potencial del margen de explotación a CRS VRS



Fuente: *Elaboración propia.*

En el eje de ordenadas se presentan el número de explotaciones y en el eje de abscisas el porcentaje de aumento.

Considerando todas las explotaciones de la muestra y obviando el factor escala, la media de aumento del resultado de explotación está en el 21,8%. Por escalas, este incremento se reduce al 18,7%.

La estrategia que se propone para que esto sea posible se basa fundamentalmente en corregir la estructura de costes que presentan las explotaciones de la muestra, adecuándola a sus niveles de producción.

Posteriormente se analizará la posibilidad de aumentar la productividad por vaca al objeto de incrementar los ingresos manteniendo constante la cuota de producción (fijada por la UE).

Este análisis requiere considerar los resultados de los modelos 1 y 2, donde se estudiaban los costes más relevantes del sistema y la situación de las explotaciones respecto a ellos. Este punto junto con el estudio de la productividad por vaca serán tratados con más detenimiento en apartados posteriores.

#### IV.3.5. Definición de la escala óptima

Entendiendo la escala como el conjunto de todos los factores que caracterizan un sistema de producción, las explotaciones eficientes en su técnica y escala (3, 15 y 29) se podrían considerar la referencia de escalas óptimas del grupo analizado, por ser las que maximizan sus márgenes de explotación (eficiencia técnica pura) y sus rentabilidades (eficiencia global del sistema de producción).

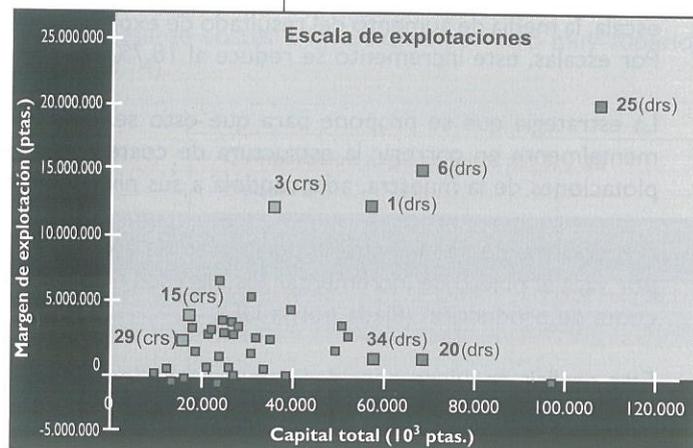
En el gráfico IV.3.5. se representan dichas explotaciones así como la posición relativa de las restantes.

Asumiendo fijo el capital disponible, estas explotaciones eficientes permitirían caracterizar la escala de producción que maximiza el margen global de la empresa. Estos valores expresados por litro de leche y representados en el cuadro IV.3.15., constituyen las escalas de producción óptimas, a tener de referencia por las restantes.

Resulta relevante la elevada productividad por vaca lograda en estas explotaciones, superior a la media del grupo. Se destaca la explotación n° 3 con más de 10.000 litros producidos con muy bajo coste.

GRÁFICO IV.3.5.

**Explotaciones con eficiencia técnica y de escala y posición relativa de las restantes. Modelo 3**



Fuente: *Elaboración propia.*

CUADRO IV.3.15.

**Escalas óptimas de producción según el criterio de máximo margen de explotación**

N.º explot.	Litros /vaca	C.Alim /litro	C.Mano obra/litro	C.Amortiz /litro	Margen /litro
3	10.345	17,7	4,6	5,9	23,5
15	7.271	21,8	8,7	9,1	21,3
29	7.715	26,3	12,5	11,5	14,1

Fuente: *Elaboración propia.*

Los resultados económicos obtenidos en su gestión global, en términos de rentabilidad, se presentan en el cuadro IV.3.16. junto con sus respectivas asignaciones de inputs fijos.

Tal y como figura en los cuadros IV.3.15. y V.3.16., de las tres explotaciones de la muestra consideradas eficientes, la 3 y la 15 presentan los valores máximos de rentabilidad (42,4% y 28,5%, respectivamente) así como los valores máximos y mínimos de producción de leche por vaca (10.345 y 7.271 litros, respectivamente). Serán estas, por tanto, las que se consi-

deren a la hora de fijar el intervalo de valores máximo y mínimo correspondientes a la mejor escala de producción en la muestra considerada.

CUADRO IV.3.16.

**Capitales y rentabilidad de las explotaciones eficientes**

Nº	N.º vacas	Cap. tierra	Otros capitales	Rentabilidad Económica (%)
3	58,5	1.440.000	8.128.569	42,4
15	29,5	0	5.460.400	28,5
29	22	5.400.000	910.290	16,5

Fuente: *Elaboración propia.*

Así se deduce que:

- El nivel óptimo de producción por vaca, en criterios de rentabilidad, está comprendido entre 7.271 y 10.345 litros/vaca.
- El nivel óptimo de costes de alimentación por litro, atendiendo al nivel considerado óptimo de producción/vaca, está comprendido entre 21,8 ptas y 17,7 ptas.
- Los costes de mano de obra y amortización por litro correspondientes deben estar entre 4,6 y 8,7 ptas y entre 5,9 y 11,5, respectivamente.
- Las inversiones en equipos, instalaciones y edificios óptimas deben estar entre 138.950 y 185.098 ptas/vaca. (no se ha considerado el capital tierra porque, si bien constituye un elemento importante en la búsqueda de la rentabilidad, está más influido por su valor de mercado que por la propia capacidad de gestión del empresario).

#### IV.4. Propuestas para mejorar la rentabilidad individual

Tras analizar las diferentes eficiencias técnicas y económicas de este grupo de explotaciones, se describen las alternativas de mejora que surgen como consecuencia de los tres análisis.

##### IV.4.1. Reducción de costes a su nivel de asignación eficiente

Atendiendo a los resultados de los modelos 1 y 2, el primer paso que debe realizar una explotación con el fin de mejorar su eficiencia, es la reducción de los costes más relevantes a su nivel de asignación eficiente. Tal y como aconsejan Arias y Alvarez (1993) en su trabajo sobre eficiencia de la producción lechera en Asturias, mejorando la capacidad de gestión del empresario se logrará reducir los costes de producción a su nivel eficiente sin que la producción se vea afectada.

Esto básicamente significa elevar su eficiencia técnica, mejorando el uso de los insumos y eliminando gastos improductivos.

En este análisis se considera constante la cuota de producción aumentando el margen de cada explotación al reducir los costes; con ello se incrementa la rentabilidad, sin modificar el capital disponible. Este planteamiento concuerda con Torkamani y Hardaker (1996) que destacan que incrementando la eficiencia de la explotación, se logrará reducir sus costes alcanzándose un mayor rendimiento neto en la explotación. Al-Zoom (1998) por su parte en Arabia Saudí encontró una correlación altamente positiva entre eficiencia técnica productividad de los costes variables y rendimiento neto de la explotación.

De este modo con los resultados de los modelos 1 y 2, se desarrolla el cuadro IV.4.1., en la que se presentan los porcentajes de reducción de inputs que deben realizar las explotaciones ineficientes, el valor del margen maximizado y la rentabilidad potencial que se lograría.

Con este procedimiento, todas las explotaciones alcanzarán un nivel de eficiencia técnica similar, aunque su rentabilidad continúe siendo muy diferente, ya que aún persisten problemas de eficiencia asignativa que no se han corregido.

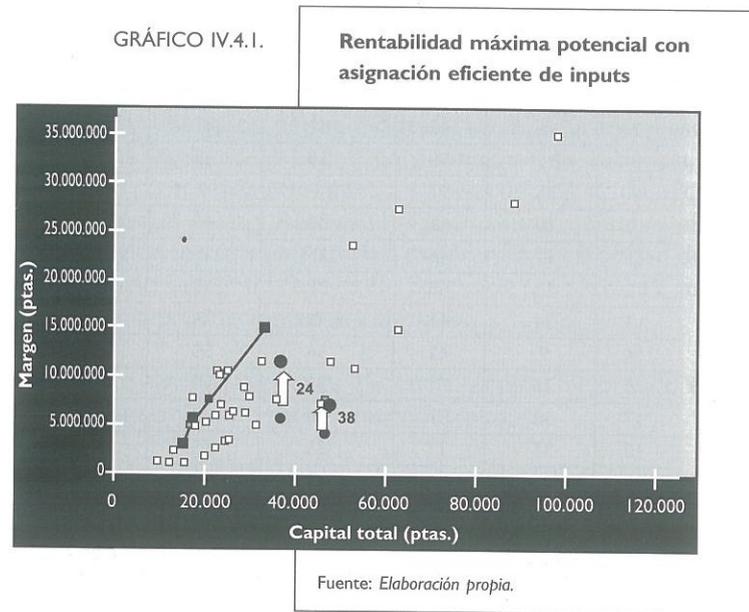
CUADRO IV.4.1.

#### Porcentaje de reducción inputs y resultados económicos logrados

Nº explot.	Reducción de inputs (%)				Margen potencial/litro	RE potencial(%)
	Alimentación/litro		Costes MO/litro	Coste Az/litro		
	Concentrados	Groseros				
1	19	41	36	36	29,88	41,38
2	21	21	24	24	12,03	14,25
4	26	77	25	25	27,77	41,34
5	38	54	35	35	16,95	11,98
6	19	31	18	35	26,64	40,15
7	18	49	41	41	19,73	24,45
8	42	56	33	33	22,48	24,97
9	45	57	0	0	10,07	16,38
10	10	43	46	46	25,48	24,44
11	11	44	8	8	19,94	28,81
12	28	60	38	38	26,83	21,91
13	34	45	0	0	15,22	22,12
14	9	42	56	56	26,45	34,09
16	35	71	58	58	21,10	29,02
17	38	57	44	44	18,23	14,33
18	37	37	55	55	28,19	20,00
19	27	27	28	33	21,30	27,89
20	33	60	11	56	20,49	21,83
21	1	38	53	53	28,95	22,61
22	38	42	37	37	29,88	43,73
23	45	48	65	65	27,09	19,54
24	15	60	55	55	28,88	29,11
25	9	30	50	50	33,37	32,63
26	18	18	57	57	21,85	25,39
27	31	31	29	29	11,20	12,39
28	31	31	34	29	12,20	6,75
30	2	29	46	46	11,73	7,32
31	0	0	45	45	30,08	44,57
32	35	54	68	68	19,71	10,72
33	34	73	39	39	9,49	5,58
34	37	58	72	72	33,76	18,66
35	39	70	50	50	33,53	39,82
36	39	61	0	0	21,44	32,95
37	32	69	46	46	14,67	10,26
38	5	47	35	35	17,72	14,93
MEDIA	25,74	46,60	38,20	39,97	22,12	23,89

Fuente: Elaboración propia.

El movimiento de las explotaciones se recoge en el gráfico IV.4.1., donde se muestra la posición de cada una con márgenes y rentabilidades maximizadas, manteniendo constante sus cuotas de producción y su capital fijo.



Las explotaciones 24 y 38 se utilizaron en este caso como indicadores de la traslación que sufrieron desde una posición inicial inferior, hacia un estrato superior.

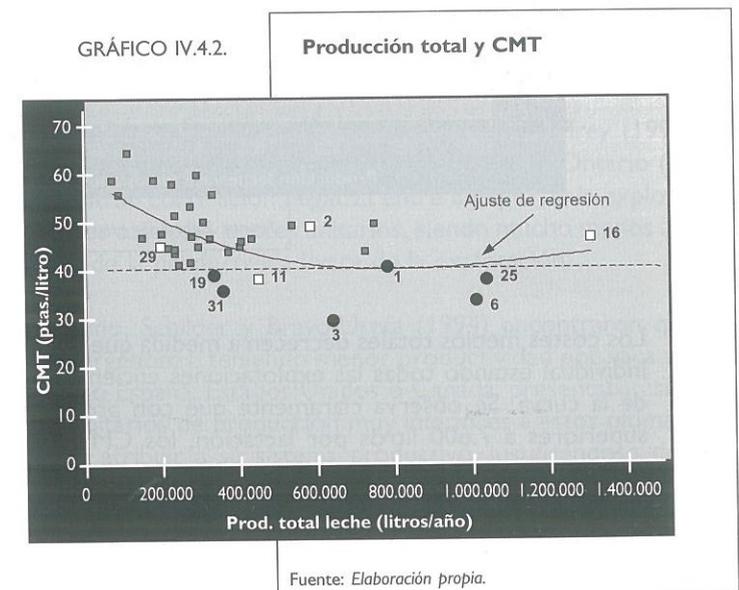
También puede notarse la variabilidad que persiste entre las explotaciones en cuanto a su relación Margen/Capital total, al existir todavía entre ellas grandes diferencias en la eficiencia asignativa.

Una vez lograda la eficiencia técnica, cada empresa debe intentar encontrar una escala óptima de trabajo, a fin de ser competitiva y mantenerse eficiente en el largo plazo. Esto se logra mediante la minimización de los costes unitarios, que constituye el siguiente paso.

#### IV.4.2. Maximización del margen por litro minimizando los costes unitarios

Supuesta eficiente la asignación de costes, se pretende determinar que nivel de producción proporciona mayores márgenes por litro y por tanto mayor rentabilidad del capital invertido. Para ello se procede al análisis de los costes medios totales (CMT) desde dos puntos de vista:

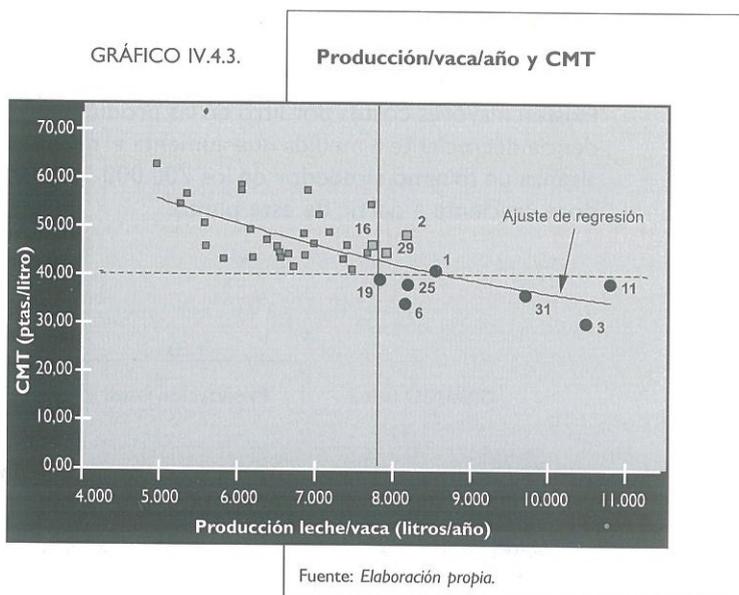
- a) considerando la producción total de leche al año de cada explotación.
  - b) considerando los niveles de producción por vaca y año.
- a) En el gráfico IV.4.2. se muestran las explotaciones con respecto a los costes unitarios y su producción total en el año de estudio. Se observa que, en general, se comportan con la clásica forma de "u". Existen mayores costes por litro en las producciones bajas, con tendencia decreciente a medida que aumenta el nivel de producción. Se alcanza un mínimo alrededor de los 700.000 litros por año, volviéndose creciente a partir de este punto.



Sin embargo, la distribución de las explotaciones eficientes en estudio muestra que existen explotaciones con costes por litro inferiores a 40

ptas tanto en niveles de producción relativamente bajos (n° 19 y n° 31 con 300.000 litros por año), como en niveles elevados (explotaciones n° 6 y 25 con casi un millón de litros al año), alcanzándose el mínimo con unos 600.000 litros al año (explotación n° 3).

- b) considerando ahora sus niveles de producción por vaca y año, se obtiene la distribución que presenta el gráfico IV.4.3.



Los costes medios totales decrecen a medida que aumenta la producción individual estando todas las explotaciones eficientes en el lado derecho de la curva. Se observa claramente que con producciones individuales superiores a 7.600 litros por lactación, los CMT son menores y, por tanto se logran mayores márgenes unitarios.

En la población analizada, todas las explotaciones con costes unitarios menores a 40 pesetas producen más de 7.600 litros por vaca, aunque entre ellas existan importantes diferencias en cuanto al número total de vacas y obviamente al total de litros producidos.

Analizando la causa de los altos CMT en las explotaciones n° 2 y 29, en relación con las de su mismo nivel de producción, se encontró que se

debían a su ineficiente asignación de costes fijos (modelo 2 del análisis DEA), por lo que corrigiendo estas ineficiencias podrían obtener márgenes semejantes.

Del análisis combinado de ambos puntos de vista, se evidencia claramente que la producción individual es la que tiene mayor importancia en la minimización de los costes unitarios, siendo la escala o volumen total de leche, mucho más relativa. Véase la explotación n° 16, con la mayor producción anual y sin embargo con mayores costes unitarios como consecuencia de su menor eficiencia productiva.

Según este análisis cabe inferir que, en el grupo de estudio, la tendencia de una explotación que desee mejorar su eficiencia productiva, disminuir sus costes y con ello asegurar su futuro, no debe ser la de aumentar su escala y su tamaño. Por el contrario, debe basarse en aumentar la eficiencia de transformación de insumos a leche de cada una de sus unidades productivas, lo que se traducirá en un incremento de sus niveles de producción individuales.

Este resultado coincide con el obtenido por Barichello, Lambert, et al. (1996) en Quebec (Canadá) y Al-Zoom (1999) en Egipto, donde los costes de producción no varían significativamente con el tamaño de explotación, dependiendo más de la productividad/vaca.

En cambio contrasta con el obtenido por Richards y Jeffrey (1996) en Alberta (Canadá) y Barichello, Lambert et al. (1996) en Ontario (Canadá), que encuentran correlación negativa entre tamaño de la explotación (medido en litros totales) y costes unitarios, siendo mucho menos importante el efecto de la productividad/vaca de la explotación.

Del mismo modo, Schilder y Bravo-Ureta (1994) encontraron que las explotaciones argentinas, teniendo menor productividad por vaca y UTA que países como España, Estados Unidos o Canadá, presentaban sin embargo costes unitarios de producción muy inferiores a éstos últimos. Sin duda se puede atribuir a su sistema productivo, justificándose de este modo, su elevado índice de eficiencia de costes (superiores al 80%).

Sólo se logran niveles de competencia rentables, si se obtienen producciones individuales pro-medio superiores a los 7.600 litros por vaca y año.

Basado en este resultado, se propone como siguiente paso de mejora, la modificación del capital de la empresa con el objetivo de adaptarla a una mejor dimensión.

### IV.4.3. Variación del capital disponible

#### A) Reducción de las partidas de capital a su nivel de asignación eficiente

Para incrementar la eficiencia asignativa, se propone reducir el capital invertido a su nivel de asignación eficiente. En el cuadro IV.4.2. se presentan los porcentajes de reducción de cada partida de capital y la rentabilidad que se alcanzaría con esta estrategia.

CUADRO IV.4.2. Reducción marginal de capital sin variar márgenes

Nº Explot.	Reducción de capital			Rentabilidad potencial (%)
	Cap. tierra	Cap. ganado	Otros capitales	
1	30	30	49	41,84
2	97	79	88	24,57
4	46	33	67	34,89
6	77	26	26	42,11
7	31	53	73	24,52
8	95	63	83	18,62
10	87	30	69	31,15
11	66	31	58	37,98
12	95	28	69	31,16
13	92	77	85	30,93
14	38	38	68	32,80
18	97	57	88	21,21
19	90	40	69	31,71
20	98	90	92	16,67
21	89	24	77	33,42
22	20	28	20	28,66
24	91	41	72	36,65
25	93	8	52	43,98
26	39	42	39	26,99
30	98	51	73	1,78
31	61	2	17	39,39
34	99	80	92	16,48
35	59	43	43	30,25
36	70	70	74	27,35
38	96	53	85	33,68
<b>MEDIA</b>	<b>74</b>	<b>45</b>	<b>65</b>	<b>29,55</b>

Fuente: Elaboración propia.

La variable capital ganado está relacionada con lo expuesto en el apartado anterior, sobre la necesidad de incrementar los rendimientos individuales antes que los volúmenes totales. La reducción del capital ganado evidentemente debe ir acompañada de una reducción proporcional del capital referido a instalaciones, equipos y edificios, más manifiesto en aquellas explotaciones que ya de por sí son ineficientes en su uso.

La reducción del capital tierra, que indica su uso ineficiente, evidencia mayores porcentajes de reducción en aquellas explotaciones cuyo uso alternativo de esa tierra para fines agrícolas o hortofrutícolas sustenta un precio por hectárea elevado. La intensificación elimina la relación entre la producción de leche y el potencial productivo de la tierra. Esto parece indicar la no co-relación existente entre margen y factor\*tierra (cuadro IV.4.3.) en el grupo de estudio.

CUADRO IV.4.3.

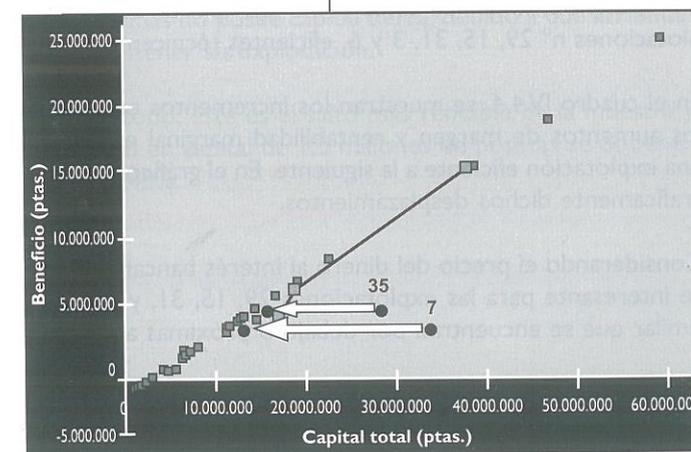
Correlación Margen - cap. tierra, RE - cap. tierra

	Capital tierra	Resultado explot.	R. Económica
Capital tierra	1		
Margen explot.	0,19	1	
R. Económica	-0,27	0,77	1

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO IV.4.4.

Rentabilidad máxima potencial con asignación eficiente de capitales



Fuente: Elaboración propia.

Como conclusión de este proceso, las explotaciones se trasladan de su posición ineficiente hasta la frontera de producción (gráfico IV.4.4.).

Tal como lo muestra el gráfico IV.4.4., las explotaciones con márgenes y rentabilidades maximizadas, supuesta una ya una asignación eficiente de los inputs considerados, se encuentran todas en la frontera estimada.

CUADRO IV.4.4.

## Desplazamientos sobre la frontera eficiente

Desplazamientos	Incremento Margen(1)	Incremento Capital	Incremento capital desglosado		RE marginal (%)
			Cap. ganado(2)	Otros capitales	
29 a 15	2.179.976	1.558.929	2.408.819	-849.890	139,8
15 a 31	3.130.343	6.194.623	3.756.034	2.438.589	50,5
31 a 3	6.488.324	11.240.447	9.570.867	1.669.580	57,7
3 a 6	3.347.306	30.986.042	16.123.519	14.862.523	10,8

- (1) Se ha incluido el coste de amortización de equipos e instalaciones nuevas así como el de la nueva cuota adquirida.  
 (2) Se incluye la compra de cuota atendiendo a la producción media de leche/vaca obtenida por cada explotación.

Fuente: *Elaboración propia.*

## B) Incremento marginal de capital y margen

Una vez alcanzada la frontera, queda aún un paso más por desarrollar. Supuesta la asignación eficiente de los principales inputs técnico-económicos, se explora la posibilidad de incrementar la escala de producción de las explotaciones. Se toma como ejemplo de esta propuesta, las explotaciones n° 29, 15, 31, 3 y 6, eficientes técnicamente.

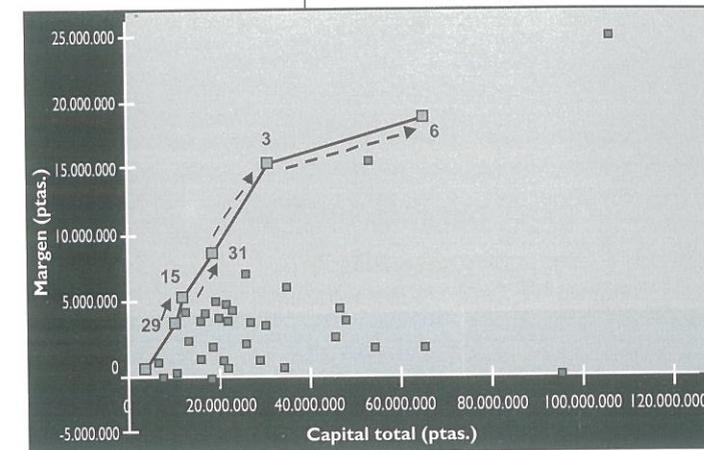
En el cuadro IV.4.4. se muestran los incrementos en capital necesarios y los aumentos de margen y rentabilidad marginal esperados al pasar de una explotación eficiente a la siguiente. En el gráfico IV.4.5 se representan gráficamente dichos desplazamientos.

Considerando el precio del dinero al interés bancario la propuesta parece interesante para las explotaciones 29, 15, 31, y todas las de tamaño similar que se encuentran por debajo o próximas a estas.

Las altas rentabilidades marginales justifican el interés del ganadero por incrementar el número de animales en la explotación, al menos hasta obtener un tamaño similar a la explotación 3, a partir de la cual la rentabilidad marginal es notablemente más baja.

GRÁFICO IV.4.5.

## Incrementos de escala sobre la frontera eficiente



Fuente: *Elaboración propia.*

Tal como era de esperar, las rentabilidades marginales se ajustan al principio de los rendimientos decrecientes, con muy altos rendimientos a valores bajos y reducción del crecimiento al aumentar el capital.

Hay que destacar también que el primer salto marginal propuesto, de la 29 a la 15, incluye un cambio importante en la distribución del capital, puesto que la explotación 15 no solo tiene un mayor número de animales sino que además no posee capital tierra, debido a que arrienda lo necesario para mantener su explotación.

A pesar de todo, este es el salto más rentable de la muestra ya que con una inversión en capital de 1,5 millones de pesetas se obtiene una rentabilidad del 140%.



## CONCLUSIONES

Capítulo V

## V.

### CONCLUSIONES

1. La eficiencia media de utilización del alimento es del 74,71% siendo las explotaciones nº 3 y 31 las de mayor productividad por kg de MS consumida.
2. La principal causa de ineficiencia encontrada en la alimentación se debe a un exceso en el aporte de forraje en la ración, pudiendo reducirse como media en un 45,24% sin que se vea afectada la producción. El aporte en concentrados también podría reducirse en un 24,76% sin una disminución en el nivel de producción.
3. Las explotaciones eficientes respecto al consumo de alimento muestran que el nivel óptimo de asignación por litro de leche en el grupo de estudio se encuentra entre 0,44 y 0,59 kg de MS de concentrados y entre 0,12 y 0,24 kg de MS de forrajes.
4. La eficiencia media de utilización de la mano de obra e instalaciones es del 63,83% sin considerar las distintas escalas de operación, siendo eficientes la nº9, 13 y 36. Agrupando las explotaciones por escalas similares, la eficiencia estimada es del 78,32%, siendo eficientes en sus escalas, además de las anteriores, las explotaciones nº6, 16, 20, 25, 28 y 32. La ineficiencia media debida a la escala es del 21,7%.
5. Las explotaciones eficientes en mano de obra, instalaciones y equipos muestran que el nivel óptimo de asignación está entre 2,79 y 3,64 ptas/litro en coste de mano de obra y 3,09 y 4,40 ptas/litro de coste de amortización total, independientemente del nivel de producción en el que se opere.
6. La eficiencia media global de las explotaciones rentables, considerando los márgenes logrados y capital invertido, es del 49,51%, siendo las más eficientes la nº3, 15 y 29. Agrupando las explotaciones por escalas similares, la eficiencia es del 59,62%, siendo eficientes, además de las anteriores, en sus escalas las explotaciones nº6, 25 y 31. Esto supone una ineficiencia debida a la escala del 17,19%.
7. Las explotaciones con eficiencia global de mayor rentabilidad (nº3 y 31) tienen una productividad comprendida entre 7.271 y 10.345 litros/vaca y unas inversiones medias entre 138.950 y 185.098 ptas/vaca. Por ser las más eficientes técnicamente asignando alimentos, presentan unos costes en alimentación muy bajos: entre 21,8 y 17,7

ptas/litro. Su alta productividad y bajo coste unitario en alimentación les permite operar con mayores costes de mano de obra y amortización estando comprendidos entre 4,6 y 8,7 ptas/litro y 5,9 y 11,5 ptas/litro respectivamente.

8. La mejora de la rentabilidad se lograría mediante los siguientes pasos:
  - 1º. Reduciendo los costes relevantes a su nivel de asignación eficiente.
  - 2º. Incrementando la productividad hasta un mínimo de 7.600 litros/vaca, con lo que se logra minimizar el coste unitario total de producción maximizando por tanto los márgenes de explotación.
  - 3º. Reduciendo las inversiones a su nivel de asignación eficiente.
  - 4º. Una vez logrados los pasos anteriores, se podrá analizar la posibilidad de incrementar la escala de producción, invirtiendo más capital al objeto de lograr mayores márgenes y rentabilidad.



RESUMEN

Capítulo VI

## VI. RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se pretende buscar la mejor relación entre costes, ingresos e inversión que dé el mayor margen y rentabilidad a las explotaciones lecheras de la provincia de Córdoba.

Para este análisis se toma la información técnica y económica recogida de 38 explotaciones lecheras cordobesas, por el Centro de Investigación y Formación Agraria de Córdoba (CIFA – Córdoba), dentro del marco del proyecto INIA SC96-103.

Como primer paso en la búsqueda de esta mayor rentabilidad se empieza por medir y estudiar sus eficiencias técnicas en la producción de leche considerando los inputs más relevantes del sistema: alimentación, mano de obra, equipos e instalaciones. Un último análisis estima la eficiencia global de cada explotación en términos de rentabilidad considerando sus márgenes y capitales invertidos.

Todas estas medidas se realiza aplicando la metodología DEA (Análisis Envoltente de Datos) estudiándose las principales causas o factores de ineficiencia y proponiendo mejoras concretas para optimizar los principales factores del sistema, considerando las explotaciones de mejores prácticas.

Los resultados demuestran que la alimentación es la variable que más pesa en la eficiencia global del sistema, siendo el exceso de forraje aportado a la ración la principal causa de ineficiencia. Así para el grupo analizado, se estima su nivel óptimo de asignación por litro de leche entre 0,44 y 0,59 kg de MS de concentrados y entre 0,12 y 0,24 kg de MS de forrajes (los valores actuales en términos medios están en 0,63 kg MS de concentrados y 0,48 kg MS de forrajes).

Una vez corregidas las ineficiencias técnicas particulares de cada explotación, se alcanzaría una mayor rentabilidad aumentando la productividad a un mínimo de 7.600 litros/vaca, reduciendo así los costes unitarios de producción y logrando un mayor margen/litro.

Las explotaciones eficientes y con esa escala mínima de producción definen que la alimentación debe suponer entre 17,7 y 22 ptas/litro y la mano de obra un coste entre 4,6 y 8,7 ptas/litro. Las inversiones por su parte deben reducirse a un máximo de 185.000 ptas/vaca.

Con estas medidas, la rentabilidad que podrían alcanzar estas explotaciones superaría el 20%.

## Bibliografía

- Ahmad, M., Bravo-Ureta, B.E., 1995. *An econometric decomposition of dairy output growth*. American Journal of Agricultural Economics, 77 (4); 914-921.
- Al-Zoom, A. 1998. *Using alternative methods to estimate the level of technical efficiency for specialized dairy farms in the kingdom of Saudi Arabia*. Dirasat Agricultural Sciences, 25(2): 262-272.
- Al-Zoom, A. 1999. *Analytical study of economics and constraints of milk production in Assiut Governorate*. Assiut Journal of Agricultural Sciences 30(3): 165-201.
- Arias, C.; Álvarez, A. 1993. *Estimación de eficiencia técnica en explotaciones lecheras con datos de panel*. Investigación Agraria: Economía, 8(1): 101-109.
- Baffes, J. and Vasavada, U. 1989. *On the Choice of Functional Forms in Agricultural Production Analysis*. Applied Economics, 21, 1053-1061.
- Barichello, R.; Lambert, R.; Richards, T.J.; Romain, R.F.; Stennes, B. 1996. *Cost and efficiency in Ontario and Quebec '5 dairy production., en Regulation and Protectionism under GATT: case studies Th North American Agriculture*. Edited by SCHMITZ, A.; COFFIN, G. AND ROSAASEN, K.A. 96- 117. Boulder:Westview.
- Battese, G. E. 1998. *Comment on Efficiency Analysis with Panel Data: A Study of Portuguese Dairy Farms*. European Review of Agricultural Economics, 25, 259-262.
- Battese, G.E.; Coelli, T.J. 1992. *Frontier production functions, technical efficiency and panel data. with applications to dairy farmers in India*. Journal of Productivity Analysis, 3:153-169.
- Belbase, K.; Rabowsky, R. y Kraft, S. 1986. *Size, tenure and the technical efficiency of dairy farms in the Southern Illinois: An Application of a Ray-Homothetic Production Function*. Trabajo presentado en el Congreso de la Asociación Americana de Economía Agraria, Nevada, Julio, 1986.
- Berndt, E.R. Khaled, M.S. 1979. *Parametric Productivity Measurement and choice among flexible functional forms*. Journal of Political Economy, 87, 1220-1245.
- Berntsen, P.B.M.; Giesen, G.W.J.; Renkema, J.A. 1997. *Economic and environmental consequences of technical and institutional change in Dutch dairy farms*. Netherlands Journal of Agricultural Science 45: 361-379.
- Bravo-Ureta, B.E. and Pinheiro, A.E. 1993. *Efficiency analysis of developing country agriculture: a review of the frontier function literature*. Agricultural and Resource Economics Review 22(1), 88-101.

- Bravo-Ureta, B.E.; Rieger, L. 1991. *Dairy farm efficiency measurement using Stochastic frontiers and Neoclassical duality*. American Journal of Agricultural Economics, 73: 421-28.
- Brodersen, C.M., Thiele, H. 1998. *Comparison of dairy farm efficiency in market and transition economies: application of Data Envelopment Analysis to East and West Germany*. 58th EAAE Seminar on Nature, Evolution and Efficiency in CEEC's and FSU.
- Buxadé, C. 1997. *Vacuno de leche: aspectos claves*. Ediciones Mundi-Prensa. 1997, Cap. X: Gestión y control: 519 - 528.
- Cacho, O.J.; Gooday, J. 1998. *Solving bioeconomic optimal control models numerically*. Proceedings of the bioeconomics workshop. Post Australian Agricultural and Resource Economics Society conference, University of New England, Armidale, New South Wales, 22 January 1998: 13-26.
- Cloutier, L.M.; Rowley, R. 1993.
- Cam Piotti, M. 1998. *Relative technical efficiency: Data Envelopment Analysis and Quebec's dairy farms*. Canadian Journal of Agricultural Economics, 41: 169-176.
- Coelli, T.J.; Perelman, S. 1995 y 1996. *Correct farm management for improving efficiency from dairy farm*. Informatore Agrario 54(30): 35-41.
- Coelli, T.J. 1997. *A comparison of Parametric and Non-parametric Distance Functions: With Application to European Railways*. CREPP Discussion Paper, University of Liege.
- Coelli, T.J, Rao, D.S.P. and Battese, G.E. 1998. *A Multi-stage Methodology for the Solution of Orientated DEA Models*, Operations Research Letters, 23, 143-149. Mimeo, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Armidale, NSW, Australia.
- Chambers R.G. 1988. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publishers. Boston.
- Charnes, A.; Cooper, W.W.; Lewin, A.Y.; Seiford, L.M. 1995. *Applied Production Analysis: A dual approach*. New York: Cambridge University Press.
- Delegación Provincial de Córdoba. *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*. Kluwer Academy Publishers. Boston.
- Dyson, R.G. and Thanassoulis, E. 1999. *Encuesta anual de precios de la tierra. Provincia de Córdoba*. MAPA. 1999.
- Eskelinen, M. 1996. *Reducing weight flexibility in data Envelopment Analysis*. Journal of the operational research society, 39, 563-576.
- Färe, R., Grosskopf, S. and Lovell, C.A.K. 1985. *Comparing the costs of milk production in most and least economically successful farms*. Tiedonantoja Maatalouden Taloudellinen Tutkimuslaitos, 211: 46-72. Helsinki; Finland
- Farrell, M.J. 1957. *The measurement of efficiency of production*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Fraser-I; Cordina-D. 1999. *The Measurement of Productive Efficiency*. Journal of the Royal Statistical Society, Series A, 120, part 3 (1957): 253 -290.
- González, E.; Álvarez, A.; Arias, C. 1996. *An application of data envelopment analysis to irrigated dairy farms in Northern Victoria, Australia*. Agricultural-Systems. 1999, 59: 3, 267-282; 24 ref.
- Grasset, M. 1997. *Análisis no paramétrico de eficiencia en explotaciones lecheras*. Investigación Agraria: Economía, 11(1): 173-190.
- Greene, W.H. 1993. *The place of maize and of pasture in dairy forage systems. Technical and economical aspects and examples in Brittany*. Fourrages, 150:137-146.
- Hajos, L.; Mehi, J.; Kertest, J. 1997. *The econometric approach to efficiency analysis*. en Fried, H.O., C.A.K.
- Hallam, D; Machado, F. 1996. *Basic correlations between labour input, labour efficiency and family labour capacity in dairy farms*. Gazdalkodas, 41(1): 36-41.
- Heshmati, A.; Kumbhaker, S.C. 1994. *Efficiency analysis with panel data: a study of Portuguese dairy farms*. European Review of Agricultural Economics, 23(1): 79-93.
- Jaforullah, M.; Whiterman, J. 1999. *Farm heterogeneity and technical efficiency: some results from swedish dairy farms*. Journal of Productivity Analysis 5(1): 45-61.
- Jonasson, L. 1996. *Scale efficiency in New Zealand dairy farms: a non-parametric approach*. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 43(4): 523-541.
- Karion, M.S.; Singh, R.V.; Singh, H. 1995. *Mathematical programming for sector analysis - some applications, evaluations and methodological proposals*. Avhandlingar Institutionen for Ekonomi, Sveriges Lantbruksuniversitet, 18: 113. Uppsala; Sweden.
- Lovell and S.S. Schmidt (Eds.), *Resource use efficiency and optimum allocation in milk production on small farms Th northern Haryana*. Journal of Dairying, Foods and Home Sciences, 14(3): 121-130.

- Kontos, A. y T. Young (1983). *The measurement of productive efficiency: techniques and applications*, Oxford University Press, New York, 68-119 pp.
- Kudryashov, V.I.; Mindrim, A.S.; Rodin, V.Z. 1996. *An analysis of technical efficiency on a sample of Greek farms*. Euro., R. Agric. Econ. 10, 272-280 pp.
- Kumbhakar, S.C.; Ghost, S.; McGuckin, J.T. 1991. *Indices and factors of the efficiency of private farms*. Ekonomika Sel'skokhozyaistvennykhi Pererabatyvayushchikh Predpriyatii, 9: 33-36.
- Kwangseok, K.; Jaehwam, K. Dujung, K.; Joonsik, K.; Keejong, L. 1998. *Studies on analysis of the management efficiencies from investment on dairy farms*. RDA Journal of Farm Management and Agri-Engineering, 40(2): 72-76.
- Lovell, C.K.A. 1993. *Production frontiers and productive efficiency*. en Fried, H.O., C.A.K.
- Lovell and S.S. Schmidt (Eds.), *The measurement of productive efficiency: techniques and applications*, Oxford University Press, New York, 120-159.
- Maietta, O.W. 1998. *Measuring and interpreting levels of technical efficiency: a firm analysis model with application to Rica dataset*. Questione Agraria, 69:37-58.
- Manos-B; Psychoudakis-A. 1997. *Investigation of the relative efficiency of dairy farms using data envelopment analysis*. Quarterly-Journal-of-International-Agriculture. 1997, 36: 2, 188-197; 13 ref.
- Mapa. 1999. *Informe del Ministerio de Agricultura. Mercados y estadísticas. Indicadores estadísticos de la actividad agroalimentaria en España*. Cuadernos de Agricultura, Pesca y Alimentación, nº 13. 1999.
- Mathijs, E.; Dries, L.; Doucha, T.; Swinnen, J.F.M. 1999. *Production efficiency and organization of Czech dairy farm*. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 5(2): 312-324.
- Mohammad, J.; Whiterman, J.; Jaforullah, M. 1999. *Scale efficiency in New Zealand dairy farms: a non-parametric approach*. Australian Journal of Agric. and Resource economics, 43: 4, 523-541.
- Ngwenya-SA; Battese-GE; Fleming-EM. 1997. *The relationship between farm size and the technical inefficiency of production of wheat farmers in the Eastern Free State, Province of South Africa*. Agrekon. 1997, 36: 3, 283-301; 20 ref.
- Pérez, J.L.; Palacios, J.; Gómez, A.; Martín, R.; Navarro, A. 1999. *Características técnico-económicas de las explotaciones de vacuno lechero en Andalucía*. Informaciones Técnicas 63/99. Dirección General de Investigación y Formación Agraria. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. PROYECTO INIA SC96-103.
- Psychoudakis, A.; Dimitriadou, E. 1999. *An application of Data Envelopment Analysis in a sample of dairy farms*. Rivista di economia, agricoltura e ambiente, 10(3): 46-50.
- Quiroga, R.E. y Bravo-Ureta, B.E. 1996. *Modelos de beneficio para explotaciones lecheras: un análisis de formas funcionales alternativas*. Invest. Agr.: Econ. Vol. 11 (3). Pp 521-543.
- Raghendra, J.; Puneet, C.; Santanu, G.; Jha, R.; Chitkara, P.; Gupta, S. 2000. *Productivity, technical and allocative efficiency and farm size in dairy farming in India: a DEA approach*. Applied Economics Letters 7 (1): 1-5.
- Richard, T.J.; Jeffrey, S.R. 1996. *Cost and efficiency in Alberta Dairy Production*. Staff Paper 96-13 published in Rural Economy. Department of Rural Economy. Faculty of Agriculture, Forestry and Home Economics. University of Alberta. Edmonton. Canada.
- Rusell, N.P. and Young, T. 1990. *Frontier Production Function and the measurement of technical efficiency*. J. Agric.Econ. 34, 139-149 pp.
- Rusielik, R.; Switlyk, M. 1999. *The DEA method application in efficiency measurement of dairy farm in Poland in 1990 and 1995*. Oeconomika, 36: 179-190.
- Satbir, S.; Coelli, T. and Fleming, E. 2000. *Measurement of technical and allocative efficiency in indian dairy processing plants: an input distance function approach*. CEPA Working Papers, Nº 3/2000. Department of Econometrics. University of New England, Armidale. Australia.
- Schilder, E.D.; Bravo-Ureta, B.E. 1994. *Análisis de costos en explotaciones lecheras de la región central argentina con algunas comparaciones internacionales*. Investigación Agraria: Economía 9(2): 199-214.
- Singh, R.P.; Bhatnagar, D.S.; Singh, B. 1995. *Economic efficiency of milk production system under rural conditions*. Indian Journal of Animal Research, 29(1): 27-32.
- Singh, S., Coelli, T. and Fleming E. 2000. *Measurement of Technical and Allocative Efficiency in Indian Dairy Processing Plants: An Input Distance Function*, CEPA Working Papers, No. 3/2000, ISBN 1 86389 6767, School of Economic Studies, University of New England, Armidale, pp. 32.

- Tauer, L.W. 1993. *Short-run and long-run efficiencies of New York dairy farms.* Agricultural and Resource Economics Review, 22(1): 1-9.
- Tauer, L.W. 1998. *Productivity of New York dairy farms measured by non parametric Malmquist indices.* Journal of Agricultural Economics, 49(2): 234-249.
- Tauer, L.W. Lordkipanidze, N. 2000. *Farmer efficiency and technology use with age.* Agricultural and Resource Economics Review, 29(1): 24-31.
- Thiele, H.; Brodersen, G.M. 1997. *Application of non parametric Data Envelopment Analysis to the efficiency of farm businesses in the East German transformation process.* Agrarwirtschaft, 46 (12): 407-416.
- Thompson, G.D. 1992. *Choice of Flexible Functional Forms: Review and Appraisal.* Western Journal of Agricultural Economics, 13, 169-183.
- Torkamani, J; Hardaker, J.B. 1996. *A study of economic efficiency of Iranian farmers in Ramjerd district: an application of stochastic programming.* Agricultural Economics, 14(2): 73-83.
- Wolf, H.P. Lehman N, B. 1996. *The effect of extending individual direct payments (Wirkung der Ausgestaltung einzelner Direktzahlungen).* Journal of Swiss Agricultural Research 3(6): 283-286.
- Weersink, A.; Turvey, C.G.; Godah, A. 1991. *Decomposition measures of technical efficiency for Ontario dairy farms.* Canadian Journal of Agricultural Economics 38: 439-456.