

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE VETERINARIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

**MEDIDAS DE EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE
LECHE: EL CASO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA**

Tesis presentada por Dña. María Loreto Pardo Sempere

Para optar al grado de Doctor en Veterinaria

Año 2001

Vº Bº

Director

Dr. José Javier Rodríguez Alcaide

Vº Bº

Director

Dr. Diego E.M. Ruíz

Agradecimientos

En primer lugar mi agradecimiento a mis directores. El Dr. D. José Javier Rodríguez Alcaide, Catedrático de Economía Agraria de la Universidad de Córdoba y el Dr. D. Diego E.M. Ruíz, veterinario del servicio técnico de asesoramiento de COVAP.

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 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), al cual pertenezco, por su ayuda en el conocimiento de la metodología DEA para el estudio de la eficiencia y productividad.

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

A la Dra. Dña. Maribel Rodríguez Zapatero, por sus críticas orientaciones así como la lectura y sugerencias al manuscrito, a D. Francisco Ureña Rubiales, Informático por la ayuda en el diseño y elaboración de la aplicación informática que acompaña esta Tesis Doctoral y a todo el profesorado, personal administrativo a auxiliar de la Cátedra de Economía Agraria y el Departamento de Producción Animal, que de una u otra forma han hecho posible la consecución del presente trabajo de investigación.

A mis padres, por su ayuda incondicional, su paciencia, su cariño, sus consejos y su infinito apoyo a lo largo de toda mi vida.

ÍNDICE

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.

1. Justificación.....	1
2. Objetivos específicos.....	4

II. REVISIÓN DEL ENTORNO.

1. Mercado mundial de lácteos: políticas del sector.....	7
1.1. El GATT y la OMC (Organización Mundial del Comercio).	
1.1.1. El Acuerdo sobre la Agricultura (AA).	
1.1.1.1. El Acuerdo Internacional de Productos Lácteos (AIPL).	
1.2. La Política Agraria Comunitaria de la Unión Europea (PAC).	
1.2.1. OCM del sector de la leche y de los productos lácteos.	
1.2.2. Agenda 2000.	
2. Situación del sector lácteo en el mundo.....	41
2.1. Producción y distribución mundial.	
2.2. Comercio internacional.	
2.3. Principales empresas lácteas del mundo.	
2.4. Consumo de leche a nivel mundial.	
3. El sector lácteo español y comunitario.....	53
3.1. Producción y censos.	
3.2. Estructura de la producción láctea.	
3.3. Comercio internacional.	
3.4. Precios.	
3.5. Consumo y mercado de productos lácteos.	
3.6. La industria láctea española.	
3.7. Perspectivas del sector en la UE.	

4. El sector lácteo en Andalucía.....	73
4.1. Producción y censos ganaderos.	
4.1.1. Comarcas cordobesas.	
4.2. Explotaciones.	
4.2.1. Comarcas cordobesas.	
4.3. Caracterización del sistema productivo.	
4.4. Consumo.	

III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA: MEDIDA DE LA EFICIENCIA A PARTIR DE LA PRODUCTIVIDAD Y LOS MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN.

1. Introducción.....	83
2. Análisis de la productividad.....	84
2.1. Productividad Global de los Factores (TFP).	
2.2. Índices de Productividad Global de los Factores (TFPI).	
2.2.1. Concepto.	
2.2.2. Método de cálculo.	
A) Formulación del índice de cantidad.	
B) Formulación del índice de precios.	
C) Aproximación indirecta del índice de cantidad.	
D) Transitividad de las formulaciones.	
E) Cálculo del índice de la productividad global de los factores.	
3. La optimización.....	94
3.1. Concepto de optimización.	
3.2. Teoría clásica de la optimización.	
A) Minimización del coste.	
B) Maximización del beneficio.	

4. Estimación de la eficiencia.....	101
4.1. Concepto de eficiencia.	
4.2. Los índices de TFP para la medida de eficiencia.....	102
4.3. La optimización para la medida de eficiencia.	
4.3.1. Eficiencia de Farrell.....	103
A) Eficiencia técnica.	
B) Eficiencia asignativa.	
C) Eficiencia de escala o economía de escala.	
4.3.2. Estimación de fronteras para la medida de eficiencia.	
4.3.2.1. Fronteras paramétricas.....	110
A) Frontera determinística.	
B) Frontera estocástica.	
C) Medida de eficiencia.	
4.3.2.2. Método DEA (Data Envelopment Analysis).....	120
4.3.2.2.1. La programación matemática lineal.	
4.3.2.2.2. Medida de eficiencia con el método DEA.	
A) Medidas orientadas al input o al output.	
B) Modelo de rendimientos de escala constante (CRS).	
C) Modelo de rendimientos de escala variable (VRS).	
D) Cálculo de la eficiencia de escala con DEA.	
E) Holgura e ineficiencia radial.	
F) Empresas pares.	
4.3.3. Medida de la productividad con métodos de optimización.....	141
4.3.3.1. Índice de Malmquist de TFP.	
4.3.3.2. Método DEA.	
4.3.3.3. Frontera estocástica.	
4.3.4. Modelos de simulación.....	148
4.5. Relación de trabajos: 1991-2000.	
4.5.1. Metodología DEA.....	151
4.5.2. Fronteras estocásticas.....	161

IV. MATERIAL Y MÉTODOS.

1. Descripción del grupo en estudio.....	171
1.1. Explotaciones analizadas.	
1.2. Recogida de información.	
1.3. Variables.	
1.3.1. Variables físicas.....	174
A) Superficie y aprovechamientos.	
B) Censo y carga.	
C) Mano de obra.	
D) Producción de leche y terneros.	
E) Consumo de alimentos y tasa de abastecimiento.	
F) Maquinaria e instalaciones.	
1.3.2. Variables económicas.....	180
A) Capital edificios, equipos, ganado y circulante.	
B) Capital tierra.	
C) Precios de los factores de producción y la leche.	
D) Ingresos totales por litro.	
E) Costes variables por litro.	
F) Costes fijos por litro.	
G) Resumen costes totales por litro.	
H) Márgenes y beneficios.	
I) Rentabilidad económica y su relación con el beneficio.	
1.3.3. Relaciones entre variables.....	191
2. Medida de eficiencia.....	203
2.1. Introducción. Elección del método de medida.	
2.2. Desarrollo de los modelos DEA.	
2.2.1. Modelo 1. Eficiencia técnica por vaca media.....	205
2.2.2. Modelo 2. Eficiencia técnica y de escala.....	211
A) Eficiencia técnica a rendimientos de escala constante.	
B) Eficiencia técnica a rendimientos de escala variable.	
C) Medida de la eficiencia escala.	

2.2.3. Modelo 3. Eficiencia global del sistema.....	216
A) Eficiencia técnico-económica a CRS.	
B) Eficiencia técnico-económica a VRS.	
C) Medida de la eficiencia escala.	
2.3. Análisis complementarios.....	220
2.3.1. Tratamiento de las holguras.	
2.3.2. Nivel óptimo de inputs/output y mejoras potenciales.	
2.3.3. Comparación con las explotaciones de referencia (pares).	

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

1. Modelo 1. Eficiencia técnica por vaca media.....	227
1.1. Resultados de eficiencia.	
1.2. Posición relativa respecto a la frontera óptima.	
1.3. Características de las explotaciones eficientes.	
1.4. Explotaciones no eficientes. Mejoras potenciales.	
1.5. Conclusiones del primer modelo.	
2. Modelo 2. Eficiencia técnica y de escala.....	236
2.1. Resultados de eficiencia.	
2.2. Posición relativa respecto a la frontera óptima CRS.	
2.3. Características de las explotaciones eficientes a CRS.	
2.4. Características de las explotaciones eficientes a VRS.	
2.5. Explotaciones no eficientes. Mejoras potenciales.	
2.6. Conclusiones del segundo modelo.	
3. Modelo 3. Eficiencia global del sistema.....	250
3.1. Valores de rentabilidad económica.	
3.2. Resultados de eficiencia de las explotaciones rentables..	
3.3. Posición relativa respecto a la frontera óptima CRS y VRS.	

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.	
3.5. Definición de la escala óptima.	
4. Propuestas para mejorar la rentabilidad individual.....	268
4.1. Reducción de costes a su nivel de asignación eficiente.	
4.2. Maximización del margen por litro.	
4.3. Variación del capital disponible.	
A) Reducción de las partidas de capital a su nivel de asignación eficiente.	
B) Incremento marginal de capital y margen.	
VI. CONCLUSIONES PARA EL GRUPO ANALIZADO.....	279
VII. RESUMEN - SUMMARY.....	281
VIII. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	285
XIX. DIRECCIONES (URL) DE INTERNET CONSULTADAS.....	313
ANEXOS	

LISTADO DE FIGURAS

REVISIÓN DEL ENTORNO.

- Figura II.1. Estructura institucional de la OMC.
- Figura II.2. Evolución consumo leche fluida *per cápita* en el mundo (kg/persona/año).
- Figura II.3. Evolución consumo leche fluida *per cápita* por regiones (kg/persona/año).
- Figura II.4. Evolución consumo de queso *per cápita* en el mundo (kg/persona/año).
- Figura II.5. Evolución consumo de queso *per cápita* por regiones (kg/persona/año).
- Figura II.6. Estructura de la Producción Final Agraria en la UE. 1999.
- Figura II.7. Estructura de la Producción Final Ganadera en la UE. 1999.
- Figura II.8. Estructura de la Producción Final Ganadera en España. 1999.
- Figura II.9. Evolución censo explotaciones lecheras. 94/95 – 2000/01.
- Figura II.10. Leche y productos lácteos. Porcentajes exportados. Campaña 99/00.
- Figura II.11. Consumo de mantequilla y queso en la UE (10^3 tm). 1994 – 99.
- Figura II.12. Evolución producción láctea en Andalucía. 1986 – 1999.
- Figura II.13. Cuotas lácteas por provincias andaluzas. 1999.
- Figura II.14. Existencias de bovino. (Encuestas junio-diciembre). 1995 – 1999.
- Figura II.15. Evolución número de hembras de ordeño. 1986 – 1999.
- Figura II.16. % hembras ordeño. 1999.
- Figura II.17. Porcentaje de cuota láctea por comarcas.
- Figura II.18. Ganaderías de leche por comarcas.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

- Figura III.1. Combinación de factores para obtener una unidad de producto.
- Figura III.2. Frontera de producción estocástica.
- Figura III.3. Eficiencia técnica. Rendimientos de escala constante orientado a input.
- Figura III.4. Comparación de la eficiencia a CRS y VRS. Medida de la eficiencia de escala.
- Figura III.5. Estimación de las holguras del input.

MATERIAL Y MÉTODOS.

- Figura IV.1. Distribución geográfica de las explotaciones analizadas.
- Figura IV.2. Porcentajes de las distintas partidas de capital.
- Figura IV.3. Porcentajes de las distintas partidas de ingresos por litro.
- Figura IV.4. Porcentajes de las distintas partidas de costes variables por litro.
- Figura IV.5. Porcentajes de las distintas partidas de costes fijos por litro.
- Figura IV.6. Porcentajes de CF y CV.
- Figura IV.7. Estructura de los costes totales.

- Figura IV.8. Producción leche por vaca (l).
- Figura IV.9. Consumo de alimento por vaca (kg).
- Figura IV.10. Regresión producción total – nº de vacas.
- Figura IV.11. Regresión producción total – kg concentrado.
- Figura IV.12. Regresión producción/vaca – kg concentrado/vaca.
- Figura IV.13. Regresión producción total – kg forrajes.
- Figura IV.14. Regresión producción/vaca – kg forrajes/vaca.
- Figura IV.15. Regresión producción total – coste mano de obra.
- Figura IV.16. Regresión producción total – coste de amortización total.
- Figura IV.17. Regresión producción total – coste amortización sin ganado.
- Figura IV.18. Regresión producción total – ha SAU leche.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

- Figura V.1.1. Distribución de los resultados de eficiencia. Modelo 1.
- Figura V.1.2. Frontera DEA óptima y posición relativa de las explotaciones. Modelo 1.
- Figura V.1.3. Contribución a la ineficiencia de las variables inputs. Modelo 1.
- Figura V.1.4. Distribución reducción potencial de concentrados y forrajes. Modelo 1.
- Figura V.2.1. Distribución de los resultados de eficiencia a CRS y VRS. Modelo 2.
- Figura V.2.2. Diferencia de los resultados de eficiencia a CRS y VRS. Modelo 2.
- Figura V.2.3. Escalas para la medida de la eficiencia técnica a VRS. Modelo 2.
- Figura V.2.4. Correlaciones eficiencia (%) y producción de leche (l) a CRS. Modelo 2.
- Figura V.2.5. Frontera DEA óptima y posición relativa de las explotaciones. Modelo 2.
- Figura V.2.6. Contribución a la ineficiencia de las variables inputs a CRS. Modelo 2.
- Figura V.2.7. Contribución a la ineficiencia de las variables inputs a VRS. Modelo 2.
- Figura V.2.8. Distribución reducción potencial del coste de amortización y mano de obra. CRS.
- Figura V.2.9. Distribución reducción potencial del coste de amortización y mano de obra. VRS.
- Figura V.3.1. Diferencia de los resultados de eficiencia a CRS y VRS. Modelo 3.
- Figura V.3.2. Distribución de los resultados de eficiencia a CRS y VRS. Modelo 3.
- Figura V.3.3. Frontera DEA óptima a CRS y VRS y posición relativa de las explotaciones.
- Figura V.3.4. Aumento potencial del margen de explotación a CRS y VRS.
- Figura V.3.5. Explotaciones con eficiencia técnica y de escala y posición relativa de las restantes. Modelo 3.
- Figura V.4.1. Rentabilidad máxima potencial con asignación eficientes de inputs.
- Figura V.4.2. Producción total y CMT.
- Figura V.4.3. Producción/vaca/año y CMT.
- Figura V.4.4. Rentabilidad máxima potencial con asignación eficiente de capitales.
- Figura V.4.5. Incrementos de escala sobre la frontera eficiente.

LISTADO DE TABLAS

REVISIÓN DEL ENTORNO.

- Tabla II.1. Rondas de negociación internacional: marco GATT y OMC.
- Tabla II.2. Leche y prod. lácteos: precios de intervención o indicativo (euros/100 kg).
- Tabla II.3. Incrementos en la cuota de leche por EE.MM. (10^3 tm).
- Tabla II.4. “*National Envelopes*” para lácteos (10^6 euros).
- Tabla II.5. Pagos adicionales: dotaciones nacionales (10^6 euros).
- Tabla II.6. Producción mundial de leche por especies. 1999.
- Tabla II.7. Producción de leche de vaca en el mundo. 1999.
- Tabla II.8. Principales países productores de leche de vaca cruda. 1999.
- Tabla II.9. Producción mundial de leche de vaca cruda (10^6 tm). 1988 – 1999.
- Tabla II.10. Principales países exportadores de leche en polvo (tm). 1999.
- Tabla II.11. Principales países importadores de leche en polvo (tm). 1999.
- Tabla II.12. Principales empresas lácteas en el mundo.
- Tabla II.13. Consumo de leche fluida *per cápita* (kg/persona/año).
- Tabla II.14. Consumo de queso *per cápita* (kg/persona/año).
- Tabla II.15. Producción de leche de vaca en la UE (tm). Campaña 99/00.
- Tabla II.16. Reestructuración de la producción bovina en España. Campaña 99/00.
- Tabla II.17. Censo de vacuno en la UE (10^3 de cabezas) e índice 00/99 (%). Campaña 99/00.
- Tabla II.18. Censo vacuno (10^3 cabezas) por CC.AA. y aptitud. Campaña 99/00.
- Tabla II.19. Nº de explotaciones y cuota/explotación en la UE (10^3). Campaña 99/00.
- Tabla II.20. Variación en el censo de explotaciones. Campañas 94/95 y 99/00.
- Tabla II.21. Producción de leche cruda por CC.AA. Campaña 99/00.
- Tabla II.22. Índice de variación del precio percibido por los ganaderos españoles (%).
- Tabla II.23. Precio medio pagado por la leche en la UE. 1996.
- Tabla II.24. Evolución comparativa IPC de la leche según INE (%).
- Tabla II.25. Principales grupos lácteos por recogida.
- Tabla II.26. Producción de leche y productos lácteos (tm). 1999.
- Tabla II.27. Principales empresas comercializadoras de leche. 1999.
- Tabla II.28. Reparto de las ventas de productos lácteos por canales.
- Tabla II.29. Producción láctea en Andalucía por provincias (10^3). 1993 – 1999.
- Tabla II.30. Cuotas por provincias. 1999.
- Tabla II.31. Destino de la leche. 1999.
- Tabla II.32. Existencias de bovino (cabezas). (Encuestas junio-diciembre). 1995 – 1999.
- Tabla II.33. Ganado bovino (cabezas): censos de animales por clases. 1986 – 1999.
- Tabla II.34. Nº hembras ordeño. 1999.

Tabla II.35. Razas, número hembras ordeñadas y litros obtenidos. 1999.

Tabla II.36. Cuota láctea por comarcas.

Tabla II.37. Censo de bovinos de leche por comarcas.

Tabla II.38. Ganaderías de leche por comarcas.

Tabla II.39. Cuota y Nº de efectivos medio por explotación y comarcas.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Tabla III.1. Comparación de los principales métodos de medida de eficiencia.

Tabla III.2. Comparación de los principales métodos de medida de eficiencia (continuación).

MATERIAL Y MÉTODOS.

Tabla IV.1. Nº explotaciones por comarca y porcentajes.

Tabla IV.2. Medias y estadísticos de superficie y aprovechamientos.

Tabla IV.3. Superficie y aprovechamientos en el Valle de Los Pedroches.

Tabla IV.4. Superficie y aprovechamientos en la Campiña Baja.

Tabla IV.5. Superficie y aprovechamientos en Las Colonias.

Tabla IV.6. Media y estadísticos de censo y carga.

Tabla IV.7. Distribución de la superficie media por comarca (ha/vaca).

Tabla IV.8. Media y estadísticos de la mano de obra.

Tabla IV.9. Media y estadísticos de la producción de leche (l) y terneros (nº).

Tabla IV.10. Media y estadísticos del consumo de alimentos (kg/vaca).

Tabla IV.11. Equivalencia de los alimentos en Unidades Forrajeras (UF).

Tabla IV.12. Media y estadísticos del consumo de pienso (kg y UF) por litro.

Tabla IV.13. Media y estadísticos de la tasa de abastecimiento externo de los alimentos.

Tabla IV.14. Maquinaria y equipos disponibles (nº).

Tabla IV.15. Media y estadísticos del capital (ptas).

Tabla IV.16. Precios medios de la tierra por comarcas (ptas/ha).

Tabla IV.17. Media y estadísticos de los precios de la leche y los factores de producción.

Tabla IV.18. Correlaciones.

Tabla IV.19. Media y estadísticos de los ingresos totales por litro (ptas/litro).

Tabla IV.20. Media y estadísticos de los costes variables por litro (ptas/litro).

Tabla IV.21. Media y estadísticos de los costes fijos por litro (ptas/litro).

Tabla IV.22. Costes totales (ptas/litro).

Tabla IV.23. Media y estadísticos de los márgenes y beneficio (ptas/litro).

Tabla IV.24. Media y estadísticos de la rentabilidad económica (%).

Tabla IV.25. Matriz de correlación según el coeficiente de correlación de Pearson.

Tabla IV.26. Resumen de los modelos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Tabla V.1.1. Resultados de eficiencia (%). Modelo 1.

Tabla V.1.2. Características y ratios de productividad de las explotaciones eficientes. Modelo 1.

Tabla V.1.3. Explotaciones no eficientes. Causas de ineficiencia y mejoras potenciales.

Tabla V.2.1. Resultados de eficiencia (%), Modelo 2.

Tabla V.2.2. Distribución de las frecuencias absolutas de los índices de eficiencia (%).

Tabla V.2.3. Características y ratios de productividad de las explotaciones eficientes CRS. Modelo 2.

Tabla V.2.4. Características y ratios de productividad de las explotaciones eficientes VRS. Modelo 2.

Tabla V.2.5. Ratios de productividad de las explotaciones ineficientes. Modelo 2.

Tabla V.2.6. Reducción potencial del coste de mano de obra y amortización (%).

Tabla V.3.1. Valores de rentabilidad económica (RE).

Tabla V.3.2. Explotaciones con márgenes negativos.

Tabla V.3.3. Distribución de las explotaciones negativas por comarcas.

Tabla V.3.4. Umbral de rentabilidad.

Tabla V.3.5. Porcentaje de reducción de CF.

Tabla V.3.6. Resultados de eficiencia (%). Modelo 3.

Tabla V.3.7. Ratios de productividad económica del capital de las explotaciones eficientes CRS. Modelo 3.

Tabla V.3.8. Datos técnicos de las explotaciones eficientes a CRS. Modelo 3.

Tabla V.3.9. Ratios de productividad económica del capital de las explotaciones eficientes VRS. Modelo 3.

Tabla V.3.10. Comparación explotaciones nº 3, 6 y 25. Modelo 3.

Tabla V.3.11. Comparación explotaciones nº 3 y 31. Modelo 3.

Tabla V.3.12. Valores de las explotaciones ineficientes. Modelo 3.

Tabla V.3.13. Comparación explotaciones nº 3, 4 y 11. Modelo 3.

Tabla V.3.14. Comparación explotaciones nº 3 y 22. Modelo 3.

Tabla V.3.15. Escalas óptimas de producción según el criterio de máximo margen de explotación.

Tabla V.3.16. Capitales y rentabilidad de las explotaciones eficientes.

Tabla V.4.1. Porcentaje de reducción inputs y resultados económicos logrados.

Tabla V.4.2. Reducción marginal de capital sin variar márgenes.

Tabla V.4.3. Correlación Margen – cap. tierra, RE – cap. tierra.

Tabla V.4.4. Desplazamientos sobre la frontera eficiente.

I. INTRODUCCIÓN.

I. INTRODUCCIÓN.

1. Justificación.

La explotación lechera, como un subsector integrado en el sector ganadero, 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 inherente a la propia actividad y su competitividad, difícil como consecuencia de la actual política en la que se encuentra inmersa, 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 que no han podido soportar dicha presión 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, resultando difícil dar cobertura legal a la leche salida de todas las explotaciones (Informe del Ministerio de Agricultura, 11 octubre 1999).

Como consecuencia, se ha generado paralelamente un nuevo e incipiente mercado de leche que se comercializa por cauces no oficiales en España, provocado en gran parte por la incapacidad de la Administración en la aplicación de la política seguida en el tema de cuotas.

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, 1995a; 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, en definitiva 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, con productos homologados en materia higiénico-sanitaria y mucho más competitivas (Rouco *et al.*, 1999). En este contexto, está claro que solo las explotaciones más eficientes lograrán perdurar.

2. Objetivos específicos.

Se propone aplicar una metodología que permita medir la eficiencia técnica y económica de las explotaciones lecheras considerando los inputs más relevantes del sistema.

Para ello, en el presente trabajo, se toma como base la información 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.

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

1. Caracterización técnica y económica de las explotaciones en estudio, definiendo las variables más relevantes.
2. Desarrollo de modelos que permitan definir la forma de producción más eficiente u óptima del grupo de estudio desde un punto de vista técnico y económico.
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 concretas que permitan optimizar la gestión de cada explotación para garantizar su competitividad dentro del mercado mundial.

Con lo que se podrá conocer:

1. Qué explotaciones son las que operan más eficientemente.
2. Cuáles son las principales causas o factores 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, escalas o formas de producción, de manera que se maximicen sus rentabilidades individuales.

La metodología a utilizar, denominada DEA (*Data Envelopment Analysis*) es de desarrollo reciente y, en la actualidad ampliamente utilizada por su gran aplicación práctica en cualquier actividad productora, industrial o comercial tal y como mencionan Fried *et al.*, (1993) y Charnes *et al.*, (1995).

Algunos de estos ejemplos se encuentran en Coelli, (1996e); McCarty *et al.*, (1993) (en la actividad educativa); Coelli, (1996a) y Pollitt, (1995) (en empresas de generación eléctrica); Ferrier *et al.*, (1990) y Pastor, (1995) (en el sector bancario); Ganley *et al.*, (1992) (en el sector público); Ngwenya *et al.*, (1997); Nsanzugwanko *et al.*, (1996); Raghbendra *et al.*, (1997); Seyoum *et al.*, (1998); Tzouvelekas *et al.*, (1999) (en agricultura); Oum *et al.*, (1995) (en el sector de la telefonía).

En el sector ganadero, incluido el lácteo, también se encuentran numerosos trabajos que demuestran su adaptación y utilidad para el sector. Se citan entre otros Brümmer *et al.*, (2000); Cloutier *et al.*, (1993); Cordina, (1997); Doucouliagos *et al.*, (2000); Fraser *et al.*, (1999); Gates *et al.*, (1994); Manos *et al.*, (1997); Psychoudakis *et al.* (1999); Sharma *et al.*, (1999); Satbir, *et al.*, (2000a, b, c); Singh *et al.*, (2000).

En España su aplicación no ha sido muy difundida, no encontrándose ningún trabajo realizado en la actividad lechera cordobesa. Dada la importancia que tiene el sector en Córdoba, siendo la primera provincia productora en la comunidad andaluza y 5ª en el ranking nacional, es de esperar que el aporte de estos resultados permita a las explotaciones analizadas una mayor y más rápida adaptación a las nuevas exigencias del mercado mundial.

Como objetivo a más largo plazo, se espera:

1. Aplicarla a un mayor número de explotaciones lecheras o a otras actividades del sector agropecuario;
2. Analizar la evolución o cambios experimentados por años o periodos y estudiar las causas de esa evolución;
3. Realizar comparaciones entre provincias, regiones o países, etc., aprovechando las ventajas de su rapidez, flexibilidad y sencillez en la interpretación de resultados.

II. REVISIÓN DEL ENTORNO.

II. REVISIÓN DEL ENTORNO.

1. MERCADO MUNDIAL DE LÁCTEOS: POLÍTICAS DEL SECTOR.

1.1. EL GATT Y LA OMC (Organización Mundial de Comercio).

Competencias y funciones.

GATT es la sigla de “*General Agreement on Tariffs and Trade*”, en español, Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio, suscrito en 1947 por 23 partes contratantes (Estados). España se adhirió a él como parte contratante en 1963.

En realidad no se trataba de un organismo internacional sino de un acuerdo comercial al servicio del cual se fueron creando distintos órganos administrativos. Su principal objetivo fue contribuir a la liberalización del comercio mundial, eliminando las barreras que lo obstaculizaban.

Fue en la conferencia de Marrakech (abril, 1994), donde se firmó oficialmente el acta final de la Ronda de Uruguay y donde se adoptó la decisión de la transición del GATT hacia la nueva OMC. Originalmente la OMC tuvo 123 Estados Miembros (EE.MM.), sin embargo, desde 1995 se han adherido 12 Estados más, aumentando el número de miembros de la OMC a 135.

La Unión Europea pertenece también a la OMC, al igual que todos los Estados que suscribieron los resultados de la última ronda de negociación del GATT. La Unión Europea suscribió el Acta Final y el Congreso Nacional la ratificó convirtiéndola en Ley 24.425.

La OMC, Organización Mundial de Comercio, con sede en Ginebra, se constituye para administrar y aplicar todos los acuerdos firmados en el marco del GATT, por lo que, su cuerpo normativo está integrado por todos los principios, derechos y obligaciones aplicables a la regulación del comercio internacional acordados en el GATT.

Por otro lado, se trata de una organización internacional con un campo de actuación mucho más amplio que el GATT, al incluir actividades comerciales como los servicios, el intercambio de ideas o las inversiones y, con el cargo añadido de administrar las nuevas normas del comercio mundial acordadas a partir de la Ronda de Uruguay.

También promueve nuevas rondas de negociación, resuelve las diferencias comerciales y supervisa las políticas comerciales nacionales.

Estructura institucional de la OMC.

Todos los EE.MM. están representados en la OMC, por sus respectivos gobiernos, en los distintos comités y consejos.

La autoridad máxima es la *Conferencia Ministerial*, compuesta por representantes de todos los EE.MM. de la OMC que se reúnen cada dos años.

Las tareas cotidianas están a cargo del *Consejo General*, el *Órgano de Examen de las Políticas Comerciales* y el *Órgano de Solución de Diferencias*.

La *Secretaría General* presta apoyo técnico a los países, incluyendo análisis económicos, estadísticos y jurídicos.

Existen también otros *Consejos* entre los que se destaca el *Consejo Internacional de Productos Lácteos* (CIPL); *Comités*, un *Organo Permanente de Apelación* y *Grupos Especiales de Negociación* en diversos temas entre los que se destacan el de Agricultura, de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias y el de Origen de Subvenciones y Medidas Compensatorias (figura II.1.).

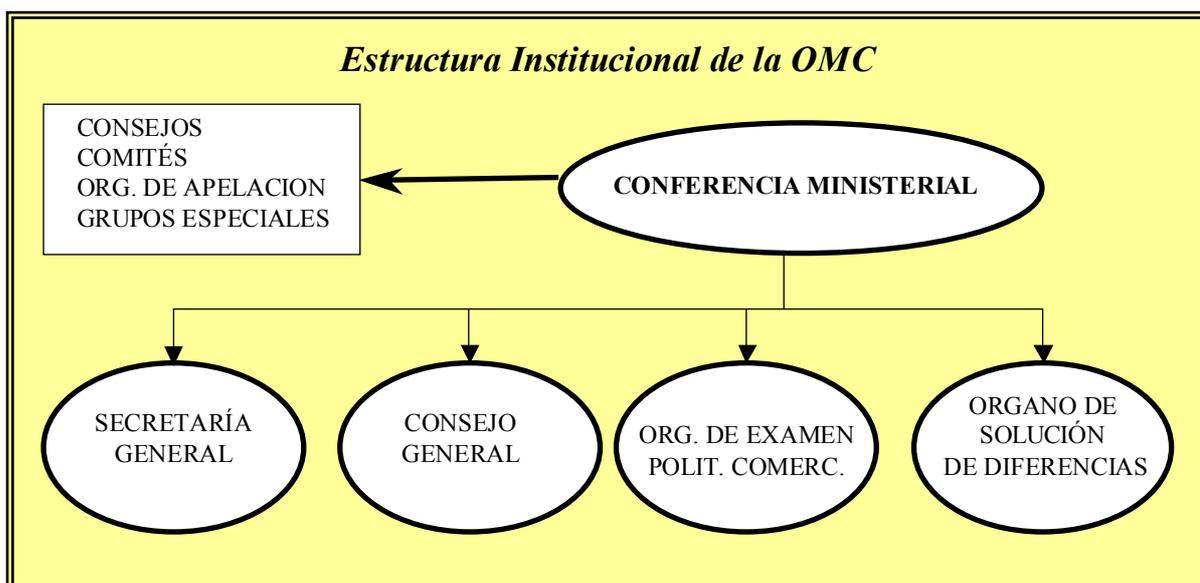


Figura II.1. Estructura institucional de la OMC.

Principios que rigen el comercio en el marco de la OMC.

- Principio de no discriminación: Establece que "*...cualquier ventaja, favor, privilegio o inmunidad concedido por una parte contratante a un producto originario de otro país o destinado a él, será concedido inmediata e incondicionalmente a todo producto similar originario de los territorios de todas las demás partes contratantes o a ellos destinado*".

La consecuencia es la multilateralización de los resultados de una negociación bilateral; es decir, una vez acordada una concesión comercial, la misma es extendida a todos los demás EE.MM. de la OMC aunque no hayan participado de esa negociación en particular.

- Principio del trato nacional: los EE.MM. de la OMC no pueden diferenciar entre las mercancías importadas y la producción nacional una vez que las primeras ingresaron al mercado local.

Estos principios no se aplican a todas las áreas del comercio internacional, rigiendo sólo sobre las cuestiones expresamente incluidas en el acuerdo firmado por los países consignatarios. Si bien se incorporaron nuevas problemáticas a la incumbencia de la OMC, aún están excluidos del régimen multilateral importantes aspectos del comercio internacional como, por ejemplo, biotecnología, alimentos transgénicos y medio ambiente.

Negociaciones y lista de compromisos.

Se llaman *Rondas de Negociación* a las negociaciones sucesivas de los acuerdos multilaterales comerciales. Se abren por mandato de los EE.MM. de la OMC, expresándose mediante una declaración en la cual se establecen sus objetivos, principios generales y temas.

Desde el origen del GATT ha habido nueve rondas negociadoras que han ido enmendándolo sucesivamente. Se destacan la *Ronda Kennedy* (1963-1967) en la que, con los primeros excedentes agrarios importantes, se incorporó por primera vez la preocupación por las políticas agrarias; la *Ronda Tokio* (1973-1979) en la que se dio el primer paso importante en materia de agricultura, alcanzándose acuerdos internacionales arancelarios y no arancelarios y la *Ronda de Uruguay* (1986-1994), donde se incorpora ya de manera plena a la agricultura en el Acuer-

do General y se disuelve el GATT, en su función de organización internacional, reemplazándose por la OMC.

En 1999, Los EE.MM. iniciaron una nueva ronda de negociación general, aún sin finalizar, la *Ronda de Seattle*, cuyo tema único a tratar es el **Acuerdo sobre la Agricultura**, establecido en el Acta Final de la Ronda de Uruguay (tabla II.1.):

Tabla II.1. Rondas de negociación internacional: marco GATT y OMC.

FECHA	DENOMINACION	TEMAS PRINCIPALES	Nº PAISES PARTICIPANTES
1947	Ginebra	Aranceles	23
1949	Annecy	Aranceles	13
1951	Torquay	Aranceles	38
1956	Ginebra	Aranceles	26
1961 - 62	Dillon	Aranceles	26
1964 - 67	Kennedy	Aranceles y Antidumping	62
1973 - 79	Tokio	Aranceles Medidas no arancelarias	102
1986 - 94	Uruguay	Aranceles, Agricultura , Medidas no arancelarias Disolución del GATT Establecimiento de la OMC	123
1999 -	Seattle	Acuerdo de Agricultura	135

Fuente: Elaboración propia.

1.1.1. El Acuerdo sobre la Agricultura (AA).

El actual Comité de Agricultura fue establecido por el Art. 17 del AA acordado en la Ronda Uruguay. Sus principales tareas son: poner en marcha el Acuerdo a través de notificaciones, brindar a sus EE.MM. la oportunidad de consultar sobre cualquier cuestión relativa a la aplicación de los puntos del Acuerdo y supervisar los progresos realizados en la aplicación de los compromisos negociados.

Si bien el Acuerdo sobre la Agricultura de la Ronda Uruguay apenas convalidó las prácticas seguidas por los EE.MM. de la OMC en materia de política agrícola, pudo añadir compromisos de reducción del apoyo para el acceso a los mercados, tales como ayudas internas y subsidios a la exportación.

Este Acuerdo ha marcado para el sector el fin de una era de subsidios sin un control multilateral.

Los principales avances del AA fueron los siguientes:

- Se establecieron niveles de acceso mínimo para mercados que antes estaban cerrados o eran muy restrictivos.
- Se expandió el acceso a los mercados a través de contingentes arancelarios.
- Se tomaron compromisos de reducción para las subvenciones a la exportación y para algunas ayudas internas.

Sin embargo, la efectividad de las negociaciones de la Ronda Uruguay en este sector se vieron empañadas por varias razones entre ellas:

- Se tomaron como base para las diferentes reducciones periodos poco significativos.
- Además estas reducciones fueron hechas en base a líneas arancelarias, por lo que los países miembros que agregaron muchas líneas dentro de los grupos de productos, diluyeron los compromisos en los productos más sensibles.

Por este motivo, el AA estableció el compromiso de reabrir las negociaciones en el año 2000, como así ha sido con la Ronda de Seattle, con el objetivo a largo plazo de realizar reducciones sustanciales y progresivas de la ayuda y la protección, que se traduzcan en una reforma fundamental del comercio agrícola.

Este Acuerdo contiene básicamente compromisos en tres áreas:

1. Acceso a los mercados.

El AA impone la obligación de convertir en aranceles las barreras no arancelarias existentes, llamado proceso de arancelización. Además, no permite crear, modificar ni restablecer barreras no arancelarias. Con respecto a los niveles arancelarios, obliga a la reducción escalonada de los mismos. Garantiza el acceso corriente a los mercados y establece un porcentaje de acceso mínimo.

Excepcionalmente, permite la utilización de salvaguardias cuando el precio o el volumen del producto importado ponga en riesgo la estabilidad del mercado local.

Como el período base que se usó (1986-1988) correspondió a un período de precios internacionales excepcionalmente bajos, la diferencia entre estos precios y los precios internos (protegidos) fue muy grande. Así, muchos países pudieron declarar aranceles de base superiores a la protección real vigente. El resultado son los picos arancelarios tan altos que constituyen una virtual prohibición de comercio.

Por este motivo se estableció que los países desarrollados deben reducir los aranceles un 36% durante los 5 años del período de aplicación del AA -1995/2000- con una reducción mínima del 15% por línea arancelaria.

Los países en vías de desarrollo deben reducir un promedio del 24%, con un mínimo del 10% por línea arancelaria y en un período de 10 años.

Los países menos adelantados están exentos del compromiso de reducción.

2. Medidas de ayuda interna.

Son aquéllas dirigidas a beneficiar la actividad agrícola instrumentadas por el Gobierno nacional, provincial o municipal. Estas medidas son consideradas, en algunos casos, distorsivas del comercio. Como ejemplos de medidas de apoyo interno se pueden citar: subsidios al transporte, a los insumos y al capital, pagos directos a los productores que afectan el volumen de la producción, sostenimiento de los precios del mercado, subvenciones a los insumos y medidas de reducción de los costes de comercialización.

Para valorar la ayuda interna se utiliza la MGA (Medida Global de Ayuda) que cuantifica el nivel de ayuda anual, expresado en términos monetarios, que se da a un producto agropecuario, a los productores del producto agropecuario de base, o el nivel de ayuda no referida a productos específicos otorgada a los productores agrícolas en general. No obstante la MGA Total debe ser reducida por los países desarrollados en un 20% para el año 2000, en etapas anuales equivalentes.

La MGA Total se calculó tomando el período base 1986-1988. Por su parte, el compromiso de reducción para los países en desarrollo es del 13,3% de la MGA Total para el año 2005. En tanto, los países menos adelantados no tienen compromiso de reducción, pero no deben superar la MGA Total del período base.

- **"caja verde".**

Se denomina "*caja verde*" al conjunto de medidas incluidas en una lista de programas gubernamentales que están exentos del compromiso de reducción de ayudas. Estos programas no deben implicar pagos directos a los productores o a las empresas de transformación.

Esta lista incluye apoyos de tipo horizontal y de disponibilidad general tales como: investigación, combate de plagas, diferentes tipos de servicios (Ej: inspección, comercialización y promoción, formación general y especializada, divulgación y

asesoramiento e infraestructura), seguridad alimentaria y ayuda alimentaria interna, apoyo al ingreso del productor, seguros y distintos tipos de asistencia para el reajuste estructural.

- **"caja azul".**

Esta excepción se originó en noviembre de 1992, cuando se firmó el Acuerdo bilateral entre los EE.UU y la UE conocido como "*Blair House*". Este acuerdo permitió destrabar las negociaciones agrícolas de la Ronda Uruguay. Los puntos de este Acuerdo legitimaron los pagos directos que tanto la UE como los EE.UU. mantenían en el marco de sus respectivos programas de limitación de la producción. La "*caja azul*" es una excepción de los compromisos de reducción para los pagos directos realizados en el marco de programas de limitación de la producción con las siguientes características:

1. Si estos programas se basan en superficies y rendimientos fijos.
2. Si se realizan con respecto al 85% o menos del nivel de producción base.
3. Si, en el caso de pagos relativos al ganado, se realizan con respecto a un número de cabezas fijo.

- **Cláusula "*de minimis*".**

En el caso de productos específicos, el nivel de ayuda no debe exceder el 5% del valor total de la producción de ese producto para los países desarrollados y el 10% para los países en desarrollo.

En cuanto a la ayuda interna no referida a productos específicos, no debe superar el 5% del valor total de la producción agropecuaria para los países desarrollados y 10% para los países en desarrollo.

3. Subvenciones a las exportaciones.

Cada país miembro se compromete a no conceder subvenciones a la exportación más que de conformidad con el Acuerdo y con los compromisos especificados en su Lista. Las subvenciones sujetas a reducción son:

1. Subvenciones directas, con inclusión de pagos en especie, relacionadas directamente con la actuación exportadora.
2. Venta o colocación oficial para la exportación de existencias no comerciales de productos agropecuarios a un precio inferior al del mercado interno.
3. Pagos a la exportación de productos agropecuarios financiados oficialmente, mediante un desembolso presupuestario o no, incluidos los pagos financiados con ingresos procedentes de un gravamen impuesto al producto agropecuario del que se trate o a un producto agropecuario del que se obtenga el producto exportado.
4. Subvenciones para reducir los costes de comercialización de las exportaciones agrícolas (excepto los servicios de asesoramiento y promoción de exportaciones de amplia disponibilidad) incluidos los costes de manipulación, perfeccionamiento y otros gastos de transformación y, los costes de transportes y fletes internacionales.
5. Las tarifas de los transportes y fletes internos de los envíos de exportación establecidas o impuestas por los Gobiernos en condiciones más favorables que para los envíos internos.
6. Las subvenciones a productos agropecuarios supeditadas a su incorporación a productos exportados.

1.1.1.1. El Acuerdo Internacional de Productos Lácteos (AIPL).

El principal objetivo del AIPL es promover una mayor liberalización del comercio mundial de productos lácteos dada la importancia de esta actividad en las economías desde la perspectiva del consumo, las exportaciones y las importaciones. Dentro de los objetivos del acuerdo se encuentra el lograr un mercado estable sobre la base de ventajas mutuas de los países exportadores e importadores así como favorecer el desarrollo económico y social de los países en desarrollo.

El AIPL entró en vigor en 1980. En marzo de 1994 los países signatarios del AIPL adoptaron un nuevo texto contenido en los Acuerdos Plurilaterales del Acta Final de la Ronda Uruguay. Los países signatarios de esta acuerdo son: Argentina, Australia, Bulgaria, Unión Europea, Egipto, Finlandia, Hungría, Japón, Noruega, Nueva Zelanda, Polonia, Rumania, Sudáfrica, Suecia, Suiza y Uruguay.

Abarca los siguientes productos:

- Leche y nata sin concentrar, azucarar o edulcorar.
- Leche y nata concentrada, azucarada o edulcorada.
- Suero de mantequilla, leche y nata.
- Cuajada.
- Lactosuero.
- Mantequilla.
- Queso y requesón.
- Caseína.

La vigilancia y supervisión del AIPL está a cargo del Consejo Internacional de Productos Lácteos (CIPL). Sus principales funciones se centran en el análisis y evaluación del mercado internacional de productos lácteos así como en el examen del funcionamiento de este Acuerdo.

Podrá, asimismo, identificar posibles soluciones considerando la situación de los países en desarrollo, si tras la evaluación de la situación se prevé un fuerte desequilibrio.

La vigencia de este Acuerdo será por un espacio de tres años, el cual se prorrogará tácitamente por un nuevo periodo salvo decisión en contra.

El aspecto más relevante de este Acuerdo es en lo que se refiere al establecimiento de los precios mínimos de exportación, que se realiza tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- La situación existente del mercado.
- Los precios de los productos lácteos en los países productores.
- La necesidad de asegurar precios equitativos a los consumidores y la conveniencia de mantener un rendimiento mínimo para los productores más eficientes a fin de garantizar estabilidad en la oferta a largo plazo.

Es una potestad del Comité establecer y ajustar los precios mínimos con respecto al contenido de materia grasa láctea, el tipo de embalaje y las condiciones de venta.

1.2. La Política Agraria Comunitaria de la Unión Europea (PAC).

Desde la constitución de la Unión Europea, la Política Agraria Comunitaria (PAC) ha sido una de sus políticas prioritarias, especialmente en lo que a esfuerzo presupuestario se refiere. Supone el contexto más relevante de la producción láctea, al igual que de cualquier otra producción agrícola o ganadera, por lo que es necesario conocer los objetivos más importantes de dicha política, los motivos por los que entró en crisis y las líneas principales de su reforma.

Objetivos de la PAC.

El Tratado de Roma, firmado en 1957, en sus artículos 38 al 47, estableció los objetivos tanto para los productores de leche como para los consumidores de productos lácteos.

Los objetivos básicos para los productores fueron el incremento de la productividad mediante la promoción del progreso técnico y la utilización óptima de los factores productivos, particularmente del trabajo, la consecución de un nivel de vida digno para la comunidad rural, mediante la elevación de las rentas agrarias y la estabilización de los mercados agrarios.

Los objetivos básicos para los consumidores fueron la disponibilidad sistemática de los productos agrarios a precios asequibles en relación a su nivel de renta.

Principios de la PAC.

En la Conferencia de Stressa, julio de 1958, se definieron las líneas de actuación para la consecución de los objetivos planteados. Se decidió buscar el equilibrio entre la oferta y la demanda así como estimular la productividad, a fin de que el sector agrario aumente su competitividad frente a otros sectores y para que la remuneración del capital y del trabajo se equiparen a las de otros sectores.

En 1960 el Consejo de Ministros expuso claramente los tres principios de la “*Europa Verde*”. Se inició entonces la regulación de la política de precios y mercados, aparecieron las primeras Organizaciones Comunes de Mercado (OCM) y se acabaron de perfilar los objetivos de la PAC.

- **Unicidad de mercado.**- Se procurará la libre circulación de productos agrarios en el territorio de la Comunidad, desapareciendo así las trabas arancelarias y también las restricciones cuantitativas o de cualquier tipo. El establecimiento de un mercado único conllevará la instauración de precios comunes para los productos agrarios en todos los países de la Comunidad, así como la exigencia de armonización de las reglamentaciones sanitarias y veterinarias.

- **Preferencia comunitaria.**- Se dará prioridad a la comercialización de los productos procedentes de los EE.MM. dentro de la Comunidad, protegiendo así el mercado de las fluctuaciones internacionales. De esta forma la política agraria se decantará por el proteccionismo. Estos mecanismos de protección servirán para impulsar el proceso de unificación de los diversos mercados agrarios de la Unión Europea.

- **Solidaridad financiera.**- Se financiará la política agraria por parte de todos los EE.MM. a través del Fondo Europeo de Orientación y Garantía (FEOGA). Este fondo consta de dos secciones:
 - Sección del FEOGA-Garantía: que proporciona los recursos necesarios para llevar a cabo la política de intervención de precios y mercados; es decir, financia la política a corto plazo.

 - Sección del FEOGA-Orientación: que se ocupa de la mejora de las explotaciones y del medio rural; es decir, de la mejora de las estructuras agrarias, financiando la política a largo plazo.

Reforma de la PAC.

A lo largo de toda su historia, la PAC se ha sometido a profundos cambios para poder hacer frente a los nuevos desafíos que se le iban planteando. En un primer momento, se trató de alcanzar los objetivos del artículo 39 del Tratado de Roma: incrementar la productividad, asegurar un nivel de vida equitativo a la población agraria y garantizar la seguridad de los abastecimientos a precios razonables.

Posteriormente, debieron corregirse los desequilibrios cuantitativos que habían ido surgiendo, caracterizados por un elevado volumen de stocks de productos agrícolas y ganaderos que comprometían gravemente la financiación comunitaria, motivo por el que se planteó la primera Reforma de la PAC, aprobada en mayo de 1992.

La filosofía de esta nueva PAC se basó en varias premisas: dejar de incentivar permanentemente el incremento de la producción, no apoyar la intensificación incontrolada, dar mayor estabilidad a los mercados, disminuir los gastos presupuestarios y ser más respetuosos con el medio ambiente.

Más adelante, la PAC emprendió una nueva dirección basada en la disminución de los precios y la concesión de ayudas compensatorias. Se pretendía compatibilizar el control de la producción y la reducción de precios para aproximarlos a los niveles del mercado mundial, con el mantenimiento de las rentas de los agricultores y el respeto al medio natural. Se trataba pues de buscar una mejor adecuación entre la oferta y la demanda evitando los excedentes y respetando el entorno.

La última reforma de la PAC, derivada de la Agenda 2000 y decidida por Consejo Europeo de Berlín, en los días 24 y 25 de marzo de 1999, tiene por objeto preparar la agricultura europea para responder a los desafíos internos y externos que se le presentan en el horizonte del año 2000.

Dicha reforma favorece una agricultura más competitiva, pero también más respetuosa con el medio ambiente. Se plantea una política que apoye más a los agricultores que a los productos, y que remunere no solamente la producción de los agricultores sino también su aportación suplementaria en favor de la sociedad.

- **Motivos por los que se decide la reforma de la PAC.**

- 1.- Los precios de la PAC presentan unos niveles demasiado elevados para poder respetar los compromisos internacionales y extraer provecho del mercado mundial, planteándose así el riesgo de que reaparezcan excedentes, con costes presupuestarios elevados y, de que se pierdan posiciones en el mercado mundial y comunitario.
- 2.- El apoyo a la agricultura se reparte de forma desigual entre los distintos productores y regiones y, como consecuencia, se asiste a una mala gestión del espacio rural: declive de la actividad agrícola en algunas zonas; prácticas agrarias que, por excesivamente intensivas, son fuente de contaminación; enfermedades de animales; disminución de la seguridad alimentaria, etc.
- 3.- Con las sucesivas ampliaciones de la Unión, la gestión de la PAC se ha hecho demasiado compleja y a veces, incluso, difícilmente abordable por lo que, se hace necesario crear un nuevo modelo descentralizado que conceda un mayor grado de libertad a los EE.MM. sin que con ello se distorsione la internacionalización de la PAC. La ampliación de la Unión con diez países de Europa central y oriental (Bulgaria, Estonia, Hungría, Letonia, Lituania, Polonia, Rumania, Eslovaquia, Eslovenia, República Checa) y Chipre hace aún más necesarias las medidas de mercado y la simplificación, dado que las economías de los países candidatos se apoyan principalmente en el sector agrario.

- **Objetivos planteados en la Reforma de la PAC.**

- 1.- Aumentar la competitividad de los productos agrarios comunitarios en el mercado interior y mundial mediante un descenso de los precios que impulse las salidas interiores y una mayor participación en el mercado mundial. Dicho descenso se compensará con un aumento de las ayudas directas que permita mantener el nivel de renta.
- 2.- Integrar en mayor medida las consideraciones medioambientales y estructurales en la aplicación de la Política Agraria Comunitaria: se fomenta la agricultura multifuncional, sostenible y competitiva, incluidas las regiones con problemas particulares, capaz de conservar el paisaje, mantener el espacio natural, contribuir a la vitalidad del mundo rural y responder a la protección del medio ambiente y del bienestar animal.
- 3.- Garantizar los ingresos de los agricultores y estabilizar los gastos agrarios: se establecen las bases de una política de desarrollo rural encaminada a la gestión del espacio, la protección de la naturaleza y la instalación de jóvenes agricultores.
- 4.- Mejorar la seguridad alimentaria: responder a las preocupaciones y exigencias de los consumidores en materia de calidad y seguridad de los alimentos.
- 5.- Simplificar la normativa agraria y descentralizar su aplicación: rige tanto para el nuevo reglamento de desarrollo rural, como para los reglamentos del mercado.
- 6.- Respecto a la ampliación de la Unión hacia el este, se persiguen dos objetivos prioritarios: el refuerzo de la capacidad administrativa y judicial (30%) y las inversiones vinculadas a la adopción y a la aplicación del acervo comunitario (70%).

A este instrumento se añadieron, en 1999, el instrumento estructural de preadhesión (IEPA) y el instrumento agrícola de preadhesión (SAPARD). Se espera que a más largo plazo, las reformas emprendidas hoy creen condiciones favorables para la aproximación de las economías agrícolas de los países candidatos a la adhesión, cuya adaptación se verá facilitada por la financiación de estas medidas estructurales denominadas de "*preadhesión*".

7.- Reforzar la posición de la Unión en la próxima ronda de negociaciones de la OMC.

Dos tipos de medidas contribuirán al cumplimiento de estos objetivos. Por un lado, medidas de carácter horizontal y, por otro, los nuevos reglamentos que modifican las **Organizaciones Comunes de Mercados (OCMs)** destacando el de la leche.

Un primer reglamento horizontal, aplicable a las diferentes Organizaciones Comunes de Mercados, invita a los EE.MM. a tener en cuenta el cumplimiento de requisitos medioambientales y de umbrales de empleo por parte de los agricultores a la hora de conceder sus ayudas directas.

Un segundo reglamento se refiere a la descentralización de la gestión del Fondo Europeo de Orientación y de Garantía Agraria (FEOGA), en virtud del cual los EE.MM. podrán gestionar su parte de los créditos del FEOGA.

El paquete agrícola denominado "*Agenda 2000*" se completa con un reglamento sobre desarrollo rural que pretende garantizar el futuro de las zonas rurales europeas.

- **Repercusión de la Reforma de la PAC en el sector lácteo español.**

La Reforma de la PAC ha permitido el mantenimiento de un gran número de explotaciones familiares que, de otro modo, por su dimensión y productividad, habrían desaparecido a corto plazo con la evolución natural de un mercado competitivo.

No hay que olvidar que estas explotaciones suelen radicar en el medio rural y que la potenciación de las posibilidades económicas y el valor medioambiental y turístico de las zonas rurales es uno de los objetivos primordiales recogidos en la nueva PAC de la Agenda 2000.

1.2.1. OCM del sector de la leche y de los productos lácteos.

Introducción.

El sector lácteo está regulado en la Unión Europea mediante una Organización Común de Mercados (OCM) establecida mediante el Reglamento CEE 804/1968. Comprende la leche y todos los productos derivados de ella. Se articula en torno a dos instrumentos básicos: el sistema de cuotas y la fijación de precios indicativos, complementados con un sistema de intervención.

El sistema de cuotas fijas para cada campaña es una cantidad máxima garantizada para todo el conjunto de la UE. Esta cantidad se reparte por países y, dentro de éstos, se distribuye entre los ganaderos o bien entre las industrias transformadoras. Inicialmente se preveía una duración del sistema de cuotas de 5 años (entrada en vigor en la campaña 1984/85), pero este sistema fue, primero prorrogado y, después consolidado, al menos hasta la campaña 2000/01, mediante los Reglamentos 3950/92 y 536/93 que modificaron la regulación de este sector.

Con el fin de evitar que los excedentes de producción supongan un sobrecoste para el presupuesto comunitario se crea la *tasa suplementaria* consistente en una multa a pagar por aquellos productores que superen su parte de cuota asignada, tratando así de evitar producciones superiores a la cuota.

La cuantía de esta tasa se ha ido elevando hasta representar el 115% del precio indicativo. A pesar de ello se siguen produciendo cantidades por encima de la cuota. En general, hay que señalar que el resultado del sistema de cuotas ha sido la restricción de la expansión de la producción de leche a nivel comunitario, que era claramente excedentaria.

El sistema de cuotas se complementa con un sistema de precios:

- El *precio indicativo*, que es el precio al que se considera que los productores deberían vender la leche y que se establece para cada campaña.
- El *precio de intervención*, que es el precio al que el organismo de intervención está obligado a comprar la mantequilla y la leche en polvo, representando, por tanto, el precio mínimo garantizado a los productores.
- Por último, el *precio umbral* destinado a proteger el mercado comunitario de las posibles importaciones de leche a precio internacional, muy inferior al comunitario.

Junto a este sistema de precios se establece lo que se denomina *pago de leche por calidad*, aspecto fundamental para diferenciar el precio que reciben los ganaderos y que han de realizar las empresas.

En España, el origen de este sistema se remonta al Decreto 2478/86, del 6 de octubre, en el que se determinó que existiera una leche *base* sobre la cual operara en el mercado un sistema de *primas y descuentos*.

La calidad *base* es aquella que contiene un mínimo de materia grasa del 3%, de proteína del 3,2% y de extracto seco magro del 8,2%. Toda la leche que excede estas cantidades mínimas goza de una serie de primas sobre el precio base por cada punto de exceso y aquella que no llega a estos mínimos sufre una penalización sobre el precio base.

La reducción de las entregas derivada de la aplicación de cuotas ha presionado el precio de la leche al alza, especialmente en las zonas deficitarias, como consecuencia de la competencia desencadenada entre empresas por el abastecimiento de leche.

Esta tendencia creciente de los precios, acompañada en muchos casos de la reducción de los costes medios de las explotaciones, ha contribuido al sostenimiento y, en algunos casos, a la mejora de la renta de los ganaderos.

En definitiva, con el sistema de cuotas se ha logrado reducir las entregas de leche y se ha ayudado a reorientar la producción hacia productos de mayor valor añadido en detrimento de aquéllos sobre los que se intervenía (descenso del 27,5% en la producción de mantequilla y leche en polvo entre 1983-88).

Se ha conseguido también contener la progresión de los gastos presupuestarios, al tiempo que se han mantenido las rentas de los productores.

OCM de la leche y productos lácteos.

Con la Reforma de la PAC de la Agenda 2000, se establece una nueva Organización Común de Mercados en el sector de los productos lácteos.

En términos generales, sigue basándose en la que se creó en 1968 y se modificó sustancialmente en 1984 mediante la creación de las cuotas lecheras y, en 1987 mediante la reducción de la intervención pública.

Los cambios adoptados consisten fundamentalmente en la introducción gradual de una reducción de los precios institucionales a partir del 2005, que se verá compensada parcialmente mediante pagos directos a los productores. En 2003 se volverá a examinar el régimen de las cuotas lecheras con vistas a su supresión después de 2006.

Por lo pronto, con el acuerdo alcanzado por los Ministros de Agricultura de la Unión Europea para la reforma del sistema de ayuda de la PAC, España ha recibido un incremento en su cuota láctea de 550.000 tm en dos etapas (para la campaña 2000/01, 330.000 tm, y para la campaña 2001/02 otras 220.000 tm), con lo que la producción asignada a España se sitúa en 6,1 millones de tm.

La referencia jurídica de la reforma de la OCM es el Reglamento (CE) n° 1255/1999 del Consejo, de 17 de mayo de 1999.

Para el régimen de las cuotas lecheras, la referencia es el Reglamento (CE) n° 1256/1999 del Consejo, de 17 de mayo de 1999 posteriormente modificado por las medidas del Reglamento (CE) n° 1040/2000 del Consejo, de 16 de mayo de 2000.

- **Objetivos generales.**

Mejorar, mediante la disminución del precio de intervención, la competitividad de la leche y de los productos lácteos en los mercados interiores y exteriores, manteniendo al mismo tiempo la seguridad de las rentas agrarias a través de ayudas directas a las rentas de los agricultores; garantizar la libre circulación de la leche y de los productos lácteos en el interior de la Comunidad, fomentar el consumo de leche y simplificar la normativa en lo relativo a las medidas de ayuda al mercado interior.

- **Contenido.**

1. La nueva OCM entrará en vigor a partir de la campaña de comercialización 2005/06, sin perjuicio de las decisiones relativas a las cuotas lácteas específicas suplementarias. Las disposiciones relativas al mercado interior seguirán basándose en la intervención y el almacenamiento público de mantequilla y leche desnatada en polvo, así como en determinados regímenes de ayuda y en medidas específicas en materia de comercialización.

2. Esta OCM regulará los productos siguientes:

- Leche y nata, sin concentrar, sin agregados de azúcar ni edulcorantes de ningún tipo;
- Leche y nata, concentradas, azucaradas o con edulcorantes;

- Suero de mantequilla, leche y nata cuajadas, yogur, kéfir y demás leches y natas fermentadas o acidificadas, incluso concentradas, azucaradas o con edulcorantes, no aromatizadas ni con agregados de fruta o cacao;
- Lactosuero, incluso concentrado, azucarado o edulcorado de algún modo; productos constituidos por los componentes naturales de la leche, incluso azucarados o con edulcorantes, no expresados ni comprendidos en otras partidas;
- Mantequilla y demás materias grasas de la leche; pastas lácteas para untar con un contenido de materia grasa superior al 75% pero inferior al 80%;
- Queso y requesón;
- Lactosa y jarabe de lactosa, sin aromatizar ni colorear, con un contenido en lactosa igual o superior al 99% en peso, expresado en lactosa anhidra y calculado sobre producto seco;
- Jarabe de lactosa aromatizado o con colorantes añadidos;
- Preparaciones del tipo de las utilizadas para la alimentación de los animales.

Régimen de intervención:

3. Los precios de intervención para mantequilla y leche en polvo descremada se reducirán en un 15% en tres etapas del 5% a partir de la campaña de comercialización del 2005/06, lo que llevaría a la reforma más allá del año 2006 (tabla II.2.).

Para la leche (con un 3,7% de materia grasa), el apoyo a los precios sigue basándose en el precio indicativo, que se reducirá en un 17%. Atendiendo a la repercusión de esta reducción en el consumo interior y en las exportaciones, la cantidad total de referencia aumentará un 2% (2,35 tm) en cuatro fases a partir del año 2001. Con ello se pretende fomentar el consumo de leche y productos lácteos en la Unión Europea y mejorar su competitividad internacional.

No hay que olvidar que el precio medio de la leche en Europa es un 30% superior al existente en el mercado mundial, por lo que se espera con esta medida, poder irrumpir con la leche europea en determinados mercados como el asiático, actualmente monopolizado por los productos que, a bajo precio, se exportan desde Australia y Nueva Zelanda.

Tabla II.2. Leche y prod. lácteos: precios de intervención o indicativo⁽¹⁾ (euros/100 kg).

Campaña⁽²⁾	2000/05	2005/06	2006/07	2007/...
Mantequilla: precio de intervención	328,2	311,8	295,4	278,9
Leche desnatada en polvo: precio de intervención	205,5	195,2	184,9	174,7
Leche (con 3,7% de mat.grasa entregada en lechería): precio indicativo	30,9	29,2	27,5	25,7

Fuente: EUROSTAT. 2001.

(1) El Consejo de Agricultura puede modificar estos precios. El régimen de precios se fija sin perjuicio de la aplicación del régimen de la tasa suplementaria dentro del sistema de las cuotas lecheras.

(2) La campaña lechera comienza el 1 de julio de cada año y concluye el 30 de junio del año siguiente.

4. Cuando los precios de mercado de la mantequilla se sitúen, en un nivel inferior al 92% del precio de intervención durante un periodo representativo, los organismos de intervención realizarán compras en los EE.MM. correspondientes.

El precio de compra fijado no será inferior al 90% del precio de intervención.

5. El organismo de intervención de cada EE.MM. comprará al precio de intervención la leche desnatada en polvo. Dicho precio será el que esté en vigor el día de la producción de la leche desnatada en polvo y se aplicará a la entrega en el depósito indicado por el organismo de intervención.

La Comisión podrá suspender la compra de leche desnatada en polvo tan pronto como las cantidades ofrecidas a la intervención durante el periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 31 de agosto de cada año superen las 109.000 tm.

6. Podrá concederse ayudas al almacenamiento privado, si la evolución de los precios y las existencias provoca un desequilibrio grave del mercado. Cuando la situación del mercado lo exija, la Comisión podrá tomar la decisión de volver a comercializar una parte o la totalidad de los productos lácteos almacenados.

El importe de la ayuda al almacenamiento privado se fijará en función de los gastos de almacenamiento y de la evolución previsible de los precios de mercado.

Régimen de cuotas lecheras:

7. La mayor tecnificación de la explotaciones, la mejora genética, un asociacionismo cada vez más implantado y un mayor control sanitario de la cabaña, ha provocado un incremento de los rendimientos productivos y la consecuente insuficiencia de las cuotas asignadas a los EE.MM. Por ello la Comisión acordó el incremento de la cuota global de la Unión Europea en un 2,4%.

El documento final contempla las siguientes medidas: El actual régimen de cuotas se prorrogará a marzo del 2008. No obstante, la revisión del régimen de cuotas programada para la campaña 2003/04 sigue estando vigente, y es probable que se realice entonces una revisión global del funcionamiento del sector con vistas a que expire después del 2006.

Se conserva un aumento específico de las cuotas por 1,39 millones de tm en dos períodos (2000/01 y 2001/02) para Grecia, España, Irlanda e Italia. España, en concreto, recibe 550.000 tm repartidas en 350.000 y 200.000 tm.

Estos aumentos figuraban ya en el compromiso anterior, pero un nuevo aumento de 19.700 tm ha sido otorgado al Reino Unido en beneficio de Irlanda del Norte.

Adicionalmente, se aprobó un incremento lineal de un 1,5% para el resto de los Estados, que se aplicará en 3 períodos iguales a partir del ejercicio 2005/06, en paralelo con las reducciones de precio.

La combinación de ambas medidas representa un incremento total de 2,83 millones de tm para los próximos ocho años, un crecimiento del 2,4%.

También se han concedido 150.000 tm de cuota a Austria para cambios estructurales en la producción, efectiva a partir de la campaña 1999/00 (tabla II.3.).

Tabla II.3. Incrementos en la cuota de leche por EE.MM. (10³ tm).

	Cuota 1998/99	Incremento General¹	Incremento Especifico²	Incremento Total	%
Bélgica	3.310,4	49,7		49,7	
Dinamarca	4.455,3	66,8		66,8	
Alemania	27.864,8	418		418	
Grecia	630,5	0	70	70	
España	5.567	0	550	550	
Francia	24.235,8	363,5		363,5	
Irlanda	5.245,8	0	150	150	
Italia	9.930,1	0	600	600	
Luxemburgo	269	4		4	
Países Bajos	11.074,7	166,1		166,1	
Austria	2.749,4	41,2		41,2	
Portugal	1.872,5	28,1		28,1	
Finlandia	2.394,3	35,9		35,9	
Suecia	3.303	49,6		49,6	
Reino Unido	14.590	218,9	19,7	238,6	
UE15	117.492,6	1 441,8	1.389,7	2.831,5	2,4

Fuente: EUROSTAT. 2001.

¹ Incremento a ser implementado en tres etapas entre 2005/06 y 2007/08.

² Incremento a ser implementado en dos etapas entre 2000/01 y 2001/02.

³ Incremento específico reservado para Irlanda del Norte.

Comercialización:

8. Se conceden ayudas a los productos lácteos, cuyo importe se fija en función de:

- el precio de intervención de la leche desnatada en polvo;
- la evolución de la situación de abastecimiento de leche desnatada y leche desnatada en polvo así como la evolución de su uso en la alimentación animal;
- la evolución de los precios de los terneros;
- la evolución de los precios de mercado de las proteínas competidoras respecto a los de la leche desnatada en polvo.

Pagos directos a los productores:

9. La Agenda 2000, como compensación a la pérdida de renta que supone la reducción de los precios institucionales, contemplaba desde un principio, la concesión de una ayuda directa a las explotaciones del sector lácteo.

Diseñada originalmente como una ayuda a la vaca lechera, el cálculo de los animales primables se realizaba atendiendo a un rendimiento teórico comunitario (5.800 kg/vaca/año) lo que provocaba el pago de animales estándar y las consiguientes suspicacias del sector. Rechazada como tal, la ayuda ha quedado finalmente ligada a la cuota, pagándose por tanto por tm de cuota, lo que significa que se ha eliminado el complicado plan de pagos "*por vaca virtual*". La ayuda directa o prima láctea se concentrará en los productores más que en los propietarios de las cuotas.

Los pagos a cada productor tendrán como base la cuota correspondiente al año anterior, sin tener en cuenta las cantidades adicionales acordadas en la reforma.

La ayuda se incrementará linealmente en escalones de 5,75 euros/tm hasta alcanzar los 17,24 euros/tm a partir de 2007 (en tres años 2005/07) suplementada por un pago proveniente de los paquetes financieros asignados a los EE.MM. (“*National Envelopes*”), que también se incrementarán linealmente desde el año 2005 (tabla II.4.).

Tabla II.4. “*National Envelopes*” para lácteos (10⁶ euros).

	2005	2006	2007	2008
Bélgica	6,4	12,8	19,3	25,7
Dinamarca	8,7	17,3	25,9	34,5
Alemania	54,2	108	162,2	261
Grecia	1,2	2,4	3,7	4,9
España	10,8	21,6	32,4	43,1
Francia	47,2	93,9	141,1	187,9
Irlanda	10,2	20,3	30,5	40,7
Italia	19,3	38,5	57,8	77
Luxemburgo	0,5	1	1,6	2,1
Países Bajos	21,6	42,9	64,5	85,8
Austria	5,4	10,7	16	21,3
Portugal	3,6	7,3	10,9	14,5
Finlandia	4,7	9,3	13,9	18,6
Suecia	6,4	12,8	19,2	25,6
Reino Unido	28,4	56,5	84,9	113,1
UE15	228,7	455,3	684	910,7

Fuente: EUROSTAT.2001.

10. Con carácter anual, los EE.MM. efectuarán pagos adicionales a los productores de su territorio que podrán ser primas por vaca lechera o por superficie (tabla II.5.).

Los pagos por superficie se conceden por cada hectárea de pastos permanentes y no exceden de 350 euros para los años civiles 2005 y siguientes.

El importe total de la prima y del complemento de la prima por vaca lechera que pueden aprobarse por unidad de prima y por año civil no excederá de 13,9 euros para el año civil 2005; 27,8 euros para el año civil 2006; 41,7 euros para los años civiles 2007 y siguientes.

Tabla II.5. Pagos adicionales: dotaciones nacionales (10⁶ euros).

Años civiles	2005	2006	2007/...
Bélgica	8,6	17,1	25,7
Dinamarca	11,5	23	34,5
Alemania	72	144	216
Grecia	1,6	3,3	4,9
España	14,4	28,7	43,1
Francia	62,6	125,3	187,9
Irlanda	13,6	27,1	40,7
Italia	25,7	51,3	77
Luxemburgo	0,7	1,4	2,1
Países Bajos	28,6	57,2	85,8
Austria	7,1	14,2	21,3
Portugal	4,8	9,7	14,5
Finlandia	6,2	12,4	18,6
Suecia	8,5	17,1	25,6
Reino Unido	37,7	75,4	113,1
UE15	303,6	607,2	902,6

Fuente: EUROSTAT. 2001.

11. Los ganaderos de vacuno lechero podrán beneficiarse, a partir del año 2000, de la ayuda al sacrificio, recogida en la reforma de la OCM de la carne de vacuno que plantea la Agenda 2000. La prima que se abonará previa prueba del sacrificio del animal o de su exportación a un país tercero, se fija en 80 euros por animal sacrificado, siempre que se respeten unos límites de animales por EE.MM., calculados de acuerdo con los sacrificios y con las exportaciones realizadas durante el año 1995. En España este máximo queda fijado en 1.950.000 animales, teniendo en cuenta que aparte de las vacas lecheras, son susceptibles de ayuda los toros, los bueyes, las vacas nodrizas y las novillas.

Régimen de intercambios comerciales con terceros países:

12. Toda importación en la Comunidad o exportación fuera de ésta de cereales estará sujeta a la presentación de un certificado de importación o de exportación, expedido por los EE.MM. a todo interesado que lo solicite, independientemente de su lugar de establecimiento en la Comunidad. La Comisión adoptará:

- la lista de productos para los que se exijan certificados de exportación;
- el plazo de validez de los certificados.

13. Los tipos de los derechos del arancel aduanero común se aplicarán a los productos lácteos.

14. La Comisión será responsable de la gestión de los contingentes arancelarios. Dicha gestión podrá efectuarse mediante la aplicación de uno de los métodos siguientes, o una combinación de los mismos:

- método basado en el orden cronológico de presentación de las solicitudes (según el principio de "*orden de solicitud*");
- método de reparto en proporción a las cantidades solicitadas en el momento de presentación de las solicitudes (con arreglo al método denominado "*de examen simultáneo*");
- método basado en la consideración de las corrientes tradicionales de intercambios (con arreglo al método denominado "*importadores tradicionales/recién llegados*").

El método de gestión establecido tendrá en cuenta las necesidades de abastecimiento del mercado comunitario y la necesidad de salvaguardar su equilibrio, sin perjuicio de los derechos derivados de los acuerdos alcanzados en el marco de las negociaciones comerciales de la Ronda Uruguay.

15. En la medida en que resulte necesario para permitir la exportación de los productos lácteos, la diferencia entre los precios en el mercado mundial y los precios en la Comunidad podrá compensarse mediante una *restitución a la exportación*. Para la asignación de las cantidades que puedan exportarse con restitución, se adoptará el método:

- más adaptado a la naturaleza del producto y a la situación del mercado de que se trate;

- menos gravoso para los agentes económicos desde el punto de vista administrativo, teniendo en cuenta las necesidades de gestión;
- que evite cualquier tipo de discriminación entre los agentes económicos interesados.

Se aplicará la misma restitución en toda la Comunidad. Podrá variar según el destino, cuando la situación del mercado mundial lo exija.

16. Si el mercado comunitario acusara o pudiera acusar perturbaciones graves que pudieran poner en peligro los objetivos del artículo 39 del Tratado de Roma, podrán aplicarse medidas adecuadas (suspensión parcial o total de los derechos de importación o la percepción de gravámenes de exportación) a los intercambios comerciales con terceros países hasta que la perturbación o el riesgo de perturbación haya desaparecido.

17. Este Reglamento codifica los textos legislativos del sector lácteo, mediante la derogación del Reglamento de base (CEE) n° 804/68 y la incorporación de las disposiciones fundamentales de los Reglamentos (CEE) n° 986/68, 987/68, 508/71, 1422/78, 1723/81, 2990/82, 1842/83 y 777/87. Estos Reglamentos también quedan derogados.

Las fecha de entrada en vigor (si no coincide con la fecha anterior) serán: para el Reglamento (CE) n° 1255/1999, el 26.06.1999, con fecha de aplicación a partir del 01.01.2000 y para el Reglamento (CE) n° 1040/2000, el 26.06.2000; con referencias en el Diario Oficial L 160 de 26.06.1999 y Diario Oficial L 118 de 19.05.2000, respectivamente

1.2.2. Agenda 2000.

Con la adopción de una veintena de medidas legislativas, la Unión Europea finalizó, en 1999, su proyecto titulado "*Agenda 2000*".

La comunicación inicial de la Comisión sobre la que se basó el proyecto, "*Agenda 2000: Por una Unión más fuerte y más amplia*", tiene como objetivo principal preparar a la Unión el refuerzo de sus políticas y la adhesión de nuevos EE.MM.

Antecedentes.

Sus orígenes se remontan al Consejo Europeo de Madrid de diciembre de 1995. En ocasión de esta reunión y, ante la perspectiva de la apertura de las futuras negociaciones con los países candidatos a la adhesión, los Jefes de Estado y de Gobierno solicitaron a la Comisión que les presentaran sus dictámenes sobre las diferentes candidaturas, junto con un documento general sobre la ampliación.

Al mismo tiempo, la Comisión fue invitada a elaborar, sobre la base de un análisis detallado del sistema de financiación de la Unión, una comunicación sobre el futuro marco financiero de la Unión, teniendo en cuenta la perspectiva de la ampliación.

La *Agenda 2000*, constituye la comunicación que la Comisión presentó el 16 de julio de 1997, como respuesta global a estas demandas. En ella se describen las perspectivas de desarrollo de la Unión Europea y de sus políticas, los problemas horizontales vinculados a la ampliación y los perfiles de un futuro marco financiero para los siete primeros años del nuevo milenio.

Simultáneamente, la Comisión dio a conocer sus dictámenes sobre las solicitudes de adhesión de diez países de Europa central y oriental.

Se destaca la necesidad de mantener la política de cohesión económica y social, de continuar con la reforma de la política agrícola común, de fomentar el crecimiento, el empleo y las condiciones de vida a través de las políticas internas de la Unión, y de permitir la adhesión de nuevos Estados, manteniendo al mismo tiempo el rigor presupuestario.

Para traducir estas prioridades en instrumentos jurídicos, la Comisión presentó, el 18 de marzo de 1998, una serie de propuestas legislativas sobre los diferentes temas enunciados en su comunicación.

En su reunión en Berlín, el 24 de marzo de 1999, el Consejo Europeo alcanzó un acuerdo político sobre las propuestas de la Comisión, lo que permitió a las instituciones seguir examinando el paquete legislativo "*Agenda 2000*" y adoptar las medidas finales antes o inmediatamente después de las elecciones del nuevo Parlamento, en junio de 1999.

El paquete legislativo resultante abarca cuatro ámbitos principales, estrechamente relacionados entre sí: la reforma de la Política Agrícola Común (PAC), la reforma de la política estructural, los instrumentos de preadhesión y el nuevo marco financiero.

La Comisión también propuso una modificación del reglamento financiero relativo a las redes transeuropeas. Algunos de los ámbitos prioritarios tratados en la comunicación inicial de la Comisión -políticas internas, acciones exteriores y reformas administrativas- no se tradujeron en medidas legislativas específicas pero ocupan de todas maneras un lugar importante en las perspectivas financieras.

2. SITUACIÓN DEL SECTOR LÁCTEO EN EL MUNDO.

2.1. Producción y distribución mundial.

De acuerdo con la Federación Internacional de Lechería (FIL), el 87,2% del aprovisionamiento de leche mundial provienen de vacas lecheras, seguida de la leche de búfala, cabra, oveja y camella, ya a más distancia (tabla II.6.).

Tabla II.6. Producción mundial de leche por especies. 1999.

Especie	Producción (10 ³ tm)	%
Total leche	551.149	100
Vaca	480.659	87,21
Búfala	50.000	9,07
Cabra	10.500	1,91
Oveja	8.800	1,60
Camella	1.190	0,22

Fuente: Federación Internacional de Lechería (FIL). 2000.

La producción mundial de leche de vaca cruda supera los 480 millones de tm. El 51% se utiliza para leche fluida, el 30% para quesos y el 14% se destina a leche en polvo. Los principales productos que se comercializan mundialmente son leche en polvo, queso, leche condensada y semidescremada y leche fermentada (FAO/SMIA, 2000). La mayor proporción de la leche transformada se dedica a la producción de quesos, mantequilla y leche en polvo (tabla II.7.).

Tabla II.7. Producción de leche de vaca en el mundo. 1999.

Producción (tm)	
TOTAL	480.658.872
Evaporada Entera	1.627.916
Evaporada Descremada	1.427.925
Suero de leche	536.391
Mantequilla	1.315.247
Condensada	217.663
Queso	2.983.096
Queso de leche entera	2.832.843
Queso de leche descremada	1.783
Yogurt entero	8.232
Yogurt descremado	624.675
Equivalente	65.017.236

Fuente: FAO/SMIA. 2000.

Existen registros de 194 países que producen leche en el mundo. El 61% se concentra en 14 países, siendo el principal productor Estados Unidos.

Alemania, Francia y Polonia, entre los países europeos, son otros importantes productores (tabla II.8.).

Tabla II.8. Principales países productores de leche de vaca cruda. 1999.

Países	Producción (tm)	Países	Producción (tm)
Mundo		480.658.872	
USA	73.482.000	N. Zelanda	11.372.000
India	36.000.000	Italia	11.236.300
Fed. Rusa	31.800.000	Holanda	10.895.000
Alemania	28.300.000	Australia	9.822.000
Francia	24.608.700	Argentina	9.750.000
Brasil	22.495.000	México	8.885.200
Polonia	12.372.000	Venezuela	1.311.000

Fuente: FAO. 2000.

La evolución de la producción de leche de vaca (1988-99) se presenta en la tabla II.9.

Si se analiza la producción láctea por regiones se puede comprobar que Europa Occidental es la mayor productora a nivel mundial con un volumen de 127 millones de toneladas (27% del total de leche).

La segunda región del mundo con mayor producción es Asia, con poco más de 90,5 millones de toneladas (16% de la producción total). En este continente, cinco países (India, Pakistán, China, Turquía y Japón) producen el 80,3% del total de leche y, solamente India produce el 46,17% de ésta.

Le sigue en importancia Norte y Centroamérica (Estados Unidos, México y Canadá) cuyo volumen de producción se eleva al 19% de la producción total.

Al igual que ocurre en casi todas las producciones pecuarias, Estados Unidos es el principal productor, aportando casi el 81% de la producción total en aquella zona geográfica.

Tabla II.9. Producción mundial de leche de vaca cruda. 1988 – 1999 (10⁶ tm).

AÑO	SUDAMERICA	ESTADOS UNIDOS	CANADA	MEXICO	AFRICA	ASIA	EUROPA OCCIDENTAL (*)	AUSTRALIA	EUROPA ORIENTAL	PRODUCCION MUNDIAL
1988	30,039	65,786	7,827	6,350	14,696	54,111	133,039	6,319	154,121	472,288
1989	31,508	65,269	7,980	5,750	15,221	56,850	133,226	6,484	156,010	478,298
1990	31,827	67,005	7,975	6,332	15,333	60,843	132,713	6,456	155,242	483,726
1991	32,704	66,995	7,790	6,925	15,086	63,835	129,999	6,601	145,299	475,234
1992	34,523	68,423	7,633	7,182	15,301	78,853	128,015	6,941	119,269	466,140
1993	35,364	68,303	7,500	7,634	15,183	81,193	126,622	7,554	115,813	465,166
1994	36,538	69,701	7,750	7,547	15,755	82,060	126,411	8,327	112,241	466,330
1995	38,715	70,500	7,920	7,628	16,546	83,844	127,909	8,460	106,673	468,195
1996	40,304	70,003	7,890	7,822	16,672	85,607	127,163	8,986	102,563	467,010
1997	42,517	71,072	7,800	8,091	17,004	87,412	126,079	9,303	102,516	471,794
1998	45,815	71,414	8,200	8,574	18,522	88,892	127,317	9,731	99,616	478,081
1999	46,108	73,482	8,340	8,885	18,824	90,503	127,012	9,822	97,683	480,659
%	8%	15%	2%	2%	3%	16%	27%	2%	26%	100%

Fuente: FAO. 2000.

* Incluye a la Unión Europea + Suiza + Hungría

Si se comparan los datos productivos de Estados Unidos con los de otras zonas, se observa que Estados Unidos produce la misma cantidad de leche que Sudamérica, África y México juntas, pero sin embargo, su producción es poco más de la mitad de Europa occidental.

El 13% de la producción láctea se reparte entre Sudamérica (46,1 millones de tm), África (18,8 millones de tm) y Australia (9,8 millones de tm).

Con respecto a los últimos años, el descenso en la producción sufrido por los países de Europa occidental y la Europa del este ha sido compensado fundamentalmente por el aumento experimentado por los países del área del Pacífico (Australia y Nueva Zelanda), Estados Unidos y Sudamérica.

Así la producción de leche se incrementó en Estados Unidos un 2% en 1999 con respecto al año anterior, debido fundamentalmente a unos costes de alimentación estables, un incremento de los rendimientos y una firme demanda. En Australia los incrementos fueron del 6,5% por las favorables condiciones climáticas, mientras que en Nueva Zelanda la producción cayó un 3%.

En Europa oriental, tan sólo Polonia aumentó su producción en un 2,7% ese mismo año, en la República Checa se mantuvo estabilizada y en el resto de los países descendió. Por su parte, Rusia, tradicionalmente gran consumidor de productos lácteos europeos, ha dejado de serlo por el elevado precio de los alimentos. En otoño de 1998 se redujeron los aranceles de entrada rusos para los productos lácteos en la UE, sin embargo esta reducción no fue capaz de compensar la devaluación del rublo, por lo que no consiguió reanimar el mercado.

Según la Federación Internacional de Lechería (FIL), el 79% de la producción mundial de leche de vaca (409 millones de tm) es transformada en la industria. Europa Occidental es responsable del 27% de esta leche.

2.2. Comercio internacional.

Entre los principales países exportadores destacan los europeos con más del 45% del total exportado, seguidos de Nueva Zelanda con el 17,13% y Australia con el 11,68%. En América se destaca Estados Unidos con el 4,07% y Argentina con el 3,42%. En la tabla II.10. se muestran las cantidades exportadas de los principales países en el año 1999.

Tabla II.10. Principales países exportadores de leche en polvo (tm). 1999.

Países	Exportaciones	
	Leche en polvo entera	Leche en polvo descremada
Mundo	1.627.916	1.427.925
N. Zelanda	357.643	165.907
Francia	203.826	92.801
Holanda	188.331	63.810
Australia	147.189	209.644
Inglaterra	114.052	41.283
Argentina	98.567	11.765
Dinamarca	92.371	12.241
Bélgica- Luxemburgo	90.246	62.365
Alemania	79.001	260.404
USA	51.389	72.946
Irlanda	41.559	52.611

Fuente: FAO. 2000.

Los mayores importadores de leche en polvo son países en vías de desarrollo, de relativos altos ingresos. La importación en países como Holanda, Italia y Japón se concentra en la modalidad de leche descremada (tabla II.11.).

Tabla II.11. Principales países importadores de leche en polvo (tm). 1999.

Países	Importaciones	
	Leche en polvo entera	Leche en polvo descremada
Argelia	134.000	86.136
Brasil	133.742	36.987
China	112.590	58.800
Venezuela	84.115	4.195
Holanda	71.376	162.459
Nigeria	59.127	54.551
México	102.600	46.652
Malaysia	44.857	59.596
Bélgica- Luxeburgo	54.362	43.155
Filipinas	40.511	77.637
Tailandia	45.548	45.528
Italia	-	126.494
Japón	-	57.082

Fuente: FAO. 2000.

En términos globales, el comercio ha decrecido entre un 3% y un 5% con respecto al decenio anterior, principalmente por la reducción considerable de las importaciones en Europa occidental dada la recesión de la esta región. Europa central, Africa y Oriente Medio mostraron el mismo comportamiento.

América del norte, principalmente los Estados Unidos también redujo las exportaciones por la disminución de la demanda en el mercado europeo y en América latina, las cuales incrementaron sus exportaciones dentro de la región.

Por su parte, Asia ha sido la región que ha mostrado un comportamiento más dinámico en cuanto al incremento de la demanda de importaciones de productos lácteos (un 10% respecto al decenio pasado). Rusia y México se ubican como los grandes importadores mundiales de mantequilla y leche en polvo asiática, respectivamente.

2.3. Principales empresas lácteas del mundo.

La Unión Europea reúne el mayor número de grandes empresas lácteas. De hecho, de las 20 empresas lácteas más importantes de mundo, 11 son comunitarias (4 de Francia, 3 de Holanda, 1 de Italia, 1 de Dinamarca/Suecia, 1 de Alemania y 1 de Irlanda).

Fuera de la UE, predominan las de Estados Unidos, con 5 empresas dentro del ranking de referencia y Japón con 3. La empresa con mayor volumen de negocio es la suiza Nestlé, con unos ingresos de 2,5 billones de pesetas (tabla II.12.).

Tabla II.12. Principales empresas lácteas en el mundo.

	Empresa	País	Ingresos 1999 (millones dólares)
1	Nestlé	Suiza	13.300
2	Philip Morris (Kraft)	EE.UU.	8.700
3	Dairy Farmers of América	EE.UU.	7.300
4	Parmalat	Italia	6.500
5	Danone	Francia	6.300
6	Suiza Foods	EE.UU.	6.000
7	Arla Foods	Dinamarca/Suecia	5.600
8	Lactalis (antiguo Besnier)	Francia	5.100
9	Campina Melkunie	Países Bajos	4.800
10	Friesland Coberco Dairy Foods	Países Bajos	4.300
11	Snow Brand	Japón	4.200
12	Bongrain	Francia	4.100
13	Meiji Milk Products	Japón	3.700
14	Unilever	Países Bajos/Reino Unido	3.500
15	Morinaga Milk Industry	Japón	3.300
16	Land O'Lakes	EE.UU.	3.300
17	Sodiaal	Francia	3.100
18	Dean Foods	EE.UU.	3.000
19	Nordmilch	Alemania	2.600
20	Glambia	Irlanda	2.000

Fuente: FIL 2000.

2.4. Consumo de leche a nivel mundial.

- **Leche fluida.**

Los principales países consumidores de leche fluida se encuentran en Europa. Así en 1999 los países de mayor consumo fueron Irlanda, Austria, Rumania, Suecia, Finlandia y Polonia (todos por encima de los 135 kg/persona/año).

Entre los países de menor consumo destacan China (menos de 3 kg/persona/año en 1999), Venezuela, Perú, Chile, India y Japón, éste último con un consumo de 39 kg/persona/año.

En los últimos 4 años el consumo medio de leche fluida ha experimentado un descenso pasando de 80,45 en 1996 a 77,3 kg/persona/año en 1999 (figura II.2.).

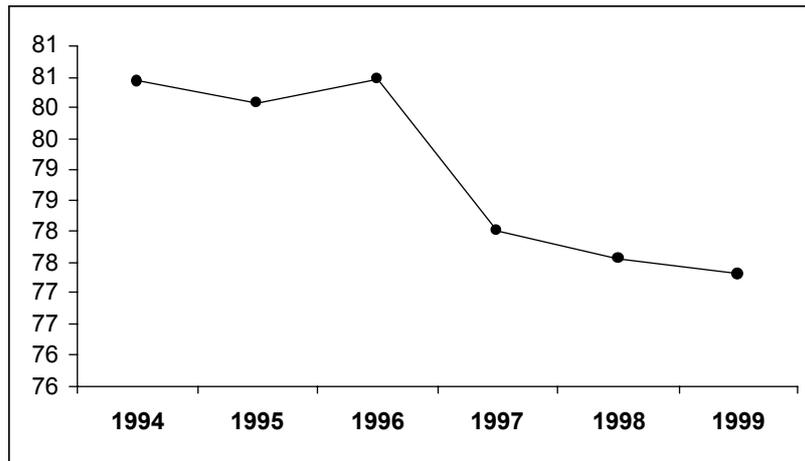


Figura II.2. Evolución consumo leche fluida *per cápita* en el mundo (kg/persona/año).

Este descenso ha sido más manifiesto en países desarrollados tales como Canadá, Estados Unidos, Francia, Alemania, Irlanda, Portugal, España y Nueva Zelanda (tabla II.13.). También se destaca el descenso de consumo en Polonia, Rumania, Ucrania y Rusia. Por el contrario, entre los países que han manifestado un mayor aumento destacan Brasil, Perú y Austria en más de 15 kg/persona/año desde 1994.

El análisis por regiones permite ver que Asia y Sudamérica han experimentado un aumento global (más importante en Sudamérica) mientras que Europa y Oceanía han sido las regiones con el mayor descenso en el consumo desde 1994 (figura II.3.).

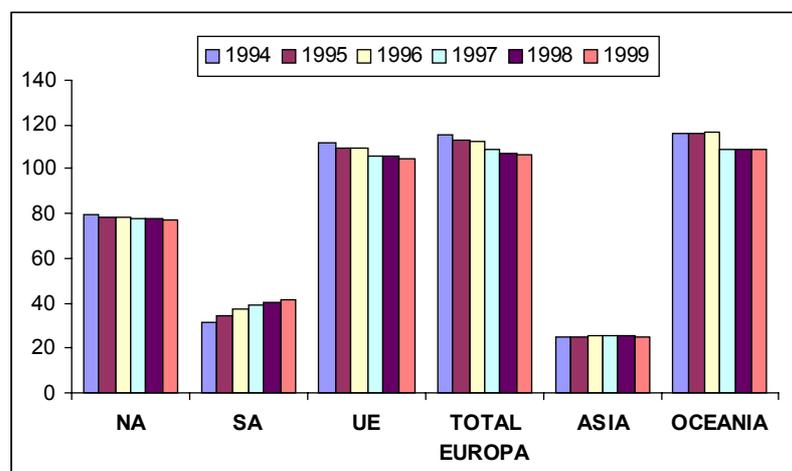


Figura II.3. Evolución consumo leche fluida *per cápita* por regiones (kg/persona/año).

Tabla II.13. Consumo de leche fluida *per cápita* (kg/persona/año).

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	índice 99-94 (%)
NORTEAMÉRICA							
Canadá	101,02	100,27	98,26	97,13	96,18	95,28	94,32
Estados Unidos	102,08	100,90	100,91	99,76	98,70	97,94	95,94
México	35,79	35,72	35,63	36,41	37,69	37,57	104,97
subtotal	79,63	78,96	78,27	77,77	77,52	76,93	96,61
SURAMÉRICA							
Argentina	58,97	61,24	61,72	63,33	64,20	64,77	109,84
Brasil	54,49	68,59	70,08	73,55	77,14	80,18	147,15
Chile	24,32	25,38	25,86	27,89	28,22	28,61	117,64
Perú	8,92	8,97	19,90	23,04	24,02	24,20	271,3
Venezuela	10,46	9,52	8,39	7,86	8,33	7,78	74,38
subtotal	31,43	34,74	37,19	39,13	40,38	41,11	130,78
UNIÓN EUROPEA							
Austria	141,92	156,01	156,11	158,84	159,97	160,14	112,84
Bélgica-Luxemburgo	77,12	71,02	71,89	72,58	72,59	72,62	94,16
Dinamarca	108,72	109,43	109,39	109,34	110,83	110,60	101,73
Finlandia	137,90	133,33	149,21	145,67	143,34	142,99	103,69
Francia	75,92	76,17	74,75	68,24	69,60	67,66	89,12
Alemania	91,01	71,49	68,70	64,74	64,61	63,35	69,61
Grecia	82,35	79,64	80,70	79,80	79,46	79,21	96,19
Irlanda	190,43	189,84	190,57	167,48	169,56	168,50	88,48
Italia	67,94	63,66	63,44	63,10	62,29	62,16	91,49
Holanda	112,31	111,50	109,52	107,13	106,52	106,02	94,4
Portugal	77,44	71,48	65,56	59,79	60,05	59,76	77,17
ESPAÑA	111,57	110,39	108,42	104,49	103,93	103,63	92,88
Suecia	159,25	158,02	159,57	158,12	156,73	156,17	98,07
Reino Unido	123,85	125,74	124,39	118,71	118,32	117,69	95,03
subtotal	111,27	109,12	109,44	105,57	105,56	105,04	94,4
OTROS EUROPEOS							
Suiza	100,28	99,22	98,53	98,84	97,22	95,37	95,1
Polonia	156,26	149,02	149,72	144,33	135,12	137,14	87,76
Rumanía	163,23	172,64	173,01	162,79	156,73	156,83	96,08
Rusia	102,75	97,56	95,20	96,44	97,91	93,30	90,8
Ucrania	73,68	67,48	61,68	53,95	53,94	53,93	73,19
subtotal	119,24	117,18	115,63	111,27	108,18	107,31	90
ASIA							
India	29,89	30,43	32,00	33,00	32,96	32,93	110,2
China	2,00	2,15	2,34	2,55	2,74	2,88	144
Japón	41,87	40,98	41,20	40,82	39,78	39,01	93,2
subtotal	24,59	24,52	25,18	25,46	25,16	24,94	101,4
OCEANÍA							
Australia	102,67	102,55	105,51	101,38	101,09	101,60	99
Nueva Zelanda	130,14	129,14	128,49	116,29	115,82	115,42	88,7
subtotal	116,41	115,85	117,00	108,84	108,46	108,51	93,2
TOTAL - MEDIA	80,43	80,06	80,45	78,01	77,54	77,31	96,12

Fuente: Estadísticas Oficiales, USDA. 2000. (año base 1994 = 100)

- **Queso.**

Los principales países consumidores de queso también son europeos, siendo miembros de la UE ocho de los diez países de más consumo. Entre éstos últimos destacan Francia y Grecia con más de 22 kg/persona/año e Italia con un consumo cercano a 20 kg/persona/año, en 1999 (tabla II.14.).

Entre los países de menor consumo destacan España en la UE (menos de 6 kg/persona/año en 1999); los países de la Europa del este (menos de 4 kg/persona/año); Venezuela y Brasil (menos de 3 kg/persona/año); México y Japón (menos de 2 kg/persona/año).

En los últimos 5 años, a diferencia de la leche fluida, el consumo medio se ha incrementado ligeramente, pasando de un consumo medio de 6,93 en 1994 a 7,53 kg/persona/año en 1999. Si bien en el último año se ha producido un ligero descenso (figura II.4.).

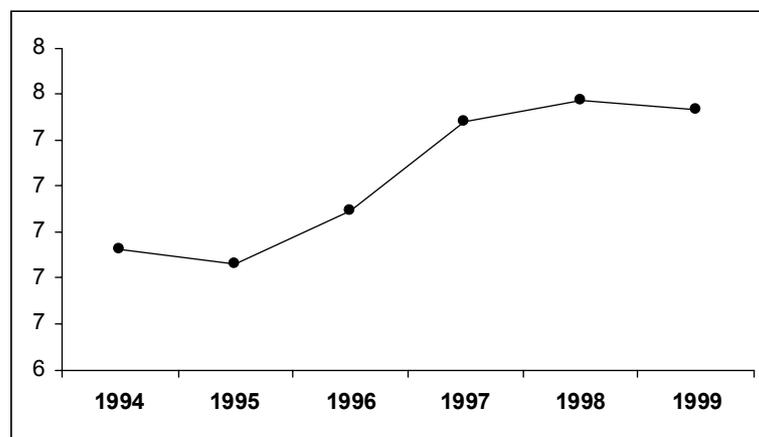


Figura II.4. Evolución consumo de queso *per cápita* en el mundo (kg).

Este aumento ha sido más manifiesto en los países de la UE destacando Austria, Bélgica-Luxemburgo y Finlandia.

También se destaca el aumento de Estados Unidos, Nueva Zelanda y Australia.

Por el contrario, entre los países que han manifestado un mayor descenso destacan Suecia, Ucrania y Venezuela (entre 0,8 y 1,6 kg/persona/año de descenso) desde 1994 hasta 1999.

El análisis por regiones permite ver que Asia y la UE son las que han experimentado un mayor aumento global en el consumo desde 1994 (figura II.5.).

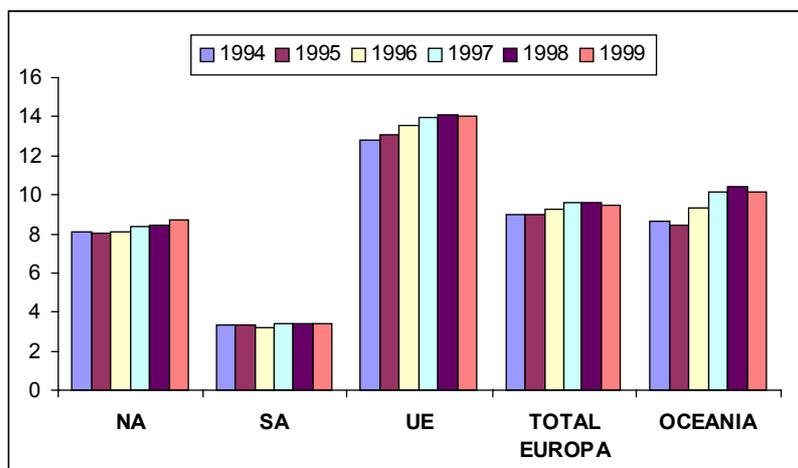


Figura II.5. Evolución consumo de queso *per cápita* por regiones (kg/persona/año).

Tabla II.14. Consumo de queso *per cápita* (kg/persona/año).

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	índice 99-94 (%)
NORTEAMÉRICA							
Canadá	10,49	10,23	10,33	11,12	11,08	11,25	107,2
Estados Unidos	12,23	12,41	12,61	12,75	12,9	13,44	109,9
México	1,64	1,43	1,36	1,4	1,56	1,53	93,3
subtotal	8,12	8,02	8,10	8,42	8,51	8,74	107,6
SUDAMÉRICA							
Argentina	10,97	10,50	10,93	11,13	11,29	11,59	105,7
Brasil	2,31	2,79	2,56	2,64	2,66	2,69	116,5
Venezuela	3,60	3,52	2,46	3,17	3,11	2,80	77,8
subtotal	3,38	3,36	3,19	3,39	3,41	3,42	101,2
UNIÓN EUROPEA							
Austria	9,18	9,52	11,73	12,31	12,90	12,98	141,4
Bélgica-Luxemburgo	11,93	11,90	12,77	13,84	13,83	13,91	116,6
Dinamarca	14,84	16,92	17,66	16,28	16,62	16,21	109,2
Finlandia	11,64	12,19	13,92	14,66	14,43	14,59	125,3
Francia	21,25	21,48	21,12	22,57	22,56	22,50	105,9
Alemania	11,63	11,95	11,98	12,36	12,44	12,57	108,1
Grecia	23,19	23,29	23,60	23,85	24,02	23,95	103,3
Irlanda	5,65	5,63	5,89	6,71	6,68	6,65	117,7
Italia	18,23	18,37	19,35	19,48	19,61	19,57	107,4
Holanda	14,51	14,69	14,74	15,06	15,31	15,31	105,5
Portugal	6,84	6,72	6,98	6,96	7,12	7,28	106,4
ESPAÑA	6,26	5,48	5,80	5,80	5,84	5,85	93,5
Suecia	16,52	16,10	16,02	15,96	15,90	14,95	90,5
Reino Unido	8,27	8,78	9,15	9,71	9,91	9,91	119,8
subtotal	12,85	13,07	13,62	13,97	14,08	14,02	109,1
OTROS EUROPEOS							
Suiza	14,77	14,40	14,18	13,82	14,58	14,51	98,2
Polonia	2,92	2,89	3,08	3,97	4,05	3,86	132,2
Rumanía	3,93	3,97	3,96	4,08	4,08	4,07	103,6
Rusia	2,37	2,00	2,06	2,91	2,00	1,97	83,1
Ucrania	1,95	1,25	1,10	0,89	0,89	0,85	43,6
subtotal	5,19	4,90	4,88	5,13	5,12	5,05	97,4
OTROS PAÍSES							
Egipto	5,35	5,26	5,38	5,93	5,95	5,91	110,5
Japón	1,38	1,46	1,56	1,62	1,72	1,73	125,4
subtotal	3,37	3,36	3,47	3,78	3,84	3,82	113,5
OCEANÍA							
Australia	8,74	8,08	9,54	10,76	10,79	10,79	123,5
Nueva Zelanda	8,56	8,80	9,05	9,59	10,13	9,52	111,2
subtotal	8,65	8,44	9,30	10,18	10,46	10,16	117,4
TOTAL - MEDIA	6,93	6,86	7,09	7,48	7,57	7,53	108,78

Fuente: Estadísticas Oficiales, USDA. 2000. (año base 1994 = 100).

3. EL SECTOR LÁCTEO ESPAÑOL Y COMUNITARIO.

3.1. Producción y censos.

- **Producción.**

La producción de leche de vaca constituye el sector más importante de la actividad agraria en la práctica totalidad de los países de la UE.

En el conjunto de la Comunidad representa el 18% de la Producción Final Agraria y el 34% de la Producción Final Ganadera (figuras II.6. y II.7., respectivamente) adquiriendo especial relieve en algunas zonas de la geografía europea como son el norte de España e Italia, Alemania, Francia, Irlanda, Reino Unido, Dinamarca y los Países Bajos.

La importancia de este sector se demuestra más claramente aún si se tiene en cuenta otro sector estrechamente ligado: el de la cría de ganado vacuno (11% de la Producción Final Agraria y 19% de la Producción Final Ganadera).

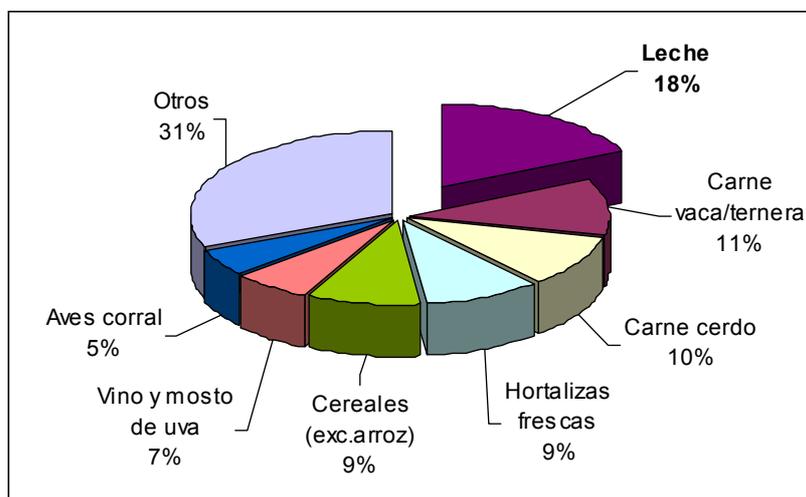


Figura II.6. Estructura de la Producción Final Agraria en la UE. 1999.

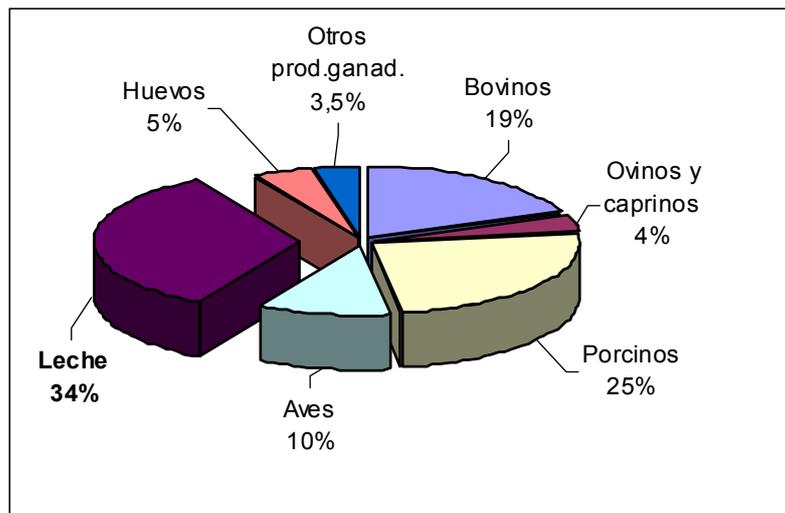


Figura II.7. Estructura de la Producción Final Ganadera en la UE.1999.

Durante la campaña 99/00 la producción de leche de vaca en la UE alcanzó aproximadamente 120 millones de toneladas (frente a los 73,4 millones correspondientes a Estados Unidos) y, la mayor parte (un 75%) la produjeron cinco Estados (Alemania, Francia, Reino Unido, Países Bajos e Italia). Tal como se observa en la tabla II.15. existe una clara prevalencia de los países del norte, zonas con mayores posibilidades que las mediterráneas, situación que en cierto modo explica las tensiones existentes y las dificultades en el reparto de las cuotas de producción en los países del sur.

Tabla II.15. Producción de leche de vaca en la UE (tm). Campaña 99/00.

EE.MM.	Cuota entregada	Cuota venta directa	CUOTA TOTAL
Alemania	27.767.036	97.780	27.864.816
Francia	24.036.290	441.866	24.478.156
Italia	10.298.399	231.661	10.530.060
Países Bajos	11.102.647	82.792	11.185.439
Bélgica	3.140.696	169.735	3.310.431
Luxemburgo	270.788	951	271.739
Reino Unido	14.539.569	216.078	14.755.647
Irlanda	5.386.575	9.189	5.395.764
Dinamarca	4.454.640	708	4.455.348
Grecia	629.817	696	630.513
ESPAÑA	5.457.564	109.386	5.566.950
Portugal	1.854.186	37.000	1.891.186
Austria	2.571.473	205.422	2.776.895
Finlandia	2.418.573	10.000	2.428.573
Suecia	3.333.030	3.000	3.336.030
TOTAL UE	117.261.283	1.616.264	118.877.547

Fuente: EUROSTAT. 2001.

En el periodo 1995-99, la tendencia de la producción de leche en la UE fue a la baja, con una tasa media de descenso anual del 0,38%. El número de vacas de leche también ha ido en descenso, mayor al de la producción, por lo que se deduce que los rendimientos por vaca han subido. La mayor parte de la leche producida en la UE (aproximadamente el 94%) se entregó a lecherías durante la campaña 99/00.

En España por su parte la producción de leche supone un 7,2% de su Producción Final Agraria y un 18% de su Producción Final Ganadera (figura II.8.). Es el sexto país productor de leche de la UE, con una cuota aportada en la campaña 99/00 del 5% respecto del total de la Unión. Este porcentaje es inferior al aportado a la Producción Final Agrícola que normalmente supera el 14%.

Con estos indicadores se pone de manifiesto, de una manera suficientemente nítida, la caracterización más agrícola que ganadera de la actividad agraria española en relación con la del conjunto de EE.MM. de la UE.

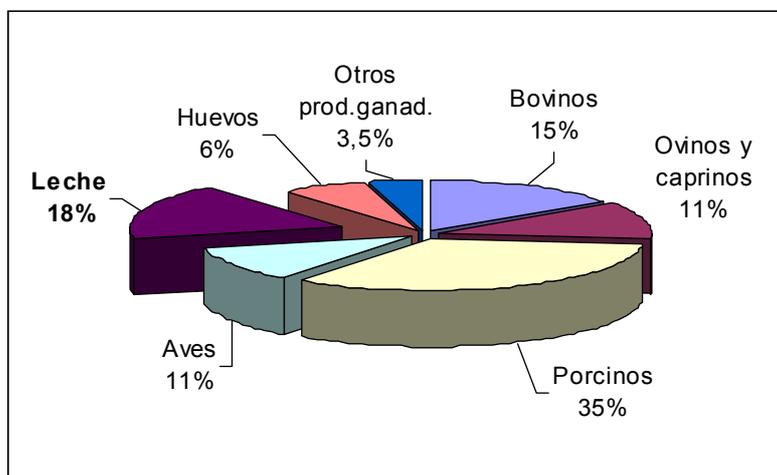


Figura II.8. Estructura de la Producción Final Ganadera en España. 1999.

En cuanto a la producción bovina en España (tabla II.16.), se ha producido un notable proceso de reestructuración interna, más manifiesto que en el resto de la UE, con disminución de la orientación láctea a favor de la producción de carne.

Tabla II.16. Reestructuración de la producción bovina en España. Campaña 99/00.

PRODUCCIONES	unidad	Campaña 94/95	Campaña 99/00
Sacrificio de vacuno	10 ³ tm canal	472	977,6
Leche de vaca recogida por la industria	10 ³ tm	6.354	5.457,5

Fuente: MAPA. 2000.

• **Censos.**

La cabaña vacuna en la UE durante la campaña 99/00 ascendió a 83,2 millones de cabezas, según estimaciones de EUROSTAT (tabla II.17.).

Tabla II.17. Censo vacuno en la UE (10³ de cabezas) e índice 00/99 (%). Campaña 99/00.

	Año	UE	Belg.	Dinam.	Alem.	Esp.	Fran.	Irlan.	Italia	P.Baj.	R.U.
Vacas	2000	32.427	1.163	736	5.404	2.974	8.298	2.449	2.653	1.663	4.232
Totales	00/99	-1,3	-0,4	-3,4	-2,4	0,6	0	-0,8	-0,9	-3,3	-3
Vacas Lecheras	2000	20.296	596	614	4.579	1.305	4.060	1.247	2.065	1.567	2.353
	00/99	-2,9	-1,9	-4,1	-3,7	-3,4	-1,6	-2,9	-1,9	-3,9	-3,6
Vacas Nodrizas	2000	12.131	567	122	824	1.785	4.238	1.202	588	96	1.879
	00/99	1,6	1,3	0	6	3,5	1,6	1,6	3	6,7	-2,3
Ternerías carne	2000	3.727	162	6	145	1.305	694	0	408	780	33
	00/99	-4,3	-4,8	0	-8,4	-12,1	4,5	0	-2,9	2,1	-14,2
Otros machos <1 año	2000	8.982	284	288	1.918	240	2.037	978	802	120	1.400
	00/99	2,4	-3,4	7,5	0,3	11,6	2	2,4	-0,5	-6,3	9,2
Otras hembras <1 año	2000	11.760	503	359	2.568	515	2.779	854	981	602	1.632
	00/99	-1,9	-1,8	-5,5	-3,4	-3,6	0,3	-1,9	0,4	-3,4	-3,1
Machos de 1-2 años	2000	6.543	176	43	1.244	151	1.281	1.085	669	115	1.121
	00/99	-1,1	-6	0	-0,4	28	-1,2	-0,9	-4,4	-13,5	1,1
Ternerías carne 1-2 años	2000	2.229	38	14	257	75	303	447	160	45	782
	00/99	1,2	11,7	0	-0,4	41,5	-4,4	1,3	-3	9,8	1
Otras hembras 1-2 años	2000	9.010	405	289	1.915	514	2.462	351	736	592	973
	00/99	-1,1	-0,8	-3,7	-1,9	2,4	1,3	-1,1	2,4	-4,2	-6
Machos >2 años	2000	2.310	43	11	166	102	500	844	93	20	419
	00/99	1,6	-1,5	10	4,4	3	-0,6	1,6	1,1	5,3	2,7
Ternerías carne >2 años	2000	967	45	6	58	19	318	253	51	17	168
	00/99	4,8	-4,8	0	7,8	137,5	0,6	4,9	-3,8	6,3	10,6
Otras hembras >2 años	2000	5.141	226	98	890	194	1.917	315	500	104	564
	00/99	0,2	2,3	0	0,6	-0,5	0,9	0,1	3,3	-10,3	-2,3
Total	2000	83.287	3.045	1.850	14.565	5.890	20.589	7.576	7.245	4.058	11.323
	00/99	-0,8	-1,3	-2	-1,7	-1,2	0,5	0,1	-0,2	-0,8	-0,9

Fuente: EUROSTAT. 2001.

Esta cifra supone una disminución de un 0,8% en relación con el año precedente.

En todos los Estados comunitarios se ha producido esta reducción de la cabaña, salvo en el caso de Francia e Irlanda, en la que el censo se ha incrementado en un 0,5% y en un 0,1%, respectivamente. Los países en los que más se han reducido los efectivos de bovinos han sido Alemania (-1,7%), Bélgica (-1,3) y España (-1,2%).

Todos los Estados han disminuido su número de vacas lecheras en relación con 1999, en porcentajes que oscilan entre el -4,1% de Dinamarca y el -1,6% de Francia. España redujo el número de vacas lecheras en un 3,4%, lo que le sitúa en el cuarto Estado con mayor índice de descenso, tras Dinamarca, los Países Bajos y Alemania.

Por el contrario, todos los países, salvo el Reino Unido, han aumentado el censo de vacas nodrizas, dándose el caso de que los Estados que más han reducido la cabaña de vacas de leche, son los que más han incrementado su censo de nodrizas, dejando patente una reorientación productiva de las explotaciones. De esta forma, en países Bajos se ha incrementado en un 6,7%, en Alemania en un 6% y en España en un 3,5% (tabla II.17.).

En la tabla II.18. se muestra el censo español, estimado por el MAPA por comunidades y clasificado por aptitud.

Si se observa dicha tabla puede verse efectivamente el descenso en el número de vacas lecheras (un 3,4% respecto año 1999) frente a la expansión de los censos de vacas de aptitud cárnica (se ha incrementado un 3,5% en el último año), lo que deja patente la reorientación productiva de las explotaciones, que anteriormente se mencionaba.

Tabla II.18. Censo vacuno (10³ cabezas) por CC.AA y aptitud. Campaña 99/00.

CC.AA	Nº animales totales	Vacas de ordeño	Vacas de no ordeño	% sobre el total de España		
				Nº anim.	vacas ordeño	vacas no ordeño
Castilla-León	1.160.793	161.220	445.316	19,7%	12,3%	27,7%
Galicia	996.461	494.780	118.781	16,9%	37,9%	7,4%
Cataluña	674.144	95.623	63.375	11,4%	7,3%	3,9%
Andalucía	526.232	89.620	207.984	8,9%	6,9%	12,9%
P. de Asturias	468.624	132.321	144.635	8,0%	10,1%	9,0%
Extremadura	432.705	8.312	281.577	7,3%	0,6%	17,5%
Cantabria	400.146	140.154	82.668	6,8%	10,7%	5,1%
Aragón	343.614	14.657	34.476	5,8%	1,1%	2,1%
Castilla-La Mancha	297.067	38.434	89.520	5,0%	2,9%	5,6%
País Vasco	184.487	48.511	51.244	3,1%	3,7%	3,2%
Navarra	115.055	24.574	31.608	2,0%	1,9%	2,0%
Madrid	84.555	13.036	31.221	1,4%	1,0%	1,9%
C. Valenciana	72.755	8.106	12.117	1,2%	0,6%	0,8%
La Rioja	43.909	3.989	14.740	0,7%	0,3%	0,9%
Murcia	38.864	6.010	134	0,7%	0,5%	0,01%
Baleares	35.304	18.764	299	0,6%	1,4%	0,02%
Canarias	15.065	7.339	373	0,3%	0,6%	0,02%
España	5.889.780	1.305.450	1.610.068	100%	100%	100%

Fuente: MAPA. 2000.

3.2. Estructura de la producción láctea.

Según la Dirección Gral. de Agricultura de la UE, en la UE existen censadas unas 792.000 explotaciones lecheras de las que aproximadamente el 8,5% (67.214 explotaciones) corresponde a España. La cuota media por explotación en la UE es de 150.000 kg, siendo la cuota media en España de unos 83.000 kg. El tamaño medio de explotación en la UE es de 25,7 vacas (tabla II.19.).

Tabla II.19. Nº de explotaciones y cuota/explotación en la UE (10³). Campaña 99/00.

EE.MM.	Nº explotaciones	Cuota/explotación	Nº vacas/explot
Alemania	103	271	44,5
Francia	184	133	22,1
Italia	103	102	20,0
Países Bajos	42	266	37,3
Bélgica	21	158	28,4
Luxemburgo	1	272	36,2
Reino Unido	31	476	75,9
Irlanda	41	132	30,4
Dinamarca	14	318	43,9
Grecia	27	23	7,7
ESPAÑA	67	83	19,5
Portugal	40	47	5,2
Austria	70	40	8,4
Finlandia	32	76	13,3
Suecia	16	209	29,6
TOTAL UE	792	150	25,7

Fuente: EUROSTAT. 2000.

Con respecto al número de explotaciones en España hay que mencionar que esta cifra es la mitad a la contabilizada en la campaña 94/95, fecha de inicio de la aplicación del régimen de cuotas, en la que el número de explotaciones lácteas ascendía a 137.321.

Sin embargo esta reducción no se ha producido de forma generalizada en todos los estratos de clasificación de las explotaciones por su tamaño de cuota, ya que se ha incrementado el tamaño medio de las explotaciones y el número de explotaciones con cuotas grandes.

Por este motivo, el tamaño medio de cuota por explotación se ha visto incrementada en un 45% con respecto a la campaña 94/95 (con una media entonces de 45.600 kg por explotación).

En la tabla II.20. se presenta el número de explotaciones de la campaña 99/00 estratificadas por tamaño de cuota y su variación con respecto a la campaña 94/95:

Tabla II.20. Variación en el censo de explotaciones. Campañas 94/95 y 99/00.

Explot. tm	Campaña 94/95		Campaña 99/00		variación 99/00 – 94/95	
	Nº explot.	% del total	Nº explot.	% del total	Nº explot	Índice (%)
Menos de 25	86.721	63	25.089	37	-61.632	28,93
[25 – 50)	23.959	17	14.103	21	-9.856	58,86
[50 – 75)	10.740	8	8.224	12	-2.516	76,57
[75 – 200)	12.753	9	14.537	22	1.784	113,99
[200 – 300)	1.488	1	2.628	4	1.140	176,61
Más de 300	1.660	1	2.633	4	973	158,61

Fuente: MAPA. 2000. (Índice: año base 94/95 = 100)

Como reflejo de que la reestructuración del sector sigue en pleno auge, basta decir que durante la campaña 2000/01 han desaparecido casi 6.000 explotaciones lecheras en España, quedando censadas en la actualidad en 61.262 (figura II.9.).

Las comunidades más afectadas han sido Galicia, Asturias y Castilla-Léon.

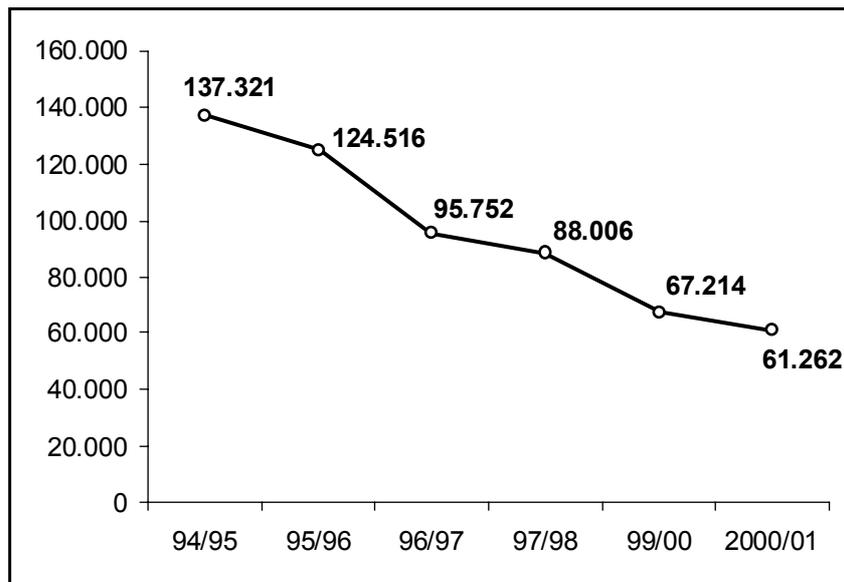


Figura II.9. Evolución censo explotaciones lecheras. 94/95 – 2000/01.

Observando la cuota por explotación y el tamaño medio de explotación de España (tabla II.21.) en comparación con la media de la UE, está claro que este proceso reestructurador no ha sido suficiente y tendrá que incrementarse en los próximos años, afectando fundamentalmente a las comunidades de la Cornisa Cantábrica (Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco), donde aún se asienta más de 1/3 del vacuno lechero nacional y, Castilla y León, que son las que concentran el 90% de las pequeñas vaquerías, minifundistas y extensivas y, donde el peso relativo de esta orientación productiva sigue muy elevado.

El resto de zonas productoras, fundamentalmente Andalucía, Levante y Cataluña, con explotaciones de mayor tamaño y más intensivas, tienen una cierta ventaja en todo este proceso, ya que con mayores tamaños la nueva tecnología avanzada de producción puede introducirse con más facilidad. Valencia presenta el mayor ratio tm/explotación, seguido de Madrid, Rioja, Murcia, Aragón Baleares, Andalucía y Castilla-La Mancha.

Tabla II.21. Producción de leche cruda por CC.AA. Campaña 99/00.

CC.AA.	tm	(%)	Nº explotaciones	tm/explotación
Galicia	1.650.068	29,6	28.489	57,9
Castilla-León	733.183	13,2	9.654	75,9
Asturias	624.262	11,2	12.279	50,8
Cataluña	542.978	9,8	2.534	214,3
Andalucía	517.938	9,3	2.913	177,8
Cantabria	497.551	8,9	4.958	100,4
País Vasco	281.335	5,1	2.327	120,9
Navarra	152.272	2,7	671	226,9
Castilla-La Mancha	152.272	2,7	962	158,3
Baleares	112.172	2,0	399	281,1
Madrid	101.876	1,8	344	296,2
Aragón	81.284	1,5	498	163,2
Extremadura	43.352	0,8	898	48,3
Valencia	39.558	0,7	128	309,0
Murcia	18.966	0,3	89	213,1
Rioja	17.883	0,3	71	251,9
Total	5.566.950	100	67.214	82,8

Fuente: MAPA. 2000 y elaboración propia.

Para los próximos años se prevé una evolución estructural caracterizada por el aumento aún mayor del tamaño de las explotaciones lecheras de la UE, lo que, a su vez, generará un incremento de las cantidades de leche producidas.

Aunque los productores más competitivos cuentan con un margen de actuación apreciable, la compra o el alquiler de la cuota sin incrementar excesivamente los costes tiene mucha importancia para los nuevos productores o aquéllos que desean incrementar su producción. El reexamen del régimen de cuotas en 2003 y la reforma de la OCM a partir de 2005 deberían facilitar el equilibrio del mercado y mejorar las perspectivas de exportación del sector europeo.

3.3. Comercio internacional.

En términos de exportaciones, la Unión sigue manteniéndose en el primer puesto mundial con 15 millones de tm (en equivalente leche), mientras que sus importaciones se elevan a 3,6 millones y su consumo interior a 111 millones (de los cuales, 10 millones se emplearon para usos subvencionados y 7 millones en la explotación) (figura II.10.).

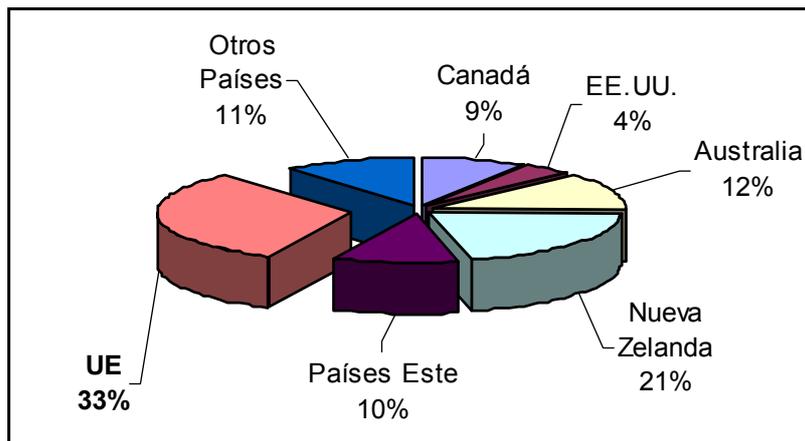


Figura II.10. Leche y productos lácteos. Porcentajes exportados. Campaña 99/00.

No obstante, su mercado de exportación se ha venido deteriorando desde 1998, principalmente debido al estancamiento de la demanda en los mercados internacionales consecuencia de las crisis económicas rusa, asiática y sudamericana.

La exportación de leche en polvo ha sido la primera afectada, seguida a finales de 1998 de la de quesos.

Con respecto a España hay que decir que el mercado de leche líquida se caracteriza por ser un producto de menor calidad en relación con los de la UE y por tener un precio notablemente inferior.

La primera característica, junto con la escasez del producto, derivada de una producción sometida a cuota inferior a la demanda, ha limitado la exportación hacia la UE. La exportación hacia otras zonas, como el norte de Marruecos, se ha encontrado con diferencias culturales en el consumo que también han dificultado la apertura de estos mercados.

Por su parte, el bajo precio de la leche tampoco ha propiciado la importación de leche líquida de otros países de la UE, al ser mayor en estos países, además de añadir los costes de transporte.

Algunas excepciones puntuales se están produciendo tanto en las exportaciones como en las importaciones en el caso de Portugal. Lo que sí ha experimentado un crecimiento considerable, según el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), es la importación de productos como el queso, la mantequilla y leche en polvo, aunque en este último caso representa una cifra marginal.

3.4. Precios.

Pese a que el consumo interior de la UE ha evolucionado de forma bastante estable, los precios de mercado de la mayor parte de los productos lácteos comenzaron a bajar y la intervención tuvo que efectuar compras para mantener el mercado. De hecho, en la campaña 98/99 el precio final medio de la leche con un 3,7% de materia grasa osciló entre las 44 ptas/kg pagadas a Irlanda y las 58 ptas/kg en Italia, según los datos de EUROSTAT (Oficina Oficial de Estadística de la Unión Europea). España por su parte registró un precio medio de 48,6 ptas/kg para leche de 3,7%.

De los datos obtenidos a partir del MAPA (1999) se elabora la tabla II.22. con los precios percibidos por los ganaderos españoles en los últimos años.

Tabla II.22. Índice de variación del precio percibido por los ganaderos españoles (%).

Valores de precios leche vaca cruda (ptas/l)					Índices de variación (%)	
1990	1992	1994	1996	1998	1998/94	1998/90
36,1	36,3	43,9	45,2	48,6	110,71	134,63

Fuente: MAPA.1999. (índice: año base 1994 y 1990 = 100)

Es muy posible que el crecimiento del precio continúe ya que junto al déficit derivado de la insuficiente cuota láctea se encuadra una realidad de precios menores en España en comparación con el resto de la UE.

En 1996 los ganaderos españoles vendieron la leche un 11,5% más barata que la media de la UE (tabla II.23.).

Tabla II.23. Precio medio pagado por la leche en la UE (*). 1996.

EE.MM.	Ecus/100 kg	ptas/kg
Suecia	3.803	6.111
Italia	3.641	5.851
Dinamarca	326	5.239
Holanda	3.215	5.167
Grecia	3.176	5.104
Alemania	3.061	4.919
Reino Unido	306	4.917
Luxemburgo	3.031	4.871
Francia	2.972	4.776
Bélgica	2.957	4.752
Finlandia	2.934	4.715
Irlanda	2.834	4.554
Austria	2.800	4.500
ESPAÑA	2.728	4.384
Portugal	1.975	3.174
MEDIA	3.030	4.870

Fuente: EUROSTAT. 2000.

(*) Precio medio pagado en Ecus nominales (1ECU=160,7 ptas) por 100 kg de contenido graso no estandarizado.

Por su parte, el precio del producto final en España se ha incrementado en los últimos años mucho menos de lo que lo ha hecho el IPC del conjunto de alimentación y los precios de la propia materia prima. Llama la atención el escaso crecimiento del precio de la leche en los últimos años, 10,5%, frente al 27,8% de los alimentos en general y al 38,3% del índice general (tabla II.24.).

Tabla II.24. Evolución comparativa IPC de la leche según INE (%).

	1992	1994	1996	1998	1992/94	1992/98
IPC leche	100	104,5	106,7	107	4,5	7
IPC alimentación	100	108,2	118,2	120,7	8,2	20,7
IPC general	100	110	119,2	123,8	10	23,8

Fuente: MAPA. 2000. (año base: 1992)

3.5. Consumo y mercado de productos lácteos.

El consumo medio de lácteos en la UE se cifra en 310 kg/persona/año, destacando el de leche líquida (105 kg/persona/año) y quesos (14 kg/persona/año) en 1999. Este consumo muestra tendencias muy distintas dependiendo de los productos lácteos: va en aumento para determinados productos (queso, natas), está estancado para otros (leche de consumo, leche concentrada, mantequilla) e incluso retrocede en leche desnatada en polvo (figura II.11.).

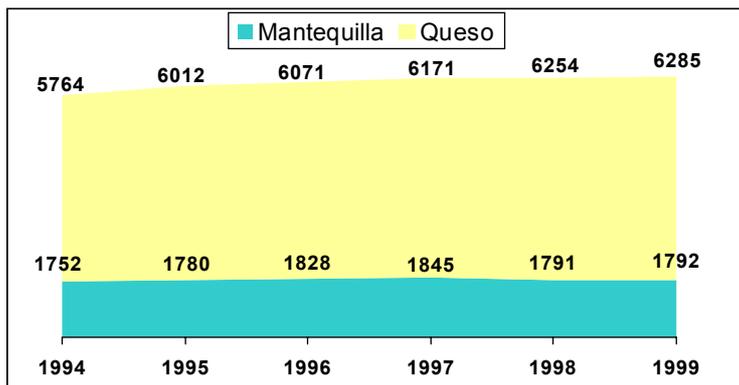


Figura II.11. Consumo de mantequilla y queso en la UE (10³ tm). 1994-99.

El porcentaje de leche de vaca comunitaria utilizada en los distintos tipos de productos se reparte así:

- Leche de consumo: 29 millones de tm.
- Queso: 6,7 millones de tm.
- Mantequilla: 1,8 millones de tm.
- Leche desnatada en polvo: 1,1 millones de tm.
- Leche entera en polvo: 0,9 millones de tm.

Con respecto a España, los datos aportados por el MAPA, estiman que el consumo nacional para 1999 fue de unos 7,5 millones de tm de leche, de las cuales 6,4 millones fue de producción nacional y 1,1 millones importaciones de países limítrofes.

La disponibilidad de cuota en España es de 140 kg/persona/año, siendo su nivel de autoabastecimiento de 73,2% y el consumo de lácteos totales de 190 kg/persona/año. Por este motivo España se vió obligada a importar leche procedente del resto de los países de la UE.

Este consumo medio por persona y año se sitúa en un nivel intermedio en relación con la UE. En la actualidad, sigue habiendo un crecimiento en la demanda de productos lácteos, aunque moderado, no esperándose un crecimiento espectacular para los próximos años ni siquiera considerando el aumento esperado de la población.

El mercado de leche cruda, por su carácter perecedero, es de tipo regional. Además de las propias características del mercado de la recogida de leche cruda, hay que añadir la "*regionalización*" de la cuota láctea que se encuentra repartida entre ganaderos.

Por su parte, la leche líquida, a pesar de no tener restricciones técnicas o legales en la UE que limiten su circulación, su menor precio y calidad en España con respecto al resto de la UE hacen poco viables las importaciones y las exportaciones, por lo que en general su mercado también opera a nivel nacional. Las mismas consideraciones cabe hacer al mercado de los yogures, postres lácteos y batidos, en el que además existen diferentes gustos y hábitos de consumo con respecto a otros países de la UE.

3.6. La industria láctea española.

A) Recogida.

La leche producida por los ganaderos puede ser vendida directamente a la industria o vendida a lo que se denomina "*primeros compradores*".

En el primer caso existen ganaderos que venden directamente y otros que se agrupan como cooperativas para centralizar la gestión de ventas de sus socios con el fin de obtener las ventajas de una mayor capacidad de negociación y abordar de una manera conjunta todos los procesos de inversiones, mejoras, etc.

Por otro lado están los "*primeros compradores*", autorizados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación para adquirir la leche cruda, pudiendo ser industriales que luego la transforman o terceros no industriales que se dedican a la intermediación entre el productor y la industria.

En este último caso, el primer comprador se convierte en central de compra para vender la leche a la industria transformadora que más precio paga. Asimismo, el primer comprador puede ser a su vez productor (tanto persona física

como jurídica). Es decir pueden existir cooperativas de ganaderos que a su vez están autorizados como primeros compradores. En España hay autorizados unos 616 “*primeros compradores*” (industrias transformadoras incluidas), media muy superior a lo habitual en Europa, si se exceptúa el caso de Italia. En la tabla II.25. se detalla la recogida de leche por parte de los principales grupos.

Tabla II.25. Principales grupos lácteos por recogida.

EMPRESA	1998		CC.AA.	1999 ⁽²⁾	
	10 ³ tm.	%		10 ³ tm	%
GRUPO PULEVA	785	14,3	Galicia, Andalucía, Cantabria y Cataluña	1.000	18,2 ⁽¹⁾
CORP. ALIMENTARIA PEÑASANTA S.A. (CAPSA)	806	14,6	Asturias, Galicia, Cantabria, Castilla-León, Cataluña	820	14,9
LECHE PASCUAL S.A.	607	11,0	Galicia, Cantabria, Navarra y Castilla-León	640	11,6
IPARLAT, S.A.	395	7,2	País Vasco, Cantabria y Castilla-León	390	7,1
CENTRAL LECH.. VALLISOLETANA	-	-		350	6,4
DANONE S.A (GRUPO)	314	5,7	C.Valenciana, Madrid, Asturias	370	6,7
LECHE CELTA S.A.	300	5,4	Galicia y Cantabria	350	6,4
NESTLÉ ESPAÑA S.A.	290	5,1	Cataluña, Cantabria, Castilla-León, Asturias y Galicia	275	5,0
INDUST. LÁCTEAS ASTURIANAS S.A.	260	4,7	Asturias, Castilla-León y Galicia	240 ⁽³⁾	4,7
KRAFT JACOBS SUCHARD IBERIA S.A.	210	3,8	n.d.	210 ⁽³⁾	3,8
GRANJA CASTELLÓ S.A.	200	3,6	Galicia, Asturias, Castilla-León, Aragón, Cataluña, Cantabria y Navarra.	-	-
CLESA S.A. (GRUPO)	190	3,4	n.d.	175	3,7

Fuente: FENIL. Revista ALIMARKET. 1998 y 1999.

(1) Incluida Granja Castelló. (2) Cuotas calculadas sobre una producción sujeta a cuota de 5,5 millones de Tm. (3) Estimación.

B) Transformación.

La normativa sanitaria aplicable, tanto comunitaria como nacional, distingue la leche cruda o recogida, no sometida a tratamiento térmico alguno, de la leche de consumo o leche líquida, la cual, previo tratamiento térmico de la leche cruda, se presenta al consumidor final como leche pasteurizada, leche esterilizada y leche UHT. La leche no consumida como leche líquida, se industrializa, destinándose a la elaboración de productos lácteos: quesos, leche condensada,

leche en polvo -descremada y completa-, yogures, helados, batidos, mantequilla, postres, etc. Los productos lácteos también tienen una reglamentación sanitaria que exige que ningún elemento de su composición tienda a sustituir a componente alguno de leche (por ejemplo, la caseína). La estructura de la transformación se detalla en la tabla II.26.

Tabla II.26. Producción de leche y productos lácteos (tm). 1999.

Tipo de producto	1999
Leche de consumo	3.845.350
Leche concentrada	62.000
Leche en polvo	17.600
Nata de consumo directo	83.000
Mantequilla	65.400
Quesos	324.000
Yogur	672.800
Postres	274.700
Batidos	222.100
TOTAL	5.566.950

Fuente: FENIL. Revista ALIMARKET. 1999.

C) Comercialización.

La leche líquida se comercializa de tres formas diferentes.

- a) *Leche pasteurizada* o leche fresca, que ha de ser consumida en los días inmediatos a su envasado y cuyo único tratamiento es el de eliminar toda la flora patógena mediante un proceso de calentamiento y posterior enfriado. La demanda de este tipo de leche en España es muy reducida, especialmente si se compara con países del norte de Europa, donde el consumo mayoritario es el de este tipo de producto. En España supone, según datos de la FENIL, el 3,8% del consumo de leche líquida en 1999.
- b) *Leche esterilizada*, sometida a un proceso de esterilización, ya envasado que consiste en calentar el producto hasta los 110°C, durante veinte minutos, consiguiendo así una destrucción completa de los gérmenes capaces de desarrollarse en la leche. Se comercializa generalmente en botella blanca de plástico. En este formato se consume el 15,2% de la leche líquida.

c) *Leche UHT* (“*Ultra High Temperature*”), que sigue un proceso para la eliminación de los gérmenes basada en un calentamiento entre 135 y 150°C, durante un intervalo de tiempo de 2 a 10 segundos. Son de larga duración, seis meses, y se envasan en “*tetrabrick*”. La demanda de la leche UHT es del 81% del total de leche líquida.

En la tabla II.27. se presentan las principales empresas comercializadoras de España.

Tabla II.27. Principales empresas comercializadoras de leche. 1999.

EMPRESA	1998		1999	
	10 ³ tm	Cuota (%) ⁽²⁾	10 ³ tm	Cuota (%) ⁽²⁾
PULEVA/LEYMA	725	18,8%	935	22,9%
CAPSA	638	16,6%	621,5	15,2%
PASCUAL S.A.	557	14,5%	638	15,6%
IPARLAT S.A.	340	8,8%	325	7,9%
CELTA S.A.	300	7,8%	350	8,6%
C. LECH. VALLISOLETANA S.A. ⁽¹⁾	200	5,2%	350	8,6%
GRANJA CASTELLÓ, S.A.	195	5,1%	-	-
LACTEOS LENCE S.L	180	4,7%	180	4,4%
I. LÁCTEAS ASTURIANAS S.A.	170	4,4%	170	4,2%
LECHE DE GALICIA S.A.	167	4,3%	150	3,7%
CLESA S.A. (GRUPO)	130	3,4%	111	2,7%
COOP. FEIRACO	118	3,1%	115	2,8%
COVAP	133	3,5%	145	3,5%

Fuente: FENIL. Revista ALIMARKET. 1999.

(1) Grupo 3 A España con Lauki Cervera y Letel.

(2) Estas cuotas se calculan sobre el total de leche comercializada por las principales empresas. En 1997 las primeras 37 comercializaron 4.427,5 miles de litros y en 1998 las primeras 33 comercializaron 4.505,3 miles de litros.

D) Distribución.

Los canales principales de distribución son los hipermercados y supermercados, como se pone de manifiesto en la tabla II.28.

En 1991, más de 15% (según el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) de la leche líquida se distribuía en tiendas especializadas. Hoy más del 30% de la distribución de leche líquida se realiza a través de hipermercados. Esto es consecuencia fundamentalmente del cambio de hábito de consumo hacia leche UHT de larga duración.

Según informaciones del MAPA, la leche líquida supone alrededor de un 5% del total de facturación de las grandes superficies, siendo, en la mayoría de los casos, el producto número uno en ventas.

Tabla II.28. Reparto de las ventas de productos lácteos por canales.

LECHE LÍQUIDA		
	abril-mayo 1998	abril-mayo 1999
Marginales	2,6%	2,7%
Tiendas tradicionales	6,7%	5,6%
Super + 100 m ²	7,1%	6,7%
100 m ² + super + 400 m ²	24,2%	23,9%
400 m ² + super + 1000 m ²	16,2%	18,9%
Super , 1000 m ²	11,6%	12,0%
Hipermercado	31,5%	30,2%
YOGURES Y OTRAS LECHE FERMENTADAS (1999)		
Tiendas tradicionales	12,5%	
Super + 100m ²	7,2%	
100 m ² + Super + 400m ²	29,7%	
400 + Super + 1000m ²	17,7%	
Super , 1000m ²	11,6%	
Hipermercado	28%	

Fuente: FENIL. Revista ARAL. 1998 y 1999.

E) Evolución reciente del sector lácteo industrial.

La realidad del sector lácteo español es fruto de diversas circunstancias entre las que cabe destacar, de forma importante, la persistente insuficiencia de la cuota de producción asignada a España por parte de las autoridades comunitarias.

En efecto, esta cuota ha sido, hasta la reciente ampliación, de 5,6 millones de tm de leche, siendo el consumo estimado de la misma de unos 7,5 millones de tm. Esta diferencia entre la producción permitida y el consumo ha hecho que el sector lácteo haya producido sistemáticamente "*leche fuera de cuota*", lo que ha conllevado la consiguiente penalización con multas multimillonarias.

Esta insuficiencia no sólo ha afectado a los ganaderos, sino que también ha tenido sus efectos negativos en la industria láctea, frenando un necesario proceso de reestructuración en todo el sector. La estructura de la industria láctea en España se ha caracterizado por una fuerte atomización y por la presencia

de un escaso número de grupos destacados pero de pequeña dimensión, especialmente si se comparan con sus competidores en otros países de la UE.

Esta realidad es la que ha fomentado y sigue fomentando el fenómeno de las grandes fusiones que se inicia en 1995 con la compra de LA LACTARIA ESPAÑOLA S.A. por parte del Grupo LEYMA y de IPARLAT.

La siguiente operación tiene lugar en 1997 con la fusión de CENTRAL LECHERA ESTURIANA (CLAS), LARSA y ATO en la CORPORACIÓN CAPSA.

En 1998 la CENTRAL LECHERA VALLISOLETANA (CLV), que pertenece en su mayoría a la empresa francesa ALLIANCE AGRO ALIMENTAIRE (3A), adquirió un 38% de COMERCIAL LACTEA INDUSTRIAL.

En 1999 3A ha aumentado también su presencia en el mercado, uniendo a CLV la propiedad de Grupo EL PRADO-CERVERA (ahora CORPOLAT) y CLISA. El Grupo PASCUAL, líder por marca en el mercado de la leche líquida, no ha protagonizado ninguna operación de concentración, aunque no la ha descartado y, ha adquirido LACTEOS MORATS, que cuenta con una pequeña planta de envasado de leche en la Serna de Iguña (Cantabria).

3.7. Perspectivas del sector en la UE.

- **Con respecto a los intercambios internacionales de la UE.**

A largo plazo (2005-2006) se espera una progresión importante de los intercambios mundiales, junto con una probable reducción de los porcentajes del mercado de la Unión correspondientes a numerosos productos lácteos.

Los grandes productores mundiales de leche prevén un incremento de sus producciones para el presente año, por otro, los compradores de productos lácteos europeos están en regresión económica.

De hecho, aunque la economía de los países del sudeste asiático ha empezado a estabilizarse, no ocurre así con Rusia, cuyos problemas financieros parece que van a persistir a lo largo del 2001.

Además, Brasil, otro importante comprador está teniendo recientemente dificultades económicas y Estados Unidos exportará al mercado mundial 50.000 tm de productos lácteos con restituciones.

En cuanto a precios, se espera que seguirán siendo superiores a los internacionales, por lo que no se conseguirá competitividad.

- **Con respecto al mercado interno en la UE.**

Los estudios elaborados por las Universidades de Bonn, Amsterdam y el Instituto de Investigación de política Agraria de Estados Unidos, concluyen que conllevará un incremento de la oferta de aquí al 2005.

Estiman que antes de 2005, fecha a partir de la cual se inicia la aplicación de la bajada de los precios institucionales y la aplicación de una prima por kg de cuota, se producirá un incremento de cuota en algunos países (España, Italia, Grecia, Irlanda e Irlanda del norte) y con posterioridad a esta fecha un aumento de un 1,5% en el resto de los países.

En lo referente a la cuantía de dicho aumento, hay distintas hipótesis. Mientras que uno de los estudios estima que este incremento no llegará a cubrir el aumento de cuota, los otros dos consideran que los niveles de producción se aproximarán mucho a los de la cuota.

Por otro lado no se prevee que el consumo aumente. En consecuencia, unido a que los precios institucionales seguirán siendo superiores a los internacionales y por ello las exportaciones muy limitadas, se preveen incrementos en los excedentes, entre el 1-3% en queso y entre el 17-19% de leche en polvo.

4. EL SECTOR LÁCTEO EN ANDALUCÍA.

4.1. Producción y censos ganaderos.

Con una cuota cercana a 520.000 tm en 1999, Andalucía ocupa el quinto puesto después de Galicia, Castilla-León, Asturias y Cataluña.

Esto supone el 9,3% de los 5,56 millones de tm que aporta España al total de lo producido en la UE. La evolución de su producción láctea desde la entrada de España en la UE queda reflejada en la figura II.12.

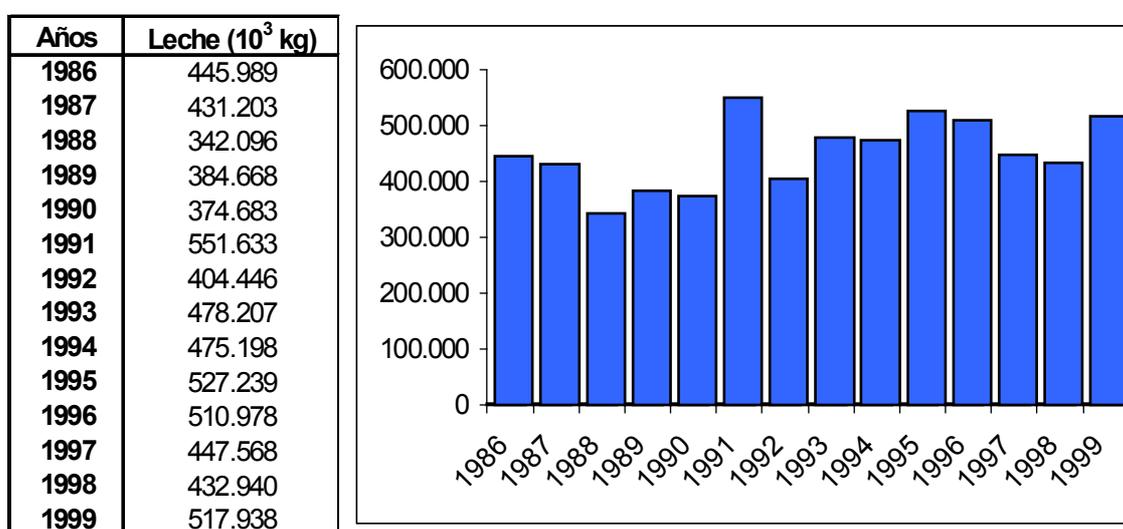


Figura II.12. Evolución producción láctea en Andalucía. 1986-1999.

Desglosado por provincias evolución 1993 - 1999 se presenta en la tabla II.29.

Tabla II.29. Producción láctea en Andalucía por provincias (10³). 1993-1999.

Provincia	LECHE DE VACA						
	AÑO 1993	AÑO 1994	AÑO 1995	AÑO 1996	AÑO 1997	AÑO 1998	AÑO 1999
Almería	5.209	5.612	5.497	4.473	6.402	6.419	5.656
Cádiz	47.584	71.374	73.917	69.420	69.548	84.111	109.895
Córdoba	179.088	187.288	222.057	199.211	142.485	153.349	178.672
Granada	53.972	42.755	45.804	40.590	40.559	38.259	37.747
Huelva	8.462	16.156	6.121	6.097	5.895	5.392	4.437
Jaén	40.176	33.813	34.091	33.083	33.765	28.236	35.028
Málaga	34.947	30.897	34.272	44.177	49.356	18.211	40.836
Sevilla	96.430	96.368	105.478	113.927	99.558	98.962	105.667
Andalucía	465.868	484.263	527.237	510.978	447.568	432.939	517.938

Fuente: IEA. Junta Andalucía. 2000.

En la tabla II.30. y figura II.13. puede verse la distribución por provincia de la cuota láctea en 1999 y el porcentaje respecto al total de Andalucía.

Se destaca la importancia de la provincia de Córdoba con el 35% de la cuota andaluza, seguida de Cádiz y Sevilla.

En cuanto al destino de la leche, cerca del 90% se destinó a industria (tabla II.31.).

Tabla II.30. Cuotas por provincias.1999.

Provincia	litros (10 ³)	%
Almería	5.656	1,09
Cádiz	109.895	21,22
Córdoba	178.672	34,50
Granada	37.747	7,29
Huelva	4.437	0,86
Jaén	35.028	6,76
Málaga	40.836	7,88
Sevilla	105.667	20,40
Andalucía	517.938	100

Fuente: IEA. 2000.

Tabla II.31. Destino de la leche. 1999.

DESTINO	litros (10 ³)
A.-EXPLOTACION	
CRÍA Y RECRÍA	20.521
CONSUMO DIRECTO	15.271
IND.CAS.MANTEQUILLA	0
QUESO	351
B.-COMERCIALIZADA	
VENTA DIRECTA	19.341
INDUSTRIAS LACTEAS	462.454
TOTAL LECHE OBTENIDA	517.938

Fuente: IEA. 2000.

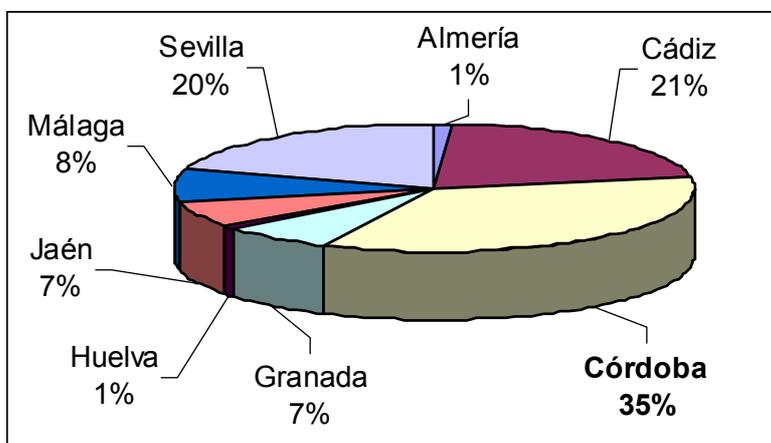


Figura II.13. Cuotas lácteas por provincias andaluzas. 1999.

Por municipios, se observa una mayor concentración de la cuota láctea en aquellos municipios ubicados en el valle del Guadalquivir, Guadalhorce, Vega de Granada y Antequera, donde las explotaciones disponen de regadío, con la excepción del Valle de los Pedroches con una gran concentración de cuota en zona de secano.

En cuanto al censo total de bovinos en la comunidad se ha mantenido constante en los últimos años (tabla II.32. y figura II.14.), si bien la aptitud se ha modificado disminuyendo el número de vacas en ordeño a favor de un aumento de los bovinos de aptitud cárnica (tabla II.33. y figura II.15.).

Tabla II.32. Existencias de bovino (cabezas). (Encuestas junio-diciembre). 1995 –1999.

Provincias	jun-95	dic-95	jun-96	dic-96	jun-97	dic-97	jun-98	dic-98	dic-99*
Almería	1.486	1.864	2.370	2.574	1.738	2.060	3.147	2.899	2.521
Cádiz	193.534	134.482	129.300	125.897	119.004	148.384	150.990	155.696	151.535
Córdoba	63.930	81.405	83.892	77.650	95.160	81.869	112.929	102.150	80.817
Granada	32.833	22.924	23.482	24.575	24.778	30.152	20.875	18.930	24.366
Huelva	59.573	45.564	44.904	48.171	55.206	53.008	59.535	52.442	63.997
Jaén	37.521	35.636	38.219	37.831	39.881	36.689	37.333	35.830	33.556
Málaga	19.577	25.992	27.091	25.629	19.806	13.435	17.157	18.034	19.283
Sevilla	198.014	174.855	199.986	199.181	195.931	160.938	196.884	216.010	150.157
Andalucía	606.468	522.722	549.244	541.508	551.504	526.535	598.850	601.991	526.232

Fuente: IEA. 2000.

(*) Datos provisionales.

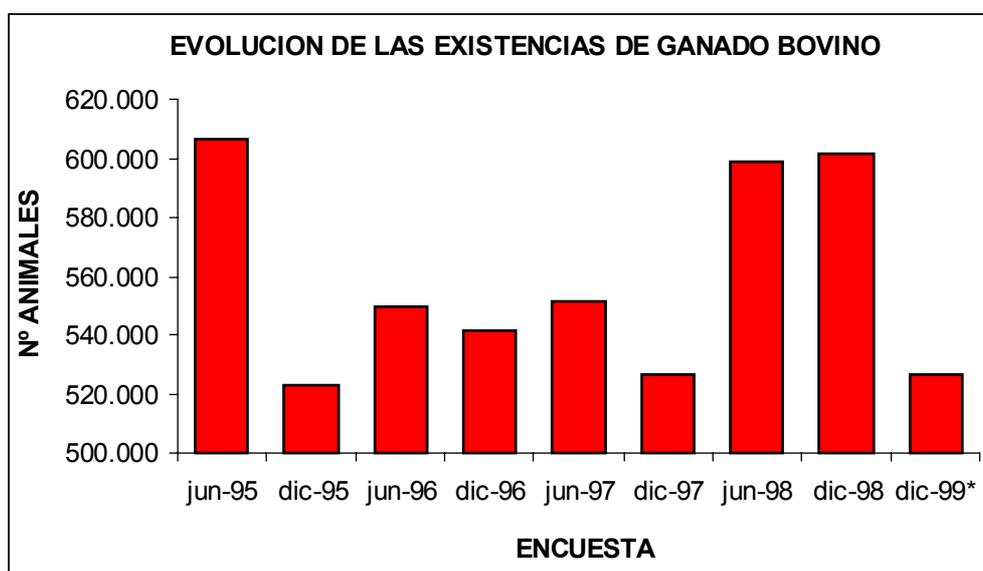


Figura II.14. Existencias de bovino. (Encuestas junio-diciembre). 1995 –1999.
(*) Datos provisionales.

Tabla II.33. Ganado bovino (cabezas): censos de animales por clases. 1986-1999.

AÑOS	Total animales	Animales menores de 12 meses	Animales de 12 a 24 meses			Animales Mayores de 24 meses			
			Machos	Para sacrificio	Para reproducción	Machos	Novillas	Hembras	
								De ordeño y mixtas	No ordeño
1986	530.158	123.393	31.504	18.063	43.720	14.129	25.714	121.552	152.083
1987	558.804	125.250	52.390	5.621	43.663	20.022	22.649	112.436	176.773
1988	477.221	115.949	19.784	3.237	38.565	16.087	16.519	117.655	149.425
1989	491.026	96.578	25.252	8.271	40.408	26.100	27.987	133.785	132.645
1990	560.415	121.988	26.156	3.808	40.651	17.046	20.502	146.237	184.027
1991	515.510	125.403	22.680	6.358	40.091	17.260	19.214	107.363	177.141
1992	515.685	140.559	11.509	4.673	36.037	20.573	20.426	102.185	179.723
1993	583.315	159.766	17.989	14.682	41.141	31.508	31.986	85.406	200.837
1994	551.054	144.078	18.007	6.718	48.523	20.954	22.430	87.748	202.596
1995	522.722	130.387	21.759	2.961	43.390	20.729	24.330	85.378	193.788
1996	541.508	111.311	19.342	4.389	45.004	24.655	28.264	92.072	216.471
1997	526.535	125.136	18.353	2.058	42.024	23.908	26.227	61.276	227.553
1998	601.991	141.302	23.151	3.043	49.549	27.560	26.831	92.647	237.908
1999*	526.232	111.811	23.401	3.435	39.552	24.208	26.221	89.620	207.984

Fuente: IEA. 2000.

(*) Datos provisionales.

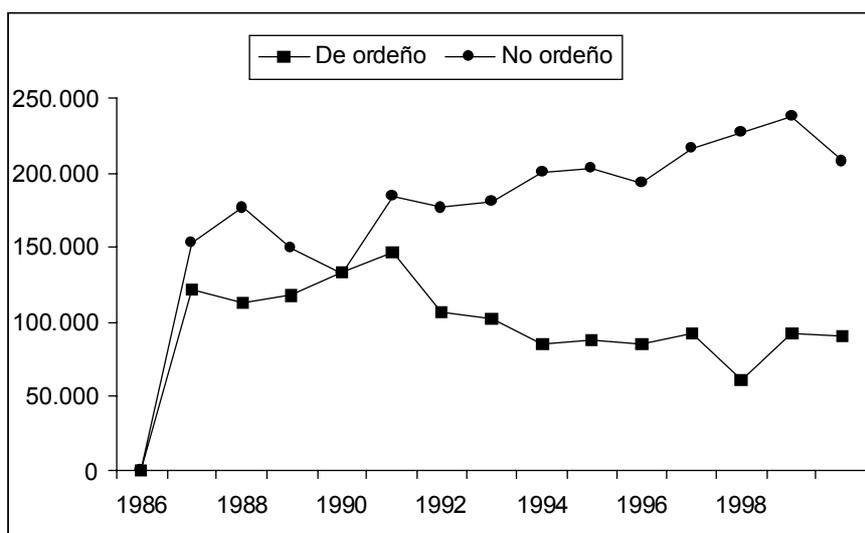
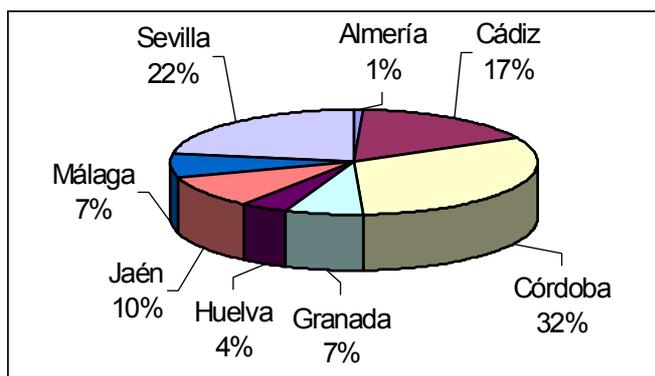


Figura II.15. Evolución número de hembras de ordeño. 1986-1999.

En el año 1999 el número de hembras ordeñadas ascendió a 91.143, siendo la mayor parte hembras de raza frisona y destacándose la provincia de Córdoba con un 32% del total del efectivo ordeñado (tablas II.34. y II.35.; figura II.16.).

Tabla II.34. Nº hembras ordeño. 1999.

Provincia	VACAS
Almería	876
Cádiz	15.050
Córdoba	28.949
Granada	6.306
Huelva	3.856
Jaén	9.033
Málaga	6.826
Sevilla	20.247
Andalucía	91.143



Fuente: IEA. 2000.

Figura II.16. % hembras ordeño. 1999.

Tabla II.35. Razas, número hembras ordeñadas y litros obtenidos. 1999.

Razas de ordeño	Nº hembras ordeñadas	Total litros (10 ³)
FRISONA	74.052	517.838
PARDA ALPINA	23	100
OTRAS RAZAS	0	0
TOTAL	74.075	517.938

Fuente: IEA. 2000.

4.1.1. Comarcas cordobesas.

Con una cuota de 169.000 tm en el 2000, Córdoba produce hoy más del 41% de la leche de toda Andalucía ocupando el primer puesto seguida de Cádiz y Sevilla. Esto supone el 3,1% de los 5,56 millones de tm que aporta España en la UE.

La Delegación Provincial del Ministerio de Agricultura estructura la provincia en seis comarcas: Pedroches, Campiña Baja, Las Colonias, Campiña Alta, Sierra y Penibética.

En la tabla II.36. y figura II.17. se observa la distribución por comarcas de la cuota láctea y el porcentaje respecto al total de la provincia. Se destaca el Valle de los Pedroches con el 78,57% de la cuota.

Tabla II.36. Cuota láctea por comarcas.

Comarca	Leche (10 ³)	% del total provincial
Pedroches	132.759.678	78,57%
Campaña Baja	17.514.435	10,37%
Las Colonias	15.509.692	9,18%
Campaña 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. 2000.

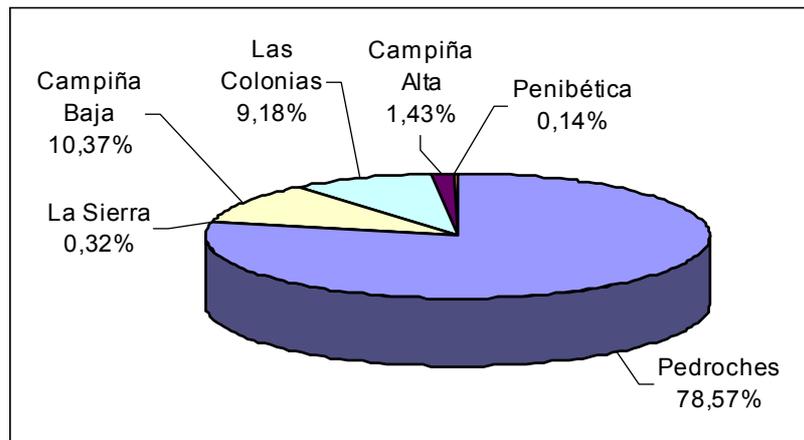


Figura II.17. porcentaje de cuota láctea por comarcas.

En cuanto al censo de bovinos, de nuevo se destaca la comarca del Valle de Los Pedroches, con cerca del 79% de la cabaña vacuna cordobesa, esto es el 7% del total en España (tabla II.37.).

Tabla II.37. Censo de bovinos de leche por comarcas.

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

Fuente: Delegación Provincial de Agricultura. 2000.

4.2. Explotaciones.

En la campaña 99/00 se censaron en Andalucía un total de 2.913 explotaciones dedicadas a la producción de leche de vaca, lo que supone el 4,3% de total de las existentes en España.

No obstante, en el último año (campaña 2000/01) ha disminuido dicho número en más de mil, pasando a registrarse un total de 1.689 explotaciones, en la actualidad.

Según la base de datos de cuota láctea de la Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Junta de Andalucía (1999) se estima que sólo un 60% de las explotaciones presentan una cuota media de 165.000 kg, tamaño suficiente para asegurar la viabilidad de la explotación en las condiciones actuales de precios.

Pero por debajo de ese valor, aún quedan unas 1.000 explotaciones, que no alcanzan los 100.000 kg de cuota y con una viabilidad dudosa sin un aumento de dimensión, aumento difícil sin un programa administrativo específico, ya que en la compra libre de cuota tiene que competir con explotaciones mejor dotadas de información y recursos económicos.

Se considera de importancia analizar las diferencias de gestión técnico-económica de las explotaciones, ya que muy pocas de ellas podrán aumentar su viabilidad mediante el aumento de producción, según lo expuesto en el párrafo anterior y, la mayoría deberán hacerlo mediante la mejora de su eficiencia productiva y económica.

4.2.1. Comarcas cordobesas.

En la campaña 99/00 se censaron 852 explotaciones dedicadas a la producción de leche de vaca en Córdoba, de las cuales cerca del 70% están ubicadas en el Valle de Los Pedroches (tabla II.38. y figura II.18.).

Tabla II.38. Ganaderías de leche por comarcas.

Comarca	Nº explotaciones	% del total provincial
Pedroches	596	69,95%
Las Colonias	114	13,38%
Campaña Baja	93	10,92%
Campaña Alta	40	4,69%
La Sierra	8	0,94%
Penibética	1	0,12%
Total	852	100%

Fuente: Delegación Provincial de Agricultura. 2000.

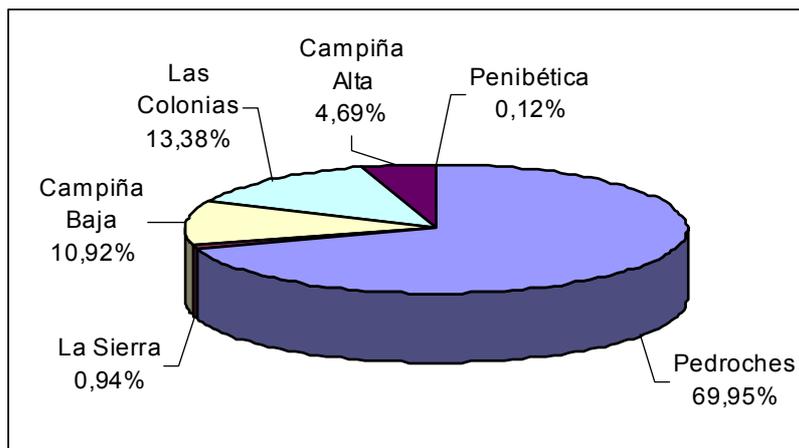


Figura II.18. Ganaderías de leche por comarcas.

El tamaño de estas 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. El número medio de efectivos y la cuota media por explotación y comarca, se presenta en la tabla II.39.

Tabla II.39. Cuota y Nº de efectivos medio por explotación y comarcas.

Comarca	Nº efectivos/explotación	Cuota/explotación (10 ³ litros)
Pedroches	46,5	222.751
Las Colonias	14	66.545
Campaña Baja	37,4	188.327
Campaña Alta	28,6	136.050
La Sierra	12,7	60.362
Penibética	51	243.294
Total/media	31,7	152.888

Fuente: Elaboración propia.

La desaparición de explotaciones, generalizada en toda España y Andalucía, también ha sido patente en la provincia de Córdoba.

De hecho durante la campaña 2000/01 el número de explotaciones lecheras se ha visto reducido a sólo 724, según estimaciones de La Coordinadora de Organizaciones Agrarias (COAG) en Andalucía. Al igual que en el resto del país, se vieron afectadas las explotaciones de pequeño tamaño, sobretodo aquellas con menos de 25.000 kg de cuota, a favor de un notable crecimiento en el tamaño de las explotaciones medianas y grandes.

4.3. Caracterización del sistema productivo.

Andalucía tiene su producción lechera en explotaciones fundamentalmente de carácter familiar, estando muy especializadas, en el sentido de que entre el 40 y el 90% del total de sus ingresos proceden de la leche (Pérez *et al.*, 1999).

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, con alta carga ganadera y baja superficie disponible por vaca. Sólo en las explotaciones de mayor tamaño se suele utilizar silo de maíz, trigo o avena producidos en la propia explotación.

En este aspecto se destacan algunas diferencias entre las comarcas cordobesas. 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.

Precisamente este hecho, repercute negativamente en el contenido de materia grasa de la leche, que en Los Pedroches apenas llega al 3,1%, siendo por tanto problemática su comercialización en la UE.

En su estructura de costes se destaca, en general para toda Andalucía, unos costes variables por litro muy altos, consecuencia de la alta tasa de abastecimientos externo de alimentos, no siendo así los costes fijos por litro, reducidos fundamentalmente por los altos niveles de producción que se consiguen.

Los costes de oportunidad por su parte, también son mínimos, como consecuencia fundamental de la escasa repercusión de la mano de obra familiar debido al tamaño de las explotaciones y en 2º lugar a la poca repercusión de la renta asignada a la tierra propia (Pérez *et al.*, 1999).

4.4. Consumo.

Según el Instituto de Estadística de Andalucía (IEA) Andalucía dispone de una cuota de 59,3 kg/persona/año, siendo su nivel de autoabastecimiento del 31,3%, muy inferior al 73,2% de España y sobre todo al 101,2% de la UE.

El nivel de consumo es de 189 kg/persona/año, semejante a los 190 kg de España y muy inferior a los 310 kg de la UE.

III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.

III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA: MEDIDA DE LA EFICIENCIA A PARTIR DE LA PRODUCTIVIDAD Y LOS MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN.

1. INTRODUCCIÓN.

El objetivo general de toda empresa es conseguir un alto grado de rentabilidad a partir de la utilización eficiente de todos sus recursos y medios disponibles; es decir, conseguir lo máximo posible con el mínimo uso de recursos y medios.

El método más tradicional de conocer si una empresa es o no eficiente, es mediante la comparación de sus rendimientos o productividades con otras empresas de tecnología semejante, entendiendo la productividad como el índice que relaciona la cantidad de output (o producto) obtenido con la cantidad de input (o recurso) empleado para ello (Titos y Haro, 1996; Haro y Parra, 1998). Su cálculo resulta bastante sencillo en el caso de que sólo se tuviera un output y un input o al menos si todos estuviesen claramente definidos y estimados .

Pero la realidad de los procesos productivos es más compleja. En ellos se encuentran implicados un gran número de variables de diferente naturaleza y pesos en la producción, cuya definición y consideración para medir la productividad se hace del todo necesario (Kumbhakar, 1996).

Por otro lado, conocer el grado de eficiencia de una empresa debería suponer el conocimiento de su productividad óptima, es decir, cuanto es el máximo posible a producir con la misma tecnología y bajo las mismas condiciones. Obviamente esta es una situación hipotética difícil de medir con precisión. Si a todo esto se suma el aspecto económico, en el que además de las cantidades se requieren los precios de cada uno de los factores y productos, con frecuencias diferentes para cada empresa y con variaciones periódicas, la medida de la eficiencia no tiene una solución tan fácil por este mecanismo.

Para tratar de poner solución a esta cuestión considerando todo lo expuesto, a lo largo de los últimos años, se han ido desarrollando metodologías que aplican distintos procedimientos matemáticos y que, con la ayuda de herramientas informáticas, han permitido de alguna forma estimar esas cantidades óptimas de producción. De esta manera las empresas pueden evaluarse en su gestión global, analizar otras alternativas y, en definitiva, tratar de producir de una manera óptima o al menos más eficiente.

Entre estos métodos se destacan los referidos a los índices de productividad global de los factores, los métodos de optimización y los modelos de simulación, como los más utilizados en la última década.

2. ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD.

2.1. PRODUCTIVIDAD GLOBAL DE LOS FACTORES.

La *productividad* de una empresa, considerada como la transformación de un insumo en producto, se mide con el índice que relaciona la cantidad de producto o output producido con una determinada cantidad de insumo o input empleado. Es decir:

$$productividad = \frac{output}{input}$$

Cuando en el proceso de producción están implicados un sólo output y un sólo input, esta misma fórmula también podría utilizarse para comparar productividades entre empresas como forma de medida de sus eficiencias relativas o medir el cambio experimentado en una de ellas entre periodos sucesivos.

Sin embargo, cuando hay implicados más de un input o más de un output, como sucede en la mayoría de los procesos productivos, con distintos precios para cada uno de ellos, es necesario desarrollar un nuevo concepto, la *Produc-*

tividad global de los factores (Total Factor Productivity o TFP) como indicador de la productividad considerando todos los factores (inputs y outputs) (Färe et al., 1989).

Esto es: (t = total de productos; m = total de insumos)

$$TFP = \frac{\sum_{r=1}^t output_r}{\sum_{i=1}^m input_i}$$

Sin duda, esta formulación también podría utilizarse a efectos de comparación entre empresas. Pero, comparar productividades por esta vía con el objeto de medir la eficiencia, cuando se tienen varias empresas y un gran número de outputs e inputs con distinto peso y precios en cada una de ellas, se requiere realizar un tratamiento separado para inputs y outputs.

Se deben agregar todos los outputs e inputs siguiendo una misma metodología para todas las empresas y que considere las diferencias de precios y cantidades existentes en todas y cada una de ellas. Dicha agregación ponderada a cantidades y precios dará los llamados *índices de outputs e inputs*.

Una vez agregados outputs e inputs de este modo, la comparación de productividades se realiza mediante la estimación de un *índice de productividad global*, calculado simplemente como el cociente entre el índice de output y el índice de input estimados (Caves et al., 1982a).

2.2. INDICES DE PRODUCTIVIDAD GLOBAL DE LOS FACTORES.

2.2.1. Concepto.

Si el objetivo final es comparar diferentes empresas, la productividad global de la empresa es la unidad de medida que debe utilizarse y su comparación debe llevarse a cabo mediante el *Índice de Productividad Global de los Factores* (TFPI). Ejemplos de su aplicación se encuentran en Haro *et al.* (1999).

Esto implica que primero deban compararse sus inputs y outputs generando *índices de agregación ponderada de inputs* y de *outputs* y, posteriormente, establecer la comparación entre las productividades de las empresas mediante el índice de output/índice de input, obteniéndose el ya mencionado TFPI (Rao, 1994, 1995).

Conceptualmente estos índices se definen como “*números reales que pueden utilizarse para realizar comparaciones a través del tiempo, del espacio o ambos. Permiten medir los cambios que se producen en los factores utilizados, teniendo en cuenta sus precios y cantidades, en distintos periodos de tiempo, así como medir las diferencias de productividad existentes entre empresas, industrias, regiones o países*” (Coelli *et al.*, 1998).

2.2.2. Método de cálculo.

Supuesto el caso inicial de dos empresas, “s” y “t”, el valor del índice que expresaría la diferencia de productividad existente entre ambas, para un periodo determinado, vendría dado por el ratio:

$$TFPI_{t,s} = \frac{TFP_s}{TFP_t}$$

Donde “t” es considerada la empresa de referencia.

Es obvio que el resultado de $TFPI_{t,s}$ depende del valor de los precios y las cantidades de los factores (inputs y outputs) considerados por ambas empresas relacionadas y que, con casi total seguridad, serán diferentes.

Cuando se tienen pocos factores, y se consideran sólo dos empresas, su descomposición en las variables precio y cantidad es simple, obteniéndose un índice de productividad (TFPI) para la empresa “s” relativo a la productividad de la empresa “t”, de referencia (Balk, 1995, 1997).

Sin embargo, en el caso de varios factores y más de dos empresas, a efectos de comparar sus productividades relativas como método para medir sus eficiencias, se requiere, en primer lugar, considerar una de ellas de referencia. Por otro lado, se debe recurrir a la agregación en un número real de los diferentes precios y cantidades de inputs y outputs de cada par de empresas que se comparan, siguiendo un mismo criterio de ponderación para todas ellas (es decir; la empresa de referencia debe ser la misma). Estos números reales estimados de tal forma se denominan *índice de input* e *índice output*, respectivamente (Allen, 1975 y Allen *et al.* 1981)

A) Formulación del índice de cantidad.

Este índice denominado de cantidad, calculado para cada factor (input y output), resulta de interés en el presente trabajo por ser el empleado para estimar los *índices de productividad global de los factores*, cuyo cálculo permitirá la comparación de productividades entre empresas (Coelli, 1998) como método de medida de sus eficiencias relativas.

Por otro lado, puesto que constituye un método de agregación de variables considerando los diferentes precios y cantidades en el conjunto de las empresas, también puede ser utilizado como método de generación de los datos necesarios para su aplicación en medidas de eficiencia por métodos de optimización, aspectos que serán tratados posteriormente.

Existen distintas formulaciones que permiten estimar el índice de cantidad de un factor y que representan la variación relativa en la cantidad empleada entre dos empresas, expresado en porcentaje.

Se describen los más empleados considerando una empresa “s” a estimar su índice y una empresa “t” de referencia y, siendo “p” y “q” los precios y las cantidades del factor “m” (input o output).

- *Índice de Laspeyres (1871) e índice de Paasche (1874).*

Ambos índices se diferencian tan sólo en que, *Laspeyres* fija el precio del input (o output) de la empresa “t” (en este caso, de referencia) para aplicarlo a todas las empresas, mientras que *Paasche* fija el precio del input empleado por la empresa “s”.

$$\text{Índice de Laspeyres} = Q_{ts}^L = \frac{\sum_{i=1}^m p_{it} q_{is}}{\sum_{i=1}^m p_{it} q_{it}}$$

El *índice de Laspeyres* se interpreta como un valor obtenido a partir de la media ponderada (por el precio p_{it}), de la relación de las m-cantidades de factor.

$$\text{Índice de Paasche} = Q_{ts}^P = \frac{\sum_{i=1}^m p_{is} q_{is}}{\sum_{i=1}^m p_{is} q_{it}}$$

El *índice de Paasche* se trata de un ratio de dos valores agregados resultado de la fijación del precio del input de la empresa “s” considerando las cantidades vigentes de dicha empresa y la de referencia (empresa “t”).

- *Índice de Fisher* (1922).

Se define como la media geométrica de los *índices de Laspeyres y Paasche*. Esto es:

$$\text{Índice de Fisher} = Q_{ts}^F = (Q_{ts}^L * Q_{ts}^P)^{1/2}$$

- *Índice de Tornqvist* (1936).

Este índice se define como el producto de la media geométrica de cada índice de cantidades de las empresas “s” y “t”, con una ponderación exponencial diferente para cada uno de ellos.

$$\text{Índice de Tornqvist} = Q_{ts}^T = \prod_{i=1}^m [q_{is}/q_{it}]^{(w_{it} + w_{is})/2}$$

Donde:

$$w_{it} = p_{it} q_{it} / \sum_{i=1}^m p_{it} q_{it}$$

$$w_{is} = p_{is} q_{is} / \sum_{i=1}^m p_{is} q_{is}$$

También suele expresarse en su forma logarítmica, más conveniente desde el punto de vista operativo (Rao *et al.*, 1995):

$$\ln Q_{ts}^T = \sum_{i=1}^m \left(\frac{w_{it} + w_{is}}{2} \right) [\ln q_{is} - \ln q_{it}]$$

Diewert (1992) y Diewert *et al.* (1993) demostraron las ventajas de la utilización del índice de Fisher por satisfacer un gran número de propiedades importantes. De acuerdo con este mismo autor, hay 21 test satisfechos por esta fórmula, lo cual ilustra su versatilidad. Por ello también es conocido como el *índice ideal de Fisher* y es el recomendado por numerosos autores (Coelli, 1997).

B) Formulación del índice de precios.

La estimación del denominado *índice de precios* de un factor resulta de interés cuando se quiere medir las diferencias de precios de factores entre un grupo de empresas o un periodo de tiempo.

Aunque no resulta aplicable para la estimación de las diferencias de productividad existente entre empresas, se ha decidido describir por constituir la base de la formulación indirecta del índice de cantidad de un factor (input o output), expuesto en el siguiente apartado de la presente revisión bibliográfica.

Este índice se calcula con las mismas fórmulas que en el índice de cantidad pero en este caso relacionando precios y fijando la cantidad tomando como referencia el de la empresa s o bien el de la empresa t, según la formulación.

Así se tendría:

$$\text{Índice de Laspeyres} = P_{ts}^L = \frac{\sum_{i=1}^m p_{is} q_{it}}{\sum_{i=1}^m p_{it} q_{it}}$$

$$\text{Índice de Paasche} = P_{ts}^P = \frac{\sum_{i=1}^m p_{is} q_{is}}{\sum_{i=1}^m p_{it} q_{is}}$$

$$\text{Índice de Fisher} = P_{ts}^F = (P_{ts}^L * P_{ts}^P)^{1/2}$$

$$\text{Índice de Tornqvist} = P_{ts}^T = \prod_{i=1}^m [p_{is} / p_{it}]^{(w_{it} + w_{is})/2}$$

O en su forma logarítmica:

$$\ln P_{ts}^T = \sum_{i=1}^m \left(\frac{w_{it} + w_{is}}{2} \right) [\ln p_{is} - \ln p_{it}]$$

C) Aproximación indirecta del índice de cantidad.

Esta aproximación usa la premisa base de que las variaciones de precios y cantidades existentes entre empresas son las que dan lugar a las diferencias encontradas entre ellas, es decir:

$$Variacion_{i,ts} = VariacionPrecios_{i,ts} * VariacionCantidad_{i,ts}$$

$$V_{i,ts} = P_{i,ts} * Q_{i,ts}$$

Puesto que $V_{i,ts}$ está definido directamente a partir de los datos como el ratio de los valores del factor “i” de las empresas “s” y “t”, $Q_{i,ts}$ puede obtenerse función de $P_{i,ts}$, según la expresión:

$$Q_{i,st} = \frac{P_{i,st}}{V_{i,st}}$$

D) Transitividad de las formulaciones.

Hasta ahora se ha tratado únicamente el supuesto de comparar dos empresas, sin embargo, en la comparación de varias empresas, se debe considerar un aspecto más.

Para que el modelo tenga consistencia interna, se requiere que la comparación directa entre dos empresas, denominadas de manera general, como “s” y “t”, dé los mismos resultados que en el caso de una comparación indirecta entre “s” y “t” a través de una tercera empresa, “r”. Es decir:

$$I_{i,st} = I_{i,sr} * I_{i,rt}$$

Por ejemplo, si una matriz de números índices muestra que la empresa “s” consume un 10% más de un determinado factor que la empresa “r” y la empresa “r” consume un 20% más que la empresa “t”, entonces siempre debería encontrarse que la empresa “s” consume un 32% más ($1,1 * 1,2 = 1,32$) que la empresa “t”.

Puesto que, ninguna de las formulaciones de índices, desarrolladas en el presente trabajo, incluido el de Fisher y Tornqvist, satisface esta propiedad de transitividad, Elteto-Koves (1964) y Szulc (1964) propusieron una técnica para generar índices transitivos a partir de comparaciones multilaterales no transitivas. Este método es conocido como el método EKS.

En el caso de que se esté trabajando con el índice de Fisher, el procedimiento EKS para transformarlo a índice transitivo daría como resultado:

$$I_{i,st}^{F-EKS} = \prod_{i=1}^m [I_{i,st}^F * I_{i,rt}^F]^{1/m}$$

La condición de la transitividad implica que una comparación entre dos empresas, “s” y “t”, esté influenciada por los datos de precios y cantidad un determinado factor, no sólo para esas dos empresas, sino también para todas las empresas del análisis. Sin embargo, la adición de una empresa extra a la muestra, sí necesitará recalcular de nuevo todos los índices.

Caves, Christensen y Diewert (1982a) usaron el procedimiento EKS aplicado al índice multilateral de Tornqvist. Según estos autores, se ilustra la conversión del índice no transitivo de Tornqvist (I_M^T) aplicado a dos empresas, “s” y “t”, a su forma transitiva ($I_{i,st}^{CCD}$).

$$I_{i,st}^{CCD} = \prod_{i=1}^m [I_{i,st}^T * I_{i,rt}^T]^{1/m}$$

Aplicando la expresión logarítmica del índice de cantidad de Tornqvist, la fórmula derivada es la siguiente:

$$\ln Q_{i,st}^{CCD} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m [\ln Q_{i,st}^T + \ln Q_{i,rt}^T] = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m (w_{it} + \bar{w}_i) (\ln q_{it} - \overline{\ln q}_i) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m (w_{is} + \bar{w}_i) (\ln q_{is} - \overline{\ln q}_i)$$

donde: $\bar{w}_i = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m w_{ij}$ $y \overline{\ln q}_i = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \ln q_{ij}$

Es decir, una comparación entre dos empresas respecto al factor i, se obtendría previa comparación de cada empresa con la empresa media y posteriormente, comparando las diferencias en los niveles de cada empresa relativos a la empresa media.

Hemme *et al.* (1996) usaron esta formulación para comparar la productividad de la actividad lechera entre varios países.

Aunque la expresión logarítmica del índice multilateral de Tornqvist es la más popular, Caves, Christensen y Diewert (1982a) aconsejan usar la expresión previa, como raíz del mismo, pudiéndose aplicar a índices binarios sin necesidad de detallar precios y cantidades, por ejemplo, en el caso de que ya se tenga una matriz elaborada de los índices de Tornqvist o Fisher.

E) Cálculo del índice de la productividad global de los factores.

Finalmente, partiendo de la idea básica de que outputs e inputs son los componentes de la productividad, se puede deducir que las diferencias de outputs e inputs entre empresas, estimadas como índices, dará el valor de sus diferencias de productividad, estimada como **índices de productividad global de los factores**. Esto es:

$$TFPI_j = \frac{I.output_j}{I.input_j} \quad \text{para toda empresa: } j=1, \dots, N.$$

Al mismo tiempo, con esta expresión se podrá deducir fácilmente que la empresa con un índice mayor será, en términos relativos, la más eficiente.

3. LA OPTIMIZACIÓN.

La medida de la eficiencia de un grupo de empresas puede medirse en términos relativos mediante comparación entre ellas o en términos absolutos, comparándolas frente a un óptimo teórico. En cualquier caso, la eficiencia relativa también debería medirse frente a aquella o aquellas empresas que operen con las mejores prácticas y tecnología y, por tanto, dentro de la muestra a comparar, pueden ser consideradas los óptimos de referencia (Batesse, 1988).

De ahí el interés de la optimización, como método de estimación esos óptimos (teóricos o relativos) frente a los cuales pueda medirse la eficiencia.

3.1. CONCEPTO DE OPTIMIZACIÓN.

La economía es, en un sentido amplio, una ciencia de opciones. Cuando un proyecto económico se lleva a cabo, tal como la obtención de un nivel específico de producción, hay normalmente un número de vías alternativas para realizarlo. Sin embargo, una (o algunas) de estas alternativas será más deseable que otra desde el punto de vista de algún criterio, y ésta es la esencia del problema de optimización, elegir, sobre la base del criterio seleccionado, la mejor alternativa factible.

El criterio más común de elección de alternativas en economía tiene como objetivo **maximizar** algo (tal como maximizar el beneficio de una empresa) o **minimizar** (tal como minimizar el coste de producción de un producto dado). Económicamente, se pueden clasificar tales problemas de maximización o minimización bajo el título general de optimización, entendiéndose por tal como “*la búsqueda de lo mejor*”.

En definitiva, “*optimizar es buscar un punto máximo o mínimo en una curva, encontrando la mejor opción para un ambiente dado. La definición de “la mejor opción” dependerá de los objetivos buscados, del grado de oposición que exista entre ellos, del diferente peso dado de cada uno, etc.*” (Ruíz, 1997).

No obstante, debe aclararse que desde el punto de vista puramente matemático, los términos “*máximo*” y “*mínimo*” no implican necesariamente optimalidad, al poderse encontrar en una curva, puntos máximos y mínimos “*relativos*” y “*absolutos*”. Por eso el término colectivo para máximo y mínimo, como conceptos matemáticos, tiene la designación más apropiada de *extremos*, entendidos como valores extremos de una curva o un segmento de ella (Chiang, 1987).

3.2. TEORIA CLASICA DE LA OPTIMIZACIÓN.

La teoría clásica de la producción localiza la posición óptima de una unidad económica o empresa usando el cálculo marginal aplicado a una *función de producción*, entendiendo tal función como la expresión matemática que describe la relación entre los outputs e inputs implicados en un proceso productivo.

De manera general, una función de producción se representan normalmente mediante una expresión matemática o un gráfico. La expresión matemática de la función de producción se representa de manera general como:

$$Y = f(X)$$

Donde Y es la variable dependiente que representa al output o producto y X la variable independiente que representa al input o factor que se consume para obtener el output.

Supuesto el caso de dos factores, la expresión gráfica de la función es una superficie de tres dimensiones, por lo que para poder representarla en un gráfico bidimensional se utilizan las *isocuantas*, curvas que representan todas las posibles combinaciones de diferentes factores capaces de originar un mismo volumen de producción. La forma de la isocuanta revela la intercambiabilidad de los factores utilizados y la posibilidad de sustitución entre ellos

La formulación de un problema de optimización, requiere definir *una función objetivo* en la cual la variable dependiente representa el objetivo a maximizar o

minimizar y el conjunto de variables independientes indica los objetos cuyas magnitudes, la empresa en cuestión puede tomar y elegir con vistas a la optimización. Por tanto estas variables independientes son también denominadas *variables de elección, de decisión o políticas* (Chiang, 1987).

Cuando las variables outputs e inputs están expresadas en unidades físicas, la función objetivo es una *función de producción* y su maximización permite obtener el **óptimo técnico** para dicha producción, es decir; el máximo de producción dada unas cantidades de factor. Sin embargo, la determinación final del óptimo de producción debe ser una decisión económica, influida por los precios del producto y del factor. En este sentido, el **óptimo económico** se determina en primer lugar minimizando una *función de costes* para posteriormente maximizar su correspondiente *función de beneficio* (Shepard, 1979).

A) Minimización del coste.

Minimizar un Coste (C) es minimizar la suma del total de costes debidos al consumo de factores dado un determinado nivel de producción o isocuanta. Así, supuesto el caso de dos factores, X_1 y X_2 , se pretende buscar la combinación óptima de ellos tal que, permita alcanzar ese nivel de producción con un mínimo coste. Ese punto es aquel en el que *la pendiente de la isocuanta es igual a la relación de precios de los factores*. La relación de los precios es la pendiente de la *línea de isocostes*, es decir; la *función de costes* que representa las diferentes combinaciones lineales de los factores X_1 y X_2 . Esta línea se determina mediante la ecuación:

$$C = P_{X_1} X_1 + P_{X_2} X_2$$

Donde:

C = Costes totales.

P_{X_1} = Precio del factor X_1 .

P_{X_2} = Precio del factor X_2 .

De esta ecuación se deduce que:

$$X_2 = \frac{C}{P_{x_2}} - \frac{P_{x_1}}{P_{x_2}} X_1$$

Siendo:

$$-\frac{P_{x_1}}{P_{x_2}} = \text{pendiente de la línea de isocostes.}$$

Como en una isocuanta la cantidad de producto se mantiene constante, se deduce que aumentos marginales del producto originadas por un factor, se compensan con las respectivas disminuciones del otro y viceversa. Esto permite deducir que, a fin de continuar en la misma isocuanta:

$$PMX_1 \Delta X_1 = - PMX_2 \Delta X_2$$

Siendo:

PMX_1 = Producción marginal debida a la variación del factor X_1

ΔX_1 = Variación del factor X_1

PMX_2 = Producción marginal debida a la variación del factor X_2

ΔX_2 = Variación del factor X_2

De donde se obtiene que:

$$-\frac{PMX_1}{PMX_2} = \frac{\Delta X_2}{\Delta X_1} = \text{Pendiente de la isocuanta}$$

Como ya se expresó, el mínimo coste para un nivel de producción se alcanza cuando la pendiente de la isocuanta se iguala a la pendiente de la línea de isocostes, es decir:

$$\frac{PX_1}{PX_2} = -\frac{PMX_1}{PMX_2}$$

B) Maximización del beneficio.

Maximizar un beneficio (B) es maximizar la diferencia entre el ingreso total I y el coste total C. En este caso la función a maximizar es una *función de beneficio*. Puesto que dentro de un marco tecnológico dado y una demanda dada para los productos de una empresa, I y C son funciones del nivel de producción Y, se sigue que B se puede expresar como función de Y:

$$B(Y) = I(Y) - C(Y)$$

Donde:

Y = nivel de producción = $f(X)$.

$I(Y) = y * P_y$, siendo y el producto y P_y su precio unitario.

$C(Y) = X_1 * P_{X_1} + X_2 * P_{X_2}$ = función de costes del nivel de producción Y asumiendo la utilización de dos factores, siendo:

X_1 y X_2 = las cantidades empleadas respectivamente de los factores X_1 y X_2 .

P_{X_1} y P_{X_2} = sus respectivos precios unitarios.

Esta ecuación constituye la función objetivo relevante, con $B(Y)$ como el objeto a maximizar. Una vez determinada la combinación de mínimo coste de cada isocuanta, el problema de optimización consiste ahora en encontrar el nivel de de producción Y tal que se maximice la función de beneficio $B(Y)$.

El máximo beneficio se alcanza cuando las derivadas primeras de la función de beneficio respecto a cada uno de los factores se igualen a cero¹, expresado matemáticamente como:

$$\delta B / \delta x_1 = \delta B / \delta x_2 = 0$$

De donde se deduce que el máximo beneficio se halla cuando:

¹ Dada una función general : $y = f(x)$, su derivada primera mide la variación en el punto que experimenta la variable dependiente (y) respecto a x. Esta variación se representa gráficamente como la pendiente de la tangente a la curva en dicho punto. Puesto que en un máximo o un mínimo la pendiente de la tangente toma un valor cero, la condición primera para encontrar un máximo es por tanto que la derivada de primer orden de la función sea igual a cero.

$$\delta B / \delta x_1 = \delta Y / \delta x_1 P_y - P_{x_1} = 0 \quad \text{y} \quad \delta B / \delta x_2 = \delta Y / \delta x_2 P_y - P_{x_2} = 0$$

ó

$$\delta Y P_y = \delta x_1 P_{x_1} \quad \text{y} \quad \delta Y P_y = \delta x_2 P_{x_2}$$

Lo que equivale a decir que las productividades marginales monetarias del dinero invertido en cada uno de los factores sea igual a cero o bien cuando el ingreso marginal sea igual al coste marginal.

No obstante, la condición de la derivada primera, puede conducir tanto a un máximo como a un mínimo; por ello, se debe determinar la derivada segunda de la función objetivo original.

Para encontrar un máximo, además del requisito de la derivada primera, la condición necesaria y suficiente, es que la derivada segunda sea menor que cero².

Por tanto y en resumen, para un nivel de producción Y óptimo tal que se cumpla:

$$\delta Y P_y = \delta x_1 P_{x_1} \quad \text{y} \quad \delta Y P_y = \delta x_2 P_{x_2}$$

la condición de segundo orden:

$$\delta Y P_y < \delta x_1 P_{x_1} \quad \text{y} \quad \delta Y P_y < \delta x_2 P_{x_2}$$

² La derivada segunda de una función mide el cambio que experimenta su pendiente. En un máximo la pendiente será igual a cero pero a partir de él, la pendiente es decreciente y por tanto será menor que cero. Por el contrario a partir de un extremo mínimo de la función, la pendiente comienza a crecer y por tanto será mayor que cero.

es suficiente para decir que Y es el nivel de producción que maximiza el beneficio.

Económicamente hablando, esto significa que la tasa de cambio del ingreso marginal es menor a la tasa de cambio del coste marginal (zona de rendimientos decrecientes) en el nivel de producción donde el coste marginal y el ingreso marginal se igualan. Entonces esa producción maximizará el beneficio (Chiang, 1987).

4. ESTIMACIÓN DE LA EFICIENCIA.

En los apartados anteriores se han descrito diferentes técnicas que permiten localizar, ya sea en términos relativos o absolutos, los óptimos frente a los cuales pueda estudiarse si una empresa opera de manera eficiente. A continuación se exponen los métodos que, considerando estos óptimos, se han utilizado en los últimos años para medir la eficiencia de un grupo de empresas, objeto del presente trabajo.

4.1. CONCEPTO DE EFICIENCIA.

La eficiencia en los procesos productivos es un concepto cada vez más utilizado no sólo en el lenguaje científico y empresarial sino también en el lenguaje coloquial: se trata ante todo de *ser eficiente* para poder competir en las mejores condiciones posibles en unos mercados cada día más abiertos e internacionalizados.

El concepto de eficiencia hace referencia a la manera más adecuada de utilizar los recursos, con la tecnología de producción existente. La teoría económica considera que *“un proceso de producción es eficiente si se obtiene el máximo output para unos inputs dados”* (Coelli *et al.*, 1998).

El concepto que aquí se va a utilizar de eficiencia es el estrictamente económico, aún a sabiendas de que actualmente hay otras características de los sistemas agrarios, como por ejemplo la sustentabilidad y el equilibrio ambiental que cada vez tiene mayor importancia en detrimento de aspectos ligados a la productividad física y económica del sistema.

Atendiendo a esto, una empresa agraria sería más eficiente que otra para lograr la sustentabilidad, el equilibrio ambiental, la productividad, la estabilidad, la equidad u otra cualquiera de las características analíticas de los sistemas agrarios, si el nivel que consigue de alguna o algunas de ellas, con el mismo coste,

es superior al de la otra. Por el contrario, la eficiencia productiva, considerando la teoría económica, supone un concepto mucho más restrictivo que se relaciona con la forma de convertir los factores de producción en productos.

Pero lo anterior no supone que la eficiencia en su concepto puramente económico, no sea un carácter deseable, muy al contrario, puede tener además de los resultados económicos otros efectos positivos (Fried *et al.*, 1995), entre ellos:

- ✓ Favorecer la producción, tratando de obtener productos de mayor calidad y que no estén contaminados, por lo que tendrán mayor precio.
- ✓ Usar racionalmente los recursos, disminuyendo con frecuencia los efectos polucionantes del uso innecesario de inputs químicos.
- ✓ Tender a evitar la producción de externalidades ambientales negativas, que posteriormente, tengan un coste de internalización.

Estos efectos, como se puede observar están en total concordancia con las directrices de la nueva PAC y la OMC que exigen un gran esfuerzo para conseguir una producción respetuosa con el medio ambiente y mucho más competitiva. En este contexto solo las más eficientes lograrán perdurar.

4.2. LOS INDICES DE TFP PARA LA MEDIDA DE EFICIENCIA.

Puesto que el método de TFPI permite comparar las productividades de un grupo de empresas estimando índices relativos, una vez conocidos sus respectivos TFPI, puede utilizarse como método de medida de eficiencia relativa, a partir de la empresa con el valor más alto en su TFPI.

Esta empresa, podrá ser considerada la más eficiente u óptima en términos relativos y, será la que servirá de referencia para estimar el grado de eficiencia del resto de las empresas, aquéllas con un índice menor.

Dicha eficiencia se podrá estimar a partir del cociente entre el TFPI obtenido para cada empresa y el TFPI de la empresa considerada óptima. Esto es:

$$\text{EFICIENCIA} = \text{TFPI}_j / \text{TFPI}_{\text{óptima}}$$

4.3. LA OPTIMIZACIÓN PARA LA MEDIDA DE EFICIENCIA.

4.3.1. Eficiencia de Farrell.

A finales de los años cincuenta, concretamente en 1957, Farrell propuso por primera vez el uso de la optimización para determinar la eficiencia, al margen de las tradicionales medidas asociadas a la productividad. Centró su atención en la definición de eficiencia productiva estableciendo el marco teórico para su interpretación, así como las medidas a adoptar en su determinación y cuantificación.

Farrell desechó la idea de eficiencia absoluta basada en alguna situación teórica o ideal previamente definida, o la resultante de la comparación con la productividad media. Propuso como alternativa más real alguna medida de eficiencia relativa, expresión de la desviación observada respecto a aquella situación que reflejara mayor eficiencia productiva en un grupo representativo y homogéneo.

Cada organización o unidad productiva individual es puesta en relación con aquéllas consideradas más eficientes, comparación de la que se desprenderá el grado de eficiencia de cada una de ellas.

Farrell supuso que la eficiencia puede descomponerse en lo que denominó *eficiencia técnica*, *eficiencia asignativa* y *eficiencia de escala*, asociándolos con la función de producción, la función de costes y la función de beneficio.

A) Eficiencia técnica.

Al hablar de *eficiencia técnica*, Farrell define por primera vez el concepto de *frontera de producción* como el máximo output o producto obtenible a partir de una serie de inputs, insumos o recursos dados. Supone utilizar correctamente los factores de producción; es decir, dados unos determinados recursos obtener con ellos la máxima producción posible. Es por tanto, un concepto técnico y no económico. Las empresas que operen de esta manera serán consideradas *eficientes técnicamente*.

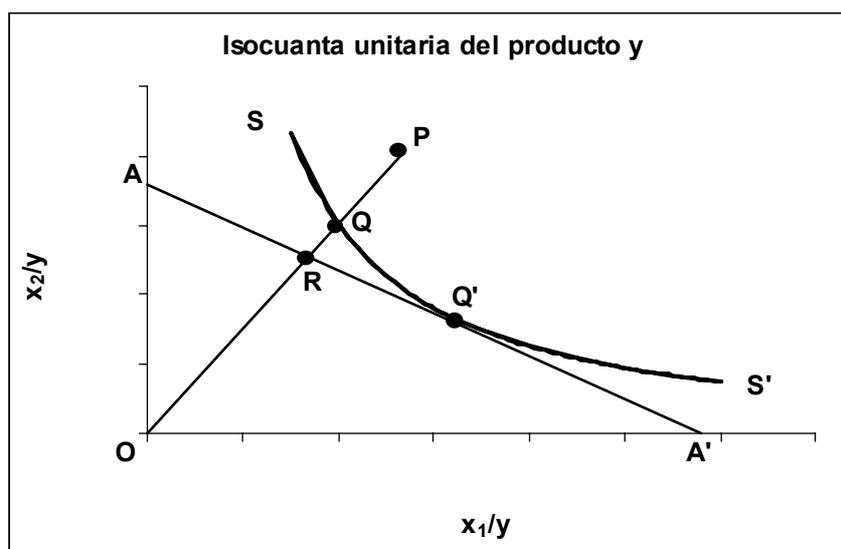


Figura III.1. Combinación de factores para obtener una unidad de producto.

Si se considera una empresa que produce un único producto a partir de dos factores x_1 , x_2 (figura III.1.) , se puede escribir, según lo indicado anteriormente, $f(x_1/y, x_2/y) = 1$.

Esta es la función óptima tecnológica o *frontera de producción* que se caracteriza por la *isocuanta unitaria*, caracterizada a su vez por la combinación de fac-

tores que es necesaria para obtener una unidad de producto (curva SS' de la figura III.1.).

Los puntos situados en la frontera (por ejemplo, el punto Q), representarán las empresas *técnicamente eficientes* al tener combinaciones de inputs que permiten obtener la *máxima productividad* dada una determinada cantidad de inputs.

Si se considera la empresa representada por el punto P y se traza la línea OP desde el origen de la observación, esta línea corta a la isocuanta o frontera en el punto Q, la combinación de inputs para dicha empresa que la haría ser eficiente. El segmento QP considerado es una medida del exceso de utilización de los dos factores considerados. Por tanto, una medida de la eficiencia técnica es la razón entre OQ y OP, es decir:

$$ET = OQ/OP$$

En general, según la teoría de la producción, un proceso es ineficiente si existe otra combinación de factores que permita obtener el mismo nivel de producción con un menor consumo de factores, o más producto con el mismo nivel de factores.

Cuando se habla de *serie de posibilidades de producción* se refiere a la serie de todas las combinaciones posibles de inputs y outputs o, *productividades* posibles, independientemente de que se encuentren en la frontera o por debajo de ella.

B) Eficiencia asignativa.

Todos los conceptos tratados hasta ahora, implica cantidades físicas y relaciones técnicas. Sin embargo también deben considerarse otros conceptos, tales como el coste y el beneficio.

Si se conocen los precios de los inputs y outputs y lo que se pretende es maximizar el beneficio o minimizar el coste, sin duda debe incorporarse esta

información. En este caso se habla de *eficiencia asignativa* en adición a la *eficiencia técnica*.

Considerar la *eficiencia asignativa* a la hora de seleccionar los inputs, implica elegir aquellos inputs que produzcan una cantidad dada de outputs al mínimo coste (dado el precio de los inputs más relevantes).

Relaciona el producto obtenido por unidad de costes de los recursos utilizados. Se refiere a la distribución de los recursos entre las actividades productivas o las empresas. Cuando ya no se puede aumentar el beneficio monetario o social mediante la traslación de recursos de una actividad a otra, o entre distintas empresas se dice que se ha alcanzado la eficiencia en la asignación. Este concepto incorpora la idea de óptimo de Pareto u *optimo optimorum*, que indica que se alcanza cuando no es posible mejorar el bienestar de un agente sin empeorar el bienestar de otro.

A partir de la *función de costes*, que representa el mínimo coste dados los precios de insumos y del producto, se estima la eficiencia asignativa.

Siguiendo con el mismo ejemplo presentado en la figura anterior, todos los puntos que estén en la isocuanta SS' tienen una eficiencia técnica del 100% y los que estén por encima una eficiencia inferior.

La línea AA' representa la razón de los precios de los factores que es tangente a la isocuanta unitaria en el punto Q'. Está claro que el punto Q que está sobre la isocuanta unitaria, siendo técnicamente eficiente, representa mayor coste de utilización de factores que el representado por Q'.

Se puede considerar que el segmento RQ es una medida de la ineficiencia en la asignación de recursos que selecciona la técnica eficiente, pero más cara comparándola con el mínimo coste Q'.

Se mide la eficiencia en asignación de recursos mediante la razón OR y OQ, es decir:

$$EA = OR/OQ$$

Diversos autores critican las medidas de eficiencia asignativa debido a las distorsiones en el rol de los precios como asignadores de recursos (Farrell, 1957; Lund y Hill, 1979; Rusell y Young, 1983; Atkinson *et al.*, 1994a, 1994b).

Mediante una combinación de los índices de eficiencia técnica y asignativa se obtiene la medida de la *eficiencia económica* (Zieschang, 1983):

$$EE = OR/OP$$

Esta razón es la equivalente al producto de las razones anteriores, es decir:

$$OQ/OP * OR/OQ = OR/OP$$

$$\text{Eficiencia Técnica} * \text{Eficiencia Asignativa} = \text{Eficiencia Económica}$$

B) Eficiencia de escala o economía de escala.

Una empresa situada en la frontera, según se dijo antes, se considera técnicamente eficiente, es decir obtiene la máxima cantidad de output posible dado su nivel de inputs empleado y una determinada tecnología. Pero esto no implica que opere en la escala o tamaño óptimo.

Una empresa técnicamente eficiente puede obtener una mayor productividad explotando, lo que se denomina, su *economía de escala*. Esto consiste en lograr un tamaño óptimo para la empresa tal que le permita mejorar su nivel de ingresos o su productividad mediante la mejor adecuación de su estructura productiva al volumen de producción (Zanetti, 1997).

En teoría económica ese tamaño coincide con aquel volumen de producción para el que el coste medio a largo plazo es mínimo.

Las empresas situadas en la frontera y que operan con una escala óptima, se consideran *técnicamente eficientes* y con *eficiencia de escala* o *economía de escala*. Si la escala no es la óptima se considera que, siendo técnicamente eficiente, presentan *ineficiencia de escala* o *deseconomía de escala*.

Para hablar de relaciones escalares hay que pensar en producciones a largo plazo, en las que todos los factores son variables y no se considera ninguno como fijo. La existencia de economías de escala pueden justificarse por diversas razones. Por un lado, cuando se incrementa el volumen de producción de la empresa puede aprovechar las ventajas de la especialización. Así, cada trabajador puede concentrar su actividad en una tarea muy específica y de este modo llegar a ser más eficiente. Por otro lado, es frecuente que a medida que crece la empresa ésta puede acceder al empleo de un equipo mejor, dando lugar a lo que se denomina economías técnicas. En otras ocasiones las economías tienen su origen en la indivisibilidad de la producción.

Las deseconomías de escala se pueden asociar con las dificultades de gestionar una empresa a medida que crece. Cuando una empresa crece cabe que aumente la burocratización en los órganos directivos y que surjan dificultades de coordinación entre los distintos departamentos, lo que puede conducir a que se incrementen los costes medios. También se suele asociar la deseconomía de escala a empresas que desarrollan su actividad en el sector servicios; es decir, entran en un periodo de no calidad o mal servicio.

En el sector agropecuario las deseconomías de escala suelen estar motivadas por la indivisibilidad de los factores productivos, por ejemplo la mano de obra (UTH) o la maquinaria agrícola, que se optimizan a un volumen de trabajo que rara vez coincide con el de la empresa en general. El coste de oportunidad de poder realizar una labor agrícola en el momento apropiado, muchas veces justi-

fica el poseer una capacidad de maquinaria ociosa durante la mayor parte del año. Sin embargo, esta ventaja relativa es uno de los más frecuentes orígenes de deseconomías de escala.

Con todo esto debe tenerse en cuenta que si una empresa ha incrementado su productividad de un año a otro, esta mejora no tiene por qué deberse necesariamente a una mejora en su eficiencia, porque puede haber ocurrido un cambio técnico (por ejemplo, introducir una nueva máquina) o haber explotado su economía de escala o alguna de las combinaciones de estos tres factores. (Coelli *et al.*, 1998)

Cuando una empresa es eficiente en los tres tipos, se dice que es económicamente eficiente, ya que está maximizando sus beneficios.

4.3.2. Estimación de fronteras para la medida de eficiencia.

Las *fronteras*, según la definición de Farrell (1957), expresan los valores límites que pueden alcanzar las empresas. Por tanto, es en relación a esta frontera frente a la que debe medirse la eficiencia de las empresas (Forsund *et al.*, 1979 y 1980).

La estimación de fronteras como método de medida de eficiencia tiene su justificación por reflejar la mejor tecnología utilizable, al estimarse considerando las empresas de mejor desenvolvimiento y, por lo tanto, es contra la que puede medirse la eficiencia de una empresa (Coelli, 1995a). Esta es razón principal del gran desarrollo de esta metodología en los últimos años.

Tomando siempre como base la teoría de Farrell, tradicionalmente se han venido utilizando dos métodos para la estimación de la frontera que caracteriza la tecnología de una empresa y a partir de la cual se pueda medir su eficiencia.

Por un lado, mediante aproximación paramétrica, en la que se parte de una forma funcional para la frontera, cuyos parámetros se estiman a partir de los

datos. Son los métodos de estimación de *fronteras determinísticas y estocásticas*. Los índices de eficiencia se obtienen como resultado de comparar la actuación de cada empresa con las mejores prácticas productivas observadas, que definen la frontera eficiente, o frontera de mejor práctica (Bauer, 1990).

Por otra parte mediante aproximación no paramétrica, en la que no es necesario especificar una forma funcional concreta, sino que se establecen ciertas propiedades que debe satisfacer el conjunto de posibilidades de producción y, a partir de ellas, se calcula su frontera mediante una envolvente a los datos, determinándose para cada una de las observaciones si pertenece o no a dicha frontera. Este método es conocido comúnmente como *DEA*, acrónimo de “*Data Envelopment Analysis*” o *Análisis Envolvente de Datos*.

Se debe resaltar que el uso de las distintas aproximaciones suelen conducir a resultados muy diferentes, como indican Lovell *et al.*, (1988); Elyassiani y Medhian, (1993); González *et al.*, (1996); Coelli *et al.*, (2000), Sharma *et al.*, (1999), Singh, *et al.*, (1995), entre otros.

4.3.2.1. Fronteras paramétricas.

A) Frontera determinística.

Este método de estimación de fronteras asume que todas las desviaciones respecto a dicha frontera se deben exclusivamente a ineficiencias. Por tanto, todas las empresas estarán ubicadas o en la frontera o por debajo de ella pero nunca por encima, ya que no se puede producir más de lo que es tecnológicamente posible.

El término **determinístico** se usa por ser un método de estimación de la función frontera en el que el output óptimo (Y_j frontera) toma un valor definido o determinado, al asumir que todas las variables de las que depende son perfectamente medibles y por tanto, conocidas.

Aigner y Chu (1968) propusieron un método para la estimación de la frontera determinística partiendo de una función de producción de tipo *Cobb–Douglas* en su forma logarítmica, para los factores (uno por empresa), que nombran como X_j . Cada factor está constituido por “m” input de un total de N empresas.

$$\ln Y_j = \beta X_j - \theta_j \quad j = 1, 2, \dots, N$$

Donde:

- $\ln Y_j$ es el logaritmo del output de la empresa “j”.
- X_j es un vector fila (m+1), donde el primer elemento es “1” y los siguientes son los logaritmos de las cantidades de los m-inputs usados por la empresa “j”.
- $\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_m)$ es un vector columna (m+1) de los parámetros de ajuste desconocidos a estimar de la función frontera.
- θ_j es una variable aleatoria no negativa que representa la **ineficiencia técnica** de producción de las empresas consideradas. Para una $\theta = 0$ se considera que una empresa se encuentra sobre la frontera y por tanto es eficiente.

El cociente entre el valor del output observado para la empresa “j” (Y_j) y el valor del output potencial u óptimo, definido por la función frontera, dado un vector de input X_j , define la eficiencia técnica de la empresa “j”. Esto es:

$$\text{EFICIENCIA TÉCNICA} = \theta_j = Y_j / \exp(X_j \beta) \quad j = 1, \dots, N$$

Estimación del método

Diversos autores han estimado los parámetros de la función frontera (β) de diferentes maneras.

Así Aigner y Chu (1968) lo hicieron por el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios Corregidos (MCOC) y posteriormente los estimaron por el método de programación lineal y programación cuadrática; Afriat (1972) especificó un modelo similar asumiendo que θ_j seguía una distribución de tipo gamma y estimando los parámetros del modelo por método de máxima verosimilitud; Richmond (1974) observó que los parámetros del modelo de Afriat también podían estimarse por el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios Corregidos y, finalmente Schmidt (1976) observó que la estimación de los parámetros por los métodos de programación lineal y cuadrática, propuestos por Aigner y Chu (1968), coincidía con la estimación por el método de máxima verosimilitud cuando se asume que las θ_j siguen una distribución exponencial y una distribución seminormal de variables aleatorias, respectivamente.

En el caso de la estimación del parámetro β de la función frontera mediante el **método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios Corregidos**, desarrollado por Aigner y Chu (1968) y Greene (1980a), supone un proceso en dos pasos.

Primeramente se usan Mínimos Cuadrados Ordinarios para ajustar la función de producción "*media*" de la muestra de empresas.

En el segundo paso, se expresan sus resultados desglosados para cada empresa de tal manera que se pueda comparar el valor observado y ajustado al modelo para cada una de ellas. Esto permite ver los residuales para cada empresa; esto es, la distancia de cada empresa con respecto a la función media.

Finalmente, según el método MCOC, se calcula la frontera desplazando la función "*media*" por el máximo residuo positivo de tal manera que todos los residuos sean negativos menos uno que será cero.

De este modo, el término independiente de la función (β_0) es el máximo posible, quedando todas las empresas por debajo de la frontera y representando esta nueva función lo máximo posible. Bajo estas circunstancias:

N

$\sum_{j=1} \theta_j$ es minimizado, atendiendo a que $\theta_j \geq 0$, para todo $j = 1, 2, \dots, N$.

Así, la isocuanta óptima o frontera está formada por el conjunto de observaciones que desarrollan las mejores prácticas tecnológicas. Las desviaciones de las empresas con respecto a esta isocuanta se asocian a ineficiencias. Hay que tener presente que este concepto de ineficiencia es relativo pues las empresas se comparan con las mejores empresas observadas (Batesse, 1989).

Consideraciones a la estimación de la frontera determinística:

- Este modelo, al igual que el modelo de Farrell, no puede expresarse en funciones que se ajusten a la ley de proporciones variables o rendimientos de escala no constante.
- Numerosos autores tales como Lovell (1993) cuestionan la utilidad de la frontera determinística como medida de la eficiencia al ignorar la posibilidad real de que la eficiencia pueda estar influenciada por factores fuera del control de los productores como el clima, las enfermedades, la disponibilidad de insumos en el momento preciso, etc. (error debido a factores aleatorios) y asumir que todas las desviaciones respecto de la muestra son debidas exclusivamente a ineficiencias técnicas.
- Impone una forma funcional particular a partir de una única tecnología.

B) Frontera estocástica.

Aigner, Lovell y Schmidt (1977) y Meeusen y Van den Broeck (1977) independientemente, propusieron la estimación de una *frontera estocástica* donde se

tuviera en cuenta un error aleatorio adicional (v_j) añadido a la variable aleatoria no-negativa θ_j de la frontera determinística.

La función propuesta fue la siguiente:

$$\ln(Y_j) = X_j\beta + v_j - \theta_j \quad \text{para toda empresa } j = 1, 2, \dots, N$$

La justificación del error v_j es por la suposición de que las empresas pueden obtener cantidades de productos distintas para un conjunto de factores dados, debido simplemente a variaciones aleatorias.

El término **estocástico** hace referencia precisamente a esto, a que los valores del output óptimo en la función no está perfectamente determinados, al depender de la variable estocástica (o aleatoria), $\exp(X_j\beta + v_j)$, que puede tomar valores tanto positivos como negativos.

La estimación de las *fronteras estocásticas*, por tanto, considera que las desviaciones de la muestra respecto de la frontera pueden ser debidas tanto a la ineficiencia técnica como a un factor aleatorio de error (factores que quedan fuera del control de la empresa), pudiendo existir, por tanto, empresas situadas por encima de la frontera (Batesse, 1992).

Así pues, la componente v_j del error representa las perturbaciones que caen fuera del control de la empresa (las causas exógenas anteriormente mencionadas).

Esto da origen a un error simétrico $\varepsilon_j > 0$. Los autores asumen que se distribuye según una normal de variables aleatorias de media cero y varianza constante σ_v^2 .

La componente θ_j , independiente de v_j , representa las perturbaciones que están bajo el control de la empresa, causas endógenas, como la tecnología. Se considera que $\theta_j \leq 0$ al no utilizar los factores adecuadamente para obtener la

máxima cantidad de producto. Se asume que se distribuye según una distribución exponencial o seminormal de variables aleatorias. Ambas causas se pueden dar separada o simultáneamente.

El proceso productivo, por tanto, está sujeto a dos perturbaciones aleatorias, distinguibles económicamente y con diferentes características. Desde el punto de vista práctico, tal interpretación da muchas facilidades para la estimación e interpretación de la frontera.

La perturbación negativa θ_j , refleja el hecho de que el producto de cada empresa deba estar en la frontera o debajo de ésta $[X_j\beta + v_j]$. Tal desviación es el resultado de factores que están bajo el control de la empresa como la ineficiencia técnica y/o económica.

Pero esta misma frontera puede cambiar aleatoriamente entre empresas, o en otro momento en la misma empresa, precisamente por la variable v_i .

Según esta interpretación la frontera es estocástica con perturbaciones aleatorias v_i mayores, iguales o menores que cero, según sea la medida de los sucesos externos a la empresa.

Todo esto se comprende mejor viendo la figura III.2., que se presenta a continuación:

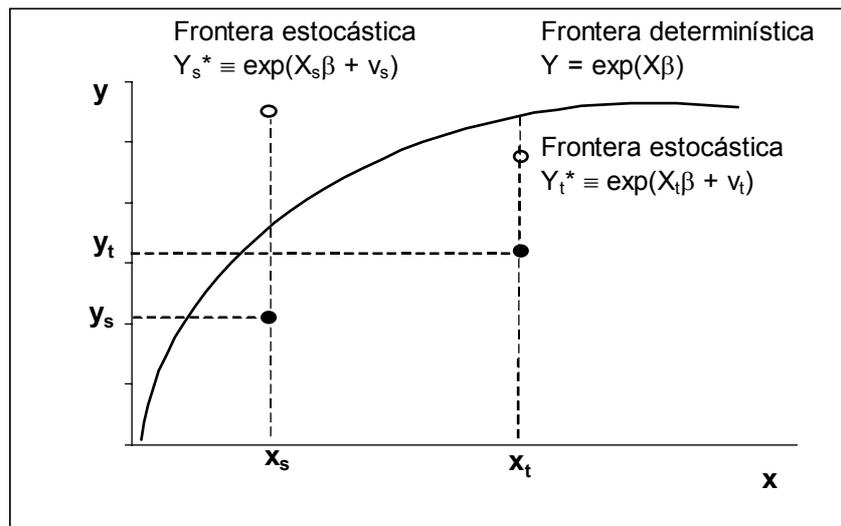


Figura III.2. Frontera de producción estocástica.

Los inputs están representados en el eje horizontal y los outputs en el eje vertical. Se asumen rendimientos de escala decreciente para el componente determinístico de la frontera, $Y = \exp(X\beta)$ presentándose los outputs e inputs de dos empresas, “s” y “t”.

La empresa s utiliza un nivel de input X_s para producir Y_s output. El valor input-output observado se marca con un punto negro por encima del valor X_s . El valor del output de en la frontera estocástica, $Y_s^* \equiv \exp(X_s\beta + v_s)$ se marca con una O por encima de la función de producción porque la variable aleatoria, v_s , es positiva.

De manera similar la empresa “t” utiliza un nivel de input X_t para producir Y_t output. Sin embargo, para esta empresa, el output correspondiente a la frontera estocástica, $Y_t^* \equiv \exp(X_t\beta + v_t)$ se encuentra por debajo de la función de producción porque la variable aleatoria del error, v_t , es negativa.

Así pues, la frontera estocástica de ambas empresas no puede representarse en el gráfico al depender de sus respectivos errores aleatorios, que como tal no están definidos. La parte determinística del modelo de frontera estocástica, por el contrario está representada entre los outputs de ambas fronteras estocásticas.

Por tanto, los outputs observados pueden ser mayores que la parte determinística de la frontera, esto es encontrarse por encima de ella, si el error aleatorio correspondiente es mayor que el la desviación de la frontera debido a ineficiencia. ($Y_j > \exp(X_j\beta)$ si $v_j > u_j$).

Otra característica a resaltar de esta consideración es que pueden estimarse las varianzas de v_j y u_j y por tanto tener conocimiento de sus tamaños relativos.

Pero lo más interesante es que la eficiencia técnica o productiva se puede medir por la relación:

$$\theta_j = Y_j / \exp(X_j\beta + v_j) \quad j = 1, 2, \dots, N$$

y no con la relación: $Y_j / \exp(X_j\beta)$ que es la que se utiliza en las fronteras determinísticas.

Esto permite distinguir ineficiencias productivas de otras fuentes de perturbaciones que están fuera de control de la empresa (Batesse y Coelli, 1993 y 1995).

Estimación del método

Puesto que la frontera estocástica depende del valor del error aleatorio de cada empresa "j" y éste es desconocido, la medida de la eficiencia sólo puede realizarse mediante el uso de predictores.

Autores tales como Fletcher y Powell (1963), Stevenson (1980) desarrollaron diferentes técnicas para realizar dichas predicciones.

Aigner, Lovell y Schmidt (1977); Meeusen y Van den Broeck (1977); Greene (1980) propusieron un predictor de la eficiencia, reemplazando los parámetros (β) desconocidos por estimadores de máxima verosimilitud y asumiendo que la componente del error θ_j se ajusta según una distribución normal.

Coelli (1995) demostró que el uso de estimadores de máxima verosimilitud era el más apropiado como predictor. Apezteguia *et al.*, (1997) aplicaron esta metodología para medir la eficiencia técnica de la industria agroalimentaria española, Bailey *et al.*, (1989) lo aplicaron para la medida de la eficiencia técnica, asignativa y de escala de explotaciones lecheras de Ecuador, Bravo-Ureta (1986) a explotaciones lecheras de Estados Unidos.

Desde el año 1992 el desarrollo informático de programas como el *LIMDEP econometrics package* (Greene, 1992) y el *FRONTIER PROGRAM* (Coelli, 1992, 1994) han permitido la estimación de las fronteras estocásticas por el método de máxima verosimilitud de una manera sencilla.

Consideraciones a la estimación de la frontera estocástica:

- La principal crítica del método de frontera estocástica es que no existe ninguna justificación a priori para seleccionar una forma de distribución particular de la variable θ_j , para medir la eficiencia. De hecho, otros autores aplicaron este mismo modelo utilizando otra forma funcional (Stevenson, 1980; la función normal truncada y Greene, 1990; la función gamma; Battersse y Broca, 1997; diversas formas funcionales) demostrando que el resultado en la medida de la eficiencia dependía de la función de distribución adoptada.
- Este modelo tampoco puede expresarse en funciones que se ajusten a la ley de proporciones variables o rendimientos de escala no constante (Battersse, *et al.*, 1998).

C) Medida de eficiencia.

Para el cálculo de la eficiencia una vez estimada la frontera, se suelen emplear dos índices. Uno de ellos es el índice de Timmer (1971) que relaciona lo producido realmente por cada empresa con el potencialmente obtenible en la frontera. Así para cada empresa se tiene:

$$\text{Eficiencia (Timmer)} = Y_j \text{ observada} / Y_j \text{ frontera}$$

Esta medida indica la cantidad de producto de la empresa “j” en relación a la cantidad que podría producir si fuera completamente eficiente usando la misma cantidad de insumos o recursos.

El segundo índice es el planteado por Kopp (1981) en el que se relaciona el consumo de recursos o insumos real de cada empresa con el uso de éstos en la frontera para un nivel de producción dado e igual proporción de utilización de recursos. Esto es:

$$u \text{ (Kopp)} = X_j \text{ observada} / X_j \text{ frontera}$$

Si la función de producción respecto a cada una de las variables analizadas separadamente presenta rendimientos constantes a escala, ambas medidas de eficiencia serán idénticas.

4.3.2.2. Método DEA (Data Envelopment Analysis).

Una de las principales ventajas de la aproximación no paramétrica en la estimación de fronteras, representada por el método DEA, es su flexibilidad, en el sentido de que impone condiciones menos restrictivas sobre la tecnología de referencia y también en cuanto a que se adapta a contextos multiproducto y de ausencia de precios, con relativa sencillez (Norman *et al.*, 1991). Además permite desagregar la medida de eficiencia global en sus tres componentes: técnica, asignativa y de escala según la teoría de Farrell (1957).

Sin embargo su gran flexibilidad no está exenta de problemas, ya que la frontera de referencia obtenida se muestra más sensible a los *outliers* y los errores de medida que la frontera estimada a partir de la especificación de carácter paramétrico.

Así mismo, el carácter determinístico de la aproximación no paramétrica implica que cualquier desviación respecto de la frontera es atribuida a comportamientos ineficientes, confundiendo la ineficiencia con los factores aleatorios que pudieran afectar al proceso productivo (Pastor, 1995).

Por este último motivo este método resulta adecuado cuando la medida del error debido a factores aleatorios y/o difícilmente medibles (tales como el clima) no juegan un papel significativo, en el sentido de que pueda afectar de manera importante a los resultados.

Estimación del método.

Los métodos no paramétricos de evaluación de la eficiencia se basan en el trabajo de Farrell (1957), en el que se imponen las siguientes propiedades sobre el conjunto de posibilidades de producción (CPP)*:

* El CCP se define como el conjunto de procesos productivos que es posible llevar a cabo, teniendo en cuenta la tecnología con la que opera una unidad productiva (representada mediante la relación entre los inputs que utiliza y los outputs que obtiene en el proceso de producción).

- Rendimientos a escala constante (CRS): el CCP está compuesto por todas las combinaciones lineales de los procesos productivos observados.
- Rendimientos de escala variable (VRS): el CCP está compuesto por los procesos productivos observados y por las combinaciones lineales del conjunto convexo que delimitan.

Teniendo en cuenta estas propiedades, Charnes *et al.*, (1978) introdujeron la técnica del Análisis Envolvente de Datos (DEA), con el fin de desarrollar una frontera no paramétrica situada por encima de todas las observaciones, que permita calcular los índices de eficiencia mediante la resolución de programas de optimización.

La idea consiste en medir haciendo uso de la programación fraccional en su expresión lineal la máxima reducción en todos los inputs que permite seguir obteniendo la misma cantidad de output, o el máximo incremento alcanzable en el output para una dotación determinada de inputs.

4.3.2.2.1. La programación matemática lineal.

Puesto que constituye la base de la metodología DEA, se considera de interés describir brevemente los fundamentos de la programación matemática lineal.

La programación matemática difiere de la optimización clásica en que procura abordar problemas en los que el optimizador se enfrenta a restricciones de *desigualdad*, restricciones de la forma, $g(x,y) \leq c$, en lugar de $g(x, y) = c$.

Por ello, ampliando la restricción requerida, este nuevo marco de optimización hace que el problema sea más interesante y real.

Además provoca el desarrollo de nuevos métodos de solución, ya que las restricciones de desigualdad no pueden manejarse por las técnicas de cálculo clásicas.

Estos métodos de optimización *no clásicos* conocidos como programación matemática, incluye la *programación lineal* y la *programación no lineal*.

La **programación lineal**, variedad más simple de problemas de programación aborda problemas de optimización, ya sea maximizar o minimizar, de una determinada función lineal, tal que se cumplan ciertas relaciones, también lineales sujetas a unas limitaciones.

Tal como señalan Glen (1996) y Lara *et al.* (1999), la programación matemática y, en particular la programación lineal, es un instrumento particularmente bien adaptado a problemas relacionados con algunas actividades del sector agrario. En el subsector ganadero, en efecto, la planificación de la producción se ajusta muy bien al modelo matemático de la programación lineal, entendiendo por planificación la función de asignar y distribuir los medios y recursos disponibles, para que el proceso de transformación sea eficiente y se alcancen los objetivos marcados.

Para ello, con la programación lineal se pueden plantear una serie de relaciones lineales para repartir cada uno de los recursos o factores disponibles para obtener una respuesta productiva: combinación de variables que optimicen una determinada función lineal. A partir de la solución se deberá establecer el plan de realización técnica.

Es preciso tener en cuenta que la programación lineal presenta una serie de limitaciones y exigencias derivadas de las propias características y requisitos de esta técnica matemática. En este sentido se puede apuntar lo siguiente:

a) La linealidad de todo sistema. Como por definición todas las relaciones deben ser lineales.

- b) La estaticidad del método.** La solución que se obtiene es válida únicamente para las condiciones establecidas. Sin embargo, si los modelos son de fácil respuesta ofreciendo una solución de forma rápida y sencilla cuando cambian los parámetros de entrada, éste no tiene porque ser un inconveniente insalvable.
- c) La aplicabilidad de la solución.** Dado que la solución se obtiene por métodos matemáticos, la respuesta suele ser un tanto rígida y en muchos casos irrealizable (por ejemplo, si se pretende optimizar unos determinados recursos pastables y la solución obtenida recomienda la empresa de 2,7 vacas). Se puede salvar este inconveniente recurriendo al redondeo o a la programación entera o mixta que incorpora buena parte del software de programación lineal, por lo que este hecho tampoco resulta ser un obstáculo.
- d) Lo imprevisible de los fenómenos biológicos.** En el entorno ganadero se opera en un ambiente de incertidumbre y riesgo que es imposible de predecir, ni siquiera recurriendo a la teoría de probabilidades. En estos casos la optimización estimada no podrá aplicarse al variar de manera totalmente imprevisible las condiciones de entrada consideradas como media.
- e) La singularidad de la función a optimizar** (sólo se puede plantear un solo objetivo) **y la rigidez de los valores de las restricciones**, en muchos casos bien por desconocimiento del valor del límite o simplemente porque interesa su determinación, sería deseable suavizar dicho valor. La programación mutiobjetivo y la programación por metas, resuelven este problema, encontrando la solución a los modelos resultantes también por programación lineal.

A pesar de que la mayoría de los problemas que se plantean tienen fácil solución, no obstante es importante tener en cuenta que la programación lineal es

un modelo matemático teórico y como tal es una simplificación de la realidad, lo que exige un gran rigor en el planteamiento de las relaciones seleccionadas y si éste es correcto, tan sólo permite efectuar predicciones y/o aproximaciones, imposibles de conseguir con otros métodos.

* **Formulación del modelo:** El modelo es la representación matemática del problema real, descrito a través de las variables, la función objetivo y las restricciones.

Las variables representan aquellos aspectos que son conocidos y que se pueden manejar o modificar en el corto plazo para simular distintos escenarios. Estas deben ser no negativas, es decir ≥ 0 .

La función objetivo es la expresión matemática del objetivo planteado (por ejemplo, maximizar el la producción o minimizar el uso de factores) en función de las variables.

Las restricciones representan las limitaciones a las que están sujetas los valores de dichas variables.

Tanto la función objetivo como las restricciones son lineales. Ello implica dos supuestos básicos de la programación lineal y que son los dos de proporcionalidad y aditividad que deben cumplirse siempre.

En el caso de que el problemas planteado tenga sólo dos variables se puede resolver gráficamente. Los problemas con mas variables se resuelven aplicando el algoritmo del **método simplex**, que en síntesis opera de la siguiente manera:

- Convertir el sistema de desigualdades (el de las restricciones) en un sistema de ecuaciones, creando una variable ficticia denominada **variable de holgura** (X_i') quedando cada inecuación como ecuación de la forma:

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + a_{13} X_3 + \dots + a_{1N} X_m + X_i' = b_1$$

En este nuevo sistema se iguala el número de filas y de columnas (m variables y N ecuaciones), haciendo (m-N) variables nulas y, resolviendo este sistema, se consigue la **solución básica** que satisfacen la ecuación anterior, que tiene al menos (m-N) variables nulas. En una solución básica hay como mucho tantas componentes no nulas como número de restricciones tenga el problema.

- El algoritmo de simplex parte de una solución básica y va pasando a otra solución básica próxima mejorando la función objetivo y así iterativamente continúa hasta que llega a una solución básica que es mejor que todas las próximas, esa es la **solución óptima** del problema.

* **Resolución de modelos con ordenador:** Los ordenadores solucionan los problemas de programación lineal haciendo uso de la teoría de matrices, quedando expresados como:

$$\begin{aligned} C' X &= f(X) \\ A X &\leq B \\ X &\geq 0 \end{aligned}$$

Siendo: $C' = \{C_1 \ C_2 \ \dots \ C_m\}$

$$\mathbf{X} = \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_4 \\ \dots \\ \dots \\ X_m \end{matrix} \quad \mathbf{A} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1N} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{41} & A_{42} & \dots & A_{4N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mN} \end{vmatrix} \quad \mathbf{B} = \begin{matrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ B_4 \\ \dots \\ \dots \\ b_m \end{matrix}$$

Es decir:

X: Vector columna de m elementos (variables o incógnitas).

C': Vector fila de coeficientes de la función objetivo (coeficientes conocidos).

A: matriz de m líneas y N columnas de coeficientes técnicos (la relación conocida en la restricciones). También se denomina matriz tecnológica.

B: vector columna de m elementos que son los valores de cada límite en las restricciones.

Y en forma matemática, quedaría en un sistema de la estructura siguiente:

$$\begin{aligned}
 Z &= \sum C_j X_j \\
 \sum a_{ij} X_j &\leq b_i \quad i = 1, \dots, m \\
 X_j &\geq 0 \quad j = 1, \dots, N
 \end{aligned}$$

* **La dualidad de los problemas de programación lineal.** En este tipo de modelos matemáticos, a cada problema de maximización se le puede asociar otro simétrico de minimización y viceversa.

Al problema original se le denomina "**primal**" y a su simétrico "**dual**". En definitiva estos dos sistemas están asociados por las correspondencias:

PRIMAL	DUAL
MAXIMIZAR (minimizar)	MINIMIZAR (maximizar)
Coeficientes función objetivo	Límites de las restricciones
Límites de las restricciones	Coeficientes función objetivo
Variables	Restricciones
Restricciones	Variables
Matriz (n * m) de coeficientes	Matriz traspuesta A de
Técnicos del sistema primal	(m * n) elementos
Sentido inecuación: \geq (\leq)	Sentido inecuación: \leq (\geq)

Los problemas duales tienen un gran interés porque a menudo permite reducir el número de restricciones al problema al trasponerse la matriz de sus coeficientes.

4.3.2.2.2. Medida de eficiencia con el método DEA.

Tal y como indican Lara *et al.* (1999), el método DEA es una extensión de la programación fraccional (FP) ampliamente utilizada como técnica para estudiar la eficiencia relativa de un grupo de empresas, mediante la determinación del máximo ratio output-input, sujeto a ser menor o igual a uno. La técnica consiste en linealizar el problema de FP planteado, cuyo resultado proporcione dichos valores de eficiencia relativa para cada empresa.

Estos problemas serán distintos según se considere desde la perspectiva de minimización de inputs o de maximización de outputs dando, generalmente, valores algo diferentes (Seiford *et al.*, 1990). Sólo en el caso de rendimientos de escala constante ambas medidas son equivalentes (Färe y Lovell, 1978).

A) Medidas orientadas al input o al output.

La técnica de medida de eficiencia *orientada a input*, responde a la siguiente pregunta: ¿Cuánto debe reducirse la cantidad de inputs sin que se produzca una reducción en la cantidad de output?. Esta técnica se utiliza cuando se consideran que son las cantidades de inputs las variables primarias de decisión sobre las que se debe incidir, en caso de que se estime necesario, para lograr que las empresas sean eficientes (Bravo-Ureta y Rieger, 1991a). En otras empresas, sin embargo, si tienen cantidades fijas de recursos o inputs lo que interesa es producir la máxima cantidad de output posible. En este caso los modelos se denominan *orientados a output*.

En general se debería seleccionar la orientación (de inputs o outputs) sobre la que interese tener el mayor control. De cualquier forma, en otros muchos casos, se observará que la elección de una orientación tendrá una influencia mínima en los valores de eficiencia obtenidos (Coelli y Perelman, 1996a,b).

Para ilustrar de manera más clara la idea de un modelo orientado a input, se plantea un ejemplo que incluye empresas que usan dos inputs (X_1 y X_2) para producir un solo output (Y), de tal manera que se puede obtener la representa-

ción de la tecnología usando la isocuanta unitaria óptima o frontera, que es la línea que representa las posibles combinaciones óptimas de esos inputs para obtener la misma cantidad de output (figura III.3.)

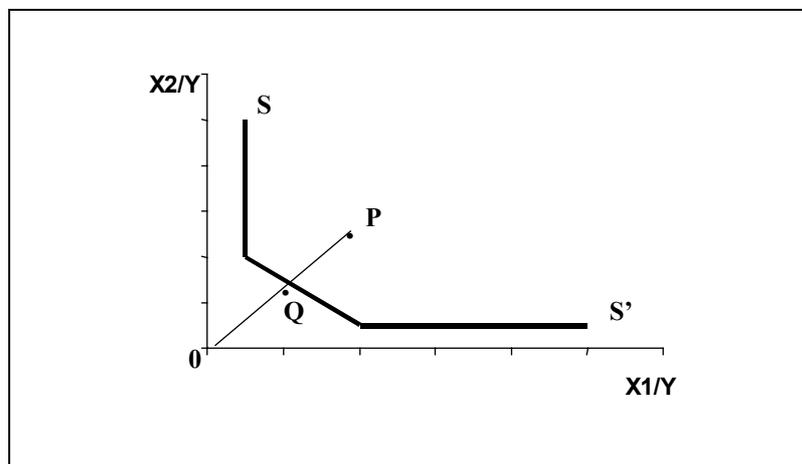


Figura III.3. Eficiencia técnica. Rendimientos de escala constante orientado a input.

La frontera definida por la empresa totalmente eficiente (“Q” en este ejemplo), representada con la curva SS’ de la figura III.3., constituye la referencia frente a la cual medir la eficiencia de la empresa “P” de este ejemplo. Dadas unas cantidades de inputs representadas por el punto “P” (empresa “P”), para producir una unidad de output, la ineficiencia vendría representada por la distancia QP, lo cual representa la cantidad en que debería reducirse los inputs sin que se produzca una reducción proporcional en el output.

Esta medida se expresa en porcentaje, que representa el tanto por ciento en que los inputs pueden reducirse para que la empresa “P” se encuentre en la frontera. Así, la eficiencia de la empresa se mide comúnmente con el ratio:

$$ET = OQ/OP$$

Siendo “Q” la empresa eficiente y “P” la empresa ineficiente. El ratio tomará valores comprendidos entre 0 y 1, tratándose de un indicador del grado de eficiencia de la empresa. Un valor igual a 1 indica que la firma es totalmente eficiente.

B) Modelo de rendimientos de escala constante (CRS).

Una empresa se considera que cumple la ley de rendimientos de escala constante cuando dado un determinado tamaño o escala de la empresa, sea éste el óptimo o no, los incrementos de outputs se ven acompañados de incrementos proporcionales de inputs, siempre manteniendo la misma relación proporcional en dichos aumentos.

Teniendo en cuenta esto, la estimación de la frontera DEA se hará buscando la máxima reducción equiproporcional en todos los inputs sin reducir el output (orientación a input) o el aumento alcanzable en el output sin incrementar la dotación de los inputs (Bessent *et al.*, 1980).

Si se considera que se tienen “m” inputs y “t” outputs de cada empresa “j” y que cada una está representada por el vector X_j y Y_j , siendo $j = 1, 2, \dots, N$. La matriz de inputs ($m \times N$) y la matriz de outputs ($t \times N$), representan los datos de todas las empresas ($j = N$).

Para cada una de las empresas “j” se quiere obtener una medida del ratio de eficiencia de todos los inputs y outputs, $u_r y_{rj} / v_i x_{ij}$, donde “ u_r ” es un vector de variables ($t \times 1$) de la matriz de coeficientes de outputs ($r = 1, 2, \dots, t$) y “ v_i ” un vector de variables ($m \times 1$) de la matriz de coeficientes de inputs ($i = 1, 2, \dots, m$).

El índice de eficiencia se medirá planteando el problema programación matemática fraccional (FP):

$$\max_{u_r, v_i} (u_r y_{rj} / v_i x_{ij})$$

$$\text{Siendo } u_r y_{rj} / v_i x_{ij} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, N$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

Esto implica encontrar un valor para las variables “ u_r ” y “ v_i ”, tal que la medida de la eficiencia de la empresa “ j ”, sea maximizada, sujeto a la restricción de que todas las medidas de eficiencia deben ser menor o igual a 1 (Lara *et al*, 1999). Un problema que se plantea con esta formulación es la existencia de infinitas soluciones^(*). Para evitar esto, se impone la restricción: $v_i x_{ij} = 1$, linealizando el problema inicial de FP, lo que da como resultado:

$$\max u_r, v_i (u_r y_{rj})$$

Sujeto a: $v_i x_{ij} = 1$

$$u_r y_{rj} - v_i x_{ij} \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, N$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

Esta forma, conocida como la forma multiplicativa de un problema de programación lineal debe resolverse por cada empresa “ j ”.

Usando la propiedad de la dualidad de los problemas de programación lineal, se puede escribir una expresión equivalente del índice de eficiencia sin que queden afectados los resultados:

$$\min_{\theta_j, \lambda} \theta_j,$$

Sujeto a: $-y_{rj} + Y\lambda \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, t$

$$\theta_j x_{ij} - X\lambda \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\lambda \geq 0,$$

donde θ_j es un escalar; y_{rj} es el vector de coeficientes output de la empresa “ j ”; Y es una matriz de dimensión que recoge las cantidades de outputs que produ-

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

cen todas las empresas; x_{ij} es el vector de coeficientes input de la empresa "j" y X es la matriz de coeficientes input de todas las empresas, el escalar λ es un vector ($N \times 1$) de constantes (también llamado vector de intensidad) que pondera la actividad de cada explotación de manera que $X\lambda$ representa una combinación lineal de los vectores de inputs utilizados por las N empresas e $Y\lambda$ es la combinación lineal de los vectores de outputs que se obtiene con ese vector de intensidad.

El desarrollo de esta forma implica menos restricciones que la forma multiplicativa ($m + n < N + 1$), consecuencia de la trasposición de las matrices de restricciones, por lo que es preferible utilizar esta forma.

Se trata pues de buscar la mínima proporción de θ_j a la que se puede reducir el vector de inputs x_{ij} dejando inalterado el nivel de producción en y_{rj} . La proyección de cada empresa j sobre la frontera viene dada por $(y_{rj}, \theta_j x_{ij})$.

Esto satisface que $\theta_j \leq 1$; es decir, que el índice de eficiencia está acotado entre 0 y 1; Si da un valor de 1, significa que no es posible reducir las cantidades de inputs empleados y la empresa será considerada eficiente, de acuerdo a la definición de Farrell (1957) y definirá por tanto la frontera. Un valor menor de 1 hará que la empresa sea considerada ineficiente.

Este problema de programación lineal debe resolverse N veces, una por cada empresa de la muestra., obteniéndose un valor de θ_j para cada una de las empresas (Charnes, *et al.* 1981).

Orientación al output.

El modelo descrito anteriormente era orientado a input puesto que buscaba minimizar el input sin reducirse el output. Este modelo puede reorientarse a output de manera sencilla invirtiéndose, tal que ahora pueda lograrse el objetivo de maximizar el output sin incrementarse las asignaciones de inputs. De este modo, el modelo dual quedará transformado en la siguiente expresión:

$$\text{Max}_{\phi} \phi$$

sujeto a:

$$x_{i1} - \sum_{j=1}^N x_{ij} \lambda \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

$$-\phi y_{r1} + \sum_{j=1}^N y_{rj} \lambda \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, t.$$

$$\lambda \geq 0$$

donde ahora ϕ representa el incremento proporcional de output que podría hacerse para toda explotación "j", manteniendo constante la asignación de input. El valor de la eficiencia vendría dado por el ratio $1/\phi$ (la inversa que en la orientación a input) y su valor también variará entre cero y uno.

Supuesto CRS, el valor de la eficiencia estimado para una explotación es la misma en ambas orientaciones, sin embargo el resultado no dará igual supuesto el caso de VRS.

Estas medidas de eficiencia al estimarse a partir de proporciones constantes relativas de inputs (o outputs), son independientes de la unidad de medida que se utilice, algo que no sucederá en el tratamiento de las holguras, como se verá posteriormente (Charnes *et al.*, 1987).

C) Modelo de rendimientos de escala variable (VRS).

Asumir rendimientos de escala constante sólo es apropiado cuando se considera que todas las empresas operan en una misma escala. El motivo viene dado por la última restricción del modelo CRS ($\lambda > 0$) que permite cualquier valor positivo de λ , con lo que empresas de gran escala son comparadas con empresas de pequeña escala y viceversa.

En efecto si $\lambda > 1$ se está comparando una empresa con otras que operan a una escala más reducida, mientras que si $\lambda < 1$ se la está comparando con empresas de escala mayor. Por tanto, si las empresas no operan en la misma escala, lo más normal por su diferente disponibilidad de recursos, no se puede distinguir lo que son ineficiencias técnicas, en sentido estricto, de ineficiencias derivadas de no operar en la escala óptima.

Por este motivo, Banker, Charnes y Cooper (1984), sugirieron una extensión del modelo de rendimientos de escala constante para aquéllas situaciones en que se deban tener en cuenta las diferentes escalas de las empresas, lo que proporcionará una nueva medida de eficiencia técnica así como estimar la denominada eficiencia de escala.

Estos autores proponen modificar la ecuación inicial del cálculo de eficiencia técnica para tener en cuenta los rendimientos variables de escala, añadiendo la restricción de convexidad: $\sum_{j=1}^N \lambda = 1$ quedando, para una orientación a input:

$$\min_{\theta_j, \lambda} \theta_j,$$

$$\text{siendo } -y_{ij} + Y\lambda \geq 0$$

$$\theta x_{ij} - X\lambda \geq 0$$

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

$$\lambda_j \geq 0$$

Y el modelo orientado a output:

$$\text{Max}_{\phi_1} \phi$$

sujeto a:

$$x_{i1} - \sum_{j=1}^N x_{ij} \lambda \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

$$-\phi_1 y_{r1} + \sum_{j=1}^N y_{rj} \lambda \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, t.$$

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

$$\lambda \geq 0$$

Esta predicción da valores de la eficiencia técnica mayores o iguales al obtenido con el modelo a rendimientos de escala constante, al formarse una superficie convexa de planos intersectados con lo que se reduce el número de grupos de comparación que pueden servir de referencia. Las especificaciones del modelo a rendimientos de escala variable han sido las más utilizadas durante la última década.

D) Cálculo de la eficiencia de escala con DEA.

Si existen diferencias entre los valores de eficiencia técnica medida a rendimientos de escala constante y variable para una empresa en particular, esto indica que dicha empresa presenta ineficiencia de escala. Por tanto, esa ineficiencia puede calcularse, como la diferencia entre el valor de la eficiencia técnica a rendimientos de escala constante y variable (Banker, *et al.* 1984). En la figura III.4. se muestra un ejemplo de un input y un output supuestos rendimientos de escala constante y variable.

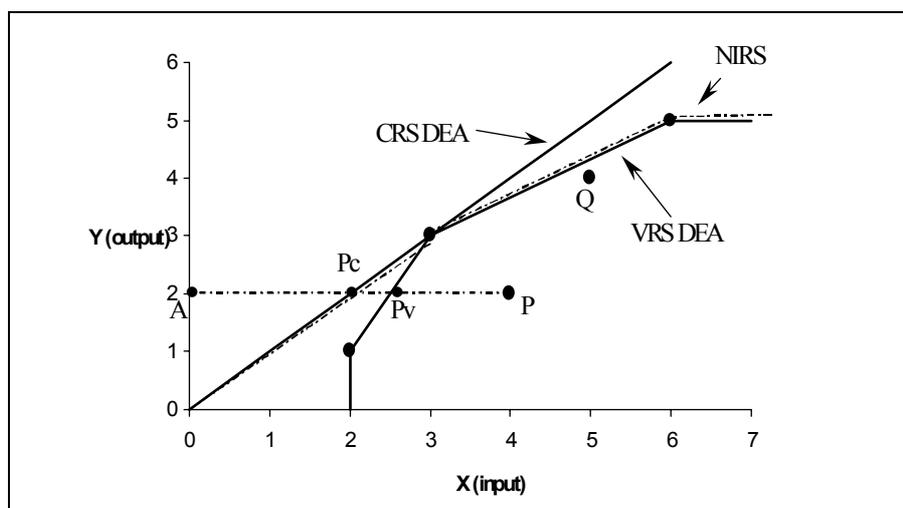


Figura III.4. Comparación de la eficiencia a CRS y VRS. Medida de la eficiencia de escala.

La ineficiencia técnica orientada a input a rendimientos de escala constante de la empresa P viene representada por la distancia PPc. A rendimientos de escala variable esta dada por la distancia PPv. La diferencia entre ambas, PcPv, representa la ineficiencia de escala estimada, expresada a partir del ratio:

$$ET_{I,CRS} = APc / AP$$

$$ET_{I,VRS} = APv / AP$$

$$\text{Eficiencia de Escala (SE}_I) = APc / APv$$

Donde todas estas medidas estarán comprendidas entre cero y uno.

Por otro lado, en el caso de que existan ineficiencias de escala, interesa conocer si se deben a rendimientos crecientes o decrecientes (Brummer, 1998). Esto puede determinarse imponiendo al problema la restricción de rendimientos de escala no crecientes (NIRS). Esto se realiza alterando el modelo DEA de la ecuación anterior sustituyendo la restricción $\sum_{j=1}^N \lambda = 1$ por $\sum_{j=1}^N \lambda \leq 1$, dando:

$$\min_{\theta_j, \lambda_j} \theta_j,$$

$$\text{siendo } -y_{rj} + Y\lambda_j \geq 0,$$

$$\theta x_{rj} - X\lambda_j \geq 0$$

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

$$\lambda_j \geq 0$$

La frontera DEA NIRS también se representa en la figura III.4. anterior.

La naturaleza de la ineficiencia de escala (por ejemplo debido a rendimientos de escala creciente o decreciente), para una empresa particular “j” puede determinarse 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 (véase el caso del punto “P” de la figura III.4.) entonces se asume que existen rendimientos de escala crecientes para esa empresa. Si son iguales (el caso del punto “Q”) se asumen rendimientos de escala decrecientes.

Los valores de θ_j y λ serán diferentes en cada una de los problemas de programación lineal planteados, los cuales deben resolverse para cada una de las empresas de la muestra a analizar (Staat, 2001).

E) Holgura e ineficiencia radial.

La forma lineal por trazos de la frontera no paramétrica del método DEA, puede causar algunas dificultades en la medida de la eficiencia. El problema radica en el hecho de que existen tramos en la frontera que son paralelos a los ejes de coordenadas, lo cual no ocurre en la mayoría de las funciones paramétricas (que son continuas).

Para ilustrar el problema, obsérvese la figura III.5. de un modelo orientado a input, en la que las empresas “C” y “D” son consideradas eficientes y por tanto definen la frontera, mientras que las empresas “A” y “B” son consideradas ineficientes en relación a “C” y “D”.

Para resolver esta cuestión, es necesario de nuevo recurrir a la programación matemática. Algunos autores tales como Ali y Seiford (1993), plantearon una segunda etapa en el problema de programación lineal, consistente en maximizar la suma de las holguras requerido para desplazar los puntos situados en la frontera al punto considerado eficiente (denominado de manera general como “S”).

Esta segunda etapa del problema de programación lineal puede definirse como:

$$\text{Min } \theta_j \lambda, OS_j, IS_j (OS_j + IS_j),$$

$$\text{Siendo } -y_{rj} + Y\lambda - OS_j = 0, \quad r = 1, 2, \dots, t$$

$$\theta_j x_{ij} - X\lambda - IS_j = 0, \quad i = 1, 2, \dots, t$$

$$\lambda \geq 0, OS_j \geq 0, IS_j \geq 0,$$

donde OS_j es un vector de variables ($t \times 1$) de los holguras del output y IS_j es un vector de variables ($m \times 1$) de las holgura del input, respectivamente de la empresa “j”.

En esta segunda etapa de la programación lineal, θ_j ya no es una variable, este valor se ha obtenido como resultado en la primera etapa. Del mismo modo, este nuevo problema debe resolverse para cada una de las empresas de la muestra.

No obstante, hay dos nuevos problemas asociados a esta segunda etapa. El primero y el más evidente, es que la suma de cuadrados de las holguras es maximizado en vez de minimizado, por lo que no se identificará el punto eficiente más próximo, sino el punto eficiente más lejano.

El segundo problema está asociado con el hecho de que esta aproximación puede cambiar con la unidad de medida (por ejemplo si en vez de utilizar kg como unidad de los inputs, se utilizan toneladas), al variarse las proporciones entre los inputs (o outputs).

Como resultado a este problema, muchos estudios simplemente solucionan la primera etapa de la programación lineal (estimación de θ_j) ignorando completamente las holguras o considerando ambas etapas estimando las holguras residualmente como: $OS_j = -y_{rj} + Y\lambda$ y $IS_j = \theta_j x_{ij} - X\lambda$. Sin embargo, esta aproximación no está exenta de problemas, porque estas holguras residuales no informan siempre de todas las holguras de todas las empresas (Koopmans, 1951) y además no siempre pueden identificar el punto eficiente más próximo para cada empresa.

Algunos autores como Coelli (1998) demostraron que estas cuestiones no eran importantes se tiene una sola dimensión (caso de dos inputs y un output, por ejemplo) por lo que la segunda etapa resultaría perfectamente válida.

Sin embargo, deben tenerse en cuenta, su importancia en el caso en que las holguras se obtuvieran en dos o más dimensiones (como ocurre frecuentemente, en los modelos donde intervienen varios inputs y outputs). Por este motivo, Coelli (1997) sugirió un método DEA en multietapa que evita los problemas inherentes al método DEA bietápico. El método consiste en realizar una secuencia de medidas radiales de eficiencia que, tras identificar el punto eficiente proyectado de una empresa va considerando distintas proporciones de inputs de manera secuencial, identificando su punto eficiente más próximo a partir del cual se mida la ineficiencia de holgura de dicha empresa para cada uno de los inputs considerados.

Por tanto y en resumen, los programas utilizados pueden realizar los tratamientos de las holguras de tres maneras diferentes:

1. DEA en una etapa.- que solamente realiza la primera etapa del problema de programación lineal para la medida de la eficiencia radial y obviando las holguras.
2. DEA en dos etapas.- que realiza las dos etapas del problema de programación lineal para la estimación de las holguras.
3. DEA multietapa.- donde se realiza una secuencia de programación lineal para identificar el punto eficiente proyectado de manera que a la vez se midan las holguras.

F) Empresas pares.

En el ejemplo que se ilustraba en la figura III.5. el punto óptimo B' que le corresponde a la empresa "B" se encuentra situado entre las empresas "C" y "D" (eficientes). Es por eso que las empresas "C" y "D" se consideran que son los *pares* de empresa "B".

Estos pares delimitan la parte de la frontera que es relevante para la empresa "B" y definen su eficiencia. El punto B' es una combinación lineal de sus pares, donde los pesos que tienen cada una de las empresas pares respecto la empresa "B" en esta combinación lineal, viene definida por las variables IS, OS, respecto a cada par eficiente, que como ya se dijo mide la distancia a la que se encuentra el punto B' de los puntos "C" y "D", las empresas eficientes más próximas a la empresa "B".

La empresa eficiente de mayor peso sobre "B" (la de menor distancia a B') será la referencia más adecuada a la hora de tomar decisiones para mejorar la eficiencia de dicha empresa "B".

En el caso de la empresa "A", sólo existe una empresa par, la empresa "C" y su peso sobre "A" vendrá definido por sus correspondientes variables IS, OS.

4.3.3. Medida de la productividad mediante métodos de optimización.

Las diferencias de la productividad global de los factores (TFP) existentes entre empresas, también pueden medirse mediante el cálculo del denominado *índice de Malmquist* (1953), obtenido a partir de la aplicación de métodos paramétricos y no paramétricos de estimación de fronteras.

Entre las ventajas que tiene esta metodología destaca el hecho de que los índices de TFP obtenidos pueden desglosarse en dos componentes:

- Un componente que mide las diferencias de TFP entre empresas debido a diferencias en la eficiencia técnica.
- El otro componente mediría dichas diferencias de TFP debidas a las diferentes tecnologías utilizadas por las empresas que se comparan.

4.3.3.1. Índice de Malmquist de TFP.

El índice de Malmquist mide la distancia entre dos puntos mediante el cálculo del ratio o cociente de las distancias de cada punto respecto a una tecnología común (Bjurek, 1996).

Según Färe *et al.*, (1994) el índice de Malmquist (orientado al output) que mide las diferencias de TFP existente entre la empresa “t” (considerado como referencia) y “s”, viene dado por la expresión:

$$m_0(y_t, x_t, y_s, x_s) = \left(\frac{d_0^t(y_s, x_s)}{d_0^t(y_t, x_t)} \times \frac{d_0^s(y_s, x_s)}{d_0^s(y_t, x_t)} \right)^{1/2}$$

Donde $d_0^t(y_s, x_s)$ representa la distancia desde la observación de la empresa “s” a la tecnología de la empresa “t”.

Un valor de “ m_0 ” mayor a uno indica una productividad menor en la empresa “t” que en s mientras que un valor menor a uno indica una menor productividad en “s”.

La última parte de la ecuación del índice es una medida de las diferencias técnicas, medida como la media geométrica de las diferencias en la tecnología existente entre dos empresas, evaluadas como x_s y x_t .

Dicha ecuación es, de hecho, la media geométrica de dos índices de TFP. El primero es evaluado con respecto a la tecnología de la empresa “t” y el segundo con respecto a la tecnología de la empresa “s”.

Una forma equivalente de escribir este índice de productividad es:

$$m_0(y_t, x_t, y_s, x_s) = \frac{d_0^s(y_s, x_s)}{d_0^t(y_t, x_t)} \left(\frac{d_0^t(y_s, x_s)}{d_0^s(y_s, x_s)} \times \frac{d_0^t(y_t, x_t)}{d_0^s(y_t, x_t)} \right)^{1/2}$$

Donde el ratio fuera de los corchetes mide las diferencias (orientado a output) de la eficiencia técnica de Farrell producido entre las empresas “t” y “s”. Es decir, las diferencias de eficiencia es equivalente al ratio o cociente entre la eficiencia técnica de Farrell de la empresa “s” respecto a la eficiencia técnica de Farrell de la empresa “t”.

Los rendimientos de escala (CRS ó VRS) de la tecnología es muy importante para la medida del TFP. Grifell-Tatjé y Lovell (1995) y Forsund (1997) usaron un modelo simple de un input y un output para ilustrar que no puede hacerse una estimación correcta de las diferencias de TFP cuando se asumen rendimientos de escala variable para la tecnología. Por tanto se debe imponer rendimientos de escala constante a la tecnología cuando se quiera estimar funciones distancia para el cálculo del índice de Malmquist de TFP.

Färe, Grosskopf y Ross (1997) añadieron una nueva discusión acerca de la posibilidad de desglosar los componentes de diferencias de eficiencia técnica y de diferencias tecnológicas del índice de Malmquist. Así sugirieron que el componente de diferencias de eficiencia técnica podría descomponerse en eficiencia de escala y eficiencia técnica “*pura*” (Färe *et al.*, 1994). En Färe y Grosskopf (1996) proponen un método de descomposición del componente de diferencias técnicas en componentes “*magnitude*”, *input bias* y *output bias*.

Los primeros investigadores en esta área fueron Nishimizu y Page (1982) y Färe, Grosskopf, Norris y Zhang (1994). Los primeros mencionados usaron los métodos de programación lineal de Aigner y Chu (1968) aplicados sobre una base de datos de diversos sectores sociales de Yugoslavia para construir una frontera de producción paramétrica y subsecuentemente medir el crecimiento del TFP como la suma de un componente de cambio de eficiencia y un componente de cambio técnico.

Färe *et al.*, (1994) tomaron el índice de Malmquist de crecimiento de TFP, definido en Caves, Christensen y Diewert (1982a) para ilustrar como esta medida también podía realizarse usando el método DEA.

La diferencia esencial entre ambos trabajos es que los primeros usaron métodos paramétricos, calculando el cambio técnico y de eficiencia técnica directamente y sumándolos para dar la medida del cambio del TFP, mientras que Färe *et al.*, (1994) usaron métodos no paramétricos, calculando, en primer lugar, las denominadas funciones distancia y, posteriormente, desglosándolas en los componentes de cambio técnico y cambio de eficiencia técnica.

Trabajos similares se encuentran en Grosskopf (1993) y Färe, Grosskopf y Ross (1997).

Funciones distancia.

El índice de Malmquist es definido usando funciones distancia. Las funciones distancia permiten describir un modelo de producción multi-output, multi-input sin necesidad de asumir un criterio determinado, como minimización del coste o maximización del beneficio (Perelman, 1995).

Una función distancia de input está definida por la tecnología de producción cuyo consumo de inputs es el mínimo posible dado un determinado nivel de producción o output. Una función distancia de output está definida por la tecnología de máxima producción o output dado un determinado consumo de input (Coelli *et al.*, 1998).

Ambas funciones, como su nombre indica, estiman la distancia a la que se encuentra un punto respecto a una función considerada de referencia.

4.3.3.2. Métodos DEA para la estimación del índice de Malmquist.

Son los más utilizados desde que fueron sugeridos por Färe *et al.* (1994). Según este autor, dado un panel de datos, para medir las diferencias del factor total de productividad entre dos empresas ("s" y "t"), se deben calcular cuatro funciones distancia, lo que requiere resolver cuatro problemas de programación lineal.

Färe *et al.*, (1994) asumieron rendimientos constantes de escala en sus análisis, siendo los cuatro problemas de programación lineal requeridos:

$$[d_0^s(y_{rs}, x_{is})]^{-1} = \max_{\theta_{st}, \lambda} \theta_{st},$$

$$\text{sujeto a: } -\theta_{st} y_{rs} + Y_s \lambda \geq 0,$$

$$x_{is} - X_s \lambda \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0$$

$$[d_0^t(y_{rt}, x_{it})]^{-1} = \max_{\theta_{st}, \lambda} \theta_{st},$$

sujeto a: $-\theta_{st} y_{rt} + Y_t \lambda \geq 0,$
 $x_{it} - X_t \lambda \geq 0,$
 $\lambda \geq 0$

$$[d_0^s(y_{rt}, x_{it})]^{-1} = \max_{\theta_{st}, \lambda} \theta_{st},$$

sujeto a: $-\theta_{st} y_{rt} + Y_s \lambda \geq 0,$
 $x_{it} - X_s \lambda \geq 0,$
 $\lambda \geq 0$

y

$$[d_0^t(y_{rs}, x_{is})]^{-1} = \max_{\theta_{st}, \lambda} \theta_{st},$$

sujeto a: $-\theta_{st} y_{rs} + Y_t \lambda \geq 0,$
 $x_{is} - X_t \lambda \geq 0,$
 $\lambda \geq 0$

En las dos ecuaciones últimas, donde las producciones son comparadas con tecnologías de diferentes periodos de tiempo, el parámetro θ_{st} debería ser menor o igual a uno, según el cálculo de la eficiencia técnica orientado a input de Farrell.

Sin embargo, pueden encontrarse puntos situados por encima de la serie de posibilidades de producción, lo que ocurre más frecuentemente en la última ecuación, donde la producción de la empresa “s” se compara con la tecnología de la empresa “t”.

Estos cuatro problemas deben resolverse para cada empresa de la muestra tomando una de referencia, debiéndose resolver tres ecuaciones más por cada empresa extra que se añada.

Cálculo de la eficiencia de escala.

Las aproximaciones anteriores también se pueden aplicar para la medida de la eficiencia de escala. Para ello se deben añadir dos problemas de programación lineal más por cada dos empresas que se comparen.

Estas ecuaciones serían la repetición de las dos primeras ecuaciones pero añadiendo una nueva restricción:

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

lo que permitiría calcular esas dos funciones distancia supuesto rendimientos variables de escala, en vez de rendimientos constantes.

Conociendo los valores obtenidos a rendimientos de escala constante y variable, se puede medir residualmente la eficiencia de escala, como describe Färe *et al.*, (1994).

4.3.3.3. Frontera estocástica para estimación del índice de Malmquist.

El índice de Malmquist de TFP también puede estimarse por métodos paramétricos, utilizando diversas aproximaciones (Atkinson y Färe, 1997; Fuentes *et al.*, 2001). Se considera la frontera estocástica definida como:

$$\ln(y_{rj}) = f(x_{ij}, j, \beta) + v_j - \theta_j \quad r = 1, 2, \dots, t \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, N$$

Donde: x_{ij} es un vector de coeficientes ($m \times 1$) de inputs; $f(\cdot)$ es la forma funcional adoptada; j es el vector de empresas a medir la diferencias de eficiencia; β es un vector de variables desconocidas a estimar; los v_i representan los errores

aleatorios asumiendo que siguen una distribución de tipo normal independiente de los θ_j ; y los θ_j representan las ineficiencias técnicas de la empresa “j”.

La eficiencia técnica de cada empresa medida en relación a otra, según dicha fórmula permitiría obtener el valor $\exp(\theta_j)$, como indicador de eficiencia técnica.

Si se consideran los dos componentes de la fórmula del índice de Malmquist de TFP, el índice que mide las diferencias de eficiencia técnica producido entre dos empresas se estimaría de forma paramétrica como:

$$TE_{it} = E(\exp(\theta_{j1}) / \theta_{j2}),$$

Las diferencias técnicas entre dos empresas, se estimaría con la fórmula:

$$\text{Diferencias técnicas} = TD_{j1} / TD_{j2}$$

El valor del índice de Malmquist de TFP quedaría definido por la fórmula:

$$\left\{ \left(1 + \frac{\delta f(x_{j1}, j_1, \beta)}{\delta j_1} \right) \times \left(1 + \frac{\delta f(x_{j2}, j_2, \beta)}{\delta j_2} \right) \right\}^{1/2}$$

Ajibefun, *et al.*, (1996) aplicaron esta metodología a la industria del arroz japonesa para medir el cambio en la eficiencia técnica experimentado como consecuencia de una mejora tecnológica.

Atkinson *et al.*, (1996 y 1999) realizaron comparaciones entre los métodos DEA y fronteras estocásticas para estimación del índice de Malmquist.

4.3.4. Modelos de simulación.

Mediante esta técnica se desarrollan modelos matemáticos que intentan mediante ecuaciones teóricas predecir o simular la producción máxima posible dados unos recursos.

Estos modelos han tenido un gran desarrollo en los sistemas agropecuarios a partir de que la informática permitió el uso extensivo de ordenadores con gran capacidad de memoria y cálculo (Hart, 1998). De esta manera, la complejidad de los modelos agropecuarios pueden desarrollarse mediante un gran número de ecuaciones, interconectadas y relacionadas entre sí, que sólo la gran velocidad de cálculo de los ordenadores permiten hacerla funcional (Salghetti, 1995).

Los modelos obtenidos representan la función óptima que pueden alcanzar las empresas y por tanto también servirán de referencia para estimar sus grados de eficiencia en relación a un grupo de empresas (Barrera *et al.*, 1995) .

Una de las técnicas más utilizadas para el desarrollo de modelos de simulación es la **programación matemática lineal**. La principal ventaja que tiene este método es que mediante la optimización se pueden asignar los recursos de manera que se pueda encontrar la mejor solución siguiendo un criterio económico.

Del mismo modo que con las fronteras de producción, se puede determinar el óptimo técnico y económico de las empresas según se consideren los factores exclusivamente técnicos (manejo) o los factores económicos (precios de insumos y productos) así como la relación existentes entre ellos.

Tabla III.1. Comparación de los principales métodos de medida de eficiencia.

METODO	¿paramétrico?	¿en cuenta el error?	¿todas empresas	criterios asumidos	medidas que realiza
TFPI	no	no	sí	Minimización del coste o maximización del ingreso	diferencias en el TFPI entre empresas o para una empresa en distintos periodos(1)
PROGRAMACION LINEAL	sí	sí	sí	Dependen del modelo usado Función de producción o distancia.- ninguno Función de costes.- minimización del coste Función de beneficio.- maximización del beneficio	diferencias técnicas o económicas entre empresas. cambio técnico de una o varias empresas . economías de escala.
FRONTERA DETERMINISTICA	sí	no	no	Los mismos que en programación lineal	eficiencia técnica economías de escala. eficiencias asignativas (si se considera) cambio técnico y del TFP (si los datos lo permiten)
FRONTERA ESTOCÁSTICA	sí	sí	no	Los mismos que en programación lineal	eficiencia técnica economías de escala. eficiencias asignativas (si se considera) cambio técnico y del TFP (si los datos lo permiten)
DEA	no	no	no	ninguno (al menos que se considere la eficiencia asignativa)	eficiencia técnica eficiencia de escala eficiencias asignativas (si se considera) cambio técnico y del TFP (si los datos lo permiten)

(1) Es igual a la medida del cambio técnico producido en una empresa en un periodo cuando se asume CRS y no existe ineficiencia.

Tabla III.2. Comparación de los principales métodos de medida de eficiencia (continuación).

METODO	datos requeridos	¿series temporales, un solo periodo o panel de datos?
TFPI	cantidades de inputs y outputs precios de inputs y outputs	todos ellos
PROGRAMACIÓN LINEAL	Depende del modelo usado en a) cantidades de inputs y outputs en b) costes, cantidades de outputs y precios de inputs (2) (3) en c) beneficio y precios de inputs y outputs.(4) (5)	todos ellos
FRONTERA DETERMINISTICA	Los mismos que en programación lineal	un solo periodo o panel de datos
FRONTERA ESTOCÁSTICA	Los mismos que en programación lineal	un solo periodo o panel de datos
DEA	Depende del modelo usado a) DEA estándar.- cantidades de inputs y outputs b) eficiencia de costes.- cantidades de inputs y outputs y precios de inputs. c) eficiencia de ingresos.- cantidades de inputs y outputs y precios de outputs. d) eficiencia de beneficio.- cantidades de inputs y outputs y sus precios.	un solo periodo o panel de datos

(2) Si algunos inputs son considerados fijos, entonces se requiere las cantidades de estos inputs en vez de sus precios.

(3) Si se desea estimar la función de costes a partir de las ecuaciones de los inputs utilizados en un sistema, entonces también se requieren las cantidades de inputs.

(4) Si algunos inputs y/o outputs se asumen fijos, entonces se requieren sus cantidades en vez de los precios.

(5) Si se desea estimar la función de beneficio a partir de las ecuaciones de los inputs y outputs utilizados entonces también se requieren las cantidades de inputs y outputs.

4.5. RELACION DE TRABAJOS PUBLICADOS SOBRE MEDIDA DE EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE.

Para concluir la presente revisión bibliográfica se expone una relación de trabajos publicados en los últimos diez años, donde se mide la eficiencia de la producción lechera con los dos métodos principales: metodología DEA y/o fronteras estocásticas.

Se ordenan por fecha de publicación, presentando sus autores y título del trabajo. Se incorpora un comentario acerca de los objetivos planteados. La referencia bibliográfica se cita en el apartado de bibliografía. Muchos de estos trabajos servirán para discutir los resultados obtenidos en la presente tesis.

4.5.1. METODOLOGÍA DEA.

1990

- *Frontier production function and the measurement of technical efficiency.*

Russel, N.P.; Young, T.

Se mide la eficiencia técnica, aplicando la metodología DEA, de la transformación de alimentos a leche de una muestra de 53 explotaciones lecheras de Inglaterra. La base de datos recogida pertenece al periodo 1987/88. Se utilizan como output la producción de leche/vaca (en litros) y como inputs el consumo/vaca de concentrados y de forrajes (desglosado en heno, paja, silos y subproductos).

La eficiencia técnica media resultó del 73%, siendo más eficientes técnicamente las explotaciones de mayor productividad media/vaca. Se relaciona la eficiencia técnica del alimento con la estructura de costes de las explotaciones. Se concluye que las más eficientes en alimentación presentan menores costes unitarios totales.

1991

- *Descomposition measures of technical efficiency for Ontario dairy farms.*

Weersink, A.; Turvey, C.G. Godah, A.

Se aplica la metodología DEA para estimar el grado de eficiencia técnica y de escala de 105 explotaciones lecheras de Ontario con datos de 1989. Se considera como output la producción anual de leche y como inputs, el número de personas empleadas, las hectáreas dedicadas a leche y el número de vacas en producción. Se encuentra un grado de eficiencia medio del 89%, siendo la mayoría de las explotaciones eficientes. Se considera como explicación de la eficiencia el grado de experiencia y formación del empresario ganadero

1993

- *Short-run and long-run efficiencies of New York dairy farms.*

Tauer, L.W.

Se aplica la metodología DEA para la medida de la eficiencia técnico-económica en un análisis a corto plazo de la producción de leche en una muestra de 43 explotaciones del estado de Nueva York. La medida de eficiencia de escala se realiza considerando las partidas de capital invertido (en tierra, equipos y animales) proponiendo alternativas de mejora en el largo plazo.

La eficiencia media es del 67% existiendo una relación positiva entre el tamaño de explotación y la eficiencia técnica. La eficiencia de escala es del 85%.

- *Relative technical efficiency: data envelopment analysis and Quebec's dairy farms.*

Cloutier, L.M.; Rowley, R.

Se aplica la metodología DEA en la medida de eficiencia de una muestra de 90 explotaciones lecheras de Quebec, en el periodo 1988/89. Se consideran como inputs el coste de alimentación, el coste de la mano de obra y el rendimiento de las inversiones (amortización). Como output la producción de leche total al año. Se analiza la relación entre eficiencia y tamaño de las explotaciones.

La eficiencia media de la muestra resultó ser del 42% encontrando más eficientes las explotaciones de mayor tamaño.

1994

- *Farm heterogeneity and technical efficiency: some results from swedish dairy farms.*

Heshmati, A., Kumbhakar, S.C.

Se aplica el método DEA asumiendo rendimientos variables de escala, al objeto de medir la eficiencia técnica y su relación con el tamaño de explotación. Se trabaja con 38 explotaciones suecas definiendo la mejor escala de producción de acuerdo a su eficiencia y margen de explotación obtenido. La eficiencia media técnica es del 53% mientras que la de escala resultó ser del 67%.

- *Performance of dairy cooperatives in Saurashtra.*

Shiyani, S.L.

Se mide la eficiencia técnica, asignativa y de escala de 17 plantas lecheras de la región de Saurashtra (India) pertenecientes a cooperativas. Se aplica el método DEA con orientación a output, utilizando datos del periodo 1991/92. La eficiencia técnica media resultó del 79,01%, la eficiencia asignativa del 78,80% y la eficiencia de costes del 62,26%.

1995

- *Economic efficiency of milk production system under rural conditions.*

Coelli, T.J.

Se aplica la metodología DEA en la medida de eficiencia de una muestra de 400 explotaciones lecheras familiares pertenecientes a la región de Haryana (India), en el periodo 1991/93. Se consideran como inputs el coste de alimentación, de mano de obra y otros costes fijos. Se analiza la relación entre eficiencia y tamaño de las explotaciones. La eficiencia media fue del 29%, encontrándose correlación positiva entre eficiencia técnica y tamaño. La principal causa de ineficiencia se debe a la mano de obra.

- *Economic efficiency of milk production system under rural conditions.*

Singh, R.P.; Bhatnagar, D.S.; Singh, B.

Se aplica la metodología DEA para medir la eficiencia económica en base a los gastos e ingresos de 400 explotaciones lecheras distribuidas en 16 pueblos del distrito de Haryana (India). Se clasifican las explotaciones en cinco estratos según tamaño en hectáreas de tierra. La eficiencia global económica apenas supera en 4%, encontrando valores negativos de beneficio en las explotaciones de menor tamaño.

1996

- *Análisis no paramétrico de eficiencia en explotaciones lecheras.*

González, E.; Alvarez, A.; Arias, C.

Se aplica la metodología DEA para estimar el grado de eficiencia técnica, de escala y de congestión de 133 explotaciones lecheras asturianas, en 1991. Se considera como output la producción anual de leche (l). Como inputs, las UTA, las hectáreas de SAU leche como principal factor de alimentación y el número de vacas.

El valor medio de eficiencia fue del 78%. Se encuentran 100% eficientes tan sólo cinco explotaciones, debiendo reducirse como media los inputs en un 22% y/o adoptar una apropiada escala productiva. No se encuentra relación entre eficiencia técnica y tamaño de explotación (en nº de vacas), dependiendo por tanto de la productividad/vaca y el uso adecuado de factores inputs, destacando la alimentación y la mano de obra.

- *Dairy farm technical efficiency measures using panel data and alternative model specifications.*

Ahmad, M.; Bravo-Ureta, B.E.

Este estudio emplea una frontera estocástica técnica para medir la eficiencia en el uso de alimentos y mano de obra de 48 explotaciones lecheras de Estados Unidos durante el año 1995. Por otro lado se aplica la metodología DEA a efectos de comparar los resultados con los obtenidos con el método de fronteras estocásticas.

La eficiencia técnica medida con el método DEA resulta superior a la obtenida con fronteras estocásticas (88% frente a 76%). Existe correlación entre eficiencia - productividad/vaca, y eficiencia - productividad/UTA, siendo más eficientes técnica y económicamente las explotaciones de mayor rendimiento.

- *Mathematical programming for sector analysis – some applications, evaluations and methodological proposals.*

Jonasson, L.

Se proponen métodos no paramétricos (DEA), para la medida de eficiencia técnica y de escala de una muestra de 580 explotaciones lecheras de Suecia, considerando como inputs la mano de obra (horas), las inversiones en equipos e instalaciones y la alimentación.

La eficiencia media global fue del 95%, siendo la técnica pura del 92% y la de escala del 97%.

- *Comparing the costs of milk production in most and least economically successful farms.*

Eskelinen, M.

Se mide la eficiencia técnico-económica relativa a 274 explotaciones lecheras de diferentes regiones de Finlandia. Se analiza sus estructuras de costes y su relación con el valor de eficiencia obtenido.

La eficiencia total de la muestra resultó del 86%, siendo técnica y económicamente más eficientes las explotaciones más intensivas. No se demuestra la correlación entre tamaño y eficiencia, siendo más importante la productiva utilización de los input (su uso eficiente).

- *Indices and factors of the efficiency of private farms.*

Kudryashov, V.I.; Mindrin, A.S.; Rodin, V.Z.

Se mide la eficiencia de la actividad agrícola y ganadera un grupo de explotaciones lecheras de Rusia, considerando como output el beneficio neto y como inputs la mano de obra familiar, el total de mano de obra y el coste de amortización. Por otro lado, se comparan los resultados de eficiencia entre explotaciones que combinan producción de leche y cerdos con las que sólo tiene bovinos.

La eficiencia técnica media resultó ser del 54%. Se encuentran más eficiente la actividad agrícola que la ganadera, más manifiesto en las explotaciones que combinan leche y cerdos por tener un mayor coste de mano de obra y maquinaria.

- *The effect of extending individual direct payments.*

Wolf, P.; Lehmann, B.

Se desarrollan distintos modelos DEA para optimizar la producción de seis tipos de explotaciones suizas, entre ellas lecheras, bajo las condiciones de la política agraria del 2002. Se mide su eficiencia y se analiza la asignación óptima de la tierra, la mano de obra y el capital.

La eficiencia media estimada en las explotaciones lecheras fue del 80%, siendo la principal causa de ineficiencia el uso de la tierra.

1997

- *The place of maize and of pasture in dairy forage systems. Technical and economical aspects and examples in Brittany.*

Grasset, M.

Se aplica la metodología DEA a un grupo de explotaciones lecheras de la Bretaña francesa, al objeto de medir la eficiencia del uso del alimento y su repercusión en los costes de alimentación. Se determina la asignación óptima que combine el pasto y el aporte de silo de maíz, los principales recursos del sistema.

La eficiencia global técnica del uso de alimentos fue del 77%. En las explotaciones con más superficie de pasto la asignación óptima de maíz grano se fija en 30-40% del total de la ración, si los ingresos percibidos son semejantes o superiores a los obtenidos con el aporte de pasto. En caso contrario el aporte de maíz grano debe estar entre el 0 y el 30%.

- *Basic correlation between labour input, labour efficiency and family labour capacity in dairy farms.*

Hajos, L.; Mehi, J.; Kertest, J.

Se realiza un análisis DEA con una grupo de explotaciones lecheras al objeto de estudiar la asignación óptima de mano de obra, su eficiencia de uso y sus requerimientos en horas, tal que se maximice su productividad.

La eficiencia media de la mano de obra desglosada en asalariada y familiar y medida en horas totales y beneficio/hora, resultó ser del 51%. Fue superior en las explotaciones con una mayor asignación de mano de obra asalariada.

- *Investigation of the relative efficiency of dairy farms using DEA.*

Manos, B., Psychoudakis, A.

Se aplica la metodología DEA en la medida de eficiencia relativa de un grupo de 88 explotaciones lecheras de Grecia, clasificadas en nueve grupos de acuerdo a su tamaño (en número de vacas). Se analiza fundamentalmente la variable de alimentación.

Se encuentran siete explotaciones 100% eficientes, estando la media del grupo en 61%. Se requiere una reorganización de los inputs de las ineficientes, destacando la asignación del alimento, principal causa de ineficiencia.

- *Economic and environmental consequences of technical and institutional change in Dutch dairy farming.*

Berentsen, P.B.M.; Giesen, G.W.J., Renkema, J.A.

Se desarrolla un modelo DEA para explorar el futuro de diferentes explotaciones lecheras bajo diferentes escenarios. Tras medir la eficiencia técnica global, su eficiencia productiva y de asignación de alimentos tomando como base el año 1992, se analizan los cambios acontecidos hasta 1997. También se realiza una previsión hasta el 2005 en base a la política medioambiental, de precios y cambios institucionales de la UE. Los resultados muestran un aumento de la eficiencia técnica desde 1992 a 1997 (del 65% al 81%), debido fundamentalmente a una mejor asignación de la mano de obra y alimentación. La política medioambiental ha afectado más a las explotaciones de mayor tamaño, más intensivas. Los cambios en la política de precios percibidos por la leche, ha afectado negativamente en los ingresos de las explotaciones, también más manifiesto en las explotaciones más intensivas.

- *Application of non-parametric Data Envelopment Analysis to the efficiency of farm businesses in the East German transformation process.*

Thiele, H.; Brodersen, CM.

Se evalúa la conveniencia de utilizar la metodológica DEA para medir la eficiencia de la producción lechera de 96 explotaciones lecheras del este de Alemania tomando sus registros durante el proceso de transición (1992/93 – 1995/96). Se mide la eficiencia en relación al tamaño de las explotaciones y los inputs mano de obra y alimentación. La eficiencia media aumenta entre años, en una tasa del 1,5% de media. En el último periodo (1995/96), la eficiencia media resultó del 51%. Se demuestra una correlación positiva entre tamaño de explotación y eficiencia técnica y de ésta última con la productividad del alimento.

1998

- *Comparison of dairy farm efficiency in market and transition economies: application of Data Envelopment Analysis to East and West Germany.*

Brodersen, C.M.; Thiele, H.

Se aplica la metodología DEA en la medida de la eficiencia relativa de explotaciones lecheras alemanas. Los datos proceden de 229 explotaciones (111 del oeste y 118 del este de Alemania) abarcando el periodo de transición 1992/93 – 1995/96. Se observa un incremento mayor de la productividad del alimento, de la mano de obra y la eficiencia en las explotaciones del este que en las del oeste (1,5% frente a 0,8%). A pesar de este incremento la eficiencia de uso estos inputs tanto técnica como de escala sigue siendo mayor en los países del oeste (51% frente a 79% en el periodo 95/96)

- *Productivity of New York dairy farms measured by nonparametric Malmquist indices.*

Tauer, L.W.

Se analiza la productividad 70 explotaciones lecheras, descomponiéndola en los componentes de cambio de eficiencia técnica y cambio tecnológico, medida desde 1985 a 1993 a partir del índice de Malmquist aplicando la metodología DEA. La productividad crece de media anual un 2,6%, debido fundamentalmente a mejoras tecnológicas. La eficiencia decrece ligeramente, cifrándose en torno al 89%. El 25% de las explotaciones aumentaron su productividad lo suficiente para compensar la disminución del índice de precios output/input.

- *Correct farm management for improving efficiency from dairy farm.*

Campiotti, M.

Se mide la eficiencia de un grupo de 75 explotaciones lecheras en Italia aplicando la metodología DEA. Se analizan los principales factores que limitan la eficiencia y se proponen alternativas de mejora en el manejo. La eficiencia técnica es del 58%, debiendo corregirse fundamentalmente la asignación de alimentos y mano de obra, como principales causas de ineficiencia.

1999

- *Scale efficiency in the New Zealand dairy industry: a non-parametric approach.*

Jaforullah, M.; Whiteman, J.

Se mide la eficiencia de técnica y de escala del sector lácteo en Nueva Zelanda aplicando la metodología DEA. Los datos proceden de un total de 264 explotaciones lecheras. Los resultados sugieren que el 19% de las explotaciones operan en la escala óptima (83 hectáreas y 260 animales), el 28% por encima de la escala óptima y el 53% con una escala inferior a la óptima. La eficiencia técnica media fue del 89%, siendo la alimentación el principal factor de eficiencia.

- *An application of Data Envelopment Analysis in a sample of dairy farms.*

Psychoudakis, A.; Dimitriadou, E.

Se aplica la metodología DEA en la medida de eficiencia técnica de la mano de obra, equipos y alimentación de una muestra de 86 explotaciones lecheras de Macedonia (Grecia), con datos del periodo 1990/91. Se encuentran 56 explotaciones eficientes, indicándose reducir el consumo de factores inputs en un 30% como media en la muestra analizada. La eficiencia media del grupo fue del 69%.

- *An application of Data Envelopment Analysis to irrigated dairy farms in northern Victoria, Australia.*

Fraser, I.; Cordina, D.

Se realiza un análisis DEA para medir la eficiencia técnica y de escala de una muestra de 50 explotaciones lecheras del norte de Victoria (Australia). Los datos pertenecen a 94/95 y 95/96. Se consideran como inputs el nº de vacas, el nº de hectáreas SAU, el volumen de agua empleada en el riego, la alimentación, fertilizantes (tm) y mano de obra. Como outputs la producción de leche. La eficiencia técnica en el modelo CRS para los años mencionados es del 85,5 y 86,4%, respectivamente. En el modelo VRS, los valores fueron de 90,5% y 90,8%. Existe una alta eficiencia de las explotaciones, mencionándose la posibilidad de incrementar el tamaño de las ineficientes, por presentar rendimientos de escala crecientes. Se destaca la importancia del uso eficiente del alimento como principal factor de producción

- *Production efficiency and organization of Czech dairy farm.*

Mathijs, E.; Dries, L.; Doucha, T.; Swinnen, JFM.

Se mide la eficiencia económica global y de escala con DEA para evaluar las diferencias entre distintas formas organizativas (explotaciones individuales, asociadas a cooperativas u otras asociaciones) y orientaciones en la producción (explotaciones mixtas y uniproducto). Se trabaja con 60 explotaciones lecheras. Se encuentran más eficientes técnicamente las explotaciones mixtas pertenecientes a cooperativas. La eficiencia media es del 45%.

- *Total Factor productivity change in dairy processing plants in India.*

Singh, R.P.; Coelli, T.J.; Fleming, E.

Se mide la eficiencia y productividad de 50 plantas lecheras pertenecientes a distintas cooperativas con datos de los años 1990/94. Se mide la eficiencia económica con DEA y el cambio de productividad mediante TFPI. La eficiencia media fue del 84,4%, siendo superior en las plantas lecheras de mayor tamaño. Aumenta la eficiencia y productividad por años.

- *The DEA method application in efficiency measurement of dairy farm in Poland in 1990 and 1995.*

Rusielik, R.; Switlyk, M.

Se mide la eficiencia relativa de la actividad lechera en Polonia en 1991 y 1995. Se utiliza como muestra 63 explotaciones. Se determina la asignación óptima del recurso tierra, número de vacas y número de trabajadores en base a los resultados de eficiencia obtenidos. La eficiencia técnica media fue del 65%, siendo más eficientes las explotaciones de mayor tamaño.

2000

- *Performance of dairyplants in the cooperative and private sectors in India.*

Satbir, S.; Coelli, T.J.; Fleming, E.

Se mide la eficiencia de costes (descompuesta en eficiencia técnica y asignativa) de 23 plantas lecheras, 13 pertenecientes a cooperativas y 10 privadas. Se aplica la metodología DEA y el método de fronteras estocásticas con datos del periodo 1992/93 – 1996/97. Se comparan los resultados. La eficiencia técnica medida con el método DEA resulta superior a la obtenida con fronteras estocásticas (90% frente a 88%). La eficiencia asignativa medida con el método DEA resulta inferior a la obtenida con fronteras estocásticas (68% frente a 90%). La eficiencia de costes medida con DEA resulta por tanto inferior a la obtenida con fronteras estocásticas (62% frente a 80%). Son más eficientes las plantas cooperativas que las privadas según el método de fronteras estocásticas (82% frente a 78% de eficiencia de costes) y viceversa con el método DEA (58% frente a 67% de eficiencia de costes).

- *Efficiency and productivity analysis of cooperative dairy plants in Haryana and Punjab Stated of India.*

Satbir, S.; Coelli, T.J.; Fleming, E.

Se examina el impacto de la liberalización del mercado en 65 plantas lecheras pertenecientes a 13 cooperativas. Se mide la eficiencia económica con metodología DEA y el cambio en la productividad total mediante en índice de Fisher. Los datos proceden del periodo 1992/93- 1996/97. La media de eficiencia técnica, asignativa y de costes resultó del 91,2%, 73,1% y 66,7%, respectivamente. La Productividad total y eficiencia técnica se reduce entre años consecutivos mientras que mejora la eficiencia asignativa y de costes.

- *Productivity, technical and allocative efficiency and farm size in dairy farming in India: a DEA approach.*

Raghbendra, J; Puneet, C.; Santanu, G.; Jha, R.; Chitkara, P.; Gupta, S.

Se aplica la metodología DEA para estimar la eficiencia técnico-económica de la producción de leche en 3000 explotaciones de Punjab (India) durante los periodos 1981-82 y 1982-83. Se relacionan los resultados con el tamaño de las explotaciones y se discuten las implicaciones de la política agraria del país. La eficiencia media en ambos periodos resultó semejante (38 y 41% respectivamente en los dos años de análisis. La ineficiencia es debida fundamentalmente a la inadecuada asignación de la mano de obra y factor tierra. La mayoría de las explotaciones ineficientes presentan rendimientos de escala crecientes. No existe relación entre tamaño de explotación y eficiencia, siendo más importante aumentar la productividad/vaca para incrementar la eficiencia de uso de factores.

- *Farmer Efficiency and Technology Use with Age.*

Tauer, L.; Lordkipanidze, N.

Se mide la productividad de los ganaderos de leche en Estados Unidos por edades, aplicando la metodología DEA para estimación del índice de Malmquist descompuesto en sus componentes de eficiencia y tecnología. Se utilizan datos del año 1992. Se encuentra una eficiencia media del 76%, siendo más eficientes las explotaciones con más inversiones en capital. Se encuentra correlación positiva entre eficiencia y la edad, el nivel de especialización y formación del productor.

4.5.2. FRONTERAS ESTOCÁSTICAS.

1991

- *Dairy farm efficiency measurement using stochastic frontiers and neoclassical duality.*

Bravo-Ureta, B.E.; Rieger, L.

Se estima una frontera estocástica por el método de máxima verosimilitud para medir la eficiencia técnica (productiva) y económica (de costes) atendiendo a la teoría neoclásica de la dualidad. Se trabaja con una muestra de 87 explotaciones lecheras de Estados Unidos. Se relaciona los valores de eficiencia técnica con los valores de eficiencia de costes.

La eficiencia técnica media del grupo resulta del 76%, siendo algo más baja el valor medio de eficiencia de costes (71%), estando ambas positivamente correlacionadas.

- *A generalised production frontier approach for estimating determinants of inefficiency in US dairy farms.*

Kumbhakar, S.C.; Ghost, S.; McGuckin, J.T.

Se analizan las principales causas de ineficiencia de una muestra de explotaciones lecheras de Estados Unidos mediante la estimación de fronteras de producción determinística (método de los mínimos cuadrados ordinarios corregidos) y estocástica con datos correspondientes al año 1988. Ambos métodos demuestran que la eficiencia media del grupo es del 53%, demostrándose que la edad del empresario y su nivel de formación están positivamente relacionados con la eficiencia técnica.

1992

- *Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to dairy farmers in India.*

Batesse, G.E.; Coelli, T.J.

Se mide la eficiencia técnica de los productores de leche en India usando una frontera de producción estocástica. Los datos proceden del “*International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT)*” recopilados en tres poblados: Aurepalle, Kanzara y Shirapur de la región de Andhra Pradesh. Se comparan los resultados de eficiencia obtenidos en los tres poblados y se analizan las causas de las diferencias encontradas. Los valores de eficiencia fueron respectivamente del 45%, 56% y 48%. Las ineficiencias se deben a una inadecuada asignación de la tierra y mano de obra.

1993

- *Estimación de eficiencia técnica en explotaciones lecheras con datos de panel.*

Arias, C.; Álvarez, A.

En este trabajo se calcula y analiza la eficiencia técnica de una muestra de 112 explotaciones lecheras asturianas empleando datos de panel (1987-89). Se comparan los resultados de la estimación de un modelo de efectos fijos con los de la estimación de una función de producción frontera estocástica. Se utilizan como variables inputs las hectáreas de SAU, las UTH, el número de vacas, el consumo de pienso (kg), coste del consumo de forrajes y el coste de amortización de maquinaria. Se concluye que las explotaciones no producen en su óptimo, teniendo una eficiencia técnica media con el método de fronteras estocásticas del 82%. Se aconseja la reducción del coste de producción mejorando la capacidad de gestión del empresario.

1994

- *Análisis de costos en explotaciones lecheras de la región central argentina con algunas comparaciones internacionales.*

Schilder, E.D.; Bravo-Ureta, B.E.

Se estima una frontera estocástica de costes para medir la eficiencia relativa de 84 explotaciones lecheras de la región central argentina. Se relacionan los resultados obtenidos con el tamaño y manejo. Se realizan comparaciones con Estados Unidos, Canadá y España. La eficiencia media de costes resultó ser del 83%. La productividad/vaca y UTA muy bajas y los costes unitarios totales menores que España, USA y Canadá.

1995

- *Efficiency, environmental contaminants and farm size: testing for links using stochastic production frontier.*

Hadri, K.; Whittaker, J.

Se analiza la relación entre tamaño de explotación, eficiencia técnica y uso de agroquímicos en una muestra de 35 explotaciones lecheras del suroeste de Inglaterra, durante el periodo 1987/91. Se desarrollan dos modelos de frontera estocástica de producción, una por cada variable mencionada. Se demuestra la correlación positiva entre eficiencia técnica y uso de contaminantes, y entre eficiencia técnica y tamaño de explotación.

- *An econometric decomposition of dairy output growth.*

Ahmad, M.; Bravo-Ureta, B.E.

Se estima una frontera de producción estocástica para medir la eficiencia técnica de 96 explotaciones lecheras de Vermont (USA), durante el periodo 1971/84. Se estudia el efecto del tamaño de explotación y el progreso técnico ocurrido en esos años.

Los resultados muestran un incremento medio anual de la producción de leche en un 2,5%. Un 56% de este crecimiento es atribuido al aumento del tamaño de las explotaciones y un 44% al aumento de la productividad. El progreso tecnológico ha contribuido en un 94% a ese aumento de productividad, mientras que la mejora en la eficiencia técnica solo ha contribuido en un 6%.

- *Resource use efficiency and optimum allocation in milk production on small farms in northern Haryana.*

Kairon, R.S.; Singh, R.V.; Singh, H.

Se desarrolla una frontera estocástica para medir la eficiencia y optimizar la producción de leche en la región de Haryana (India), considerando como inputs la mano de obra, los concentrados y el forraje verde de la ración.

La eficiencia media estimada fue del 51%, siendo posible incrementar la producción de leche aumentando el aporte de concentrados y reduciendo la asignación de forraje verde y mano de obra.

1996

- *Efficiency analysis with panel data: a study of Portuguese dairy farms.*

Hallam, D.; Machado, F.

Se mide la eficiencia técnica relativa de 85 explotaciones lecheras del noroeste de Portugal durante el periodo 1989/92. Se utilizan distintos estimadores de fronteras estocásticas comparándose sus resultados. Los resultados sugieren una eficiencia económica global del 60 – 70%. Existe correlación positiva entre eficiencia y tamaño de explotación, siendo independiente del grado de especialización.

- *Technical efficiency in the New Zealand dairy industry: a frontier production function approach.*

Jaforullah, M.; Devlin, N.J.

Se mide la eficiencia técnica y su relación con el tamaño de una muestra de 264 explotaciones lecheras de Nueva Zelanda. Partiendo de los datos correspondientes a la campaña 91/92, se estiman dos tipos de fronteras estocásticas: translogarítmica y Coob-Douglas, asumiendo tres distribuciones distintas para el término de ineficiencia: seminormal, normal truncada y exponencial. Se comparan los valores de eficiencia obtenidos.

Asumiendo la distribución seminormal, con la función translogarítmica la eficiencia técnica media resultó comprendida en un rango entre 76 y 95%, mientras que con la función media la eficiencia resultó del 90%. No se encuentran diferencias entre tamaño y eficiencia técnica. La producción de leche en Nueva Zelanda se caracteriza por tener rendimientos constantes de escala.

- *Efficiency and ownership in Slovene dairying: a comparison of econometric and programming techniques.*

Piesse, J.; Thirtle, C.; Turk, J.

Se compara la eficiencia técnica de 4 cooperativas lecheras y 12 explotaciones privadas en Eslovenia a lo largo del periodo 1974/90. Se estima una frontera estocástica de tipo Coob-Douglas y el índice de Malmquist de productividad total. Se mide experimentalmente en años sucesivos en eficiencia y productividad.

Amas aproximaciones muestran un crecimiento en la productividad mayor en las explotaciones privadas, siendo además más eficientes técnicamente (81% frente a 78%). Debido a la mayor productividad alcanzada en las explotaciones de cooperativas, el aumento de productividad por años es menos manifiesto.

- *An economic analysis of technical efficiency in milk production.*

Shiyani, S.L.; Singh, R.V.

Se comparan los valores de eficiencia en producción de leche entre productores no socios y socios (131 de cada grupo) pertenecientes a cuatro cooperativas. Los productores socios y no socios poseen de media respectivamente 64 y 78 vacas y 139 y 117 búfalas respectivamente. Se aplica el método de fronteras estocásticas estimando los coeficientes de la función para las variables concentrados, forraje, mano de obra y otros costes relevantes. La eficiencia de producción de leche de vaca se estima entre 79,08% y 89,72% para los socios y 72,55 y 81,98% para productores no socios. Con respecto a la producción de leche de búfala, estos valores fueron de 81,64 - 84,39% y 72,52 - 79,79%, respectivamente. La eficiencia tiende a ser mayor en invierno y menor en las estaciones lluviosas.

- *Cost efficiency on milk production for some states in the USA: econometric estimation vs. Index numbers.*

Cocchi, H.; Bravo-Ureta, B.E.

Se mide la eficiencia de costes empleando métodos econométricos y número índices, de explotaciones lecheras pertenecientes a seis estados de EE.UU: Michigan, Nueva York, Vermont, Pennsylvania, Maine y Connecticut. Se analizan cinco años no consecutivos (1968, 1970, 1977, 1980 y 1988), clasificando las explotaciones por tamaños. La eficiencia media estimada para cada año de análisis fue del 86,4%; 38,59%; 80,2%; 82,5% y 84,5%, respectivamente, siendo superior en las explotaciones de mayor tamaño del estado de Michigan. Se muestra un aumento de eficiencia y productividad por años a excepción del año 1970. Se demuestra la existencia de economías de tamaños en las explotaciones de todos los estados.

- *A study of economic efficiency of Iranian farmers in Ramjerd district: an application of stochastic programming.*

Torkamani, J.; Hardaker, J.B.

Se estima una frontera estocástica para medir la eficiencia económica de una muestra de explotaciones de leche de Irán. El valor obtenido fue del 47%. Los resultados demuestran que se aumentaría sustancialmente su rendimiento neto con una mayor eficiencia técnica y asignativa de sus recursos. Dada la aversión al riesgo de los ganaderos (prefieren obtener ganancias con el menor riesgo posible), se destaca la importancia de incrementar la productividad y eficiencia de la explotación.

- *Cost efficiency in Alberta Dairy Production*

Richards, T.J.; Jeffrey, S. R.

Se estima una frontera de producción estocástica para medir la eficiencia técnica de la producción de leche en el estado de Alberta, Canadá. Se utilizan datos de 55 productores con datos de 1989 a 1991. Para analizar la relación entre eficiencia, costes de producción, tamaño del rebaño y productividad/vaca se estima una función de costes estocástica. Se encuentran eficientes técnicamente 21 explotaciones, siendo el valor medio de eficiencia del 86,4% con un desvío estándar de 11,9%. Se encuentra correlación negativa entre tamaño y costes unitarios pudiendo potenciarse la economía de escala aumentando el tamaño de explotación. El tamaño óptimo se fija en 250 vacas, siendo el tamaño medio de las explotaciones de la muestra de 66 vacas. En contraste con el efecto del tamaño, la productividad/vaca no tiene efecto sobre los costes de producción. Resultan más ineficientes las explotaciones con un menor aporte de concentrados a favor de un mayor aporte de forrajes.

- *Cost and efficiency in Ontario and Quebec's dairy production.*

Barichello, R.; Lambert, R.; Richards, T.J.; Romain, R.F.;

Stennes, B.

Se estima una frontera de producción estocástica y una de costes para medir la eficiencia técnica y analizar la relación entre tamaño de explotación, costes de producción, eficiencia y productividad/vaca. Se comparan explotaciones lecheras de los estados de Quebec y Ontario. Las variables empleadas son concentrados, heno, trabajo y capital. La eficiencia técnica media de la muestra resultó ser del 81% siendo superior en las explotaciones de mayor tamaño. Respecto a la función de costes se encontró una relación negativa entre costes y tamaño en Ontario, disminuyendo significativamente los costes de producción medios al aumentar el tamaño de explotación. Por el contrario en Quebec los costes de producción no varían significativamente con el tamaño de explotación, dependiendo más de la productividad/vaca. El tamaño óptimo de explotación es de 257 vacas en Ontario y 206 en Quebec.

- *Factor influencing costs of milk production in Alberta.*

Jeffrey, S. R.; Richards, T.J.

Se investiga la relación entre tamaño de explotación, productividad, costes de producción y eficiencia técnica de la industria lechera de Alberta. Se utilizan datos de 55 productores con datos de 1989 a 1991. Se estima una frontera de producción estocástica con dos métodos: mediante un procedimiento iterativo sobre la "frontera media" y por el método de máxima similitud. La eficiencia técnica media con el primer método resultó del 89%, con el segundo método fue del 86,4%. Se encuentran más eficientes y con menos costes/litro las explotaciones de mayor tamaño.

1997

- *The ranking method for measuring a specific farm technical inefficiency.*

Al-Kahtani, S.H.; Sofian, B.E.

Se mide la eficiencia técnica y económica de un grupo de 25 explotaciones lecheras de Arabia Saudí, a partir de una frontera de producción estocástica. La eficiencia media del grupo se compara con la media obtenida en 25 explotaciones de gallinas de puesta y 42 granjas hortofrutícolas estudiando sus respectivos rendimientos por hectárea. Las explotaciones hortofrutícolas y lecheras presentan rendimientos de escala crecientes, las avícolas rendimientos constantes. Se obtiene una mayor productividad por hectárea en las explotaciones hortofrutícolas y lecheras de mayor tamaño, siendo por tanto las más eficientes. La eficiencia media de las explotaciones lecheras fue del 69%.

- *Modelling stochastic frontier functions to measure the influence of individual farm investment support on technical efficiency.*

Brummer, B.; Loy, J.P.

Se mide la eficiencia técnica de un grupo de explotaciones lecheras en Alemania que había participado en un programa de mejora de la productividad. Se analizan la mejora en su eficiencia desarrollando una frontera estocástica a efectos de comparar sus resultados con los obtenidos antes del inicio del programa. Se analizan los resultados desde 1987 hasta 1994.

Los resultados indican un alto grado de eficiencia técnica (84%). La participación en el programa no mejora la eficiencia, e incluso produce un efecto negativo.

1998

- *Using alternative methods to estimate the level of technical efficiency for specialized dairy farms in the Kingdom of Saudi Arabia.*

Al-Zoom, A.

Se mide la eficiencia técnica de un grupo de explotaciones lecheras de Arabia Saudí, mediante dos tipos de fronteras paramétricas: determinística y estocástica. Se comparan sus resultados y se relaciona los valores de eficiencia obtenidos con el tamaño de explotación. Los valores de eficiencia técnica estimada fueron respectivamente del 31,1 y 26,9%, respectivamente. El análisis muestra la correlación positiva existente entre eficiencia y tamaño de explotación usando el modelo estocástico. La correlación entre eficiencia y rendimiento de los costes variables fue altamente positiva en la estimación de ambos métodos.

- *Measuring and interpreting levels of technical efficiency: a firm analysis model with application to Rica dataset.*

Maietta, O.W.

Se mide la eficiencia técnica de un grupo de 43 explotaciones lecheras de Italia, con datos del periodo 1980/92, estimando una frontera estocástica por el método de máxima verosimilitud y asumiendo una distribución normal truncada del término de ineficiencia. Se consideran como variables input la edad del productor, horas de trabajo y si el productor pertenece o no a una cooperativa o asociación.

El valor de la eficiencia técnica media fue del 54%, mayor en las explotaciones privadas que en las asociadas. Del mismo modo se observa una correlación negativa entre eficiencia y edad del productor.

- *Studies on analysis of the management efficiencies from investment on dairy farm facilities.*

KwangSeok, K.; JaeHwam, K.; y otros.

Se desarrolla una frontera estocástica que mida la eficiencia económica de un grupo de 17 explotaciones lecheras en la República de Corea, con datos del año 1996. Se clasifican en dos grupos por tamaño (A con 30 a 50 vacas y B con más de 50 vacas) subdividiendo cada grupo en dos tipos de manejo: semiautomático y totalmente automático. Se comparan sus resultados. Se encuentran más eficientes las explotaciones del grupo B con manejo semiautomático, por suponer menores costes fijos. Se lograría una mayor eficiencia económica en el grupo A aumentando el tamaño de explotación.

1999

- *Analytical study of economics and constraints of milk production in Assiut Governorate.*

Al-Zoom, A.

Se desarrolla una frontera estocástica para medir la eficiencia económica de 160 explotaciones lecheras en Egipto. Se estima una función de producción y otra de costes para determinar los factores que más afectan a la producción. La eficiencia técnica media fue del 68%, la eficiencia económica del 53%. No existe relación entre tamaño de explotación, costes de producción y eficiencia. Se concluye que las explotaciones deben aumentar su productividad y eficiencia para reducir los costes unitarios de producción.

- *Some Imperatives of the Green Revolution: Technical Efficiency and Ownership of Inputs in Indian dairy farms.*

Jha and Rhodes

Se estima una frontera de producción estocástica con el propósito de valorar los requisitos necesarios para una exitosa adaptación a la Revolución Verde India. Aparentemente, para el estado indio de Haryana, el tamaño de la explotación, la propiedad de la tierra y de la maquinaria tienen una influencia altamente positiva en la eficiencia técnica. La eficiencia media es del 41%.

2000

- *Measurement of technical and allocative efficiency in indian dairy processing plants: an input distance function approach.*

Satbir, S.; Coelli, T.J.; Fleming, E.

Se mide la eficiencia de costes (descompuesta en eficiencia técnica y asignativa) de 23 plantas lecheras, 13 pertenecientes a cooperativas y 10 privadas. Se aplica el método de frontera estocástica ajustada a una función de tipo Coob-Douglas, en un modelo orientado a input. Se utilizan datos del periodo 1992/93 – 1996/97, estimándose los parámetros de la función por el método de máxima verosimilitud. La eficiencia técnica media en las plantas cooperativas resultó del 87,4%, la eficiencia asignativa del 90,4% y la eficiencia de costes del 78,8%. En plantas privadas del 86,7%, 84,4% y 72%, respectivamente. La media total fue del 86,4%, 88,5% y 76,3%, respectivamente. En términos de beneficio y rentabilidad del capital invertido se encuentran más eficientes las plantas privadas.

- *The efficiency of the Australian dairy processing industry.*

Doucoulagos, H.; Hone, P.

Se analiza la mejora económica de la industrialización de productos lácteos evaluando el efecto de la desregularización del sector en Australia. Se aplica el método de fronteras estocásticas para derivar la estimación del índice de Malmquist de productividad total. Se trabaja con plantas lecheras de diversos estados. La eficiencia media fue del 83%. Se evidencia una mayor eficiencia en el estado de Victoria y la convergencia de los niveles de productividad existente entre estados.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS.

1. Descripción del grupo en estudio.

1.1. Explotaciones analizadas.

La producción de leche de vaca en la provincia de 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 toda la provincia, con el 94% del censo de explotaciones dedicadas a esta actividad y con el 98% del efectivo total de bovinos de leche. Por este motivo el trabajo se ha centrado en dichas comarcas.

Inicialmente se obtuvo información de 50 explotaciones, siendo necesario eliminar a 12 al presentarse valores extremos y datos incompletos, por lo que el grupo de estudio quedó reducido a 38 explotaciones.

El número de explotaciones analizadas por comarca y el porcentaje que representan respecto al total en estudio y la población provincial figura en la tabla IV.1. En la figura IV.1. se expone su distribución geográfica.

Tabla IV.1. N° explotaciones por comarca y porcentajes.

COMARCA	N° de Explotaciones	% del total a analizar	% de la población por comarca	% de la población provincial
Los Pedroches ⁽¹⁾	27	71,1	4,5	3,2
Campiña Baja ⁽²⁾	4	10,5	4,3	0,5
Las Colonias ⁽³⁾	7	18,4	6,1	0,8
TOTAL	38	100	15	4,5

Fuente: Elaboración propia.

⁽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: Incluyen los municipios de La Carlota y Fuente Palmera.

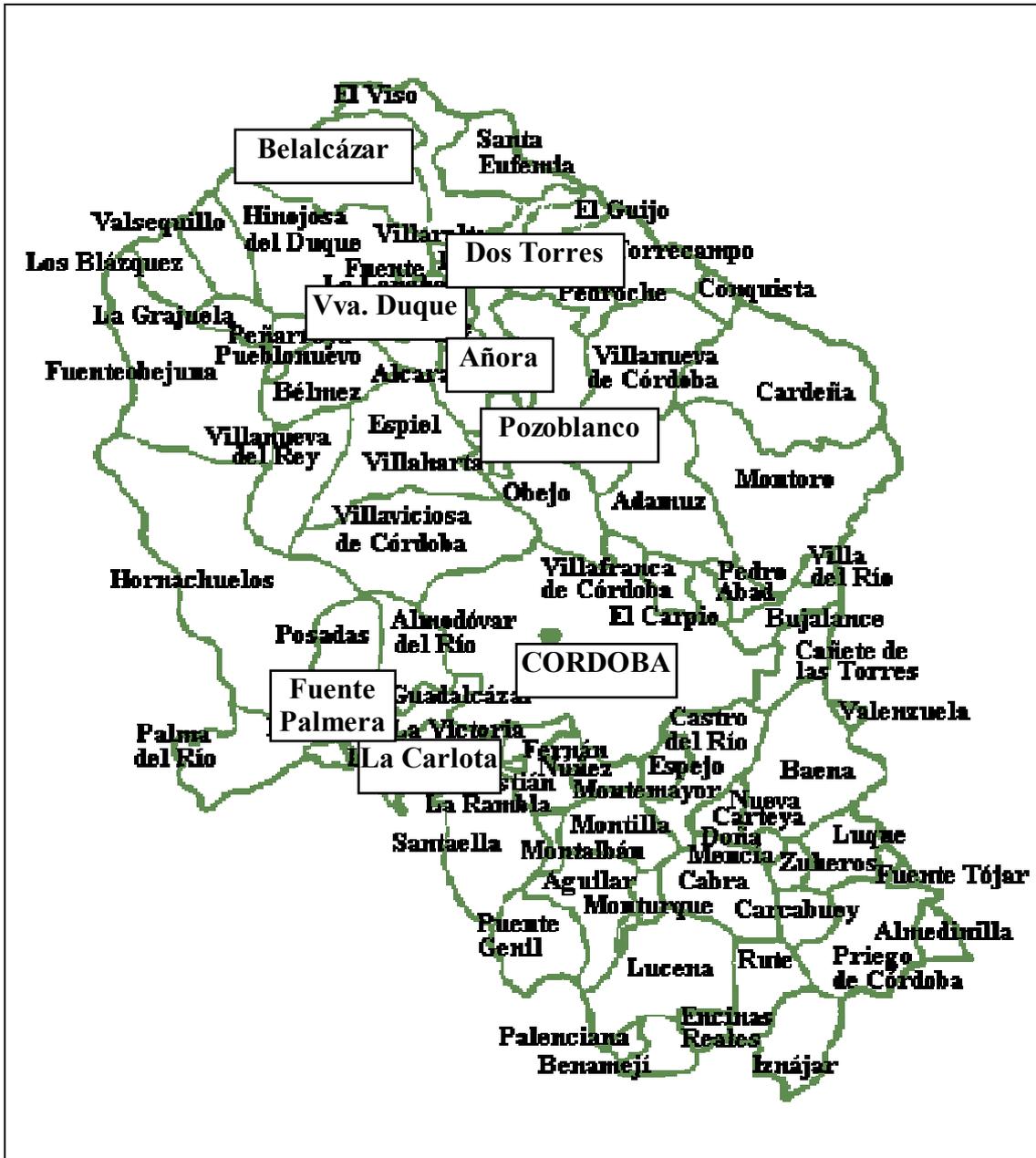


Figura IV.1. Distribución geográfica de las explotaciones analizadas.

1.2. 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 información 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.

1.3. Variables.

La base de datos recogida de esas 38 explotaciones fue muy amplia, referente a las disponibilidades de superficie, mano de obra, ganado, maquinaria, edificios; producciones y consumos de alimentos; aspectos sociales y opiniones sobre intenciones, problemas, etc. De toda esta información se filtró la de interés para la consecución de los objetivos planteados. Las variables con las que se trabajó se muestran en el ANEXO I. A continuación se describen las más relevantes y sus estadísticos básicos estimados con el logicial STATGRAPHICS Ver. 3.1, según las indicaciones de Martos, 1996.

1.3.1. Descripción estadística de las variables físicas.

A. Superficie y aprovechamientos.

La superficie total media de las 38 explotaciones es de 42,59 ha y de ellas 30,96 están destinadas al vacuno de leche, por lo que la Superficie Agraria Util destinada a leche (SAU leche) representa aproximadamente el 73% de la superficie total (tabla IV.2.).

Tabla IV.2. Media y estadísticos de superficie y aprovechamientos.

Estadísticos básicos	ha totales	% ha propia	SAU leche	ha pasto	ha forraje	ha grano	% regadío
Media	42,59	59,88	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

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.

En el conjunto de las explotaciones, 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 desglosar sus datos para analizar las posibles diferencias con respecto a las otras dos comarcas (tablas IV.3., IV.4. y IV.5.).

Tabla IV.3. Superficie y aprovechamientos en el Valle de Los Pedroches.

Estadísticos	ha totales	SAU leche	ha pasto	ha forraje	% regadío
Media	57,04	41,54	10	28,84	2,64
Desv. Tip	56,42	33,76	16,47	31,96	4,2

Tabla IV.4. Superficie y aprovechamientos en la Campiña Baja.

Estadísticos	ha totales	SAU leche	ha pasto	ha forraje	% regadío
Media	4,075	4,075	0	3,75	100
Desv. Tip	2,52	2,52	0	2,25	0

Tabla IV.5. Superficie y aprovechamientos en Las Colonias.

Estadísticos	ha totales	SAU leche	ha pasto	ha forraje	% regadío
Media	8,86	5,54	0	5,54	100
Desv. Tip	8,52	3,75	0	3,75	0

Se observa una mayor superficie por explotación en la comarca de Los Pedroches destinada fundamentalmente al pasto y la producción de forrajes de secano, siendo su porcentaje de regadío muy inferior a los restantes. Por el contrario el valor de la tierra de regadío en las comarcas de Campiña Baja y Las Colonias explica la menor disponibilidad de hectáreas para uso ganadero, estando destinada fundamentalmente para labor agrícola.

B. Censo y carga.

Tabla IV.6. Media y estadísticos de censo y carga.

Estadísticos básicos	Nº vacas medio	Carga (vacas/ha)	Carga (vacas/ha equivalentes*)
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

(*) Ha equivalentes: calculadas estimando que 1 ha de regadío equivale a 9 de secano.

Como puede observarse en la tabla IV.6., el número medio de vacas en las 38 explotaciones es de 51,74 cabezas, variando desde un mínimo de 8 a un

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

En la tabla IV.7. 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 seco, considerando 1 ha de regadío como 9 de seco o SAU equivalente seco.

Tabla IV.7. 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
Campaña 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

Se destaca que en el conjunto encuestado solo se dispone de 0,22 ha por vaca, variando desde un mínimo en Campaña 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 Campaña Baja (1,15).

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

En el cálculo de las UTA o Unidad de trabajo Agrario se considera que una persona que es fija equivale a una UTA. En el cálculo de horas trabajada, se han considerado las declaradas por persona (familiar o asalariada) y vaca.

Tabla IV.8. Media y estadísticos de la mano de obra.

Estadísticos básicos	UTA total	UTA familiar	UTA asalariada	% UTA 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

En la tabla IV.8. puede observarse que en el conjunto analizado se dispone de 1,96 UTA por explotación, variando desde un mínimo de 0,8 UTA a un máximo de 6,1. De ellas 1,68 UTA son de carácter familiar y 0,28 asalariada.

La mayoría de la mano de obra es familiar, ya que para las explotaciones estudiadas casi el 90% de las UTA son familiares, con un porcentaje análogo referido a horas UTA. Sólo 2 explotaciones carecen totalmente de UTA familiares, mientras que 27 de las 38 carecen por completo de UTA 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.

Tabla IV.9. Media y estadísticos de la producción de leche (litros) y terneros (unidades).

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

En la tabla IV.9. 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.

E. Consumo de alimentos y tasa de abastecimiento externo.

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.

Tabla IV.10. Media y estadísticos del consumo de alimentos (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

El consumo medio de paja y heno es de 1.620 y 1.517 kg respectivamente, siendo poco importante el de forraje en mezcla y otros forraje (tabla IV.10.).

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 (tabla IV.11.):

Tabla IV.11. 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

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 (tabla IV.12.). En esa misma tabla se refleja que casi el 80% de las UF suministradas proceden de alimentos concentrados, considerando en este grupo los piensos compuestos, granos, tortas de oleaginosas, pulpa de remolacha seca, etc.

Tabla IV.12. 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

Finalmente se analiza la tasa de abastecimiento externo (tabla IV.13.).

Tabla IV.13. Media y estadísticos de la tasa de abastecimiento externo de los alimentos.

Estadísticos básicos	Pienso vaca	Pienso recrío	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

El pienso de vaca, la paja y el pienso de recrío son utilizados en la totalidad de las explotaciones consideradas ya que todas poseían terneros durante el ejercicio analizado, procediendo del exterior el 100% del primero, el 89,47% del segundo y el 97,63% del tercero.

El heno es usado en 29 de las explotaciones. Considerando sólo éstas únicamente se compra el 34,3% del utilizado. El silo 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.

Tabla IV.14. Maquinaria y equipos disponibles.

Explotaciones que disponen de:	Nº de explotaciones (sobre 38 totales)	%
Tractor	29	76,32
Carro mezclador (Unifeed)	11	28,95
Molino de pienso	6	15,79
Tanque de frío	37	97,37
Equipo de ordeño		
Sala de ordeño	19	50
Circuito de ordeño	11	28,95
Olla fija	3	7,89
Olla Portátil	8	21,05
Total explotaciones	38	100

En la tabla IV.14. 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.

El sistema de ordeño más frecuente en el grupo estudiado es la sala de ordeño, 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.).

1.3.2. Descripción estadística de las variables económicas.

A. Capital edificios, equipos, ganado y circulante.

Tabla IV.15. Media y estadísticos del capital (ptas).

Estadísticos básicos	C.total /UTA	C.total /vaca	C.Edif ⁽¹⁾ /vaca	C.Emov ⁽²⁾ /vaca	C.Eaux ⁽³⁾ /vaca	C.Gan ⁽⁴⁾ /vaca	C.Circ ⁽⁵⁾ /vaca
Media	12.917.600	487.572	71.220	47.800	23.235	310.691	34.625
Desv.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 construcciones.

(2) C.Emov: Incluye la maquinaria, aperos y vehículos de transporte.

(3) C.Eaux: Comprende las instalaciones y elementos de ordeño y refrigeración.

(4) C.Ganado: Comprende 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.

Según lo declarado, en la tabla IV.15. se observa que las explotaciones en estudio tienen un capital cercano a las 490.000 ptas por vaca, de las que el 67% lo aporta el ganado, siguiendo los otros capitales, ya a gran distancia. (Figura IV.2.).

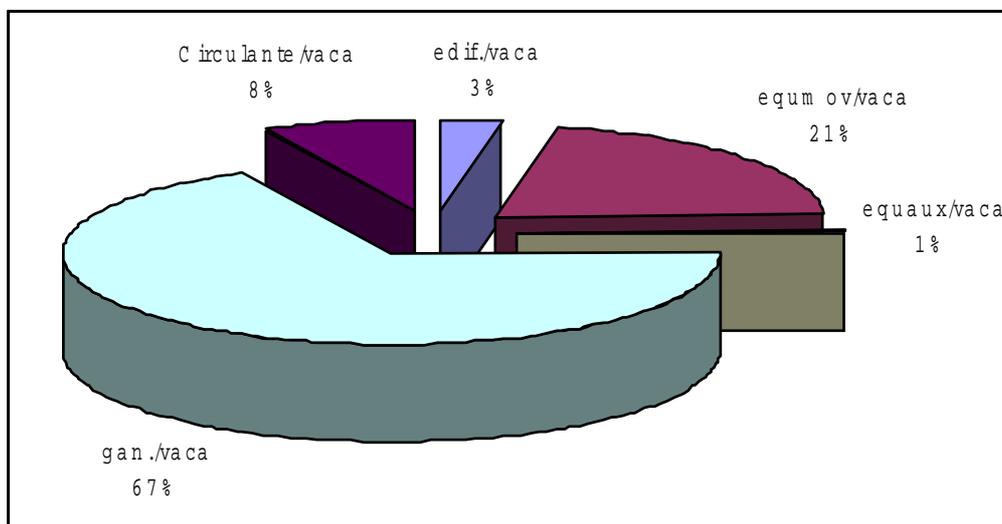


Figura IV.2. Porcentajes de las distintas partidas de capital.

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.

No obstante, para contrastar la exactitud de dicha información, se han consultado las opiniones de diferentes ganaderos de cada comarca.

En la tabla IV.16., se presentan los precios medios de la hectárea obtenidos en las comarcas en estudio.

Tabla IV.16. Precios medios de la tierra por comarcas (ptas/ha).

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

Fuente: Delegación provincial de Agricultura y elaboración propia.

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

$$K_{tierra} = SAU_{leche} * \left[\left(\frac{ha\ secano_{propia}}{ha\ secano_{total}} * ptas / ha\ secano \right) + \left(\frac{ha\ regadio_{propia}}{ha\ regadio_{total}} * ptas / ha\ regadío \right) \right]$$

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

En la tabla IV.17. se recogen los principales indicadores de los precios corrientes, tanto del producto como de los principales factores de producción, según lo declarado por las 38 explotaciones. 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.

Tabla IV.17. Media y estadísticos de los precios de la leche y los factores de producción.

Estadísticos básicos	Ptas/l.leche	Ptas/vaca	Ptas/ternero	Ptas/kg concentrado vacas	Ptas/kg paja	Ptas/kg heno	Ptas/kg silo	Ptas/Hora Mano obra total
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

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 (tabla IV.18.).

Tabla IV.18. Correlaciones.

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

Se observa 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 y valorada también al precio de venta.
- *Venta de terneros.*- Es la diferencia entre la venta y la compra de estos animales.

- *Venta neta del resto de animales.*- Es la diferencia 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 recría 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.

En la tabla IV.19. se presentan las medias y estadísticos considerando las explotaciones en estudio.

Tabla IV.19. Media y estadísticos de los ingresos totales por litro (ptas/litro).

Estadísticos básicos	Total	Leche	Terneros	Resto animales	Variación inventario	Estiércol	Subvención
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

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 (figura IV.3.). En esta misma tabla y figura 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.

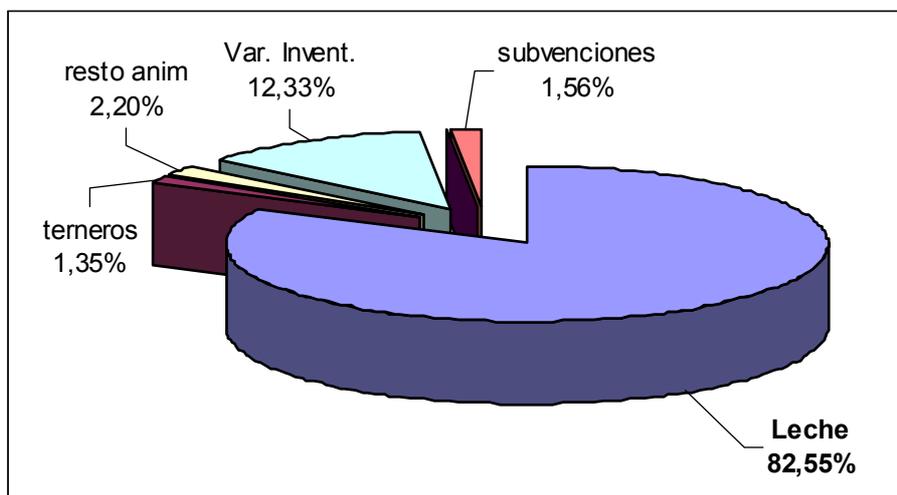


Figura IV.3. Porcentajes de las distintas partidas de ingresos por litro.

E. Costes variables (CV) 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 recría. 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 recría.

- *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 semillas, 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 (CV).*

Tabla IV.20. Media y estadísticos de los costes variables por litro (ptas/litro).

Estadísticos básicos	CV totales	Compra alimentos	No concentrado	Concentrado vaca	Concentrado terneros	Sanidad y reproducción
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	Mano obra eventual ⁽¹⁾	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

(1) Se incluye Seguridad Social.

Como puede verse en la tabla IV.20. y especialmente en la figura IV.4. el principal componente de los costes variables en estas explotaciones 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%.

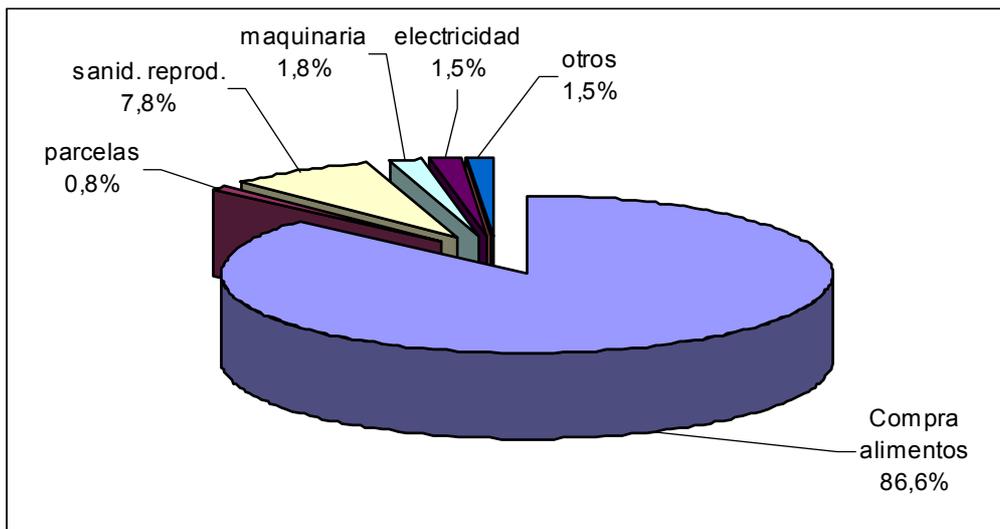


Figura IV.4. Porcentajes de las distintas partidas de costes variables por litro.

F. Costes fijos (CF) 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 fijos 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.

Tabla IV.21. Media y estadísticos de los costes fijos por litro (ptas/litro).

Estadísticos básicos	CF totales (ptas/l)	Mano obra fija ⁽¹⁾ (ptas/l)	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

(1) Se incluye Seguridad Social (SS).

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

Los costes fijos suponen de media 6,92 ptas por litro, habiéndose englobado en ellos los conceptos que aparecen en la tabla IV.21. y figura IV.5.

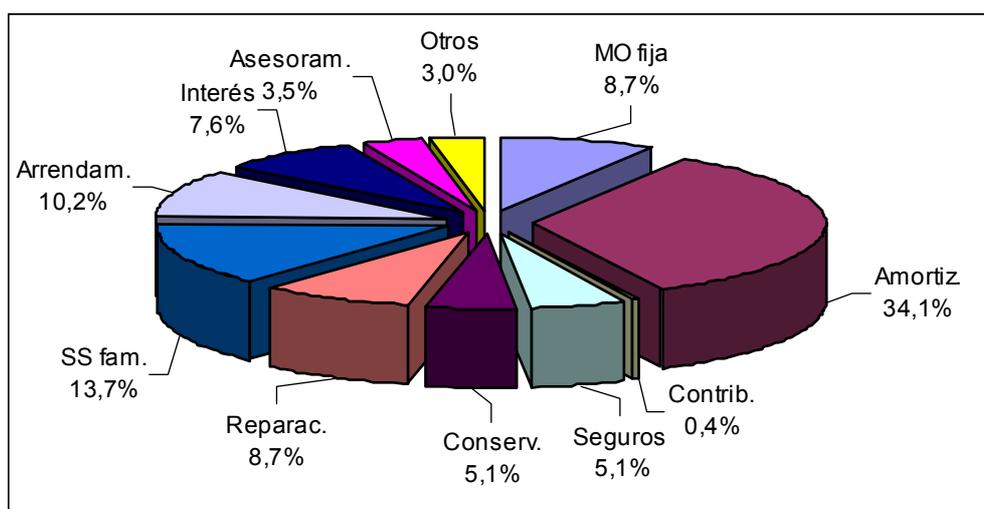


Figura IV.5. Porcentajes de las distintas partidas de costes fijos por litro.

Como puede verse la mayor importancia relativa en estas explotaciones, la tienen las amortizaciones, que con 2,36 ptas suponen el 34,1%, le sigue la Seguridad Social familiar, arrendamientos y la Mano de obra fija con el 13,7%, el 10,2% y el 8,7%, respectivamente.

G. Resumen costes totales por litro.

Los costes totales son la suma de los costes variables y los costes fijos. En la tabla IV.22. y figura IV.6. puede observarse que alcanzan de media 40,65 ptas, con una contribución de los costes variables en un 83%.

La estructura de costes y el peso que suponen las principales partidas se presenta en la figura IV.7.

Tabla IV.22. 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

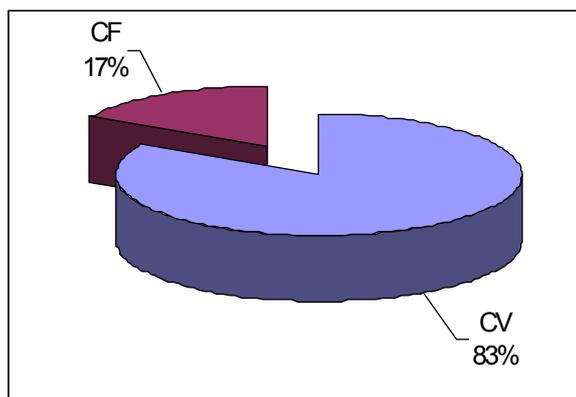


Figura IV.6. Porcentaje de CF y CV.

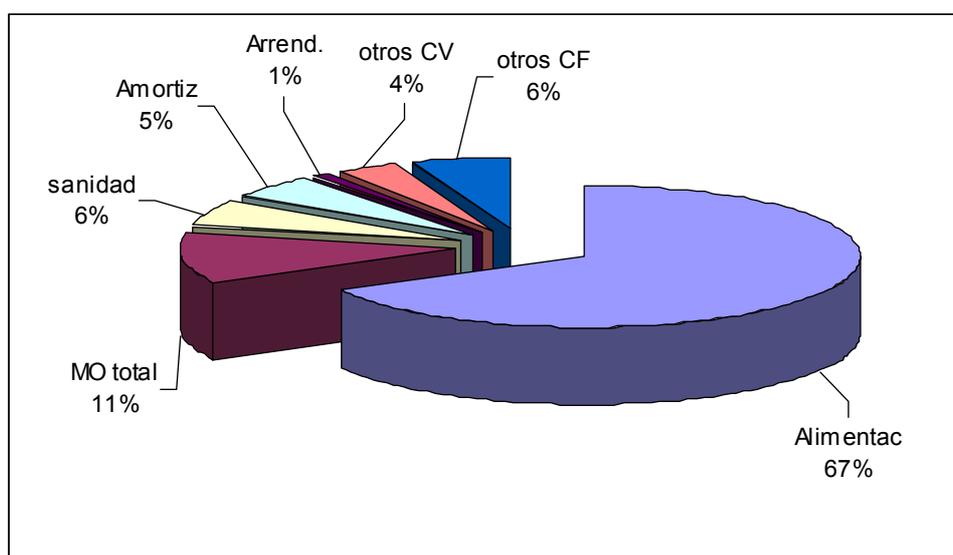


Figura IV.7. Estructura de costes (peso en porcentaje).

H. Márgenes y beneficios.

Tabla IV.23. Media y estadísticos de los márgenes y beneficio (ptas/litro).

Estadísticos básicos	MB estándar	MB	Beneficio
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

El margen bruto (MB) por litro se ha calculado como la diferencia entre los ingresos y los costes variables por litro. Considerando las 38 explotaciones, alcanza la cifra media de 20,31, variando desde 8,43 ptas/litro a 37,44 (tabla IV. 23.).

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 (tabla IV. 23.).

El beneficio, margen global 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 (tabla IV. 23.).

I. Rentabilidad económica y su relación con el beneficio.

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 beneficio o margen global de la empresa y su patrimonio o activo.

Este ratio, estimado con un criterio uniforme para todas las explotaciones de la muestra, podrá servir para compararlas en función del valor obtenido para cada una de ellas.

El interés por este índice 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 una de las 38 explotaciones (denominadas "j", en general) 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 beneficio o margen 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 sus costes fijos y variables ($C = 1, \dots, m$).

$$AN_j = (Keq_j - Aeq_j) + (Ked_j - Aed_j) + Kt_j$$

donde AN_j representa el activo total neto o patrimonio neto de la explotación "j"; Keq_j es el capital en equipos móviles y fijos; Aeq_j es el coste amortización acumulado de equipos; Ked_j es el capital en edificios o construcciones; Aed_j representa el coste amortización acumulado de los edificios y Kt_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 la tabla IV.24.

Tabla IV.24. Media y estadísticos de la rentabilidad económica (%).

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

1.3.3. Relaciones entre variables.

Elaboración de la matriz de correlación.

En los apartados anteriores se han descrito los valores medios y estadísticos de distintos índices y variables técnicas y económicas de las 38 explotaciones, observándose una gran variabilidad en muchos de ellos.

Como ejemplo, obsérvese la figura IV.8. que muestra el histograma de frecuencias de la producción de leche por vaca o la figura IV.9., con el histograma de frecuencias del consumo de alimento en kg por vaca.

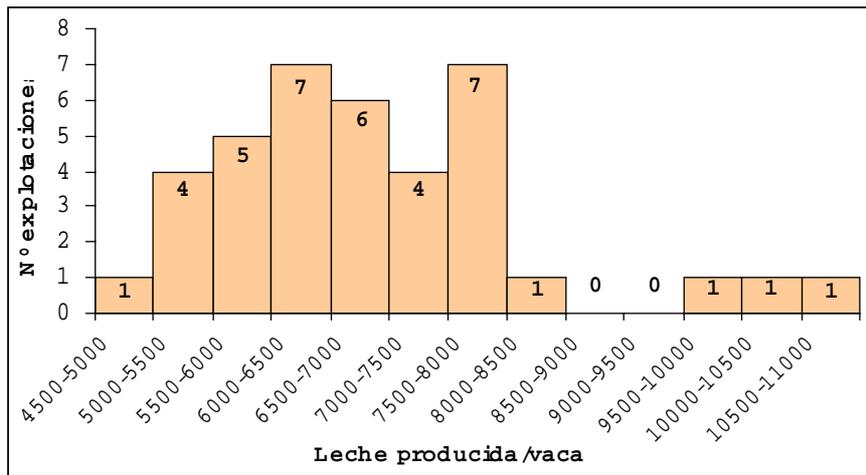


Figura IV.8. Producción leche por vaca (litros).

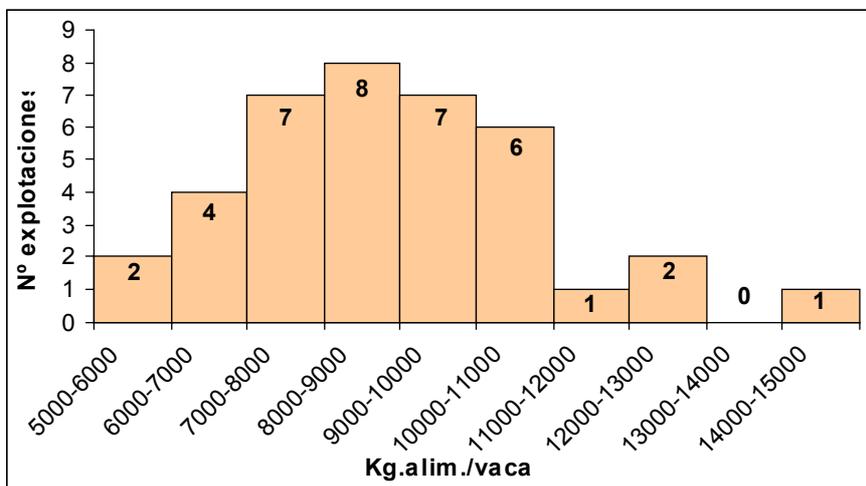


Figura IV.9. Consumo de alimento por vaca (kg).

La variabilidad de una variable puede o no estar inducida por otras, por ello a fin de analizar las relaciones entre ellas medida por el coeficiente de correlación de Pearson y, posteriormente, poder seleccionar las relevantes atendiendo a los objetivos establecidos en el presente trabajo de investigación.

A vista de los resultados que se obtengan se procederá a la selección de las variables de interés para los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación.

Para ello, previamente se han agrupado las variables físicas y económicas más relevantes. 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).
- N° 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 las correlaciones se presentan en la tabla IV.25.

Al interpretar dicha tabla y los análisis de regresión posteriores, debe recordarse que el objetivo principal del trabajo es analizar la gestión de las 38 explotaciones elegidas mediante comparación relativa entre ellas, no buscando inferir a la población. Por este motivo no se consigna la significación de cada coeficiente.

Tabla IV.25. Matriz de correlaciones según el coeficiente de correlación de Pearson.

VARIABLE	Leche producida (l)	SAU leche (ha)	Nº vacas	Concentrado (kg)	Forraje (kg)	Mano obra total (hr)	Ingresos totales (ptas)	Ingresos leche (ptas)	Coste alimentación (ptas)	Coste mano 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.

- 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 consideradas 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. 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).

Análisis de regresión.

De manera complementaria a la correlación, previamente a la selección de variables, se decide realizar un análisis de regresión lineal por el método de los mínimos cuadrados ordinarios, con el objeto de ver como se distribuyen las explotaciones y como se comportan respecto a su producción y el uso de los factores de producción más relevantes. Con ello se podrá ver en principio, si existen diferencias entre sus índices de productividad individuales en relación a distintos insumos o si por el contrario todas ellas presentan el mismo comportamiento.

En primer lugar se analizó la variable producción total de leche en litros frente a nº de vacas. Las función de regresión ajustada, su respectivo coeficiente de ajuste y la representación gráfica se presenta en la figura IV.10.

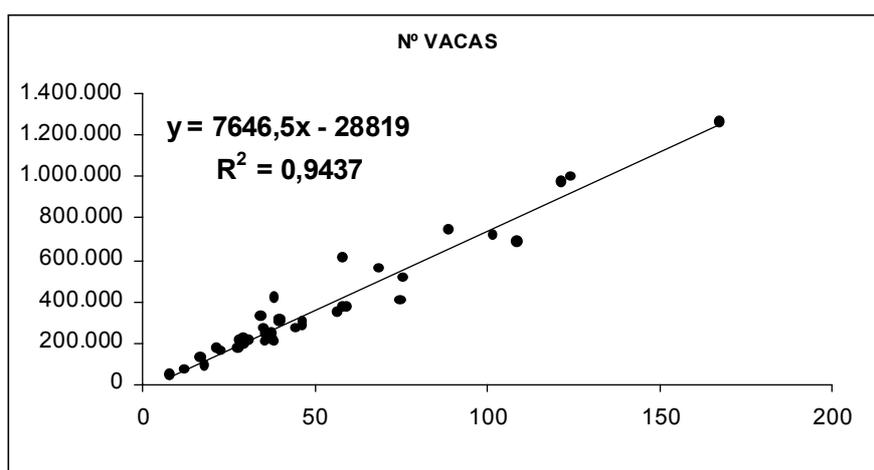


Figura IV.10. Regresión producción total – nº de vacas.

Con respecto al número de vacas, se observa un ajuste lineal muy aceptable, con un R^2 de 0,94. Esto permite asumir que como media las explotaciones consideradas producen 7.646,5 litros de leche por vaca, con pocas diferencias entre ellas, independientemente del número de vacas que posean.

Estos resultados unido a la alta correlación existente entre el número de vacas y el nivel de producción (0,97), permite adoptar la decisión de no considerar la variable nº de vacas como factor para medir eficiencia, al considerarse que no se trata de un elemento causante de las posibles ineficiencias halladas entre las explotaciones en estudio.

Posteriormente se analizó la producción total de leche en litros frente a la variable kg totales de concentrado y la producción/vaca frente a concentrado/vaca (figuras IV.11. y IV.12., respectivamente).

Con respecto a la variable kg totales de concentrado (figura IV.11.), el ajuste a una función lineal también resulta adecuado, con un R^2 de 0,93, lo que permite concluir que como media todas las explotaciones aportan 1,4445 kg de concentrado por cada litro de leche producido, igualmente con pocas diferencias entre ellas.

Este resultado resulta lógico si se tiene en cuenta que los concentrados, alimento principal de su sistema productivo, es adquirido en su totalidad en el exterior y supone el coste de producción más importante (cerca del 70% del total de los costes), por lo que todas las explotaciones se ven obligadas a ajustar muy bien la ración, para no incurrir en ineficiencias por el uso excesivo de concentrado, lo que haría disminuir considerablemente los beneficios.

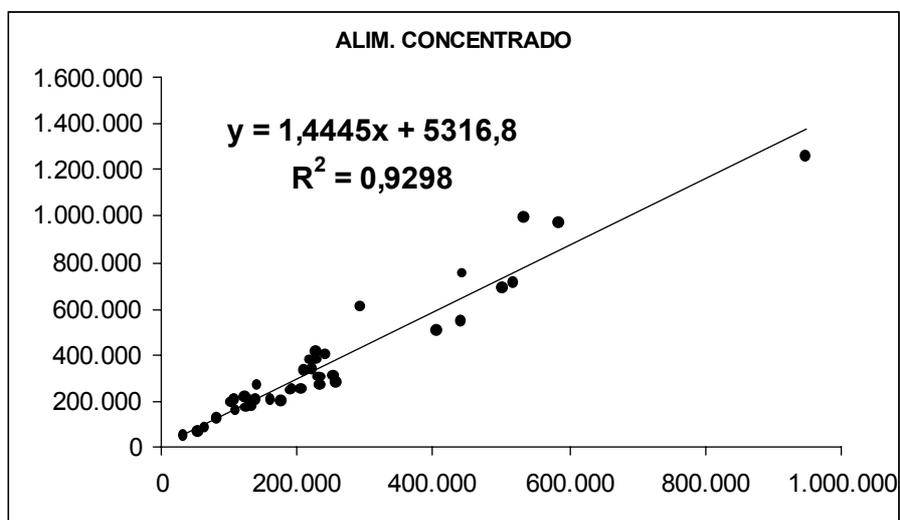


Figura IV.11. Regresión producción total – kg concentrado.

Cuando se analiza este mismo ratio de productividad pero ahora expresado por vaca (figura IV.12.), el coeficiente de determinación es poco importante ($R^2 = 0,29$). Esto viene a significar que existen diferencias en el consumo de concentrados por vaca entre las explotaciones analizadas.

Esto muestra que existen diferentes alternativas en cuanto a la cantidad de concentrados que consume una vaca, obteniendo sin embargo una producción similar (figura IV.12.). Esto permite deducir que es el número de vacas y no el consumo de concentrado por vaca la variable que más influye en la producción total de leche.

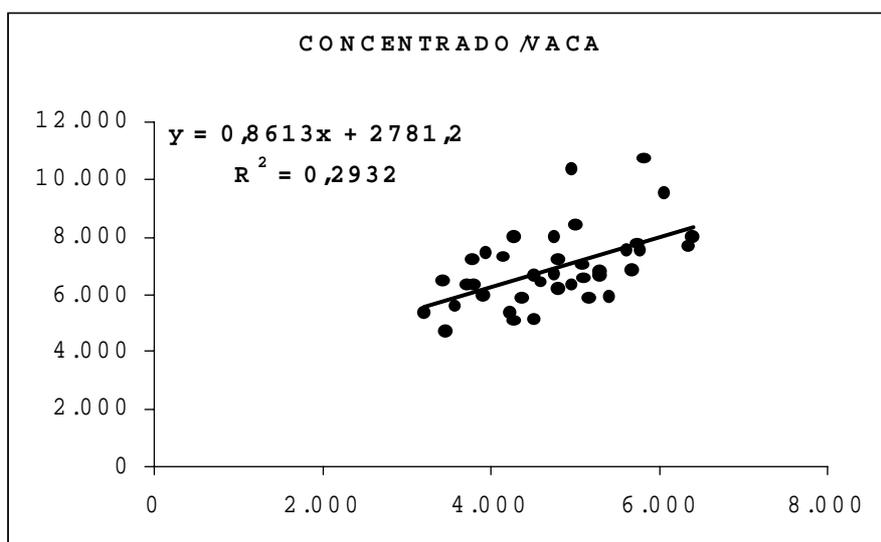


Figura IV.12. Regresión producción/vaca – kg concentrado/vaca.

Con el consumo de forrajes totales (alimentos groseros tales como silos, heno o paja) se decide hacer el mismo análisis, encontrando un nivel de ajuste lineal menos aceptable y observándose mayores diferencias entre las 38 explotaciones (figura IV.13.).

Este aspecto puede explicarse, en primer lugar por el origen de dichos forrajes. Mientras que un grupo de explotaciones lo adquieren en el exterior, otras sin embargo, lo producen en la propia explotación.

A pesar del bajo precio que, en general, tienen en el mercado estos recursos en relación a los concentrados, cabe esperarse que las explotaciones que se vean obligadas a adquirirlos fuera ajusten más su utilización, mientras que las explotaciones que los produzcan, probablemente los utilicen en exceso, obteniendo productividades más bajas que las primeras.

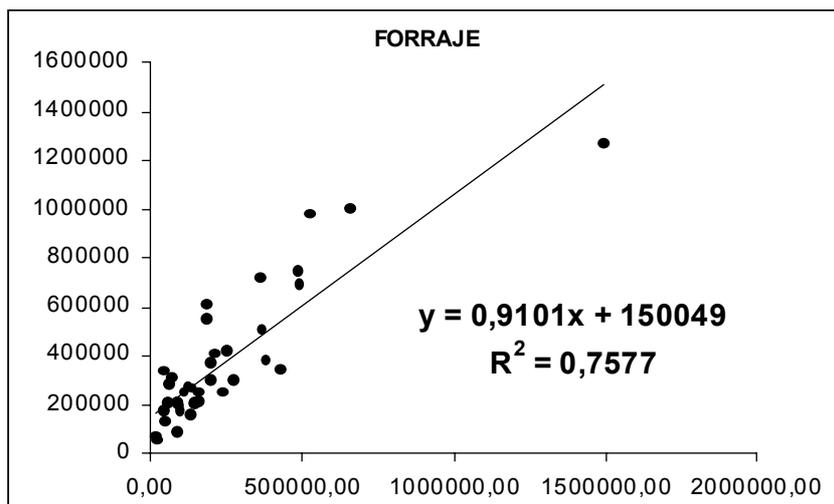


Figura IV.13. Regresión producción total – kg forrajes.

Cuando se analiza este mismo ratio de productividad pero ahora expresado por vaca (figura IV.14.), el coeficiente de determinación es aún menos importante que cuando se determinaba con los concentrados (0,2).

Esto viene a significar al igual que antes, que existen importantes diferencias en el consumo de forrajes por vaca entre las explotaciones siendo de nuevo el número de vacas y no el consumo de forrajes por vaca la variable que más influye en la producción total de leche.

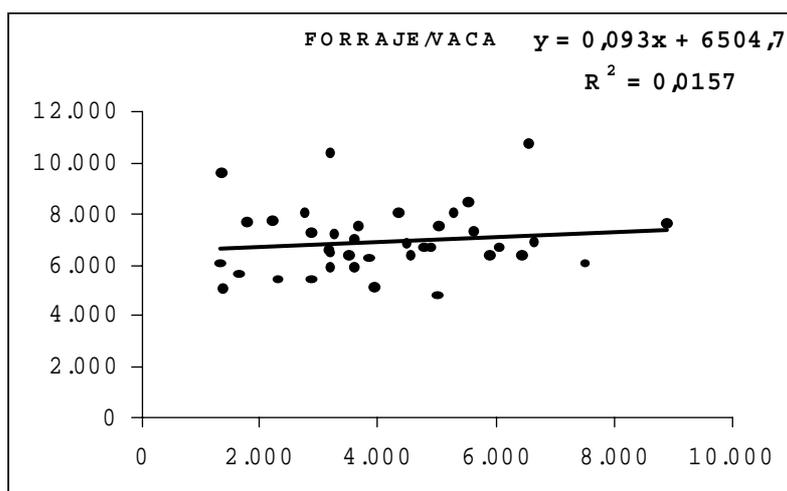


Tabla IV.14. Regresión producción/vaca – kg forrajes/vaca.

Dada la importancia que tiene la alimentación en términos físicos y económicos (casi el 70% del total de los costes), se decide considerar ambas partidas de alimentos para analizar la eficiencia de su uso por vaca, donde se muestran mayores diferencias entre las explotaciones y ver si es posible corregirse su asignación a fin de optimizar su uso.

A continuación se analizó la variable producción total de leche en litros frente al coste de la mano de obra en ptas totales, el segundo costes relevante después de la alimentación (11% del total de costes) (figura IV.15.).

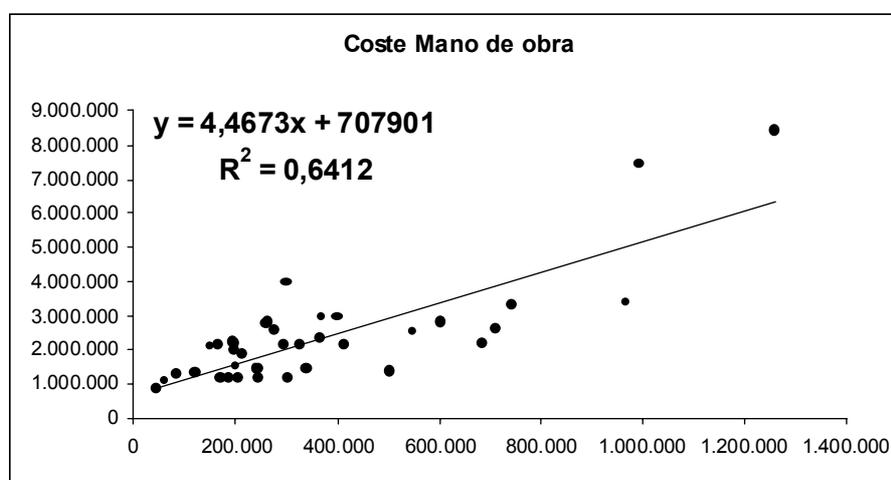


Figura IV.15. Regresión producción total – coste mano de obra.

Al considerar la mano de obra por su coste en ptas, como factor de producción, el grado de ajuste lineal es 0,64, observándose mayores diferencias de productividad entre las explotaciones. La principal causa de estas diferencias parece ser el tipo de mano de obra asignada a la explotación. Aunque si bien, la mayoría es familiar, algunas de las explotaciones contratan personal externo, ya sea fijo, eventual o ambos.

Por su alta correlación con la producción de leche (0,80) y dadas las diferencias entre explotaciones se decide considerar esta variable en los sucesivos analisis de medida de eficiencia.

Posteriormente se prosiguió enfrentando la producción total de leche en litros y la variable de inmovilizados (capital ganado, equipos y edificios) cuantificada por el coste de amortización, tercer coste relevante (5%).

Los resultados que se presentan en la figura IV.16. muestran un ajuste lineal aceptable (0,80), manifestándose por tanto, pocas diferencias entre las explotaciones analizadas.

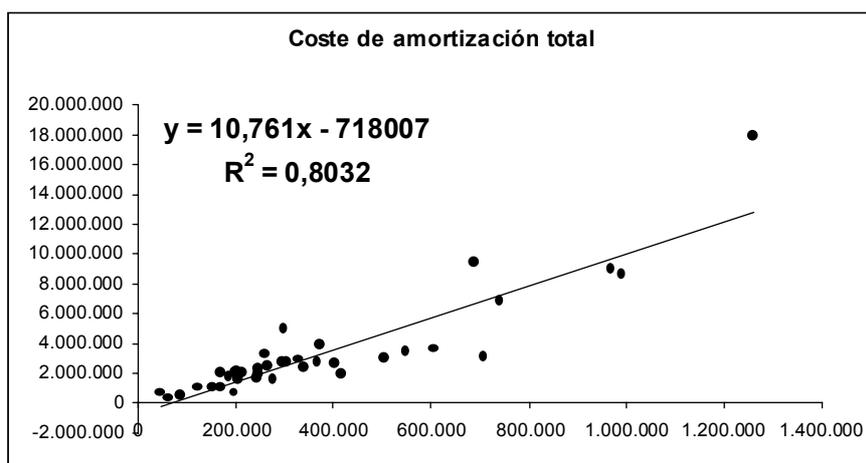


Figura IV.16. Regresión producción total – Coste de amortización total.

Para un análisis más profundo de esta última variable, se procede a eliminar los costes de amortización de ganado, para considerar sólo los referidos a equipos y edificios, esperando encontrar mayores diferencias entre las explotaciones. Los resultados obtenidos (figura IV.17.) corroboran esta hipótesis.

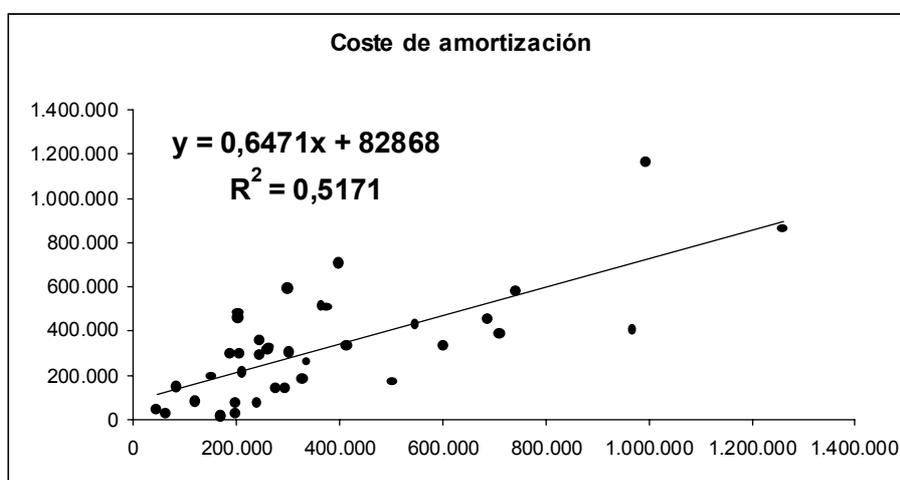


Figura IV.17. Regresión producción total – coste de amortización sin ganado.

El ajuste a la función lineal respecto a la amortización sin ganado resulta bajo (0,51), observándose diferentes productividades en relación al inmovilizado de equipos y edificios disponible en la explotación. Se espera por tanto diferencias de eficiencia entre las explotaciones por lo que, unido a la importancia que presenta el coste de amortización y la correlación existente con la producción (0,90), se decide utilizar dicha variable en los sucesivos análisis.

Finalmente se decidió hacer el mismo análisis ahora relativo a la superficie dedicada a leche (SAU leche), tal y como se observa en la figura IV.18.

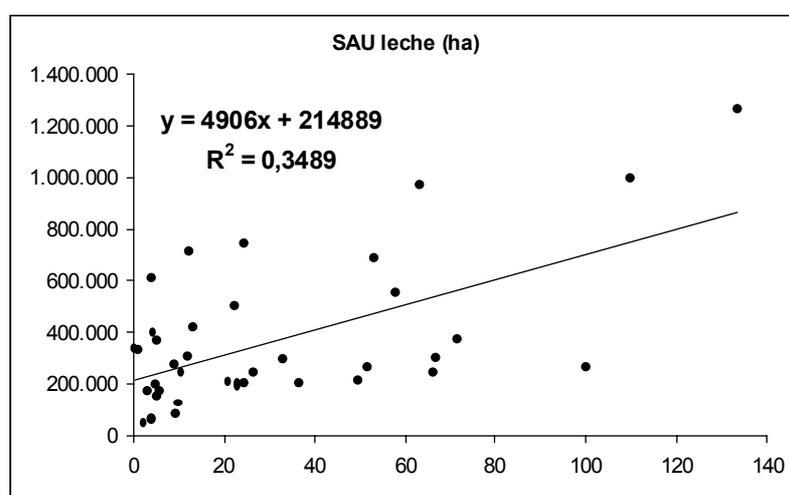


Figura IV.18. Regresión producción total – ha SAU leche.

Resulta relevante el bajo ajuste que se presenta (apenas 0,35). Este hecho, junto con la baja correlación encontrada respecto a la producción de leche del análisis previo (0,59), puede explicarse si se tiene en cuenta, una vez más, el sistema de producción que caracteriza estas explotaciones donde la tierra no es una limitante para producir leche, sino que constituye una fuente alternativa de alimentos groseros, a vista de reducir el coste alimentación por no comprar en el mercado. Es por ello que las explotaciones con una mayor superficie son aquellas que utilizan gran parte de su SAU para la producción de forraje.

Puesto que las diferencias encontradas respecto a la variable SAU leche están más relacionadas con el origen del alimento grosero que con la producción en sí, se decide no considerarla en los sucesivos análisis como factor de producción.

2. Medida de la eficiencia.

2.1. Introducción. Elección del método de medida.

Una vez conocida la correlación existente entre la producción total de leche y las distintas variables relevantes, así como la relación lineal entre ellas, 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.

Se ha optado por la estimación de una frontera no paramétrica con metodología DEA como método de medida de eficiencia, debido a las ventajas que ofrece, descritas entre otros por Coelli (1995) y citadas en la revisión bibliográfica.

Dichas fronteras se desarrollarán aplicando técnicas de programación matemática lineal, basada en el Análisis Envolvente de Datos (*método DEA*), en un contexto de largo plazo, en que se supone que no existen inputs fijos. A partir de los datos reales de cada explotación, se medirá su eficiencia técnica o de producción, económica y de escala analizando los patrones de comportamiento que puedan caracterizar a las explotaciones más eficientes.

Se ha decidido emplear esta metodología tras estudiar las diferentes ventajas y desventajas de los métodos principales de medida de eficiencia (*DEA y fronteras paramétricas*), igualmente discutidas en numerosos trabajos, tales como Battese (1992); Lovell (1993); Greene (1993); Bravo-Ureta y Pinheiro (1993); Coelli (1995); Pastor (1995); Seiford (1996); Coelli, Rao y Battese (1998).

Los principales motivos que justifican esta elección se resumen en los siguientes:

- La estimación de *fronteras paramétricas (determinística o estocástica)* requiere especificar una forma funcional que explique 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 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 o población en estudio.
- 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 (θ). Las formas de distribución más utilizadas hasta ahora son la normal y la normal truncada y, últimamente, también la distribución gamma. Sin embargo no es posible conocer con certeza la forma a la que se ajusta el parámetro θ de ineficiencia, cuyo valor varía significativamente dependiendo de la distribución que se adopte, según investigaciones llevadas a cabo por numerosos autores desde Berndt (1979) hasta Lovell (1995), entre otros.

El *metodología DEA* no presenta ninguna de estas limitaciones, al tratarse de un método no paramétrico. Además permite un estudio más detallado de las causas de ineficiencia, mediante la utilización de las medidas de eficiencia técnica y de escala, lo que no era posible con los métodos paramétricos.

2.2. Desarrollo de los modelos DEA.

El estudio se llevará 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 Farë *et al.* (1985); Coelli, Rao y Batesse (1998); Dyson *et al.* (1999).

2.2.1. Modelo 1. Medida de la eficiencia técnica por unidad productora.

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 realizado en el grupo analizado, el principal factor de producción ha resultado ser la alimentación, el cual 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 productora (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 deben 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 sin que se vea afectada la producción.

En este 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 tipo de análisis no resulta relevante.

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 fraccional (FP):

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

sujeto a las siguientes restricciones:

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

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

Donde:

- θ_k es la eficiencia relativa de la explotación, denominada k de manera general;
- y es la variable output (o producto); es decir, la producción de leche/vaca de cada explotación "j";
- x es la variable de inputs o cantidad de alimento consumido/vaca de cada explotación "j" siendo:
 x_1 = consumo de concentrados/vaca
 x_2 = consumo de forrajes/vaca;
- u, v_1 y v_2 son los coeficientes del vector de productos ($y * 38$) y la matriz de inputs ($x * 38$), 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 ε , 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 θ 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.

Linealización.

Puesto que el modelo DEA planteado se trata de un problema de programación fraccional, para solucionarlo aplicando los métodos de programación lineal, se decide convertirlo en su forma lineal. La linealización 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^(*) 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 linealización ya es relativamente directo, quedando el problema de la siguiente forma:

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

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

sujeto a las restricciones:

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

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

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

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 modelo, según las reglas básicas de la programación lineal descrito en la presente revisión bibliográfica. Se muestra a continuación:

MODELO PRIMAL:

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

sujeto a:

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

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

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

MODELO DUAL:

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

sujeto a:

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

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

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

$$\lambda \geq \varepsilon$$

Donde el escalar θ 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 λ representa un vector $38 * 1$ de constantes, restringida a ser mayor o igual a una cantidad mínima para que sean considerados todos los factores del modelo.

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*.

2.2.2. Modelo 2. Medida de la eficiencia técnica y de escala.

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 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. Eficiencia técnica supuesto rendimientos de escala constante. CRS.

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

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

sujeto a:

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

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

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

$$\lambda \geq \varepsilon$$

donde ahora:

- y representa la producción total de leche de cada explotación;
- x_1 es el coste de amortización total de cada explotación.
 x_2 representa al coste total en mano de obra,

siendo θ_k el valor de la eficiencia relativa de cada explotación (k)

B. Eficiencia técnica supuesto rendimientos de escala variable. VRS.

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 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 dicha 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 mas 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:

$$\sum_{j=1}^{38} \lambda_j = 1 \quad \sum_{j=1}^{38} \lambda_j \leq 1$$

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

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

sujeto a:

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

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

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

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

$$\lambda \geq \varepsilon$$

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 medida a rendimientos de escala variable sin dicha restricción.

En el caso de que sean distintos se asume que existen rendimientos de escala crecientes (irs) para esa explotación. Si son iguales se asumen rendimientos de escala decrecientes (drs).

Los problemas de programación lineal planteados de nuevo se resolverán para cada una de las 38 explotaciones en estudio.

2.2.3. Modelo 3. Eficiencia global del sistema, económica y de escala.

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

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

La definición del modelo será:

OUTPUT: Margen global de explotación (ptas).

INPUTS: Capital tierra (ptas).

Capital ganado (ptas).

Capital en equipos y edificios (ptas).

Se desarrollará orientado a output, con el objeto de conocer en que medida debería incrementarse el margen de explotación y por tanto la rentabilidad, sin modificarse el capital disponible, para que las explotaciones produzcan de manera eficiente. O dicho de otro modo, que 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, el capital del propietario, debe ser utilizado a su mayor rendimiento posible, siendo deseable mejorar las explotaciones ineficientes a través 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. Medida de la eficiencia técnico-económica supuesto CRS .

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 (ahora 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 ϕ_k representa el incremento proporcional de output que 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 = resto de capitales (en equipos, edificios y circulante);
- λ sigue siendo un vector $38 * 1$ 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. Medida de la eficiencia técnico-económica supuesto VRS.

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 de 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 (drs). En caso de ser distintos entre ellos, los rendimientos que presente serán crecientes (irs). Cada problema será resuelto para cada una de las 38 explotaciones.

2.3. Análisis complementarios.

2.3.1. 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 las holguras, mencionado en la presente revisión bibliográfica, 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:

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

Sujeto a:

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

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

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

$$\theta_k, \lambda_j \geq \varepsilon,$$

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

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, 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 consideren 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 de 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 Universidad de Nueva Inglate-

rra (Australia) en 1997 y el programa FRONTIER ANALYST PROFESSIONAL desarrollado por BANXIA Software (Reino Unido) en 1998.

2.3.2. 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:

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

2.3.3. Comparación con las explotaciones de referencia (pares).

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 ineficien-

te 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 variaciones 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. El resultado se expresará en porcentaje. Esto es:

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

La 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.

En la tabla IV.26. se presenta un resumen de los modelos a desarrollar: los inputs y outputs seleccionados, el criterio adoptado y la medida que se pretende realizar.

Tabla IV.26. Resumen de los modelos.

	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
INPUTS	consumo concentrado/vaca consumos forrajes/vaca	coste amortización total coste mano de obra	capital tierra capital ganado capital equipos y edificios
OUTPUT	producción leche/vaca	producción leche total	beneficio global
CRITERIO	minimización de inputs	minimización de inputs	maximización del output
MEDIDA	eficiencia técnica CRS	eficiencia técnica CRS eficiencia técnica VRS eficiencia de escala	eficiencia técnica CRS eficiencia técnica VRS eficiencia de escala

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

1. Modelo 1. Eficiencia técnica por unidad productora (vaca media) a CRS.

OUTPUT: Producción de leche (l/vaca media)^(*).

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

Consumo de forrajes (kg MS/vaca).

1.1. Resultados de eficiencia.

Atendiendo a los resultados del modelo (tabla V.1.1.), 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 nº 9 y una desviación estándar de 13,74. El valor máximo de eficiencia (esto es 100%) corresponde a las explotaciones nº 3 y 31.

Tabla V.1.1. Resultados de eficiencia (%). Modelo 1.

Nº explot.	Eficiencia %	Nº explot.	Eficiencia %	Nº 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	66,1	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

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.

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

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 la figura V.1.1.

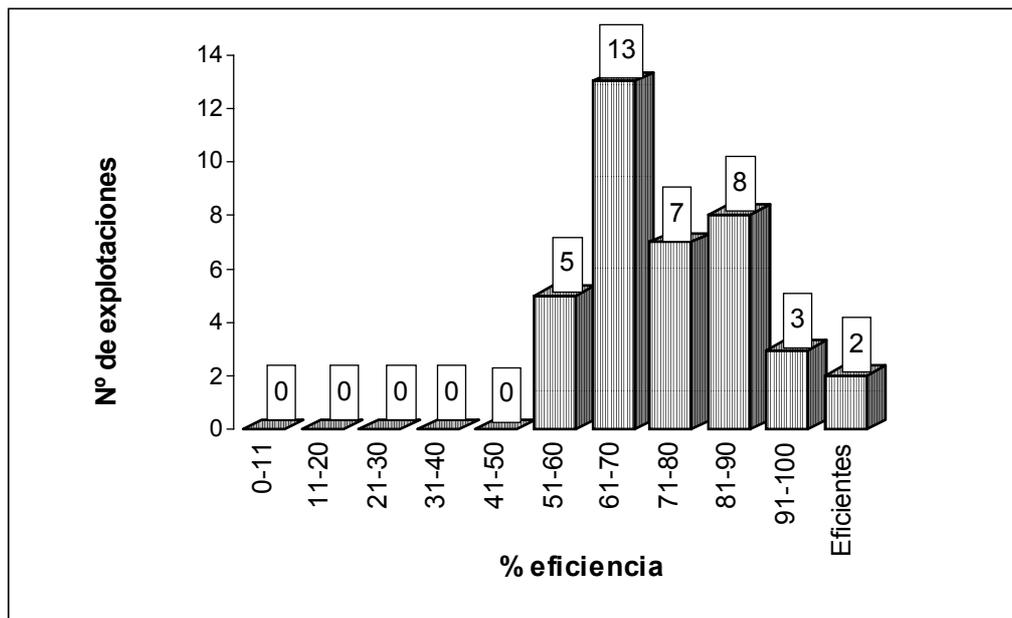


Figura V.1.1. Distribución de los resultados de eficiencia. Modelo 1.

Como puede verse en esta última figura, 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%.

1.2. Posición relativa respecto a la frontera óptima.

En la figura V.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 n° 9 como la más ineficiente (54,21%).

A la vista de la figura, 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.

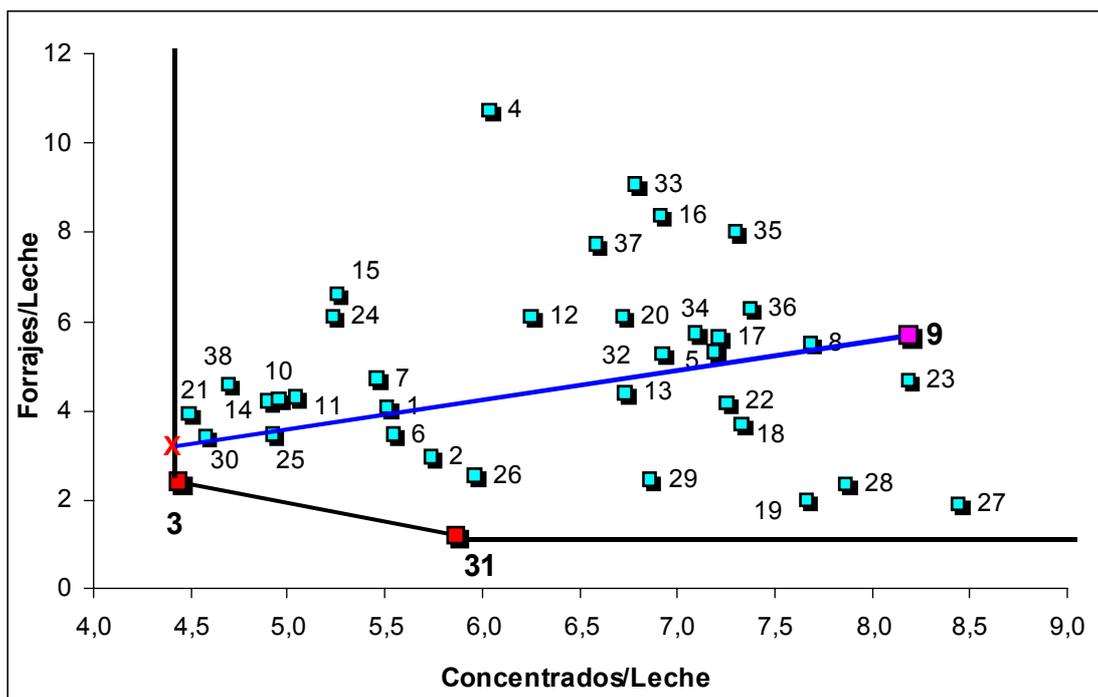


Figura V.1.2. Frontera DEA óptima y posición relativa de las explotaciones. Modelo 1.

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.

1.3. Características de las explotaciones eficientes.

De las dos explotaciones consideradas eficientes, la n° 3 ha resultado ser el par más próximo de 33 explotaciones mientras que la 31 lo ha sido de 3 (n° 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 la tabla siguiente (tabla V.1.2.).

Tabla V.1.2. Características y ratios de productividad de las explotaciones eficientes. Modelo 1.

Explotación 3.			
Inputs:	Concentrados	4.593 kg MS/vaca	RATIOS
	Forrajes	2.483 kg MS/vaca	Concentrados/Leche 0,44
Outputs:	Leche	10.345 l leche/vaca	Forrajes/Leche 0,24

Explotación 31.			
Inputs:	Concentrados	5.597 kg MS/vaca	RATIOS
	Forrajes	1.162 kg MS/vaca	Concentrados/Leche 0,59
Outputs:	Leche	9.545 l leche/vaca	Forrajes/Leche 0,12

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.

1.4. Explotaciones no eficientes. 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 la tabla que figura a continuación (tabla V.1.3.):

Tabla V.1.3. Ratios de productividad de las explotaciones ineficientes. Modelo 1.

RATIOS	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Concentrados/Lech	0,55	0,57	0,60	0,72	0,55	0,55	0,77	0,82	0,50	0,50	0,62	0,67	0,49	0,53	0,69	0,72	0,73	0,77
Forrajes/Leche	0,41	0,30	1,08	0,53	0,35	0,47	0,55	0,57	0,43	0,43	0,61	0,44	0,42	0,66	0,84	0,57	0,37	0,20

RATIOS	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	32	33	34	35	36	37	38
Concentrados/Lech	0,67	0,45	0,73	0,82	0,52	0,49	0,60	0,84	0,79	0,69	0,46	0,69	0,68	0,71	0,73	0,74	0,66	0,47
Forrajes/Leche	0,61	0,39	0,42	0,47	0,61	0,35	0,25	0,19	0,24	0,24	0,34	0,53	0,91	0,57	0,80	0,63	0,78	0,46

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 cómo 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 la figura V.1.3. se presenta gráficamente la contribución a la ineficiencia de cada uno de los factores considerados (kg MS concentrados/vaca y kg MS forrajes/vaca).

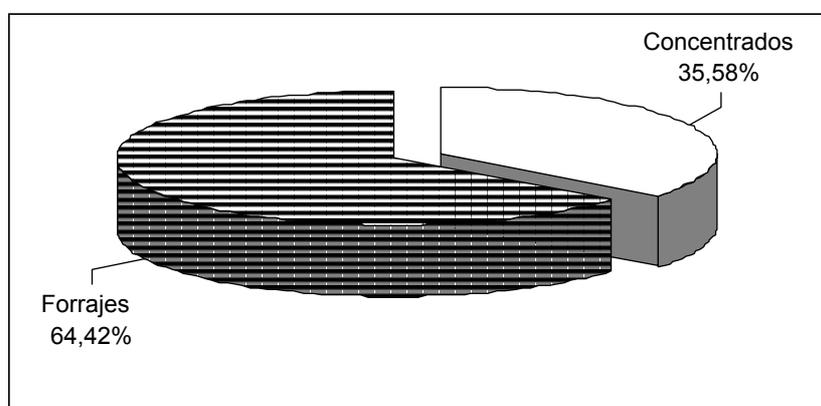


Figura V.1.3. Contribución a la ineficiencia de las variables inputs. Modelo 1.

A la vista de esta figura V.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, Sigh 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 la figura V.1.4. se representa, la distribución porcentual de la reducción potencial en concentrados y forrajes en las explotaciones ineficientes.

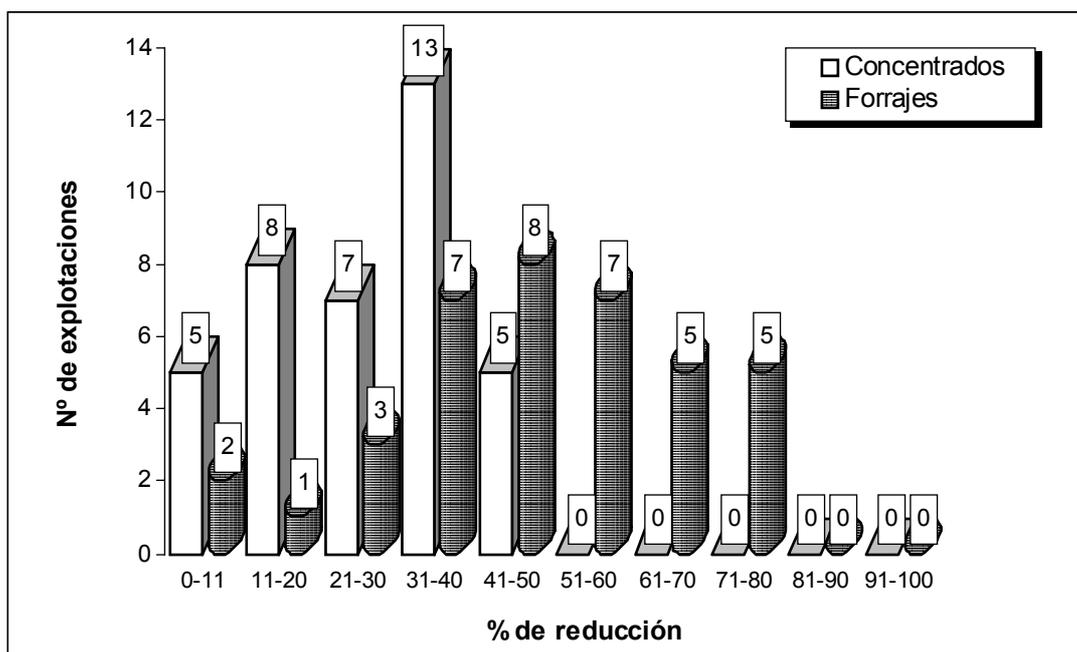


Figura V.1.4. Distribución reducción potencial en concentrados y forrajes. Modelo 1.

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%.

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 1º parto y secas).
 - el manejo reproductivo (días en lactación, porcentaje de vacas repetidoras, 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.

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).

2.1. Resultados de eficiencia.

Tabla V.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.

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 aquéllas 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 la tabla V.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.

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 la figura V.2.1.

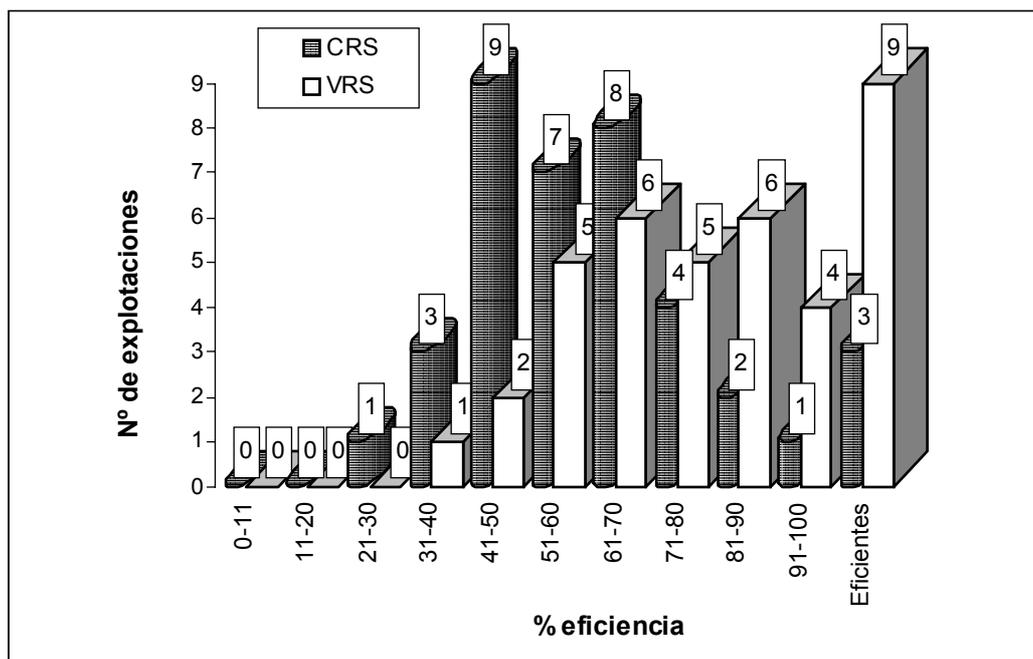


Figura V.2.1. Distribución de los resultados de eficiencia a CRS y VRS. Modelo 2.

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 la figura V.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%.

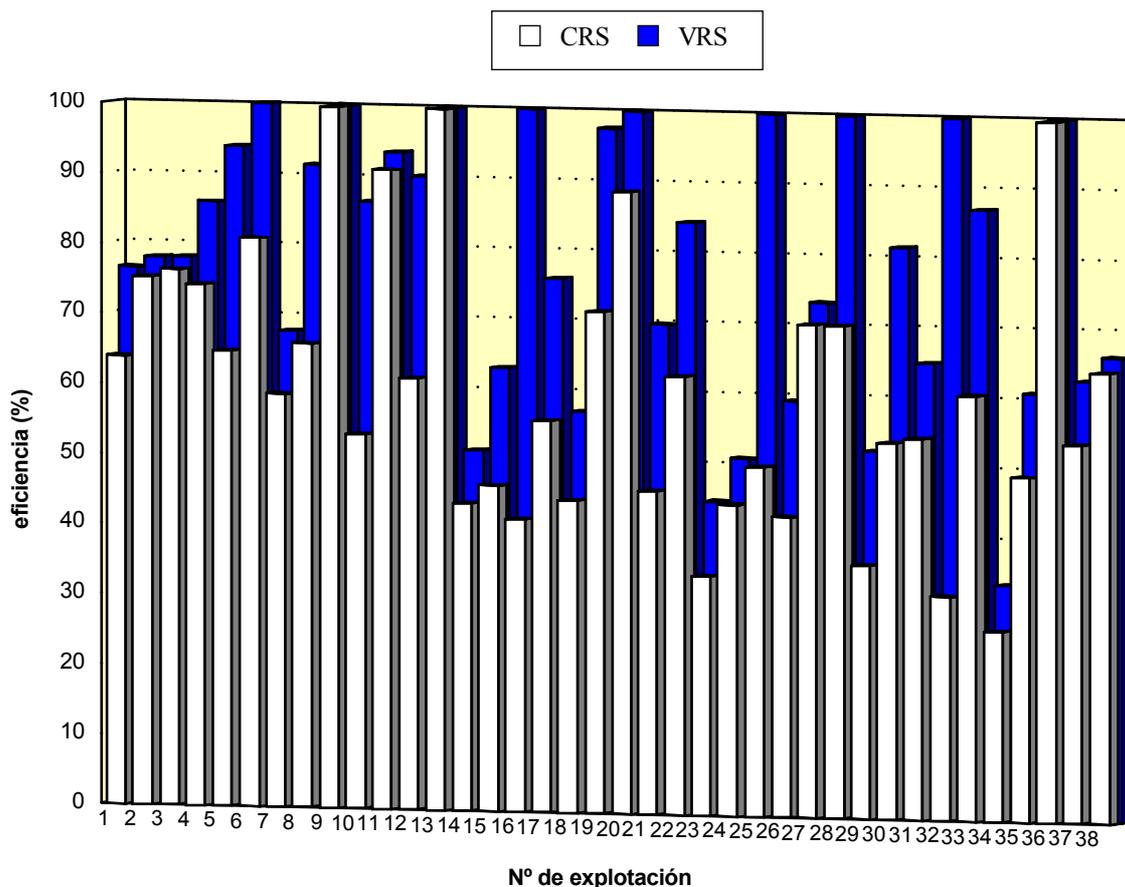


Figura V.2.2. Diferencia de los resultados de eficiencia a CRS y VRS. Modelo 2.

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 figura V.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 la tabla V.2.2.

**Tabla V.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

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.

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 la figura V.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.

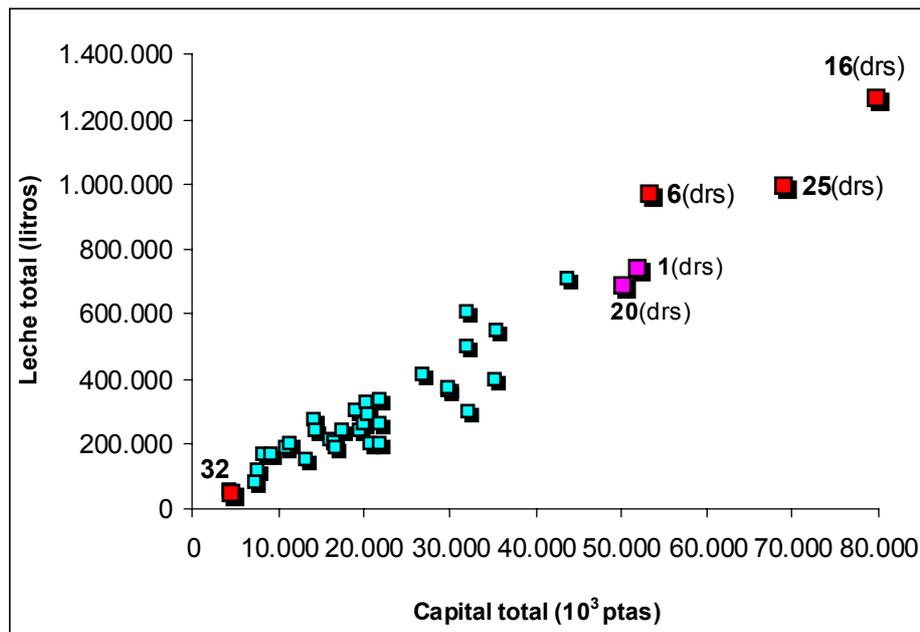


Figura V.2.3. Escalas para la medida de la eficiencia técnica a VRS. Modelo 2.

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 (figura V.2.4.).

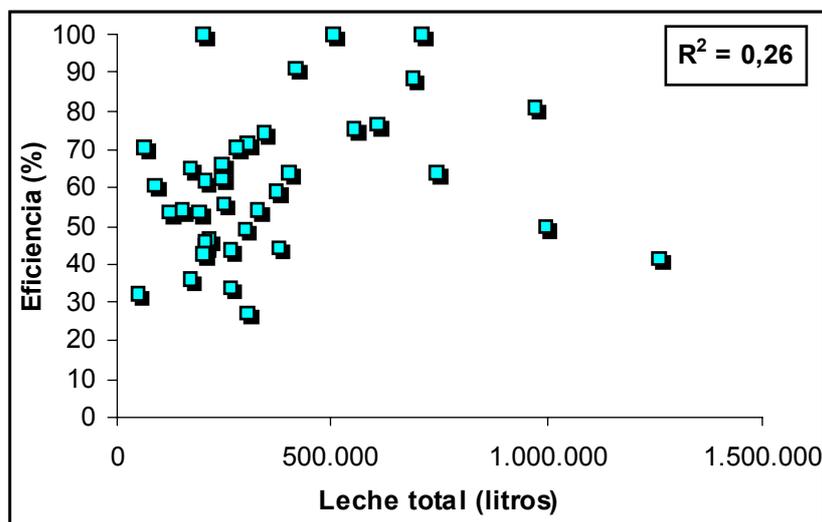


Figura V.2.4. Correlaciones eficiencia (%) y producción de leche (l) a CRS. Modelo 2.

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.

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

2.2. Posición relativa respecto a la frontera óptima CRS.

El análisis a rendimientos de escala constante permite exponer los resultados gráficamente en la figura V.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.

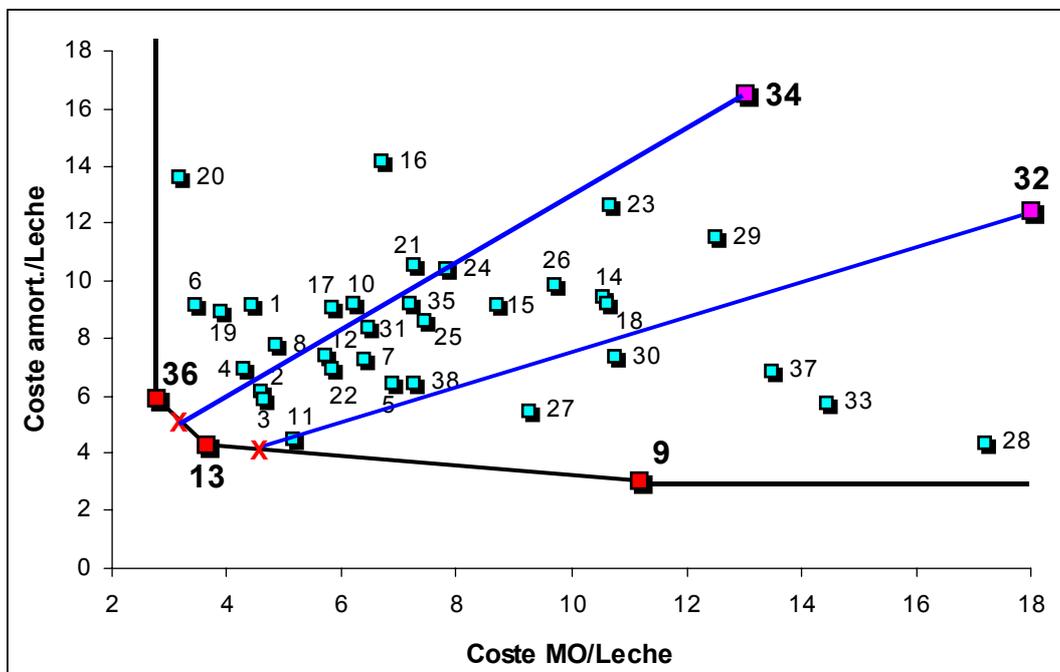


Figura V.2.5. Frontera DEA óptima y posición relativa de las explotaciones. Modelo 2.

Las explotaciones nº 9, 13 y 36, las mejores del total del grupo, están situadas en la frontera técnica estimada. La interpretación de esta figura 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).

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.

2.3. Características de las explotaciones eficientes a CRS.

En las tabla V.2.3. siguientes 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.

Tabla V.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
Output:	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
Output:	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
Output:	Leche producida total	504.190	l	Mano obra/Leche	2,79

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 tabla V.2.3. y figura V.2.5.).

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 la tabla V.2.4.:

Tabla V.2.4. Características y ratios de productividad de las explotaciones eficientes VRS. Modelo 2.

Explotación 6.

Inputs:	Coste amortización total	8.900.058 ptas	RATIOS
	Coste mano obra total	3.340.000 ptas	Amortización/Leche 9,16
Output:	Leche producida total	971.190 l	Mano obra/Leche 3,44

Explotación 16.

Inputs:	Coste amortización total	17.881.336 ptas	RATIOS
	Coste mano obra total	8.440.000 ptas	Amortización/Leche 14,17
Output:	Leche producida total	1.262.000 l	Mano obra/Leche 6,69

Explotación 20.

Inputs:	Coste amortización total	9.354.428 ptas	RATIOS
	Coste mano obra total	2.160.000 ptas	Amortización/Leche 13,60
Output:	Leche producida total	687.600 l	Mano obra/Leche 3,14

Explotación 25.

Inputs:	Coste amortización total	8.587.366 ptas	RATIOS
	Coste mano obra total	7.404.000 ptas	Amortización/Leche 8,63
Output:	Leche producida total	995.100 l	Mano obra/Leche 7,44

Explotación 28.

Inputs:	Coste amortización total	276.126 ptas	RATIOS
	Coste mano obra total	1.080.000 ptas	Amortización/Leche 4,40
Output:	Leche producida total	62.807 l	Mano obra/Leche 17,20

Explotación 32.

Inputs:	Coste amortización total	578.558 ptas	RATIOS
	Coste mano obra total	838.000 ptas	Amortización/Leche 12,42
Outputs:	Leche producida total	46.595 l	Mano obra/Leche 17,98

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 n° 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 n° 26 y 32 lo fueron por no tener referencia de comparación en sus respectivas escalas (1.262.000 y 46.595 litros/año, respectivamente).

2.5. Explotaciones no eficientes. Causas de ineficiencia y mejoras potenciales.

Al igual que con las explotaciones eficientes, en la tabla V.2.5. se muestran los valores de los ratios de las ineficientes.

Tabla V.2.5. Ratios de productividad de las explotaciones ineficientes Modelo 2.

RATIOS	1	2	3	4	5	7	8	10	11	12	14	15	17	18	19
Coste Az/Leche	9,17	6,22	5,91	6,98	6,45	7,30	7,78	9,23	4,55	7,40	9,47	9,15	9,07	9,28	8,94
Coste MD/Leche	4,41	4,57	4,63	4,28	6,85	6,37	4,83	6,20	5,13	5,70	10,55	8,69	5,80	10,61	3,90

RATIOS	21	22	23	24	26	27	29	30	31	33	34	35	37	38
Coste Az/Leche	10,54	6,98	12,66	10,42	9,87	5,46	11,54	7,39	8,41	5,74	16,51	9,24	6,91	6,47
Coste MD/Leche	7,26	5,80	10,65	7,83	9,71	9,25	12,49	10,74	6,44	14,44	13,04	7,17	13,48	7,26

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 (figuras V.2.6. y V.2.7.), por lo que, desde un punto de vista estrictamente técnico, deberían corregirse ambos factores reduciéndolos en un porcentaje similar.

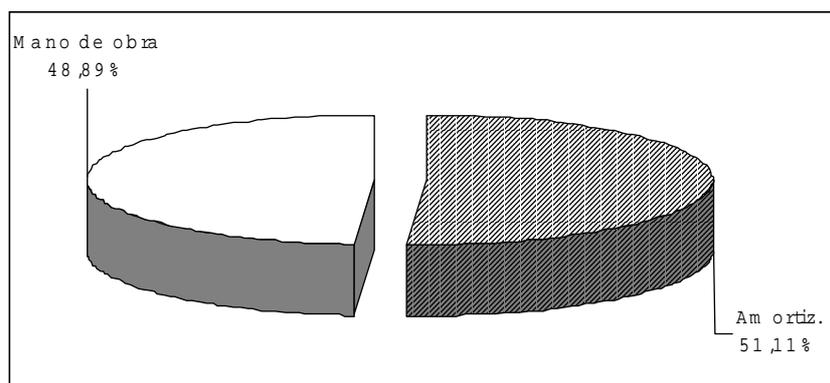


Figura V.2.6. Contribuciones a la ineficiencia. Modelo 2. CRS.

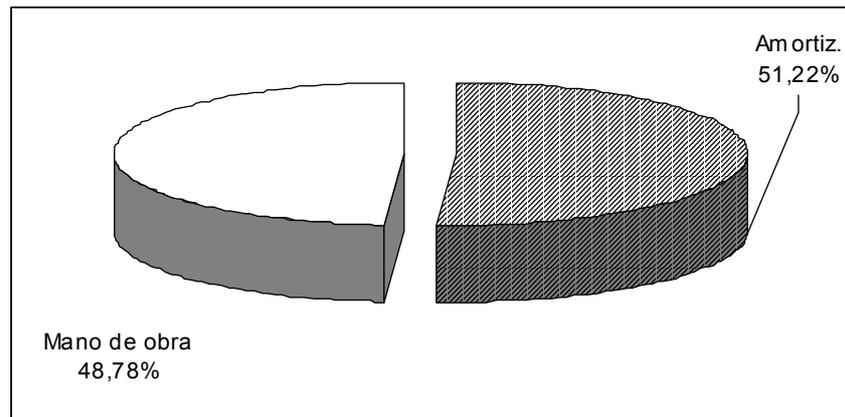


Figura V.2.7. Contribuciones a la ineficiencia. Modelo 2. VRS.

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.

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 la tabla V.2.6.

Tabla V.2.6. Reducción potencial del coste de mano de obra y amortización (%).

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

En las figuras V.2.8. y V.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.

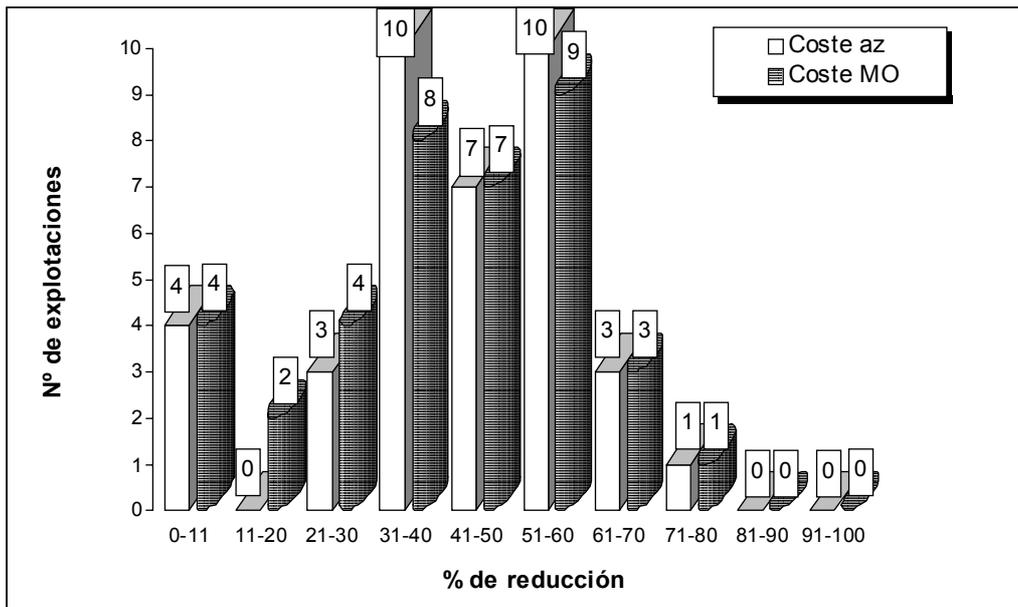


Figura V.2.8. Distribución de la reducción potencial del coste de az y la mano de obra. CRS

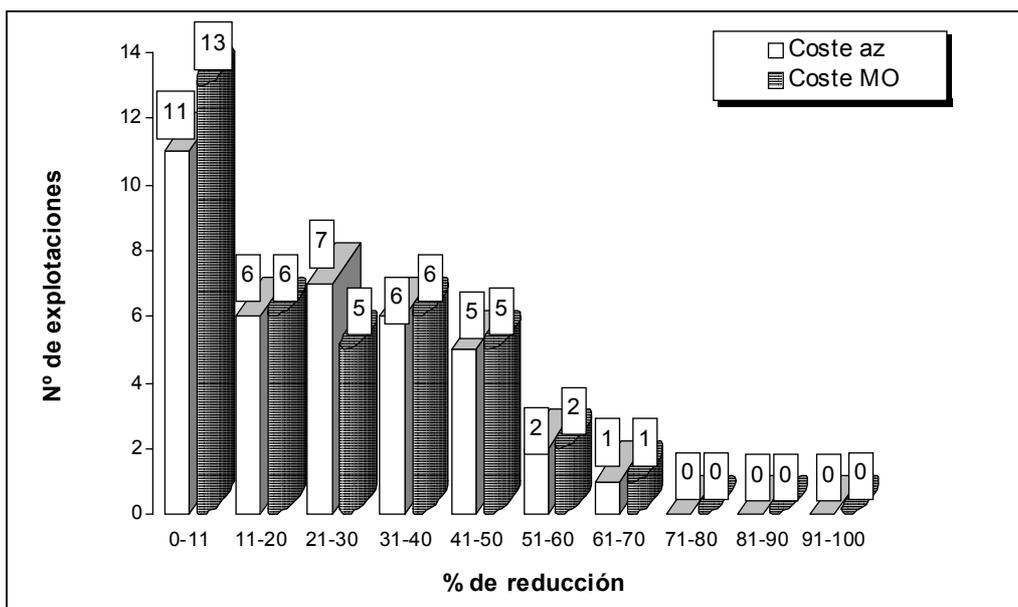


Figura V.2.9. Distribución de la reducción potencial del coste de az y la mano de obra. VRS.

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.

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 pondrán 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.

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 la tabla V.3.1.

Tabla V.3.1. Valores de rentabilidad económica (RE).

Nº explot.	RE	Nº explot.	RE
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%

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 (tabla V.3.2.).

Tabla V.3.2. Explotaciones con márgenes negativos.

N	Nº vacas	Leche total	Leche/vaca	CMT	IMT/litro	Margen/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

La distribución por comarcas se muestra en la tabla V.3.3.

Tabla V.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%

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 la tabla V.3.4.

Tabla V.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

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.

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). Kwang-Seok, 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 (tabla V.3.5.).

Tabla V.3.5. Porcentaje de reducción de CF.

Nº	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

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.

3.2. Resultados de eficiencia de las explotaciones rentables.

Tabla V.3.6. Resultados de eficiencia (%). Modelo 3.

Nº 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.

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 nº 30 y una desviación estándar de 30,21 (tabla V.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 nº 30) y una desviación estándar de 34,10. Además de las anteriores mencionadas (las mejores del total del grupo analizado), las explotaciones nº 6, 25, y 31 resultaron las más eficientes técnicamente en sus respectivas escala.

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 Sigh (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 (1997) 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 (tabla V.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%).

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

En la figura V.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.

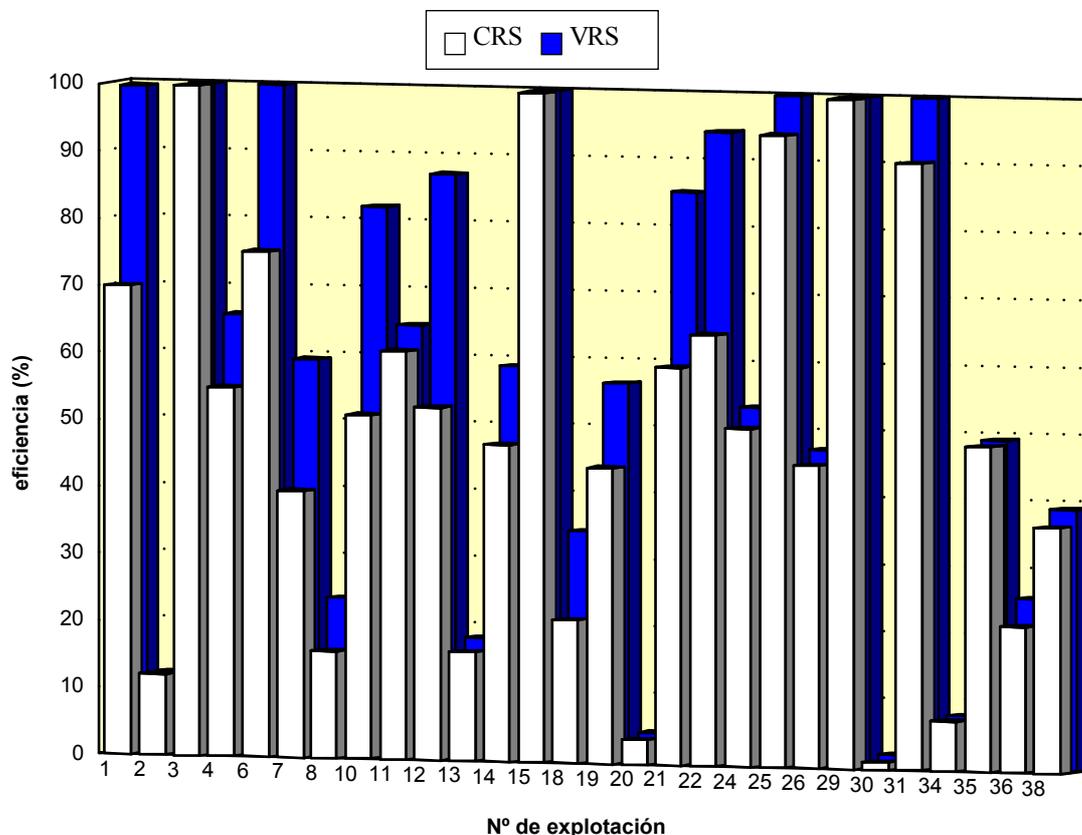


Figura V.3.1. Diferencia de los resultados de eficiencia a CRS y VRS. Modelo 3.

Se destaca la explotación n° 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 n° 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 la figura V.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).

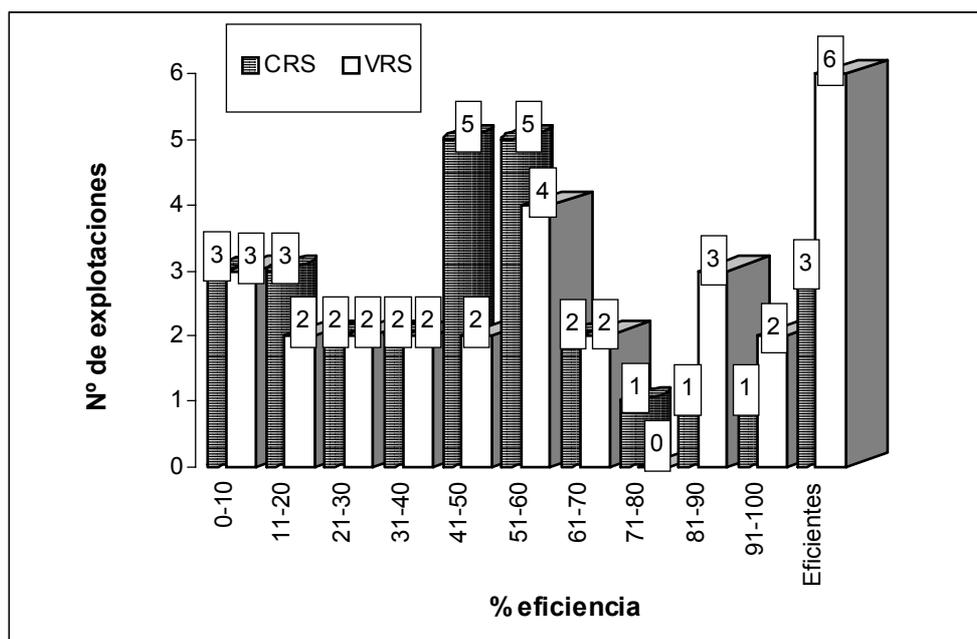


Figura V.3.2. Distribución de los resultados de eficiencia a CRS y VRS. Modelo 3.

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

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

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).

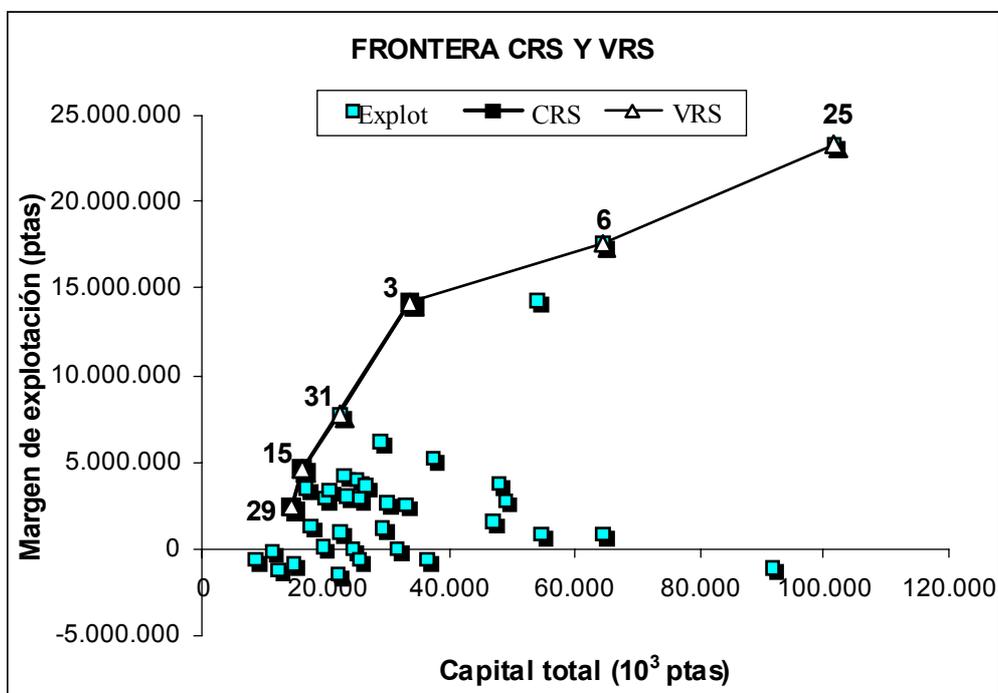


Figura V.3.3. Frontera eficiente a CRS y VRS y posición relativa de las explotaciones.

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.

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) (tabla V.3.7.).

Tabla V.3.7. Ratios de productividad económica del capital de las explotaciones eficientes CRS. Modelo 3.

Explotación 3.

Inputs:	Capital tierra	1.440.000	RATIOS		R.ECONÓMICA 42,41%
	Capital ganado	23.894.833	Margen/capital tierra	9,86	
	resto capitales	8.128.569	Margen/capital ganado	0,59	
Outputs:	Margen	14.191.889	Margen/resto cap.	1,75	

Explotación 15.

Inputs:	Capital tierra	0	RATIOS		R.ECONÓMICA 28,53%
	Capital ganado	10.567.932	Margen/capital tierra	∞	
	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 16,54%
	Capital ganado	8.159.113	Margen/capital tierra	0,44	
	resto capitales	910.290	Margen/capital ganado	0,29	
Outputs:	Margen	2.393.246	Margen/resto cap.	2,63	

Se destaca la alta rentabilidad obtenida por la explotación eficiente nº 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.

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 (tabla V.3.8) otros datos de importancia para el análisis de las ineficientes.

Tabla V.3.8. Datos técnicos de las explotaciones eficientes CRS. Modelo 3.

N	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

N	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

B) Características de las explotaciones eficientes a VRS.

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

Tabla V.3.9. Ratios de productividad económica del capital de las explotaciones eficientes VRS. Modelo 3.

Explotación 6.

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

Explotación 25.

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

Explotación 31.

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

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.

Estas ineficiencias, más manifiesta 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 (tabla V.3.10.).

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.

Tabla V.3.10. Comparación explotaciones nº 3, 6 y 25. Modelo 3.

	Nº explot.	Nº 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

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 n° 3, que operando en una escala superior (tabla V.3.11.), presenta menores inversiones/litro producido.

La menor rentabilidad lograda por la explotación n° 31 también se explica por su menor productividad/vaca y mayores CMT en relación a su par eficiente.

Tabla V.3.11. Comparación explotaciones n° 3 y 31. Modelo 3.

	N° explot.	N° vacas medio	Leche/vaca	CMT	Cap. total/litro
par \rightarrow	3	58,5	10.345	28,11	55,3
eficiente	31	34,5	9.545	34,71	67,49

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. (tabla V.3.12.).

Tabla V.3.12. Valores de las explotaciones ineficientes. Modelo 3.

RATIOS	1	2	4	7	8	10
Margen/capital tierra	7.25	0.14	4.33	2,705,636	0.20	0.91
Margen/cap.ganado	0.41	0.07	0.33	0.17	0.09	0.30
Margen/resto cap.	0.85	0.12	0.47	0.19	0.13	0.39
Rentabilidad económica	26.60%	3.40%	18.45%	9.08%	4.26%	14.44%

RATIOS	11	12	13	14	18	19
Margen/capital tierra	2.97	0.32	0.53	4.68	0.14	0.70
Margen/cap.ganado	0.36	0.31	0.10	0.28	0.13	0.26
Margen/resto cap.	0.65	0.39	0.19	0.43	0.10	0.40
Rentabilidad económica	21.58%	11.31%	5.71%	16.37%	4.09%	12.94%

RATIOS	20	21	22	24	26
Margen/capital tierra	0.05	0.83	1.54	0.72	0.22
Margen/cap.ganado	0.02	0.35	0.31	0.30	0.13
Margen/resto cap.	0.05	0.31	1.22	0.42	1.13
Rentabilidad económica	1.22%	13.73%	21.11%	14.03%	7.73%

RATIOS	30	34	35	36	38
Margen/capital tierra	0.005	0.03	0.90	3.19	0.30
Margen/cap.ganado	0.01	0.04	0.25	0.12	0.22
Margen/resto cap.	0.02	0.05	0.89	0.25	0.20
Rentabilidad económica	0.29%	1.42%	16.18%	7.68%	7.74%

Entre estas explotaciones, se destacan la n° 4, 11 y 22 ineficientes, y sin embargo con rentabilidades superiores a la n°29 eficiente.

La ineficiencia de las explotaciones n° 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 (tabla V.3.13.).

La menor rentabilidad de la explotación n°4 se explica por la baja productividad/vaca obtenida frente al par n° 3 y la explotación n° 11.

Tabla V.3.13. Comparación explotaciones n° 3, 4 y 11. Modelo 3.

	N	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

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 (tabla V.3.14).

Tabla V.3.14. Comparación explotaciones n° 3 y 22. Modelo 3.

	N	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	22	6.496	47,17	11,82	68,34	41,24

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.

En la figura V.3.4. se muestran los aumentos de margen (en %) a producirse por las explotaciones en estudio.

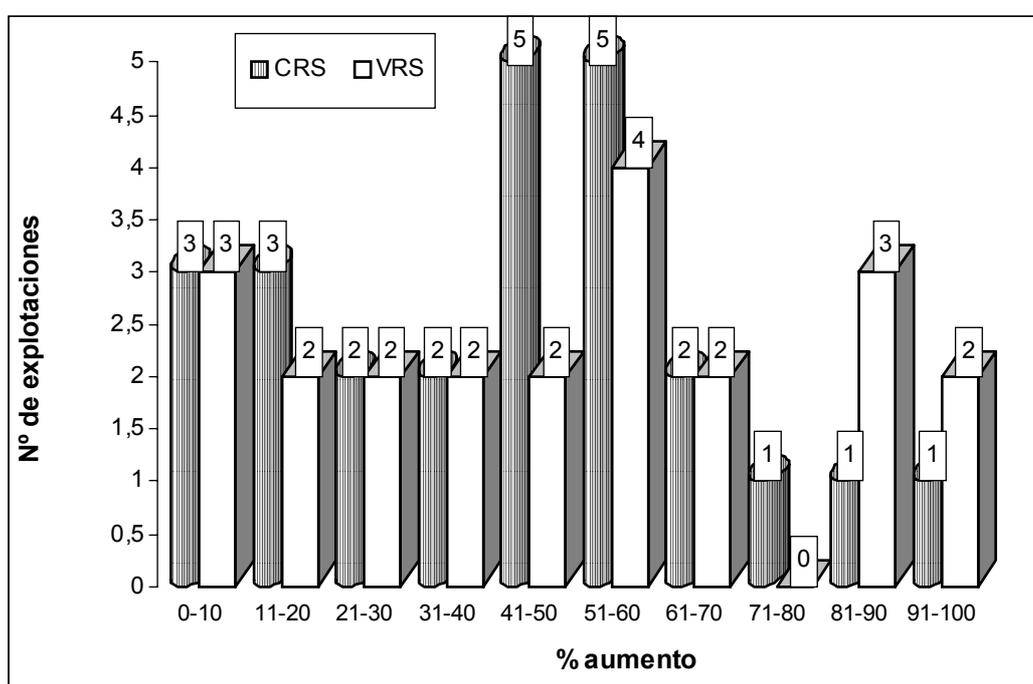


Figura V.3.4. Aumento potencial del margen de explotación a CRS y VRS.

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.

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 la figura V.3.5. se representan dichas explotaciones así como la posición relativa de las restantes.

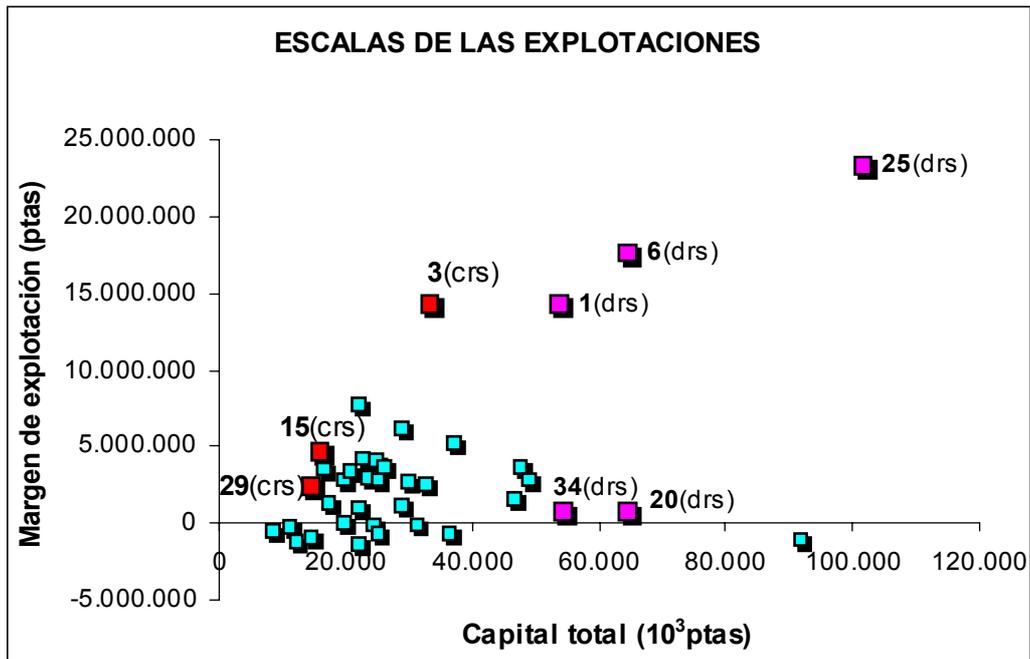


Figura V.3.5. Explotaciones con eficiencia técnica y de escala y posición relativa de las restantes. Modelo 3.

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 la tabla V.3.15., constituyen las escalas de producción óptimas, a tener de referencia por las restantes.

Tabla V.3.15. Escalas óptimas de producción según el criterio de máximo margen de explotación.

Nº explot.	Litros/vaca	C. Alim/litro	C. Mano obra/litro	C. Amortización/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

Resulta relevante la elevada productividad por vaca lograda en estas explotaciones, superior a la media del grupo. Se destaca la explotación nº 3 con más de 10.000 litros producidos con muy bajo coste.

Los resultados económicos obtenidos en su gestión global, en términos de rentabilidad, se presentan en la tabla V.3.16. junto con sus respectivas asignaciones de inputs fijos.

Tabla V.3.16. Capitales y rentabilidad de las explotaciones eficientes.

N	Nº 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	22,0	5.400.000	910.290	16,5%

Tal y como figura en las tablas V.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 consideren a la hora de fijar el intervalo de valores máximo y mínimo correspondientes a la mejor escala de producción en la muestra considerada.

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).

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.

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 la tabla V.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.

Tabla V.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	Grosos				
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

El movimiento de las explotaciones se recoge gráficamente en la figura V.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.

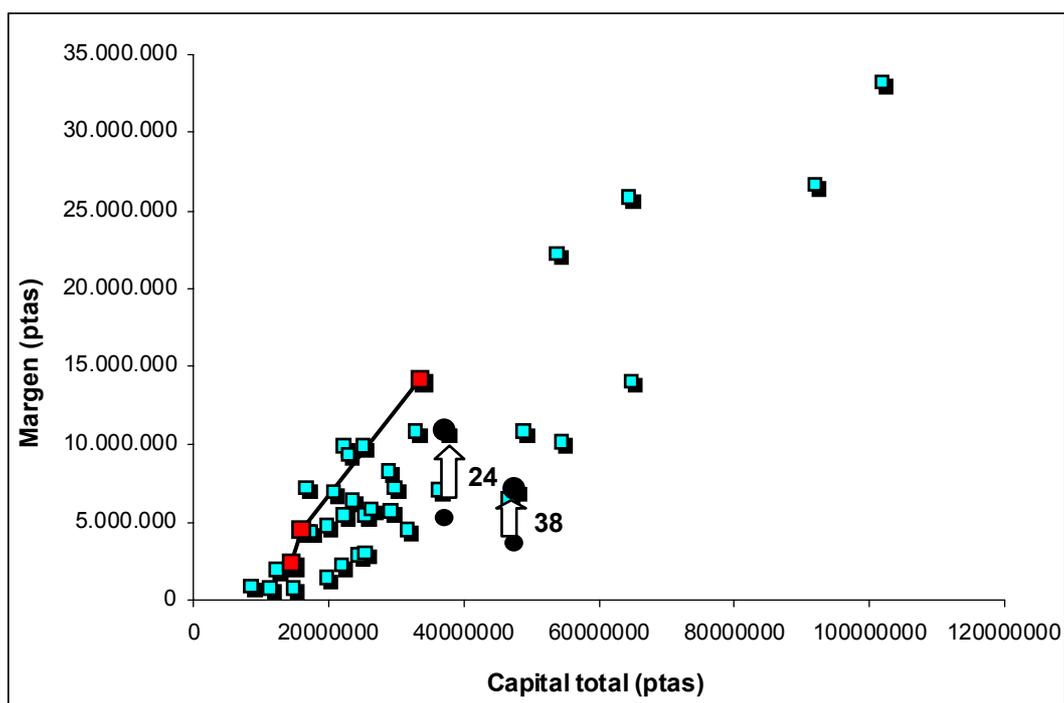


Figura V.4.1. Rentabilidad máxima potencial con asignación eficiente de inputs.

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.

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 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 la figura V.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.

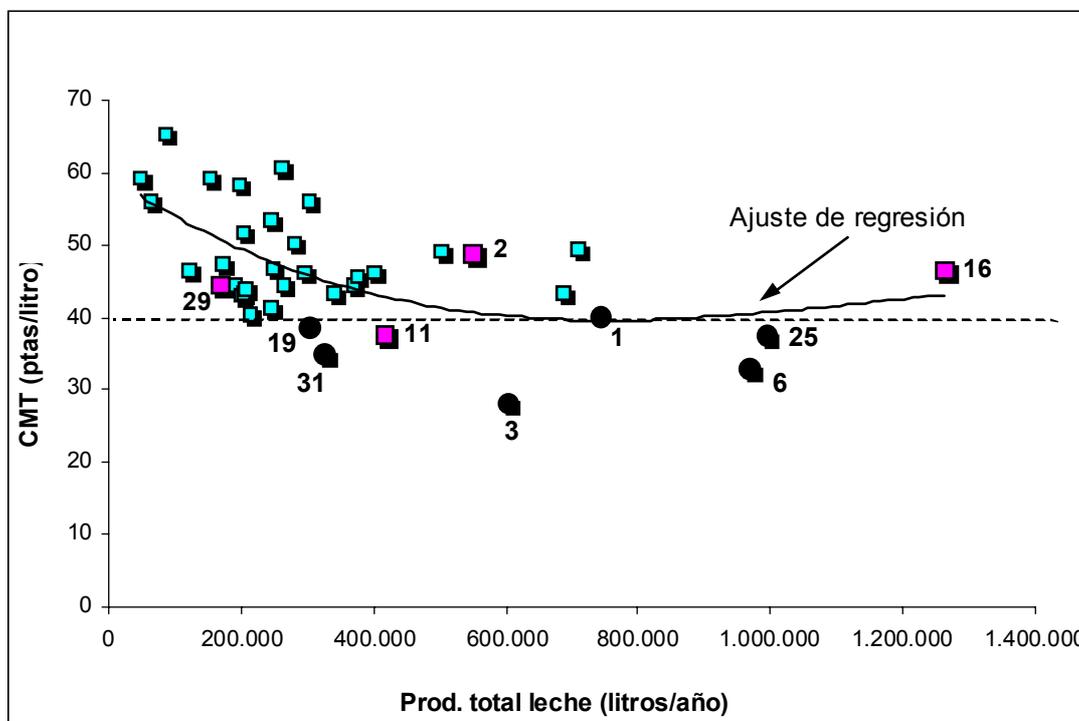


Figura V.4.2. Producción total y CMT

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 (nº 19 y nº 31 con 300.000 litros por año), como en niveles elevados (explotaciones nº 6 y 25 con casi un millón de litros al año), alcanzándose el mínimo con unos 600.000 litros al año (explotación nº 3).

b) considerando ahora sus niveles de producción por vaca y año, se obtiene la distribución que presenta la figura V.4.3.

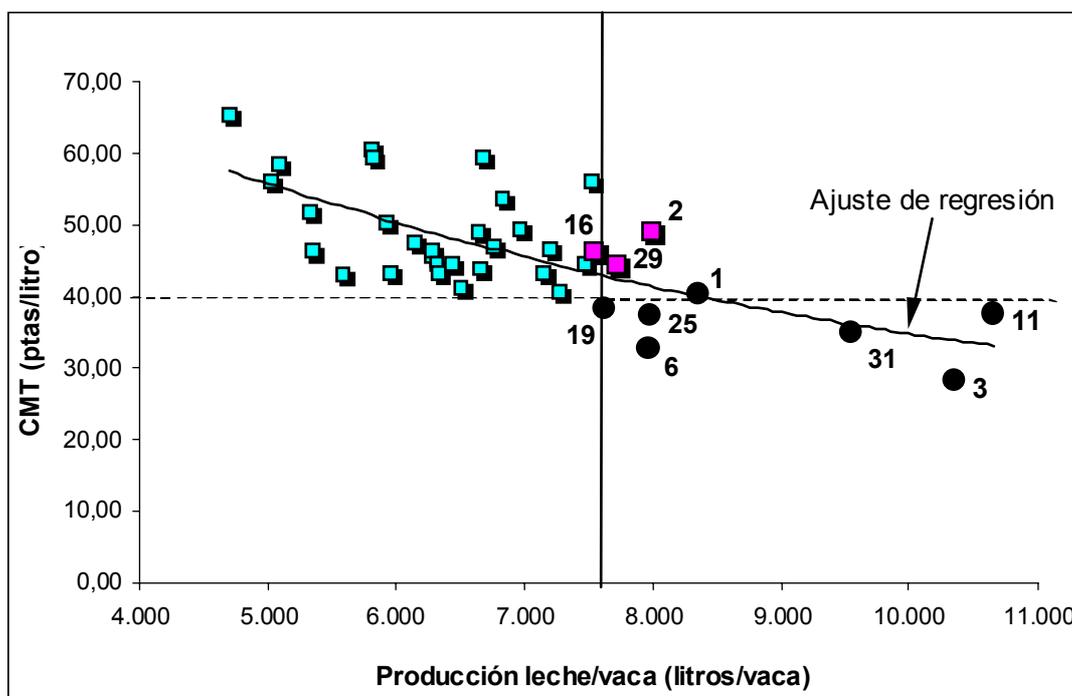


Figura V.4.3. Producción/ vaca/año y CMT.

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 nº 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 nº16, 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 promedio 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.

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 la tabla V.4.2. se presentan los porcentajes de reducción de cada partida de capital y la rentabilidad que se alcanzaría con esta estrategia.

Tabla V.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
MEDIA	74	45	65	29,55

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 correlación existente entre margen y factor tierra (tabla V.4.3.) en el grupo de estudio.

Tabla V.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

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

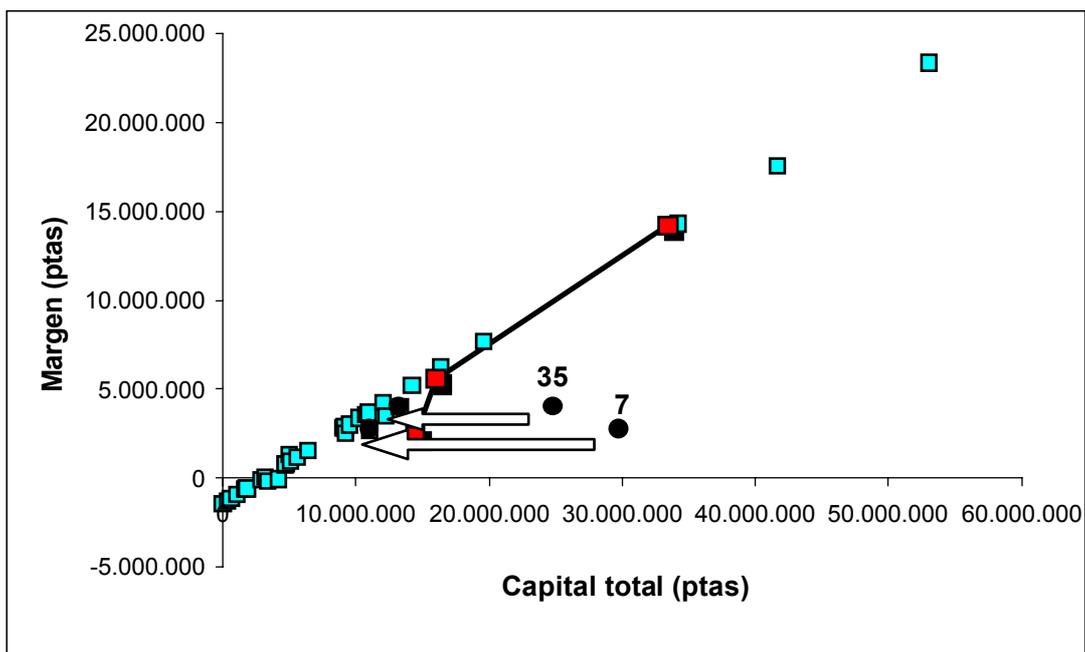


Figura V.4.4. Rentabilidad máxima potencial con asignación eficiente de capitales.

Tal como lo muestra la figura V.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.

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 nº 29, 15, 31, 3 y 6, eficientes técnicamente.

En la tabla V.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 la figura V.4.5 se representan gráficamente dichos desplazamientos.

Tabla V.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.

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.

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.

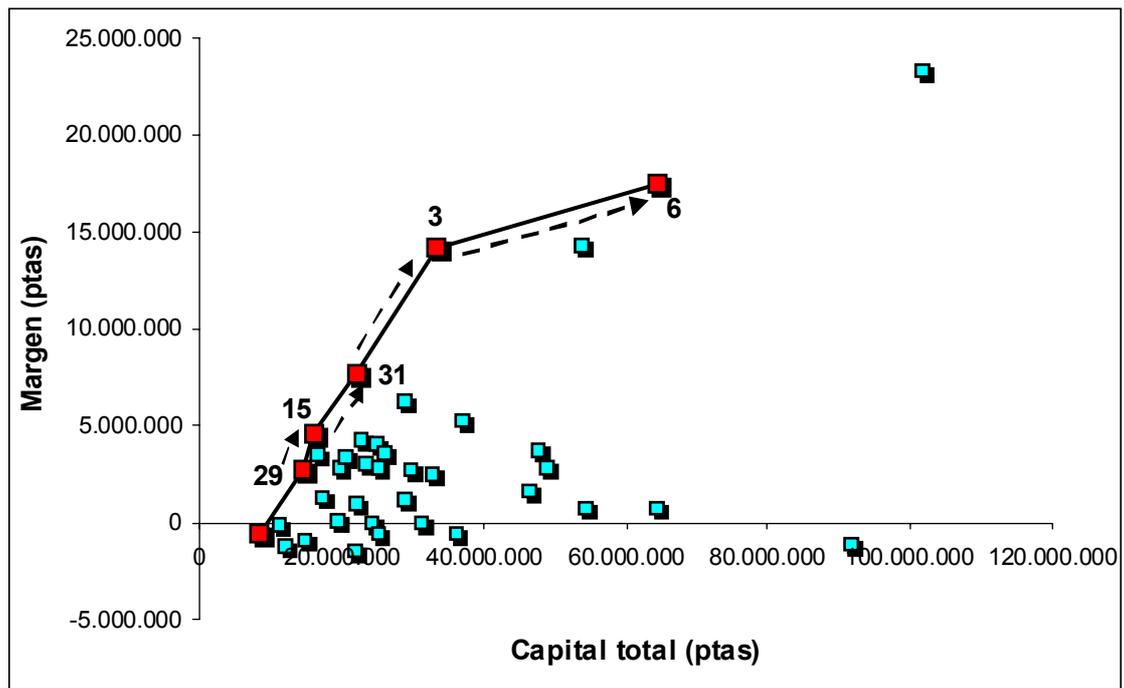


Figura V.4.5. Incrementos de escala sobre la frontera eficiente.

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%.

VI. CONCLUSIONES.

VI. CONCLUSIONES PARA EL GRUPO ANALIZADO.

1. La eficiencia media de utilización del alimento es del 74,71% siendo las explotaciones nº3 y 31 las de mayor productividad por kg de materia seca consumida (MS).
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 materia seca de concentrados y entre 0,12 y 0,24 kg de materia seca 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, independiente 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 óptimo, lo que debe lograrse incrementando su productividad o eficiencia de uso.

 - 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.

VII. RESUMEN - SUMMARY.

VII. RESUMEN - SUMMARY.

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 Envolvente 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%.

Summary.

The present research is sought to look for the best relationship between costs revenues and investment that maximize margin and return on capital from dairy farms of Córdoba.

Data used for this study were taken from technical and economic information of 38 dairy farms, collected by the Center of Investigation and Agricultural Formation of Córdoba (CIFA- Córdoba), for the INIA project SC96-103.

Fistly, their technical efficiencies of milk production are assessed taking in account the main inputs: feeding, labour and investment. Last one analysis assess the global efficiency of each farm taking in account their margins, return on capital and invested capitals.

DEA methodology (Data Envelopment Analysis) is used to assess these measures and identify those inputs and/or outputs that are being under-utilised. Lastly, specific improvements are proposed to optimize the main factors of the system, taking in account the farms' best-practice.

The results indicate that feeding is the most important variable in the global efficiency of the system, being the excess of forage the main cause of inefficiency. For the analyzed group, the optimal allocation is defined between 0,44 and 0,59 kg MS of grain and between 0,12 and 0,24 kg MS of forages by liter produced (actually averages are 0,63 kg MS and 0,48 kg MS, respectively).

Once is achieved technical efficiency for each farm, return on capital would be improve increasing productivity to a minimum of 7.600 liters/cow, so unit costs are decreased and margin/liter improved. Technical efficient farms with that minimum scale of production define that the cost of feeding should be between 17,7 and 22 ptas/liter and labour between 4,6 and 8,7 ptas/ liter. On the other hand, investments should decrease to a maximum of 185.000 ptas/cow. With these measures, their return on capital could reach overcome 20 per cent.

VIII. BIBLIOGRAFÍA.

VIII. BIBLIOGRAFIA CITADA.

AFRIAT, S.N. 1972. *Efficiency estimation of production functions*. International Economic Review, 13(3): 568-598.

AHMAD M.; BRAVO-URETA, B.E. 1995. *An econometric decomposition of dairy output growth*. American Journal of Agricultural Economics, 77 (4): 914-921.

AHMAD. M. ; BRAVO-URETA B.E. 1996. *Dairy farm technical efficiency measures using panel data and alternative model specifications*. Journal of Productivity Analysis, 7: 399-415.

AIGNER, D.J.; CHU, S.F. 1968. *On estimating the industry production function*. American Economic Review, 58: 826-839.

AIGNER, D.J.; LOVELL, C.A.K.; SCHMIDT, P. 1977. *Formulation and estimation os stochastic frontier production functions models*. Journal of Econometrics, 6: 21-37.

AJIBEFUN, I.A.; BATTESE, G.E.; KADA, R. 1996. *Technical Efficiency and Technological Change in the Japanese Rice Industry: A Stochastic Frontier Analysis*, CEPA Working Papers, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, 9/96: 22.

ALI, A.I.; SEIFORD, L.M. 1993. *The mathematical programming approach to efficiency analysis*, en FRIED, H.O. ; LOVELL, C.A.K.; SCHMIDT, S.S. (Eds.), *The measurement of productive efficiency: techniques and applications*, Oxford University Press, New York: 120-159.

ALIMARKET, 1998 y 1999. *El sector lácteo en España*. N° 113 (1998) y 124 (1999).

AL-KAHTANI, S.H.; SOFIAN, B.E. 1997. *The ranking method for measuring a specific farm technical inefficiency*. Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo, 48(2): 215-226.

ALLEN, R.G.D. 1975. *Index number in theory and practice*. New York, MacMillan Press.

ALLEN, R.C.; DIEWERT, W.E. 1981. *Direct versus implicit superlative index number formulae*. Review of Economics and Statistics, 63: 430-435.

ÁLVAREZ, A.; BELKNAP, J.; SAUPE, W.; 1988. *Eficiencia técnica de explotaciones lecheras*. Revista de Estudios Agro-Sociales, 145: 143-156.

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.

APEZTEGUIA, B.I.; GARATE, M.R. 1997. *Technical efficiency in the Spanish agrofood industry*. Agricultural-Economics, 17(2-3): 179-189.

ARAL, Revista. *Noticias sector lácteo*. Tecnipublicaciones España, S.L. N° 1357: 13-17

ARIAS, C.; ÁLVAREZ, A. 1993. *Estimación de eficiencia técnica en explotaciones lecheras con datos de panel*. Investigación Agraria: Economía, 8(1): 101-109.

ATKINSON, S.E.; CORNWELL, C. 1994a. *Parametric Panel Data Approaches to Estimating Price and Technical Inefficiency at the Firm Level*. (Revised and retitled, *Profit vs Cost Frontier Estimation of Price and Technical Inefficiency: A Parametric Approach with Panel Data*), Forthcoming, Southern Economic Journal.

ATKINSON, S.E.; CORNWELL, C. 1994b. *Parametric estimation of technical and allocative inefficiency with panel data*. International Economic Review, 35: 231-43.

ATKINSON, S.E.; CORNWELL, C. 1996. *Estimating Radial Measures of Productivity Growth: Frontier vs. Non-frontier Approaches*. (Revised and retitled Dec 96), Forthcoming, Journal of Productivity Analysis.

ATKINSON, S.E.; FARE, R. 1997. *Econometric Estimation of Firm Inefficiency Using Distance Functions*. Department of Economics Terry College of Business University of Georgia. Athens GA 30602 USA

ATKINSON, S.E.; CORNWELL, C.; HONERKAMP, O. 1999. *Measuring and Decomposing Productivity Change: Stochastic Distance Function Estimation vs. DEA*. Department of Economics Terry College of Business University of Georgia. Athens GA 30602 USA

BAFFES, J.; VASAVADA, U. 1989. *On the choice of functional forms in agricultural production analysis*. Applied Economics, 21: 1053-1061.

BAILEY, D.V.; BISWAS, B.; KUMBHAKAR, S.C.; SCHLTHIES, B.K. 1989. *An analysis of technical, allocative and scale inefficiency. The case of Ecuadorian dairy farms*. Western Journal of Agricultural Economics 14(1): 30-37.

BALK, B. 1995. *Axiomatic price index theory: a survey*. International statistical review, 63: 69-93.

BALK, B. 1997. *Industrial price, quantity and productivity indices: Microeconomic theory*. Mimeographed, Statistics Netherlands, 171.

BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. 1984. *Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis*, Management Sciences, 30: 1078-1092.

BARICHELLO, R.; LAMBERT, R.; RICHARDS, T.J.; ROMAIN, R.F.; STENNES, B. 1996. *Cost and efficiency in Ontario and Quebec's dairy production.*, en *Regulation and Protectionism under GATT: case studies in North American Agriculture*. Edited by SCHMITZ, A.; COFFIN, G. AND ROSAASEN, K.A. 96-117. Boulder:Westview.

BARRERA, V; AGUILAR, C; CANAS, R; CUBILLOS, G; CAMIRUAGA, M. 1995. *Comparison of four alternative management systems of milk production for small producers in the Carchi-Ecuador zone. Simulation model (experimentation)*. Revista Argentina de Produccion Animal, 15(3-4): 1112-1114.

BATTESE, G.E.; COELLI, T.J. 1988. *Prediction of firm-level technical efficiency with a generalised frontier production function and panel data*. Journal of Econometrics, 38: 387-399.

BATTESE, G.E.; COELLI, T.J.; COLBY, T.C. 1989. *Estimation of frontier production function and the efficiencies of indian farms using panel data from ICRISAT's village level studies*. Journal of Quantitative Economics, 5: 327-348.

BATESSE, G.E. 1992. *Frontier production functions and technical efficiency: A survey of empirical applications in agricultural economics*. Agricultural Economics, 7: 185-208.

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.

BATTESE, G.E.; COELLI, T.J. 1993. *A stochastic frontier production function incorporating a model for technical efficiency effects*. Working papers in Econometrics and Applied Statistics, 69.

BATTESE, G.E.; COELLI, T.J. 1995. *A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data*, Empirical Economics, 20: 325-332.

BATTESE, G. E.; BROCA, S.S. 1997. *Functional Forms of Stochastic Frontier Production Functions and Models for Technical Inefficiency Effects: A Comparative Study for Wheat Farmers in Pakistan*. Journal of Productivity Analysis, 8: 395-414.

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., HESHMATI, A.; HJALMARSSON, L. 1998. *Efficiency of Labour Use in the Swedish Banking Industry: A Stochastic Frontier Approach*. CEPA Working Papers, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, 6/98: 29.

BAUER, P.W. 1990. *Recent developments in the econometric estimations of frontiers*. Journal of Econometrics, 46: 39-56.

BELBASE K.; RABOWSKI, R.; 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.

BERENTSEN, 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

BERNDT E.R.; KHALED, M.S. 1979. *Parametric productivity measurement and choice among flexible functional forms*. Journal of Political Economy, 87: 1220-1245.

BESSENT, A.M.; BESSENT, E.W. 1980. *Comparing the comparative efficiency of schools through Data Envelopment Analysis*. Educational Administration Quarterly, 16: 57-75.

BJUREK, H. 1996. *The Malmquist Total Factor Productivity Index*. Scandinavian Journal of Economics, 98: 303-313.

BRAVO-URETA, B.E. 1986. *Technical efficiency measures for dairy farms based on a probabilistic frontier function model*. Canadian Journal of Agricultural Economics 34: 399-415.

BRAVO-URETA, B.E.; RIEGER, L. 1991a. *Alternative production frontier methodologies and farm efficiency*. Journal of Agricultural Economics 41(2): 215-225.

BRAVO-URETA, B.E.; RIEGER, L. 1991b. *Dairy farm efficiency measurement using Stochastic frontiers and Neoclassical duality*. American Journal of Agricultural Economics, 73: 421-28.

BRAVO-URETA, B.E.; 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.

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.

BRÜMMER, B. 1998. *Productive efficiency and economies of size in Slovenian private agriculture*. Technical report prepared for FAO Product Policy Options for Slovenian Agriculture in an EU Accession Environment. Kiel, 1998.

BRÜMMER, B.; LOY, J.P. 1997. *Modelling stochastic frontier functions to measure the influence of individual farm investment support on technical efficiency*. Agrarwirtschaft, 46(8/9): 293-305.

BRÜMMER, B.; LOY, J.P. 2000. *The technical efficiency impact of farm credit programmes: A case study of northern Germany*. Journal of Agricultural Economics, 51(3): 405-418.

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.

CAMPIOTTI, M. 1998. *Correct farm management for improving efficiency from dairy farm*. Informatore Agrario 54(30): 35-41.

CAVES, D.W.; CHRISTENSEN, L.R.; DIEWERT, W.E. 1982a. *Multilateral comparisons of output, input and productivity using superlative index numbers*. Economic Journal, 92: 73-86.

CAVES, D.W.; CHRISTENSEN, L.R.; DIEWERT, W.E. 1982b. *The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity*. Econometrica, 50:1393-1414.

CHAMBERS, R.G. 1988. *Applied production analysis: a dual approach*. Cambridge University Press, New York.

CHARNES, A. COOPER, W.W.; RHODES, E. 1978. *Measuring the efficiency of decision making units*. European Journal of Operational Research, 2: 429-444.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. 1981. *Evaluating program and managerial efficiency: an application of Data Envelopment Analysis to program follow through*. Management Sciences, 27: 668-697.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; ROUSSEAU, J. And SEMPLE, J. 1987. *Data Envelopment Analysis and axiomatic notions of efficiency and reference sets*. Research Report CCS 558, Center of Cybernetic Studies, University of Texas at Austin. Austin.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; LEWIN, A.Y.; SEIFORD, L.M. 1995. *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*. Kluwer Academy Publishers. Boston.

CHIANG, A.C. 1987. *Métodos fundamentales de economía matemática*. 3ª ed. McGrawHill.

CLOUTIER, L.M.; ROWLEY, R. 1993. *Relative technical efficiency: Data Envelopment Analysis and Quebec's dairy farms*. Canadian Journal of Agricultural Economics, 41: 169-176.

COCCHI, H.; BRAVO-URETA, B.E. 1996. *Cost efficiency on milk production for some States in the USA: econometric estimation vs. Index numbers*. Investigacion Agraria: Economia, 11(2): 259-277.

COELLI, T.J. 1992. *A computer program for frontier production function estimation: FRONTIER Version 2.0*. Economics Letters, 39(1): 29-32.

COELLI, T.J. 1994. *A Guide to FRONTIER Ver 4.1: A computer program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation*. Mimeo, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, NSW, Australia.

COELLI, T.J. 1995a. *Recent developments in frontier modelling and efficiency measurement*. Australian Journal of Agricultural Economics, 39(3): 219-246.

COELLI, T.J. 1995b. *Estimators and Hypothesis Tests for a Stochastic Frontier Function: A Monte Carlo Analysis*, Journal of Productivity Analysis, 6: 247-268.

COELLI, T.J. 1995c. *Measurement of sources of technical inefficiency in Australian electricity generation*. Paper presented at the New England Conference on Efficiency and productivity, University of New England, Armidale. November, 23-24.

COELLI, T.J. 1996a. *Measurement and Sources of Technical Efficiency in Australian Coal-fired Electricity Generation*. CEPA Working Papers, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, 1/96: 36.

COELLI, T.J. 1996b. *A Guide to FRONTIER Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation*. CEPA Working Papers, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, 7/96: 33.

COELLI, T.J. 1996c. *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*. CEPA Working Paper, Department of Econometrics, University of New England, 8/96: 49.

COELLI, T.J. 1996d. *Measurement of Total Factor Productivity Growth and Biases in Technological Change in Western Australian Agriculture*. *Applied Econometrics*, 11: 77-91.

COELLI, T.J. 1996e. *Assessing the performance of Australian Universities using Data Envelopment Analysis*. Mimeo, Centre for Efficiency and Productivity Analysis. University of New England. Armidale. Australia.

COELLI, T.J.; PERELMAN, S. 1996a. *A comparison of Parametric and Non-parametric Distance Functions: With Application to European Railways*, CREPP Discussion Paper, 96/03. University of Liege, Liege.

COELLI, T.J.; PERELMAN, S. 1996b. *Efficiency measurement, multiple-output technologies and distance functions. With applications to european railways*. CREPP discussion paper N° 96/05. University of Liege, Liege.

COELLI, T.J. 1997. *A Multi-Stage Methodology for the Solution of Orientated DEA Models*, Mimeo, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Armidale, NSW, Australia.

COELLI, T.J.; RAO, D.S.P.; BATTESE, G.E. 1998. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publishers. Boston.

COELLI, T.J. 1998. *A Multi-stage Methodology for the Solution of Orientated DEA Models*, *Operations Research Letters*, 23: 143-149.

CORDINA, D. 1997. *Using Data Envelopment Analysis (DEA) to determine technical efficiency on irrigated dair farms*. 4th Year Project, BA (Hons) Agricultural and Resource Economics, School of Business, La Trobe University, Bundoora, Victoria, Australia.

CORNWELL, C.; SCHMIDT, P.; SICKLES, R.C. 1990. *Production frontiers with cross-sectional and time-series variation efficiency levels*. *Journal of Econometrics*, 46: 185-200.

CORNWELL, C.; SCHMIDT, P. 1996. *Production Frontiers and Efficiency Measurement*. In L. Matyas and P. Sevestre (Eds.): *The Econometrics of Panel Data*, Kluwer Academic Publishers.

DIEWERT, W.E. 1976. *Exact and superlative index numbers*. *Journal Econometrics*, 4: 115-145.

DIEWERT, W.E. 1981. *The economic theory of index numbers: a survey*. In Deaton, A. (Ed.). *Essay in the theory and measurement of consumer behaviour (in honor of Richard Stone)*, Cambridge University Press, New York, 163-208.

DIEWERT, W.E. 1992. *Fisher ideal output, input and productivity indexes revisited*. *Journal of Productivity analysis*, 3: 211-248.

DIEWERT, W.E.; NAKAMURA, A.O. 1993. *Essay in index number theory*. *Contributions to Economic Analysis Series*, 1 (217) North-Holland, Amsterdam.

DOUCOULIAGOS, H.; HONE, P. 2000. *The efficiency of the Australian dairy processing industry*. The Economic Record, 76 (233): 139-151.

DYSON, R.G.; THANASSOULIS, E. 1999. *Reducing weight flexibility in data Envelopment Analysis*. Journal of the operational research society, 39: 563-576.

ELYASSIANI E.; MEDHIAN, S.M. 1993. *Measuring technical and scale inefficiencies in the beer industry: non parametric and parametric evidences*. The Quaterly Review of Economics and Finance, 33(4): 383-408.

ELTETO, O.; KOVES, P. 1964. On the index number computation problem in international comparison (in Hungarian). Statisztikai Szemle 42: 507-518.

ESKELINEN, M. 1996. *Comparing the costs of milk production in most and least economically successful farms*. Tiedonantoja Maatalouden Taloudellinen Tutkimuslaitos, 211: 46-72. Helsinki; Finland

FAO/SMIA. 2000. *Leche y productos lácteos*. Perspectivas Alimentarias, 5 (nov, 2000): 11-15.

FÄRE, R.E.; LOVELL, C.A.K. 1978. *Measuring the technical efficiency production*. Journal of Economic Theory, 19 (1): 150-162.

FÄRE, R., GROSSKOPF, S.; LOVELL, C.A.K. 1985. *The measurement of efficiency of production*. Kluwer Academic Publishers, Boston.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C.A.K.; PASURKA, C. 1989. *Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable:a nonparametric approach*. Review of Economics and Statistics, 71: 90-98.

FÄRE, R., GROSSKOPF, S.; LOVELL, C.K.A. 1994. *Production Frontiers*. Cambridge University Press, Cambridge.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; NORRIS, M.; ZHANG, Z. 1994. *Productivity growth, technical progress, and efficiency changes in industrialised countries*. American Economic Review, 84: 66-83.

FARE, R.; GRIFELL-TATJE, E.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C.A.K. 1996. *Biased Technical Change and the Malmquist Productivity Index*. Department of Economics Terry College of Business University of Georgia. Athens GA 30602 USA.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; ROOS, P. 1997. *Malmquist productivity indexes: a survey of theory and practice*, in R. FÄRE, S. GROSSKOPF and R.R. RUSSELL (Eds.). *Index numbers: Essay in honour of Sten Malmquist*, Kluwer Academy Publishers, Boston. Forthcoming.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; RUSSELL, R.R. 1997. *Index numbers: Essay in honour of Sten Malmquist*, Kluwer Academy Publishers, Boston. Forthcoming.

FARRELL, M.J. 1957. *The Measurement of Productive Efficiency*. Journal of the Royal Statistical Society, Series A, 120(3): 253 –290

FERRIER, G.D.; LOVELL, C.A.K. 1990. *Measuring cost efficiency in banking: econometric and lineal programming evidence*. Journal of Econometrics, 46: 229-245.

FISHER, F.M. 1922. *The making of index numbers*. Houghton Mifflin, Boston.

FISHER, F.M.; SHELL, K. 1972. *The economic theory of price indexes*. Academic Press, New York.

FLETCHER, R.; POWELL, M.J.D. 1963. *A Rapidly convergent descent method for minimization*. Computer Journal, 6: 163-168.

FORSUND, F.R.; HJALMARSSON, L. 1979. *Generalised Farrell Measures of efficiency: an application to milk processing in Swedish dairy plants*. Economic Journal, 89: 294-315.

FORSUND, F.R.; LOVELL, C.A.K.; SCHMIDT, P. 1980. *A survey of frontier production functions and of their relationship to efficiency measurement*. Journal of Econometrics, 13: 5-25.

FORSUND, F.R. 1997. *The Malmquist productivity index, TFP and scale*. Memorandum N° 233, Department of Economics, Gothenburg University, Gothenburg.

FRASER, I.; CORDINA, D. 1999. *An application of data envelopment analysis to irrigated dairy farms in Northern Victoria, Australia*. Agricultural Systems, 59(3): 267-282.

FRIED, H.O.; LOVELL, C.A.K.; SCHMIDT, S.S. 1993. *The measurement of productive efficiency: techniques and applications*. Oxford University Press. New York.

FRIED, H.O.; SCHMIDT, S.S.; YAISAWARNG, S. 1995. *Incorporating the operating environment into a measure of technical efficiency*. Mimeo. Union College, Schenectady.

FUENTES, H.; GRIFELL-TATJÉ, E.; PERELMAN, S. 2001. *A Parametric Distance Function Approach for Malmquist Productivity Index Estimation*. Journal of Productivity Analysis, 15 (2):79-94, March 2001. Kluwer Academic Publishers.

GANLEY, J.A.; CUBBIN, J.S. 1992. *Public sector efficiency measurement: applications of data envelopment Analysis*. North Holland. Amsterdam.

GATES, R.S.; MINAGAWA, H.; TIMMONS, M.B.; CHI, H. 1994. *Economic optimization of Japanese swine production*. Paper in American Society of Agricultural Engineers, 94408: 5-15 pp.

GLEN, J.J. 1996. *A development planning model for deer farming*. Agricultural Systems 51(3): 317-337.

GONZÁLEZ, E.; ÁLVAREZ, A.; ARIAS, C. 1996. *Análisis no paramétrico de eficiencia en explotaciones lecheras*. Investigación Agraria: Economía, 11(1): 173-190

GRASSET, M. 1997. *The place of maize and of pasture in dairy forage systems. Technical and economical aspects and examples in Brittany*. Fourrages, 150: 137-146.

GREENE, W.H. 1980a. *Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions*. Journal of Econometrics, 13: 27-56.

GREENE, W.H. 1990. *A gamma-distributed stochastic frontier model*. Journal of Econometrics, 46: 141-164.

GREENE, W.H. 1992. *LIMDEP Version 6.0: Manual and Reference Guide*. Econometric Software Inc., New York.

GREENE, W.H. 1993. *The econometric approach to efficiency analysis*. 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, 68-119.

GRIFELL-TATJE, E.; LOVELL, C.A.K. 1994a. *A New Decomposition of the Malmquist Productivity Index*. Department of Economics Terry College of Business University of Georgia. Athens GA 30602 USA.

GRIFELL-TATJE, E.; LOVELL, C.A.K. 1994b. *A Generalized Malmquist Productivity Index*. Department of Economics Terry College of Business University of Georgia. Athens GA 30602 USA.

GRIFELL-TATJE, E.; LOVELL, C.A.K. 1995. *A note on the Malmquist Productivity Index*. Economics Letters, 47, 169-175.

GRIFELL-TATJE, E.; LOVELL, C.A.K.; PASTOR, J.T. 1996. *A Quasi-Malmquist Productivity Index*. Department of Economics Terry College of Business University of Georgia. Athens GA 30602 USA.

GRIFELL-TATJE, E.; LOVELL, C.A.K. 1997. *Profits and Productivity*. Department of Economics Terry College of Business University of Georgia. Athens GA 30602 USA.

GROSSKOPF, S. 1993. *Efficiency and productivity*. 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, 160-194.

HADRI, K; WHITTAKER, J. 1995. *Efficiency, environmental contaminants and farm size: testing for links using stochastic production frontiers*. Discussion Paper in Economics University of Exeter, 95-05: 18.

HAJOS, L.; MEHI, J.; KERTEST, J. 1997. *Basic correlations between labour input, labour efficiency and family labour capacity in dairy farms*. *Gazdalkodas*, 41(1): 36-41.

HALLAM, D; MACHADO, F. 1996. *Efficiency analysis with panel data: a study of Portuguese dairy farms*. European Review of Agricultural Economics, 23(1): 79-93.

HARO, T.; PARRA, C. 1998. *Productividad de las industrias andaluzas y españolas: un análisis comparativo y dinámico (1981-1992)*. XII Reunión Anual de ASEPELT ESPAÑA. Córdoba, 11-12 de junio.

HARO, T.; PARRA, C.; TITOS, A. 1999. *Indicadores de cambio de productividad total de los sectores industriales andaluces*. Ed. Instituto de Estadística de Andalucía (IEA). Sevilla.

HART, R.P.S.; LARCOMBE, M.T.; SHERLOCK, R.A.; SMITH, L.A. 1998. *Optimisation techniques for a computer simulation of a pastoral dairy farm*. Computers and Electronics in Agriculture, 19(2): 129-153.

HEMME, T; HEINRICH, I; ISERMAYER, F. 1996. *An international comparison of the competitive efficiency of milk production*. Molkerei Zeitung Welt der Milch, 50(25): 1001-1005.

HESHMATI, A.; KUMBHAKAR, S.C. 1994. *Farm heterogeneity and technical efficiency: some results from swedish dairy farms*. Journal of Productivity Analysis 5(1): 45-61.

JAFORULLAH, M.; DEVLIN, NJ. 1996. *Technical efficiency in the New Zealand dairy industry: a frontier production function approach*. New Zealand Economic Papers, 30(1): 1-17.

JAFORULLAH, M.; WHITERMAN, J. 1999. *Scale efficiency in New Zealand dairy farms: a non-parametric approach*. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 43(4): 523-541.

JEFFREY, S.R.; RICHARDS, T.J. 1996. *Factor influencing costs of milk production in Alberta*. Advances in Dairy Technology, 8:333-47. Proceedings of the 1996 Western Canadian Dairy Seminar. Edmonton.

JHA, M.; RHODES, A. 1999. *Some imperatives of the Green Revolution: technical efficiency and ownership of inputs in Indian Agriculture*. Agricultural and Resource Economics Review, 28 (1): 57-64.

JONASSON, L. 1996. *Mathematical programming for sector analysis – some applications, evaluations and methodological proposals*. Avhandlingar Institutionen for Ekonomi, Sveriges Lantbruksuniversitet, 18: 113. Uppsala; Sweden.

KAIRON, M.S.; SINGH, R.V.; SINGH, H. 1995. *Resource use efficiency and optimum allocation in milk production on small farms in northern Haryana*. Journal of Dairying, Foods and Home Sciences, 14(3): 121-130.

KONTOS, A. y YOUNG, T. 1983. *An analysis of technical efficiency on a sample of greek farms*. Resources of Agricultural Economics, 10: 272-280.

KOOPMANS, 1951. *Activity Analysis of Production and Allocation*, Cowles Comission for Research in Economis, Monograph N°. 13, Wiley, New York.

KOPP, R.J. 1981. *The measurement of productivity efficiency: a reconsideration*. Quaterly Journal of Economics, 96: 477-503.

KUDRYASHOV, V.I.; MINDRIN, A.S.; RODIN, V.Z. 1996. *Indices and factors of the efficiency of private farms*. Ekonomika Sel'skokhozyaistvennykhi Pererabatyvayushchikh Predpriyatii, 9: 33-36.

KUMBHAKAR, S.C.; GHOST, S.; MCGUCKIN, J.T. 1991. *A generalized production frontier approach for estimating determinants of inefficiency in U.S. dairy farms*. Journal of business and Economic Statistics, 9: 279-286.

KUMBHAKAR, S.C. 1996. *Efficiency measurement with multiple outputs and multiple inputs*. Journal of Productivity Analysis, 7: 225-55.

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

LARA, P.; STANCU-MINASIAN, I. 1999. *Fractional programming: a tool for the assessment of sustainability*. Agricultural Systems, 62 (1999): 131-141.

LASPEYRES, E. 1871. *Die Berechnung einer mittleren Waaren-preissteigerung*. Jahrbucher für Nationalökonomie und Statistik, 16: 296-314.

LOVELL, C.K.A.; SCHMIDT, P. 1988. *A comparison of alternative approaches to the measurement of productive efficiency*, en A. DOGRAMACI, R. FÄRE, (Eds.), *Applications of modern production theory: efficiency and productivity*. Boston, Kluwer Academic Publishers.

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.

LOVELL, C.A.K. 1994. *Linear Programming Approaches to the Measurement of Productive Efficiency*, 2: 175-224.

LOVELL, C.A.K.; PASTOR, J.T. 1995. *Units Invariant and Translation Invariant DEA Models*. Operations Research Letters, 18: 147-151.

LUND, P.; HILL, G. 1979. *Farm size, efficiency and economies of size*. Journal of Agricultural Economics, 30(2): 145-158.

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.

MALMQUIST, S. 1953. *Index numbers and indifference surface*. Trabajos de Estadística, 4: 209-242.

MANOS, B; PSYCHOUDAKIS, A. 1997. *Investigation of the relative efficiency of dairy farms using data envelopment analysis*. Quarterly Journal of International Agriculture, 36(2): 188-197.

MAPA, 1999. *Informe del prensa del Ministerio de Agricultura*. En Agrodigital.com, 11 octubre, 1999.

MAPA. 2000. *Mercados y estadísticas. Indicadores estadísticos de la actividad agroalimentaria en España*. Cuadernos de Agricultura, Pesca y Alimentación, nº 13. 2000.

MARTOS, J. 1996. *Statgraphics. Conceptos y aplicaciones*. Paraninfo. Madrid.

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.

McCARTY, T.A.; YAISAWARNG, S. 1993. *Technical efficiency in New Jersey school district*, in 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, 271-287.

MEEUSEN, W.; VAN DEN BROECK, J. 1977. *Efficiency estimation from Coob-Douglas production function with composed error*. *International Economic Review*, 18: 435-444.

NGWENYA, S.A.; BATTESE, G.E.; FLEMING, E.M. 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*, 36(3): 283-301.

NISHIMIZU, M.; PAGE, J.M. 1982. *Total Factor Productivity Growth, technical progress and technical efficiency change in Yugoslavia, 1965-78*. *Economic Journal*, 92: 920-936.

NORMAN, M.; STOKER, B. 1991. *Data Envelopment Analysis: an assessment of performance*, Wiley, New York.

NSANZUGWANKO, M.D.; BATTESE, G.E.; FLEMING, E.M. 1996. *The Technical Efficiency of Small Agricultural Producers in Central Ethiopia*. CEPA Working Papers, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, 5/96: 16.

OUM, T.H.; ZHANG, Y. 1995. *Competition and allocative efficiency: the case of the U.S. telephone industry*. *Review of Economics and Statistics*, 77: 82-96.

PAASCHE, H. 1874. *Ueber die Presentwicklung der letzten Jahre nach den Hamburger Borsennotirungen*. *Jahrbucher für Nationalökonomie und Statistik*, 23: 168-78.

PASTOR, J.M. 1995. *Eficiencia, cambio productivo y cambio técnico en los bancos y cajas de ahorros españolas: un análisis de la frontera no paramétrico*. Revista Española de Economía, 12 (1): 35-73.

PERELMAN, S. 1995. *R&D, technological progress and efficiency change in industrial activities*. Review of Income and Wealth. 41: 349-366.

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.

PIESSE, J.; THIRTLE, C.; TURK, J. 1996. *Efficiency and ownership in Slovene dairying: a comparison of econometric and programming techniques*. Journal of Comparative Economics, 22(1): 1-22.

POLLITT, M.G. 1995. *Productive efficiency in electricity transmission and distribution systems*. In Ownership and Performance in Electric Utilities. Oxford University Press, New York, 159-182.

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.; BRAVO-URETA, B.E. 1996. *Modelos de beneficio para explotaciones lecheras: un análisis de formas funcionales alternativas*. Investigación Agraria: Economía, 11(3): 521-543.

RAGHBENDRA, J.; RHODES, M.J. 1997. *Technical efficiency, farm productivity and farm size in Indian agriculture*. Coventry, U.K.: University of Warwick, Dept. of Economics. Warwick Economic Research Papers, 493: 24-25

RAGHBENDRA, 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.

RAO, D.S.P. 1994. *FAO Production Index Numbers: Suggestions for the Revision of the Methodology and Empirical Results*. FAO Quarterly Bulletin of Statistics, 7: 3-33.

RAO, D.S.P. 1995. *Treatment of Livestock in the FAO Production Index Numbers: Criticisms and Suggested Improvements*. FAO Quarterly Bulletin of Statistics, 4: 23.

RAO, D.S.P.; SELVANATHAN, E.A.; PILAT, D. 1995. *Generalized Theil-Tornqvist Indices with Applications to International Comparisons of Prices and Real Output*, Review of Economics and Statistics, 77: 352-350.

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.

RICHARD, T.J.; JEFFREY, S.R. 1998. *Economic performance in Alberta dairy: an application of the Mimic Model*. Staff Paper 98-02 published in Rural Economy. Department of Rural Economy. Faculty of Agriculture, Forestry and Home Economics. University of Alberta. Edmonton. Canada.

RICHMOND, J. 1974. *Estimating the efficiency of production*. International Economic Review, 15: 515-521.

ROUCO, A.; GARCÍA, D. 1999. *La industria cárnica en España: análisis económico y estratégico*. Ed. Publicaciones Técnicas Alimentarias, S.A. ISBN: 84-7989-094-0.

RUÍZ, D.E.M. 1997. *Modelos avanzados de gestión y optimización de la invernada bovina en la pampa arenosa*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. España.

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.

RUSSELL N.P.; YOUNG, T. 1990. *Frontier production function and the measurement of technical efficiency*. *Journal of Agricultural Economics*, 34: 139-149.

SALGHETTI, A. 1995. *Programming dairy farms: simulation of a study group (La programmazione delle aziende lattifere: simulazione su un gruppo di studio)*. *Annali della Facolta di Medicina Veterinaria, Universita di Parma*, 15: 95-122.

SATBIR, S.; COELLI, T.J.; FLEMING, E. 2000a. *The effect of private sector competition upon productivity growth indian processing plants*. CEPA Working Papers, Department of Econometrics. University of New England, Armidale. Australia, N° 1/2000.

SATBIR, S.; COELLI, T.J.; FLEMING, E. 2000b. *Performance of dairyplants in the cooperative and private sectors in India*. CEPA Working Papers, Department of Econometrics. University of New England, Armidale. Australia, N° 2/2000.

SATBIR, S.; COELLI, T.J.; FLEMING, E. 2000c. *Measurement of technical and allocative efficiency in indian dairy processing plants: an input distance function approach*. CEPA Working Papers, Department of Econometrics. University of New England, Armidale. Australia, N° 3/2000.

SATBIR, S; FLEMING, E.; COELLI, T.J. 2000d. *Efficiency and productivity analysis of cooperative dairy plants in Haryana and Punjab Stated of India*. Working Paper Series in Agricultutral and Resource of Economics, 2000 (2).

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.

SCHMIDT, P. 1976. *On the statistical estimation of parametric frontier production functions*. Review of Economics and Statistics, 58: 238-239.

SEIFORD, L.M.;THRALL, R.M. 1990. *Recent developments in DEA: the mathematical approach to frontier analysis*. Journal of Econometrics, 46: 7-38.

SEIFORD, L.M. 1996. *Data Envelopment Analysis: The Evolution of the State of the Art (1978-1995)*, Journal of Productivity Analysis, 7(2/3): 99-138.

SHEPHARD, R.W. 1979. *Theory of cost and production functions*. Princeton University Press, Princeton.

SEYOUM, E.T.; BATTESE, G.E.; FLEMING, E.M. 1998. *Technical efficiency and productivity of maize producers in eastern Ethiopia: a study of farmers within and outside the Sasakawa-Global 2000 project*. Agricultural Economics, 19(3): 341-348.

SHARMA, K.R.; ZALESKI-HM; LEUNG-PS. 1999. *Technical, allocative and economic efficiencies in swine production in Hawaii: a comparison of parametric and nonparametric approaches*. Agricultural Economics, 20(1): 23-35.

SHIYANI, S.L. 1994. *Performance of dairy coopertatives in Saurashtra – an econometric analysis*. Indian Journal of Agricultural Economics 69(2): 238-44.

SHIYANI S.L.; SINGH, R.V 1996. *An economic analysis of technical efficiency in milk production*. Indian Journal of Dairy Science, 49(9): 572-578.

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, R.P.; COELLI, T.J.; FLEMING, E. 1999. *Total factor productivity change in dairy processing plants in India*. Paper presented at AARES 43rd Annual Conference held on 20-22 January, Christchurch, New Zealand.

SINGH, R.P.; COELLI, T.J.; FLEMING E. 2000. *Measurement of Technical and Allocative Efficiency in Indian Dairy Processing Plants: An Input Distance Function*, CEPA Working Papers, School of Economic Studies, University of New England, Armidale, No. 3/2000: 32.

STAAT, M. 2001. *The Effect of Sample Size on the Mean Efficiency in DEA: Comment*. Journal of Productivity Analysis, 15 (2):129-137, March 2001.Kluwer Academic Publishers.

STEVENSON, R.E. 1980. *Likelihood functions for generalized stochastic frontier estimation*. Journal of Econometrics, 13: 57-66.

SZULC. 1964. *Index numbers for multilateral regional comparisons* (in Polish), Przegląd Statystyczny, 3: 239-254.

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, C.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.

TIMMER, C.P. 1971. *Using a probabilistic frontier function to measure technical efficiency*. Journal of Political Economy, 79: 776-794.

TIRTLE, C.; PIESSE, J.; TURK, J. 1996. *The productivity of private and social farms: multilateral Malmquist indices for Slovenia*. Journal of Productivity Analysis, 7(4): 447-460.

TITOS, A.; HARO, T. 1996. *La productividad de las industrias alimentarias españolas como indicador de su competitividad*. Revista Española de Economía Agraria, 174: 83-108

TORNQVIST, L. 1936. *The bank of Finland's consumption price index*. Bank of Finland Monthly Bulletin, 10: 1-8.

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.

TZOUVELEKAS, V.; GIANNAKAS, K.; MIDMORE, P.; MATTAS, K. 1999. *Decomposition of olive oil production growth into productivity and size effects: a frontier production function approach*. *Caiers d'economie et sociologie rurales*, 51: 6-21.

VON BACH, H.J.S; TOWNSEND, R.F.; VAN ZYL, J.V. 1998. *Technical inefficiency of commercial maize producers in South Africa: a stochastic frontier production function approach*. *Agrekon*, 37(2): 162-170.

WEERSINK, A.; TURVEY, C.G.; GODAH, A. 1991. *Descomposition measures of technical efficiency for Ontario dairy farms*. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 38: 439-456.

WHITTAKER, G. 1994. *The relation of farm size and government programme benefit: an application of Data Envelopment Analysis to policy evaluation*. *Applied Economics*, 26: 469-478

WOLF, H.P. LEHMANN, B. 1996. *The effect of extending individual direct payments (Wirkung der Ausgestaltung einzelner Direktzahlungen)*. *Journal of Swiss Agricultural Research* 3(6): 283-286

ZANETTI, C.M. 1997. *Economies of scale: between illusion and reality*. *Rivista di Politica Agraria, Rassegna della Agricoltura Italiana*, 15(5): 41-56.

ZIESCHANG, K.D. 1983. *A note on the descomposition of cost efficiency into technical and allocative components*. *Journal of Econometrics*, 23: 401-405.

XIX. DIRECCIONES DE INTERNET.

X.I.X. DIRECCIONES (URL) DE INTERNET CONSULTADAS.

HERRAMIENTAS DE BÚSQUEDA.

GOOGLE

= "http:// www.google.com/"

YAHOO: Main Page

= "http://www.yahoo.com/"

LYCOS: Main Page

= "http://www.lycos.com/"

ALTAVISTA SEARCH: Main Page

= "http://www.altavista.digital.com/"

INFOSEEK

= "http://www.com/"

SERVIDORES DE INFORMACIÓN GENERAL Y ESTADÍSTICAS.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS

Main Page = "http://www.fao.org/"

Database Collection = "http://www.apps.fao.org/"

CAB INTERNATIONAL

= "http://www.cabi.org/"

AGRICULTURAL DATABASES AND INFORMATION SYSTEMS (AGNIC)

= "http://www.agnic.org/agdb/"

INTERNATIONAL AGRICULTURAL TRADE RESEARCH CONSORTIUM

= "http://www1.umn.edu/iatrc/"

INFORMACIÓN AGRARIA: ESPAÑA, UE, MUNDO.

= "<http://www.agrodigital.com/>"

AGRICULTURELAW.COM

= "<http://www.agriculturelaw.com/>"

AGRICULTURAL MARKET INFORMATION VIRTUAL LIBRARY

= "<http://www.aec.msu.edu/agecon/fs2/market/contents.htm>"

MARKET INFORMATION SOURCES

= "http://www.aec.msu.edu/agecon/fs2/market_information.htm"

COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (CAST)

= "<http://www.cast-science.org/>"

AGRIBUSINESS COUNCIL (ABC)

= "<http://www.agribusinesscouncil.org/>"

CURRENT AGRICULTURE, FOOD AND RESOURCE ISSUES (CAFRI)

= "<http://www.cafri.org/>"

THE ECONOMIST

= "<http://www.economist.com/>"

AGRINET

= "<http://iama.tamu.edu/>"

USDA - NATIONAL AGRICULTURAL STATISTICS SERVICE

= "<http://www.usda.gov/nass/>"

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

= "<http://www.inra.fr/>"

EUROSTAT - STATISTICAL OFFICE OF THE EUROPEAN COMMISSION –
= “<http://europa.eu.int/>”

FOOD POLICY

= “<http://www.elsevier.com/locate/foodpol/>”

INSTITUTE OF EUROPEAN FOOD STUDIES

= “<http://www.iefs.org/>”

MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN. ESPAÑA.

= “<http://www.mapya.es/>”

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. ESPAÑA.

= “<http://www.ine.es/>”

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN DE LA JUNTA
DE ANDALUCÍA.

= “<http://www.cap.junta-andalucia.es/>”

INSTITUTO DE ESTADÍSTICAS DE ANDALUCÍA

= “<http://www.iea.junta-andalucia.es/>”

CENTRO INFORMÁTICO CIENTÍFICO DE ANDALUCÍA

= “<http://bdserver.cica.es/bdatos/>”

AGRODIGITAL.COM. LA WEB DEL CAMPO.

= “http://www.agrodigital.com/Ganaderia/gan_frame_lacteo.htm”

OTROS SERVIDORES SOBRE AGRICULTURA Y ECONOMÍA AGRARIA.

AGDOMAIN.COM

= "<http://www.agdomain.com/>"

AGECON SEARCH

= "<http://www.agecon.com/>"

AGRICULTURAL ECONOMICS VIRTUAL LIBRARY

= "<http://www.agecon.com/aecovl/>"

COMMUNITY ECONOMIC NETWORK (CEN)

= "<http://ag.arizona.edu/AREC/cen/cen.html>"

ECONDATA

= "<http://www.econdata.net/>"

ECONOMIC RESEARCH SERVICE (ERS)

= "<http://www.econ.ag.gov/>"

FARM ECONOMICS: CURRENT ISSUES

= "<http://www.extension.iastate.edu/feci/>"

INOMICS: THE INTERNET SITE FOR ECONOMISTS

= "<http://www.inomics.com/>"

WEBEC - WWW RESOURCES IN ECONOMICS

= "<http://netec.mcc.ac.uk/>"

ECONbase

= "<http://www.elsevier.nl/homepage/sae/econbase/>"

KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS

= "<http://www.wkap.nl/>"

ASOCIACIONES DE ECONOMÍA AGRARIA.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF AGRICULTURAL ECONOMISTS (IAAE)

= "<http://www.iaae-agecon.org/>"

EUROPEAN ASSOCIATION OF AGRICULTURAL ECONOMISTS

= "<http://www.lei.dlo.nl/EAAE/index.htm>"

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ECONOMÍA AGRARIA (AEEA)

= "[http:// www.aeea.es](http://www.aeea.es)"

ALBERTA AGRICULTURAL ECONOMICS ASSOCIATION

= <http://www.re.ualberta.ca/>"

AGRICULTURAL ECONOMICS SOCIETY (AES)

= "<http://www.aes.ac.uk/>"

AGRICULTURAL INSTITUTE OF CANADA

= "<http://www.aic.ca/>"

AMERICAN AGRICULTURAL ECONOMICS ASSOCIATION (AAEA)

= "<http://www.aaea.org/>"

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (AAAS)

= "<http://www.aaas.org/>"

AMERICAN ECONOMICS ASSOCIATION (AEA)

= "<http://www.vanderbilt.edu/AEA/>"

AMERICAN SOCIETY OF FARM MANAGERS AND RURAL APPR. (ASFMRA)

= "<http://www.agri-associations.org/>"

ASSOCIATION OF ENVIRONMENTAL AND RESOURCE ECONOMISTS
(AERE).

= "<http://www.aere.org/>"

AUSTRALIAN AGRICULTURAL & RESOURCE ECONOMICS SOC. (AARES)

= "<http://www.general.uwa.edu.au/u/aares/>"

CANADIAN AGRICULTURAL ECONOMICS SOCIETY (CAES - CAEFMS)

= "<http://www.caes-scae.org/>"

CROATIAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ECONOMISTS

= "<http://www.agr.hr/haed>"

HONG KONG ECONOMIC ASSOCIATION (HKEA)

= "<http://www.ln.edu.hk/dsoc/info/economics/hkea.htm>"

MALAYSIAN AGRICULTURAL ECONOMICS ASSOCIATION

= "<http://www.econ.upm.edu.my/~peta/>"

NORTHEASTERN AGRICULTURAL & RESOURCE ECONOMICS
ASSOCIATION (NAREA)

= "<http://www.narea.org/>"

RUSSIAN INDEPENDENT AGRICULTURAL ECONOMICS ASSOCIATION

= "<http://www.user.cityline.ru/~vmlca/naekor/engl.htm>"

SOUTHERN AGRICULTURAL ECONOMICS ASSOCIATION (SAEA)

= "<http://www.ag.auburn.edu/saea/>"

WESTERN AGRICULTURAL ECONOMICS ASSOCIATION (WAEA)

= "<http://dare.agsci.colostate.edu/thilmany/waea.htm>"

AGRICULTURAL & ECONOMICS JOURNALS.

AGRICULTURAL ECONOMICS

= "<http://www.ag.iastate.edu/journals/agecon/jpage/home.html>"

AGRICULTURAL AND RESOURCE ECONOMICS REVIEW (ARER)

= "<http://www.cals.cornell.edu/publications/arer/>"

AMERICAN JOURNAL OF AGRICULTURAL ECONOMICS (AJAE)

= "<http://www.aaea.org/ajae/>"

AUSTRALIAN JOURNAL OF AGRICULTURAL AND RESOURCE
ECONOMICS

= "<http://www.blackwellpublishers.co.uk/asp/journal.asp>"

EUROPEAN REVIEW OF AGRICULTURAL ECONOMICS (ERAЕ)

= "http://www.sls.wau.nl/aae/erae/erae_main.htm"

INTERNATIONAL REVIEW OF ECONOMICS AND FINANCE (IREF)

= "<http://www.udayton.edu/~iref>"

JOURNAL OF AGRICULTURAL AND APPLIED ECONOMICS (JAAE)

= "<http://www.agecon.uga.edu/~jaae/jaae.htm>"

JOURNAL OF AGRICULTURAL AND RESOURCE ECONOMICS

= "<http://apes.ag.unr.edu/jare>"

JOURNAL OF AGRICULTURAL ECONOMICS

= "<http://www.aes.ac.uk/>"

JOURNAL OF ECONOMIC LITERATURE

= "<http://www.gettysburg.edu/~fendera/econ245/jel.html>"

REVIEW OF AGRICULTURAL ECONOMICS (RAE)

= "<http://www.aaea.org/rae.html>"

REVIEW OF DEVELOPMENT ECONOMICS (RDE)

= "<http://www.ag.iastate.edu/journals/rde>"

REVIEW OF INTERNATIONAL ECONOMICS (RIE)

= "<http://www.ag.iastate.edu/journals/rie>"

URLs SOBRE MEDIDA DE EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD.

CENTRE FOR EFFICIENCY AND PRODUCTIVITY ANALYSIS (CEPA)

= "<http://www.une.edu.au/febl/EconStud/emet/cepa.htm>"

= "<http://www.une.edu.au/febl/EconStud/emet/cepalinks.htm>"

PARN - PRODUCTIVITY ANALYSIS RESEARCH NETWORK –

= "<http://www.busieco.ou.dk/parn/>"

ALI EMROUZNEJAD'S DEA HOME PAGE

= "<http://www.csv.warwick.ac.uk/~bsrlu/dea/dea1.htm>"

= "<http://www.deazone.com/>"

TIM ANDERSON'S DEA HOME PAGE

= "<http://www.emp.pdx.edu/dea/homedea.html>"

FREE SOFTWARES: DEA, STOCHASTIC FRONTIER AND TFPI.

= "<http://www.une.edu.au/febl/EconStud/emet/deap.htm>"

= "<http://www.une.edu.au/febl/EconStud/emet/frontier.htm>"

= "<http://www.une.edu.au/febl/EconStud/emet/tfpi.htm>"

= "<http://www.wiso.uni-dortmund.de/lsg/or/scheel/ems/>"

ANEXOS

ANEXO I.

VARIABLES FÍSICAS

CODIGO	
I_1	Nº explotación
I_2	Provincia
I_3	Comarca
I_4	Municipio
SUPERFICIE Y APROVECHAMIENTOS	
F_1_1	hectáreas totales
F_1_2	% de superficie propia
F_1_3	hectáreas de pasto
F_1_4	hectáreas de forrajes
F_1_5	hectáreas de grano
F_1_6	SAU leche
F_1_7	% de regadío
\$_1_8	ptas/ha secano
\$_1_9	ptas/ha regadío
CENSO Y CARGA	
F_2_1	Nº vacas medio
F_2_2	% primer parto
F_2_3	% secas
F_2_4	vacas/ha
F_2_5	UGM vacuno lechero/ha
F_2_6	vacas/ha equivalentes
MANO DE OBRA	
F_3_1	UTA total
F_3_2	UTA familiar
F_3_3	UTA asalariada
F_3_4	% UTA familiar
F_3_5	vacas/UTA total
F_3_6	horas familiares totales
F_3_7	horas asalariadas totales
F_3_8	horas totales/vaca
PRODUCCIÓN DE LECHE Y TERNEROS	
F_4_1	Leche/explotación
F_4_2	Leche/vaca
F_4_3	Leche/UTA
F_4_4	Leche/ha
F_4_5	Terneros/vaca

CODIGO	
CONSUMO DE ALIMENTOS Y TASA DE ABASTECIMIENTO	
F_5_1	Pienso total por vaca media
F_5_2	Pienso total de vaca por vaca media
F_5_3	Paja por vaca media
F_5_4	Heno por vaca media
F_5_5	Silo por vaca media
F_5_6	Parte de forraje de las mezclas por vaca media
F_5_7	Otros forrajes por vaca media
F_5_8	Consumo de pienso total por litro
F_5_9	Consumo de pienso de vaca por litro
F_5_10	Tasa de compra de pienso de vacas
F_5_11	Tasa de compra de pienso de recio
F_5_12	Tasa de compra de paja
F_5_13	Tasa de compra de heno
F_5_14	Tasa de compra de silo
F_5_15	Tasa de compra de forraje de mezclas
F_5_16	Tasa de compra de otros forrajes
MAQUINARIA E INSTALACIONES	
F_6_1	Tractor 1=si 0=no
F_6_2	Unifeed
F_6_3	Molino de Pienso
F_6_4	Tanque de Frio
F_6_5	Sala de Ordeño
F_6_6	Circuito de ordeño
F_6_7	Olla fija
F_6_8	Olla portátil

VARIABLES ECONÓMICAS

CODIGO	
CAPITAL EDIFICIOS, EQUIPOS, GANADO Y CIRCULANTE	
\$_1_1	Capital en edificios
\$_1_2	Capital en equipo movil
\$_1_3	Capital en equipo auxiliar
\$_1_4	Capital en ganado
\$_1_5	Capital circulante
\$_1_6	Capital total/UTA
\$_1_7	Capital total/vaca media
\$_1_8	Capital edificios/vaca media
\$_1_9	Capital equipo móvil/vaca media
\$_1_10	Capital equipo auxiliar/vaca media
\$_1_11	Capital ganado/vaca media
\$_1_12	Capital circulante/vaca media
PRECIOS LECHE Y FACTORES DE PRODUCCIÓN	
\$_2_1	ptas/litro leche vendido
\$_2_2	ptas/vaca vendida
\$_2_3	ptas/temero vendido
\$_2_4	ptas/kg concentrado vacas
\$_2_5	ptas/kg paja comprada
\$_2_6	ptas/kg heno comprado
\$_2_7	ptas/kg silo comprado
\$_2_8	ptas/hora mano obra asalariada
\$_2_9	ptas/hora mano obra familiar
INGRESOS	
\$_3_1	Ingresos por leche vendida
\$_3_2	Ingresos por venta neta de terneros
\$_3_3	Ingresos por venta neta resto animales
\$_3_4	Ingresos por variacion de inventario
\$_3_5	Ingresos por venta de estiercol
\$_3_6	Subvenciones
COSTES VARIABLES	
\$_4_1	Productos comprados para alimentacion
\$_4_1_1	No concentrados
\$_4_1_2	Concentrados para vacas
\$_4_1_3	Concentrados para terneros
\$_4_2	Sanidad y reproduccion
\$_4_3	Coste parcelas vacuno lechero
\$_4_4	Maquinaria
\$_4_5	Electricidad
\$_4_6	Mano de obra eventual (incluida seguridad social)
\$_4_7	Otros costes variables

CODIGO	
COSTES FIJOS	
\$_5_1	Mano de obra fija + familiar (incluida seguridad social)
\$_5_2	Amortizacion construcciones
\$_5_3	Amortizacion equipo movil
\$_5_4	Amortizacion equipo auxiliar
\$_5_5	Contribuciones
\$_5_6	Asesoría y Control lechero
\$_5_7	Seguros
\$_5_8	Conservación de edificios
\$_5_9	Reparación de maquinaria
\$_5_11	Arrendamientos
\$_5_12	Interés de créditos pendientes
\$_5_13	Otros costes fijos
RESULTADOS ECONÓMICOS	
\$_6_1	Margen Bruto estandard
\$_6_2	Margen Bruto
\$_6_3	Beneficio o Margen global de explotación
\$_6_4	Rentabilidad económica
\$_6_5	Umbral de Rentabilidad