

---

**UNIVERSIDAD DE CORDOBA**

**Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos  
y de Montes**

**Departamento Economía Sociología y Política Agrarias**

TESIS DOCTORAL

***Análisis de Eficiencia sobre Explotaciones Lecheras de la  
Argentina***

Doctorando: Amilcar Arzubi

Director: Julio Berbel

Mayo 2003

---

---

# **UNIVERSIDAD DE CORDOBA**

**Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y  
de Montes**

**Departamento Economía Sociología y Política Agrarias**

Tesis que presenta para optar al grado de Doctor Ingeniero Agrónomo D. Amílcar Arzubi, bajo la dirección de Julio Berbel, Profesor Titular de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de la Universidad de Córdoba.

**Firma del Doctorando:**

**Firma del Director:**

Mayo, 2003

---

---

## Agradecimientos

Alejandro Dolina reflexionaba en su cuento “la decadencia de la amistad” que los amigos de verdad, los amigos con los que uno vive historias, los hacíamos en la etapa de adolescencia o en la infancia. Es decir, en la etapa joven de nuestras vidas. Después, ya es tarde; casi todo el mundo consigue un empleo, asume obligaciones y vive rodeado de extraños: compañeros de trabajo, clientes, vecinos, cuñados, acreedores. Los adultos recordamos historias de la juventud, etapa donde no contábamos historias sino que las “vivíamos con los amigos”. Yo comparto este pensamiento.

Ahora, al momento de hacer mención de las personas con las que me encuentro agradecido, descubro que, además del apoyo intelectual y logístico que he recibido aquí en Córdoba para cumplimentar mis estudios, en esta etapa de mi vida he hecho nuevos amigos. Aquí me quedan dos caminos, o invalido los argumentos de Dolina, dada mi edad cronológica, o lo contrario: concluyo que aún estoy en la etapa “joven” de mi vida. Opto por ésta, porque además, esta teoría la puedo contrastar empíricamente: me siento joven, y pleno. Eso, se lo debo un poco a cada uno de ustedes:

A Julio Berbel, mi director, debo agradecerle por haber perpetrado una triple labor beneficiosa en mi formación:

- Como maestro, desde su inteligencia feroz ha influido no solo en el desarrollo de este estudio sino en la percepción que tenía respecto a muchos acontecimientos de la vida.
- Como gerente logístico, preocupado desde implementar los medios necesarios para que pudiera llegar a esta ciudad hasta de cumplimentar mis necesidades, básicas y emocionales, para que pudiera sentirme bien a pesar de estar alejado de mi familia.
- Pero, sin duda su mejor función, fue como amigo. Un nuevo y querido amigo que he incorporado en mi camino.

A Pilar, por su solidaridad ante cada una de las dificultades “burocráticas” (papeles, visados, etc) que se me plantearon.

A Nati, por ofrecer comprensión y soluciones. A Rafaela Dios y a Juan A. Cañas, por los aportes intelectuales en mi formación. Agregó a Joaquín Domingo, a Pedro Calentey, a Antonio Titos y a Fernando Andrada, simplemente porque me deleita la calidad humana que demuestran en cada pequeño acto. A todos los aprecio mucho, aunque tal vez no se los demuestre.

A todo el personal docente y administrativo del Departamento de Economía que, de una u otra manera, han brindado sus esfuerzos para que pueda avanzar con mis estudios.

---

---

A mis nuevos amigos, que aunque vea esporádicamente a algunos y a otros no se cuando los volveré a ver, el lazo afectivo que siento por ellos me lleva a considerarlos así: José Gudiño, cuya calidez la tengo siempre presente; Martín Roure, mi compañero y apoyo permanente en Córdoba; y Manuel Gómez, con el que siempre pude contar (bueno, menos ahora, que está de novio).

A Tomás de Haro, porque solamente otro apasionado de la pelota como yo entiende lo importante que es compartir el fútbol de los viernes (y las comidas) con el resto de amigos y colegas.

Tampoco quiero olvidar a “los responsables” de que yo me encuentre hoy aquí: Fernando Rumiano, por presionarme para que comience los estudios y a Marcelo Yasky, por siempre hacer lo (im)posible para apoyar con recursos el desarrollo de los mismos.

A Ana Costas y a Patricia Giola, mis compañeras de cátedra en Argentina, que han contribuido para que yo pueda dedicarme a los estudios.

A Juan Gardón, a quien conocí mas en estos últimos 20 días que en los anteriores 20 años. Y a Enzo Bracamonte, compañero y compinche de los días felices de esta última etapa junto con Juan.

A Carlos Romero, porque fue quien desencadenó mis deseos de estudiar en España y porque siempre me trató con afecto y consideración, dedicándome algo muy valioso en estos días: tiempo. Y porque lo admiro, lo quiero y lo respeto, aunque no lo vea ni hable desde hace 2 años.

A Lara, por ser mi compañera de caminos y por “sostenerme” a lo lejos en periodos no tan buenos.

Por último, quiero agradecer a Dios por el hecho de que existan 2 personas, que aunque no creo que valoren ni comprendan qué estoy haciendo acá, me han dado fuerzas para seguir: Labán y Jezabel. Imparcialmente, los niños mas hermosos del mundo.

Se agolpan en mi memoria numerosos nombres que aún no he puesto. Se los diré la próxima vez.

¡Gracias a todos, hasta pronto!

---

---

---



---

# INDICE

<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	<b>5</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>8</b>
<b>CAPITULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
I.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION .....	11
I.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	13
I.3 HIPÓTESIS .....	15
I.4 ELECCIÓN DEL MODELO .....	15
I.5 PLAN DE TRABAJO .....	16
I.6 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO.....	17
<b>CAPITULO II: TEORIA DE LA PRODUCCION</b> .....	<b>19</b>
II.1 CONCEPTOS GENERALES .....	20
II.2 ASPECTOS PRODUCTIVOS: RELACIÓN TECNOLÓGICA ENTRE PRODUCCIÓN Y RECURSOS 21	
II.2.1 <i>La función de producción en el corto plazo</i> .....	23
II.2.2 <i>La función de producción en el largo plazo</i> .....	25
II.3 ASPECTOS ECONÓMICOS: LOS PRECIOS DE LOS FACTORES Y LOS PRODUCTOS. ....	31
II.3.1 <i>Análisis a Corto Plazo (CP)</i> .....	32
II.3.1.1 Minimización de costes a Corto Plazo.....	33
II.3.1.2 Maximización de beneficios a Corto Plazo.....	35
II.3.2 <i>Análisis a Largo Plazo (LP)</i> .....	37
II.3.2.1 Minimización de costes a Largo Plazo .....	37
II.3.2.1.1 Representación por medio de una familia de costes de corto plazo .....	37
II.3.2.1.2 Representación por medio de isocuantas.....	39
II.3.2.2 Maximización de beneficios a Largo Plazo (LP).....	44
<b>CAPITULO III: LA EFICIENCIA Y SU DETERMINACIÓN MEDIANTE DEA</b> .47	
III.1 LA EFICIENCIA .....	47
III.1.1 <i>Concepto de eficiencia productiva</i> .....	48
III.1.2 <i>La eficiencia y sus diferencias con otros conceptos</i> .....	49
III.1.2.1 Productividad.....	49
III.1.2.2 Competitividad .....	50
III.1.2.3 Diferencias entre eficiencia, productividad y competitividad .....	50
III.2 LA MEDICION DE LA EFICIENCIA .....	52
III.2.1 <i>El estudio de Farrell</i> .....	52
III.2.2 <i>Continuacion del trabajo de Farrell</i> .....	56
III.2.2.1 Aproximaciones paramétricas .....	57
III.2.2.1.1 Aproximaciones paramétricas con fronteras determinísticas.....	59
III.2.2.1.1.1 Estimación por mínimos cuadrados ordinarios .....	59
III.2.2.1.1.1.1 ..Estimación por mínimos cuadrados ordinarios corregidos por traslación a la media.....	59
III.2.2.1.1.1.2 ..Estimación por mínimos cuadrados ordinarios corregidos por traslación al extremo .....	60

---

---

<b>III.2.2.1.1.2</b> Estimación por máxima verosimilitud.....	61
<b>III.2.2.1.1.3</b> Estimación por frontera probabilística.....	61
III.2.2.1.2 Aproximaciones paramétricas con fronteras estocásticas .....	62
<b>III.2.2.2</b> Aproximaciones no paramétricas .....	63
III.3 DEA (DATA ENVELOPMENT ANALYSIS).....	64
III.3.1 Caracterización de la tecnología .....	69
III.3.2 Modelo DEA con rendimientos variables a escala .....	70
<b>III.3.2.1</b> Modelo VRS input-orientado y modelo VRS output-orientado .....	71
<b>III.3.2.2</b> Rendimientos a escala crecientes y decrecientes.....	72
III.3.3 Unidades referentes.....	74
III.3.4 Extensiones de los modelos DEA .....	75
<b>III.3.4.1</b> Modelo DEA para el cálculo de la eficiencia económica.....	75
III.3.4.1.1 Modelo DEA para la minimización de costes .....	75
III.3.4.1.2 Modelo DEA para maximización de ingresos.....	77
<b>III.3.4.2</b> Modelo DEA para variables no discretionales.....	78
<b>III.3.4.3</b> Modelo DEA para variables categóricas .....	83
III.4 APLICACIONES DE ANÁLISIS DE EFICIENCIA EN LA AGRICULTURA .....	84
III.4.1 Aplicaciones con métodos paramétricos.....	85
<b>III.4.1.1</b> Trabajos con fronteras determinísticas .....	85
III.4.1.1.1 Aplicaciones al sector agrícola.....	85
III.4.1.1.2 Aplicaciones al sector lácteo .....	85
<b>III.4.1.2</b> Estudios con Fronteras estocásticas.....	86
III.4.1.2.1 Aplicaciones en la agricultura .....	86
III.4.1.2.2 Aplicaciones en el sector lácteo .....	88
III.4.2 Aplicaciones con el modelo DEA.....	90
<b>III.4.2.1</b> Trabajos que aplicaron DEA en agricultura .....	90
<b>III.4.2.2</b> Trabajos que aplicaron DEA en el sector lácteo.....	91
III.5 ANÁLISIS DE SEGUNDA ETAPA .....	93
III.5.1 Interpretación de los índices de eficiencia técnica .....	94
III.5.2 La utilidad de las medidas de eficiencia técnica.....	96
<b>CAPITULO IV: EL SECTOR LACTEO .....</b>	<b>99</b>
IV.1 SITUACION DEL SECTOR LACTEO EN EL MUNDO .....	100
IV.1.1 Producción mundial de leche .....	101
<b>IV.1.1.1</b> Producción global .....	101
<b>IV.1.1.2</b> Principales países productores de leche.....	102
IV.1.1.2.1 Oceanía.....	102
IV.1.1.2.2 Estados Unidos.....	103
IV.1.1.2.3 Europa Occidental.....	103
IV.1.1.2.4 Europa Oriental .....	104
IV.1.1.2.5 Países Asiáticos.....	105
IV.1.1.2.6 Países de América latina .....	105
IV.1.2 Consumo mundial de lácteos.....	106
IV.1.3 Comercio internacional.....	107
<b>IV.1.3.1</b> Principales países exportadores .....	107
<b>IV.1.3.2</b> Principales países compradores .....	108
<b>IV.1.3.3</b> Precios internacionales.....	108
IV.2 SITUACION DEL SECTOR LACTEO EN EL MERCOSUR .....	109

---

---

IV.3	EL SECTOR LACTEO ARGENTINO .....	112
IV.3.1	<i>Producción nacional</i> .....	113
IV.3.1.1	Producción de leche .....	113
IV.3.1.2	Regiones productoras.....	115
IV.3.1.3	La producción en la Provincia de Buenos Aires.....	117
IV.3.1.4	La industria láctea.....	120
IV.3.1.5	Productos .....	125
IV.3.2	<i>Consumo nacional</i> .....	126
IV.3.3	<i>Comercio</i> .....	127
IV.3.3.1	Exportaciones .....	128
IV.3.3.2	Importaciones .....	131
IV.3.4	<i>Precios y costes nacionales</i> .....	132
IV.3.5	<i>el rol del gobierno</i> .....	134
IV.3.6	<i>Perspectivas</i> .....	134
<b>CAPITULO V: INFORMACION UTILIZADA Y MODELO EMPÍRICO.....</b>		<b>137</b>
V.1	INFORMACION UTILIZADA .....	137
V.1.1	<i>La encuesta</i> .....	138
V.1.2	<i>Indicadores técnicos, económicos y de estructura empleados</i> .....	139
V.1.2.1	Indicadores economicos .....	139
V.1.2.2	Indicadores de estructura.....	141
V.1.2.3	Indicadores técnicos .....	142
V.2	METODOLOGIA EMPLEADA.....	143
V.2.1	<i>Análisis exploratorio</i> .....	143
V.2.2	<i>Medición de la eficiencia</i> .....	143
V.2.2.1	Elección del método de medida .....	143
V.2.2.2	La incidencia del azar en la gestión empresarial.....	147
V.2.2.3	Elección del modelo .....	150
V.2.2.4	Selección de variables .....	152
<b>CAPITULO VI: RESULTADOS DE LA PRIMERA ENCUESTA (35 CASOS)....</b>		<b>155</b>
VI.1	CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES.....	155
VI.1.1	<i>La región de Abasto Sur. Comparación con la Región Central de Santa Fé y Andalucía (España)</i> .....	156
VI.1.1.1	Indicadores estructurales y tecnológicos .....	156
VI.1.1.2	Indicadores económicos.....	157
VI.1.2	<i>Abasto Sur. Indicadores comparados con la region central</i> .....	160
VI.1.2.1	Indicadores estructurales y tecnológicos .....	160
VI.1.2.2	Resultados económicos y coste de producción.....	163
VI.1.3	<i>Análisis exploratorio en Abasto Sur</i> .....	167
VI.1.3.1	Análisis de correlaciones .....	167
VI.1.3.2	Análisis de la estrategia “mayor precio” .....	169
VI.2	ANÁLISIS DE EFICIENCIA .....	170
VI.2.1	<i>Análisis de eficiencia de largo plazo</i> .....	171
VI.2.2	<i>Análisis de eficiencia con la Tierra como factor fijo</i> .....	173
VI.3	ANÁLISIS DE SEGUNDA ETAPA.....	174
VI.3.1	<i>Relación entre las variables técnico-económicas y la eficiencia</i> .....	174
VI.3.2	<i>Relación de la eficiencia y la productividad por hectárea</i> .....	176

---

---

VI.3.3 Relación del tamaño y la eficiencia.....	177
VI.3.4 Relación entre la eficiencia y el beneficio.....	178
VI.3.5 Análisis de estrategias económico-financieras .....	179
VI.3.6 Análisis de la estrategia “mayor precio”.....	182
<b>CAPITULO VII: RESULTADOS DE LA SEGUNDA ENCUESTA (21 CASOS).</b>	<b>185</b>
VII.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS GLOBALES .....	186
VII.1.1 Indicadores estructurales, productivos y tecnológicos.....	186
VII.1.2 Resultados económicos y costes de producción.....	188
VII.2 ANÁLISIS DE EFICIENCIA MEDIANTE DEA .....	192
VII.3 ANÁLISIS DE SEGUNDA ETAPA .....	194
VII.3.1 Influencia del tamaño.....	194
<b>VII.3.1.1</b> Relación entre la productividad por hectárea y la eficiencia.....	197
VII.3.2 Relación entre la eficiencia y el beneficio .....	197
VII.3.3 Análisis de las firmas referentes .....	198
VII.3.4 Análisis de supervivencia.....	201
VII.3.5 Análisis de estrategias económico-financieras.....	202
VII.3.6 Análisis de las firmas que incrementaron su eficiencia.....	203
<b>VII.3.6.1</b> Características de los grupos en base al ejercicio 1997/98 .....	204
<b>VII.3.6.2</b> Estrategias .....	208
VII.3.6.2.1 Diferencias técnicas y estructurales entre los grupos .....	208
VII.3.6.2.2 Diferencias económicas entre los grupos.....	211
VII.4 COMPARACIÓN CON OTROS TRABAJOS.....	213
<b>CAPITULO VIII: CONCLUSIONES.....</b>	<b>217</b>
VIII.1 CONCLUSIONES EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS .....	218
VIII.1.1 Caracterización de las explotaciones .....	218
VIII.1.2 Conclusiones del Análisis exploratorio .....	218
VIII.1.3 Conclusiones de los Análisis de eficiencia .....	219
VIII.1.4 Evolución de las empresas: análisis comparativo de las dos encuestas .....	219
VIII.1.5 Conclusiones de los Análisis de segunda etapa.....	220
<b>VIII.1.5.1</b> Relación entre las variables técnico-económicas y la eficiencia .....	220
<b>VIII.1.5.2</b> Relación de la eficiencia y la productividad por hectárea .....	220
<b>VIII.1.5.3</b> Relación entre el tamaño y la eficiencia .....	221
<b>VIII.1.5.4</b> Análisis de estrategias económico-financieras .....	221
<b>VIII.1.5.5</b> Análisis de la estrategia “mayor precio”.....	222
<b>VIII.1.5.6</b> Análisis de las firmas Referentes.....	223
<b>VIII.1.5.7</b> Análisis de supervivencia .....	223
<b>VIII.1.5.8</b> Análisis de las firmas que incrementaron su eficiencia.....	223
VIII.2 CONCLUSIONES EN RELACIÓN A LA METODOLOGÍA .....	224
VIII.3 CONCEPTOS FINALES Y SUGERENCIAS .....	226
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>229</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>244</b>

---

---

## Índice de Cuadros

Cuadro 1: Eficiencia Técnica Global (ETG), Eficiencia Técnica (ET) y Eficiencia de Escala (EE) en un ejemplo con modelos DEA CRS y VRS-input orientado.....	73
Cuadro 2: Estudios con fronteras estocásticas en el sector lácteo .....	88
Cuadro 3: Estudios que aplicaron DEA en el sector lácteo .....	91
Cuadro 4: Informe de la situación del Mercado Internacional de Lácteos .....	100
Cuadro 5: Producción mundial de leche de los principales países productores, período 1996 a 2001 (en millones de toneladas).....	102
Cuadro 6: Evolución de la producción de leche en Australia y Nueva Zelanda.....	103
Cuadro 7: Algunos precios internacionales de la leche recibidos por el ganadero.....	109
Cuadro 8: Características de la producción lechera en los países del Mercosur.....	110
Cuadro 9: Producción, Exportación, Importación y Consumo en los países miembros del Mercosur, con datos del año 2001 .....	111
Cuadro 10: Evolución de la producción, consumo interno y comercio exterior de leche y productos lácteos en Argentina, 1981-2000.....	113
Cuadro 11: Evolución de la producción, el número de explotaciones y de los principales indicadores para el sector de la producción primaria .....	114
Cuadro 12: Participación nacional y provincial de las principales cuencas lecheras .....	116
Cuadro 13: Producción de leche por Provincias, período 1991- 2001 .....	117
Cuadro 14: Cantidad de explotaciones lecheras por Cuenca en la Provincia de Buenos Aires. Evolución desde Enero del 2000 a Enero del 2003.....	119
Cuadro 15: Principales empresas lácteas ordenadas según su recibo de leche .....	123
Cuadro 16: Principales industrias lácteas y la marca comercial de sus productos .....	123
Cuadro 17: Evolución de la producción de productos lácteos en Argentina durante el período 1989-1998. ....	126
Cuadro 18: Comercio de lácteos argentinos durante los años 2001 y 2002 .....	128
Cuadro 19: Exportación de productos lácteos argentinos en el período 1991-2001, en toneladas y en miles de dólares.....	129
Cuadro 20: Resumen de los modelos DEA .....	154
Cuadro 21: Principales indicadores técnicos y de estructura de la Cuenca de Abasto Sur, la Región Central y Andalucía .....	156
Cuadro 22: Principales indicadores económicos de la Cuenca de Abasto Sur, la Región Central y Andalucía .....	157
Cuadro 23: Beneficios comparados en las tres cuencas lecheras .....	158
Cuadro 24: Precios de la leche y de algunos factores productivos para Argentina y España.....	158
Cuadro 25: Participación de la industria y los costes de producción del ganadero en el precio de la leche al consumidor .....	159
Cuadro 26: Características tecnológicas y productividad de la mano de obra en las explotaciones de las Cuencas de Abasto Sur y Central.....	161
Cuadro 27: Indicadores estructurales de las explotaciones de Abasto Sur de Buenos Aires y Región Central.....	162
Cuadro 28: Indicadores productivos de las explotaciones de Abasto Sur de Buenos Aires y Región Central.....	162
Cuadro 29: Medidas de resultado económico (en dólares) de las explotaciones de las Cuencas Lecheras de Abasto Sur y Región Central.....	163
Cuadro 30: Costes de producción de las explotaciones en la Cuencas lecheras de Abasto Sur y Región Central, en dólares por litro de leche.....	164

---

---

Cuadro 31: Descomposición porcentual de los gastos totales en las explotaciones de las Cuencas lecheras de Abasto Sur y Central. Gastos variables.....	165
Cuadro 32: Descomposición porcentual de los gastos totales en las explotaciones de las Cuencas lecheras de Abasto Sur y Central. Gastos fijos.....	166
Cuadro 33: Comparación de los Gastos Directos y Gastos de Estructura en las Cuencas de Abasto Sur y Central.....	166
Cuadro 34: Correlación entre las variables físicas.....	168
Cuadro 35: Correlación entre las variables económicas.....	169
Cuadro 36: Correlación entre variables físicas y económicas.....	169
Cuadro 37: Correlaciones entre la variable PRI/INV y tres variables económicas.....	170
Cuadro 38: Estadísticas descriptivas de las variables seleccionadas, para las 35 explotaciones de leche de la Región Abasto Sur de Buenos Aires.....	171
Cuadro 39: Resultados de la aplicación del modelo CRS para la determinación de índices de eficiencia para 35 explotaciones de leche de la Región Abasto Sur de Buenos Aires.....	171
Cuadro 40: Síntesis de los principales resultados del análisis DEA para 35 explotaciones de leche de la Región Abasto Sur de Buenos Aires.....	172
Cuadro 41: Índices de eficiencia DEA para el modelo con Tierra como Factor Fijo y la comparación con el modelo CRS con todos los inputs variables. Abasto Sur, 35 firmas, Ejercicio 1997/98.....	173
Cuadro 42: Variables técnicas-económicas en relación con la ET.....	175
Cuadro 43: Distribución de la eficiencia y algunos indicadores técnico- económicos en relación con el tamaño (litros/día) separado por cuartiles.....	178
Cuadro 44: Resultados de las diferentes estrategias financieras para producir leche, en base a datos de 35 firmas de Abasto Sur de Buenos Aires, ejercicio 1997/98.....	181
Cuadro 45: Indicadores tecnológicos y productividad de la mano de obra de 21 explotaciones de la Cuenca de Abasto Sur de Buenos Aires, en 1997/98 y en 1999/00.....	186
Cuadro 46: Indicadores estructurales de 21 explotaciones de la Cuenca de Abasto Sur de Buenos Aires, en 1997/98 y en 1999/00.....	187
Cuadro 47: Indicadores productivos de 21 explotaciones de la Cuenca de Abasto Sur de Buenos Aires, en 1997/98 y en 1999/00.....	187
Cuadro 48: Medidas de resultado económico (en U\$S) de 21 explotaciones del Abasto Sur de Buenos Aires en 1997/98 y en 1999/2000.....	189
Cuadro 49: Comparación de los Gastos Directos y de Estructura de 21 explotaciones del Abasto Sur de Buenos Aires en 1997/98 y en 1999/2000.....	189
Cuadro 50: Costes de producción de 21 explotaciones del Abasto Sur de Buenos Aires en 1997/98 y en 1999/2000, en dólares por litro.....	191
Cuadro 51: Estadísticas descriptivas de las variables seleccionadas, para las 21 explotaciones, en los 2 periodos. 1997/98 y 1999/2000.....	192
Cuadro 52: Síntesis de los principales resultados del análisis DEA.....	193
Cuadro 53: Indicadores de Estructura de las firmas referentes y del promedio de 21 firmas de Abasto Sur, Ejercicio 1997/98.....	198
Cuadro 54: Indicadores de Gestión Técnica de las firmas referentes y del promedio de 21 firmas de Abasto Sur, Ejercicio 1997/98.....	199
Cuadro 55: Indicadores de Productividad de las firmas referentes y del promedio de 21 firmas de Abasto Sur, Ejercicio 1997/98.....	199
Cuadro 56: Indicadores de Decisiones Financieras de las firmas referentes y del promedio de 21 firmas de Abasto Sur, Ejercicio 1997/98.....	200
Cuadro 57: Indicadores de Resultados Económicos de las firmas referentes y del promedio de 21 firmas de Abasto Sur, Ejercicio 1997/98.....	200
Cuadro 58: Resultados de las diferentes estrategias financieras para producir leche, en base a los datos de 21 empresas lecheras de la Cuenca de Abasto Sur de Buenos Aires, ejercicio 1999/2000.....	202

---

---

Cuadro 59: Características de los grupos. Indicadores estructurales en base al ejercicio 97/98.....	205
Cuadro 60: Características de los grupos. Indicadores técnicos en base al ejercicio 1997/98.....	205
Cuadro 61: Características de los grupos. Indicadores económicos del ejercicio 97/98. ....	207
Cuadro 62: Características de grupos. Resultados económicos del ejercicio 97/98. ....	207
Cuadro 63: Comparación 1999/00 vs 1997/98 entre los 2 grupos. Indicadores de estructura.....	209
Cuadro 64: Principales diferencias entre los grupos. Indicadores de estructura.....	209
Cuadro 65: Comparación 1999/00 vs 1997/98 entre los 2 grupos. Indicadores técnicos .....	210
Cuadro 66: Principales diferencias entre los 2 grupos. Indicadores técnicos. ....	211
Cuadro 67: Comparación 1999/00 vs 1997/98 entre los 2 grupos. Indicadores económicos. ....	212
Cuadro 68: Principales diferencias entre los 2 grupos. Indicadores económicos. ....	212

---

---

## Indice de Figuras

Figura 1: Función de producción a corto plazo.....	23
Figura 2: Función de producción de largo plazo representado por una familia de funciones de producción de corto plazo.....	26
Figura 3: Factores perfectamente sustituibles (a) y limitativos (b). Sustitución a tasa creciente (c).....	27
Figura 4: La función de producción de LP representada por una familia de Isocuantas (una por cada nivel de producción, desde Y=1 a Y=8).....	29
Figura 5: Derivación de las curvas de aumento de la producción en el CP y en el LP partiendo de isocuantas.....	29
Figura 6: Rendimientos a escala constantes, crecientes y decrecientes. ....	31
Figura 7: Curva de Costes totales .....	33
Figura 8: Variación de los costes medios en función del producto.....	34
Figura 9: Máximo beneficio, máxima distancia entre las curvas de IN y CT .....	35
Figura 10: Relación entre las curvas de CTCP y la curva de CTLP .....	38
Figura 11: Determinación de mínimo coste empleando isocuantas y líneas de isocoste .....	39
Figura 12: Sendero de expansión .....	41
Figura 13: Diferencias entre eficiencia técnica y productividad media .....	51
Figura 14: Medidas de eficiencia de Farrell.....	53
Figura 15: Frontera lineal envolvente (isocuanta unitaria) .....	55
Figura 16: Rendimientos a escala constantes (CRS) y variables (VRS) en los modelos DEA .....	73
Figura 17: Eficiencia técnica, asignativa y económica en el modelo DEA.....	76
Figura 18: Factores fijos y variables en el modelo DEA de Banker y Morey.....	80
Figura 19: Importaciones mundiales de productos lácteos (en porcentaje del volumen).....	107
Figura 20: Participación porcentual por países en el volumen mundial de las importaciones de lácteos .....	111
Figura 21: Evolución de la producción nacional en el periodo 1991- 2000.....	115
Figura 22: Distribución de las principales Cuencas Lecheras de la Argentina .....	116
Figura 23: Volumen de leche procesada por la industria láctea en la Provincia de Buenos Aires, en miles de litros por día, durante los años 2000, 2001 y 2002. ....	118
Figura 24: Evolución de la producción de leche en Abasto Sur, durante los años 2000, 2001 y 2002. Expresado en miles de litros mensuales, en base a datos de 36 industrias lácteas.....	118
Figura 25: Evolución en el número de explotaciones lecheras por cuenca, desde el año 1988 al año 2000. ....	119
Figura 26: Procesamiento de leche por parte de la industria, según la forma en que se remite por parte de las explotaciones de producción primaria de Buenos Aires.....	120
Figura 27: Tipos de quesos consumidos en el mercado interno argentino.....	127
Figura 28: Participación porcentual por productos dentro del volumen de exportaciones lácteas argentinas en el año 2000 .....	130
Figura 29: Evolución del precio de la leche para industria, 1992-2001.....	133
Figura 30: Distribución mensual de los precios de la leche al productor.....	133
Figura 31: Participación de la industria y los costes de producción del ganadero (detallado) en el precio de la leche al consumidor.....	160
Figura 32: Proporción de los diferentes rubros de gasto respecto al total de gastos variables en la Cuenca de Abasto Sur, ejercicio 1997/98.....	165

---

---

Figura 33: Relación entre los litros/hectárea y el coste/litro para las firmas con mayor eficiencia técnica pura ( $ET > 0,90$ ).....	176
Figura 34: Relación entre la eficiencia (CRS) y el beneficio (dólares/año).....	179
Figura 35: Clasificación de las 35 explotaciones de Abasto Sur en 4 grupos, de acuerdo a su nivel de gastos/vaca y el capital invertido/vaca. Ejercicio 1997/98.....	180
Figura 36: Precipitaciones registradas en la Sociedad Rural de Brandsen.....	188
Figura 37: Composición porcentual de gastos, ejercicios 1997/98 y 1999/00.....	190
Figura 38: Costes de producción promedio de 21 explotaciones del Abasto Sur de Buenos Aires en 1997/98 y en 1999/2000, en dólares por litro.....	191
Figura 39: Relación entre el tamaño, expresado en hectáreas, y la eficiencia, para 21 firmas de Abasto Sur, ejercicio 1997/98.....	195
Figura 40: Relación entre el tamaño, expresado en hectáreas, y la eficiencia, para 21 firmas de Abasto Sur, ejercicio 1999/2000.....	195
Figura 41: Relación entre el tamaño, expresado en hectáreas, y los costes de producción, para 21 firmas de Abasto Sur, ejercicio 1997/98.....	196
Figura 42: Relación entre el tamaño, expresado en hectáreas, y los costes de producción, para 21 firmas de Abasto Sur, ejercicio 1999/2000.....	196
Figura 43: Relación entre la productividad por hectárea y la eficiencia para 21 firmas de Abasto Sur, ejercicio 1999/2000.....	197
Figura 44: Relación entre la eficiencia y el beneficio por hectárea, para 21 firmas de Abasto Sur, ejercicio 1999/2000.....	198
Figura 45: Variación de los índices de eficiencia para cada una de las 21 firmas, desde la primera encuesta (1997/98) a la segunda (1999/00), en Abasto Sur de Buenos Aires.....	203
Figura 46: Características estructurales de los dos grupos en base a la encuesta 1997/98, expresados en porcentaje sobre base "grupo competitivo=100".....	206
Figura 47: Características productivas de los dos grupos en base a la encuesta 1997/98, expresados en porcentaje sobre base "grupo competitivo=100".....	206
Figura 48: Evolución de los litros diarios, desde el ejercicio 1997/98 al 1999/2000, para los dos grupos.....	209
Figura 49: Evolución de la mano de obra cada 100 has, desde el ejercicio 1997/98 al 1999/2000, para los dos grupos.....	210
Figura 50: Evolución de la productividad por vaca ordeñe, desde el ejercicio 1997/98 al 1999/2000, para los dos grupos.....	210

---

## Listado de Siglas

%VO:	Porcentaje de vacas en ordeño.
CRS:	Modelo DEA de retornos a escala constantes.
EH:	Equivalentes hombre.
EV:	Equivalentes vaca.
EE:	Eficiencia de escala.
ET:	Eficiencia Técnica pura.
ETG:	Eficiencia Técnica Global.
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación.
FEPALE:	Federación Panamericana de la leche.
GB:	Grasa butirosa o butirométrica.
LPD:	Leche en polvo descremada.
Mercosur	Mercado del Cono Sur de América.
OMC:	Organización Mundial de Comercio.
OPEC:	Organización de países exportadores de petróleo.
SAGPyA:	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación Argentina.
SENASA:	Servicio Nacional de Sanidad Animal (Argentina).
UE.:	Unión Europea.
UAT:	Leche esterilizada larga vida.
USDA:	Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos.
VRS:	Modelo DEA de retornos variables a escala.

---

*“Allí abajo se desarrollan continuamente una serie de operaciones diferentes, tantas que la vista no puede abarcar todas ellas. Marea contemplar la complejidad de esta fábrica, como la de cualquier otra. ¿Cómo puede saberse si una acción ejecutada en la planta es productiva o no, si contribuye o no, a ganar dinero?”*

Eliyahu Goldratt (“La meta”)

# I INTRODUCCIÓN

## I.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

El sector lechero argentino ha vivido en permanente estado de cambios, pasando por periodos de indefinición en los años ´80, con crecimientos en el orden del 2% anual, y por períodos de expansión en los años ´90, vinculada a la creación del Mercosur (Mercado del Cono Sur de América). Esta última fue acompañada por crecimientos del 7% anual.

Pero desde mediados del año 1998 el crecimiento del sector lechero argentino comenzó a decaer. La disminución en los precios se trasladó al productor, quien no tuvo incentivos para continuar produciendo. Especialmente quedó expuesta dicha contracción durante el año 2000, con una caída del 6 % respecto al 1999.

En 2001 la producción lechera cerró con una producción de alrededor de 9.570 millones de litros, lo que representa un 2,5% menos que el 2000.

Bajo este escenario de permanentes cambios, existen ganaderos argentinos que intentan producir leche. A diferencia de lo que ocurre con otras actividades del sector agropecuario, como las empresas dedicadas a la producción de granos y aún las ganaderas dedicadas a la crianza o cebo de vacunos, el productor lechero

---

no puede “abandonar” fácilmente de la actividad, si el escenario que se le presenta es desfavorable.

Habitualmente, el productor lechero que se retira de la actividad, no vuelve a ella. Esto se explica porque, para poder producir adecuadamente, debe invertir un capital importante en instalaciones, máquinas y en genética del ganado, que además de constituir un coste fijo, una gran parte de ellos son costes irrecuperables (Varian, 1999) si deseara retirarse de la actividad.

Por lo tanto, sus decisiones de producción poseen mas semejanzas con el industrial que con el agricultor: debe decidir, en planeamientos de largo plazo, si producirá o cerrará. Pero además, tampoco puede “apagar las máquinas”, como podría hacerse en la industria a la espera de que las condiciones vuelvan a ser propicias, dado que las vacas “deben ser ordeñadas todos los días”.

La situación descrita presenta condimentos suficientes para llamar la atención del investigador:

- ¿Cómo hacen las empresas lecheras para subsistir en estas condiciones?
- ¿Cuáles son las empresas que permanecen ante escenarios tan cambiantes?
- ¿Qué características tienen estas empresas?
- ¿Son las empresas mas eficientes las que perduran?
- ¿Existe un sistema de producción exitoso ante situaciones políticas cambiantes?
- ¿Hay formas de producir mas convenientes que otras?
- ¿Qué estrategias deben adoptar los productores que deseen ser competitivos?

Estos interrogantes, que son planteados así mismo por los principales actores del sector (productores, asesores, proveedores de insumos, cámaras, asociaciones de productores, políticos), son los que han motivado la investigación.

Las fluctuantes condiciones que se fueron presentando como marco exterior a la producción primaria, han obrado como ambiente para que se produjera un proceso de selección natural. En éste, las empresas que persistieron, deberían ser las mejores o por lo menos, las que presentaron sistemas de producción con mayor flexibilidad para sobrellevar las modificaciones.

Así, el conocimiento de las características técnicas, estructurales, sociales y económicas de estas empresas será de interés por sí mismo. Pero, además, resulta importante realizar un diagnostico por comparación entre empresas, para detectar dentro de ellas, cuáles son las que son mas rentables, las mas eficientes y/o se encuentran en mejores condiciones de subsistir a las crisis.

Según se ha expuesto, existe la necesidad de que se aporten elementos de análisis para la toma de decisiones de los productores. Desde nuestra

---

perspectiva, intentaremos contribuir con las conclusiones de este trabajo hacia el mejoramiento de la capacidad competitiva de las empresas lecheras de la Argentina.

Nuestra propuesta consiste en realizar un análisis de eficiencia sobre un conjunto de explotaciones lecheras de la Argentina, lo cual constituye un trabajo novedoso, ya que no se han realizado trabajos sobre determinación de eficiencia aplicando Data Envelopment Analysis (DEA) en el sector lechero argentino.

Los datos empíricos provienen de una encuesta técnico-económica sobre productores lecheros de la denominada Cuenca de Abasto Sur de Buenos Aires (SAGPyA, 1997). Dicha región carecía de información económica de empresas, motivo por cual fue necesario previamente realizar la encuesta de los productores.

## **I.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

El conocimiento personal de la zona y del sector, por años de trabajo desempeñados en el asesoramiento privado de explotaciones lecheras, nos ha motivado para localizar el área de estudio en la Cuenca de Abasto Sur de Buenos Aires. Dicha región se caracteriza por presentar condiciones agroclimáticas poco favorables para la producción de leche, dado que las limitantes climáticas y edáficas<sup>1</sup> restringen la utilización de praderas, sistema de producción predominante en Argentina y el de menor coste relativo (Ostrowski y Hemme, 2002).

Sin embargo, su ubicación geográfica muy próxima al mayor centro consumidor de Argentina, como lo es la Ciudad de Buenos Aires, ha influido para que se produzca el desarrollo de un polo de producción láctea. La misma ha perdurado gracias a que su tecnificación y sus altas proporciones de alimentos concentrados se han traducido en altas productividades e ingresos suficientes para obtener beneficios.

El proceso de reconversión tecnológica del sector lácteo iniciado en Argentina en los años '90 llevó a que se logaran incrementos de la producción lechera y de la productividad, expresada en litros/vaca y en litros/hectárea (SAGPyA, 1997). La Región de Abasto Sur no fue ajena a dicha restructuración.

Pero la crisis acontecida con la caída en el precio de la leche a partir de 1999 afectó a todo el sector en general y a esta región en particular. Debido a las limitantes edáficas, los productores de Abasto Sur aparecen como especialmente sensibles a las alteraciones en sus planes de producción.

---

<sup>1</sup> El partido de Coronel Brandsen, que es el epicentro de las encuestas realizadas en Abasto Sur, carece de suelos Clase I y II, tiene un 47% suelos Clase III y el 53% restante esta conformado por suelos Clases VI y VII (SAGyP, 1992).

---

Según datos del Programa Provincial de Lechería del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, sobre una muestra de 36 industrias que reciben el 89% de la leche, la producción en el período año 2002 habría disminuido 19,6% con respecto al año 2001. A su vez, el 2001 había disminuido un 4,5% respecto al 2000. En Abasto Sur la disminución fue aún mayor: 24,5% en 2002 respecto a 2001 y éste a su vez había disminuido 10,6% respecto a 2000.

En cuanto al número de explotaciones dedicadas a la producción lechera, también disminuyó en mayor proporción en Abasto Sur. En enero del 2000 había 426 explotaciones y un año mas tarde había 12,4% menos. En enero de 2002 cayó otro 12,0% respecto a enero de 2001. En la Provincia de Buenos Aires, la reducción de explotaciones considerando los mismos períodos fue 8,0% y 8,2%, respectivamente.

En este contexto, los productores pueden pasar por períodos en los que obtengan beneficios y otros en los que presenten pérdidas. Pero lo que está claro es que, a largo plazo, los beneficios deben ser positivos y permitir la subsistencia.

Para ello, el único camino que brinda posibilidades de soslayar los vaivenes en el marco socio-económico, es que las empresas lecheras sean *eficientes*. Es decir, deben optimizar todos los factores del sistema y obtener la máxima cantidad de productos con la menor cantidad de recursos. Las empresas que lo logren serán las que hayan alcanzado la *eficiencia técnica* (Farrell, 1957)

A partir de lo expuesto, nos planteamos en nuestro estudio los siguientes objetivos principales:

- Conocer las características técnico-económicas de las explotaciones lecheras de la Cuenca de Abasto Sur de Buenos Aires.
- Analizar la eficiencia relativa de las explotaciones lecheras.
- Identificar características y estrategias diferenciales entre las empresas.
- Estudiar la asociación entre la eficiencia, las estrategias y los indicadores económicos.

En el caso de conseguir un resultado positivo, nuestro estudio permitirá realizar las siguientes contribuciones al conocimiento de la problemática concreta del sector que usamos como campo de aplicación:

- Aportar información técnico-económica sobre una región no estudiada.
  - Conocer las empresas eficientes.
  - Presentar la posibilidad, a aquellas explotaciones ineficientes, de que puedan mejorar, orientando sus decisiones hacia la eliminación de las causas de ineficiencia.
-

- Establecer algunas estrategias de producción que aparezcan asociadas a la eficiencia; las mismas podrían ser adoptadas por las empresas ineficientes y aún por las eficientes.
- Aportar elementos para la orientación de líneas de actuación de programas de extensión y desarrollo.

### **I.3 HIPÓTESIS**

Con la concreción de los objetivos señalados, intentaremos responder a algunas de las preguntas formuladas en el inicio. Esto, a su vez, nos permitiría comprobar empíricamente dos hipótesis que planteamos:

*“Las empresas con mayor eficiencia son las que obtienen mayores beneficios y las que se encuentran en mejores condiciones de competir en el sector lácteo, aún en épocas de crisis.”*

*“Existen estrategias diferenciales entre las empresas que determinan diferencias de eficiencia y competitividad de unas empresas sobre otras.”*

### **I.4 ELECCIÓN DEL MODELO**

En el campo de la producción láctea es frecuente hallar trabajos que hablan de eficiencia utilizando indicadores técnicos parciales, tales como la producción por vaca, la producción por hectárea, o la cantidad de alimentos concentrados por litro de leche, que sólo reflejan una combinación determinada de recursos utilizados y producto obtenido.

Este enfoque incurre en una importante simplificación, ya que no se visualiza a la producción como el resultado de la suma e interacción de los factores que intervienen. Se ignora así la influencia en la obtención del producto (output) de la proporción y forma de combinación de los distintos insumos (input) utilizados. Así, un enfoque de la eficiencia que contemple la relación global de outputs obtenidos e inputs empleados resulta el más conveniente.

Por las razones expuestas, se dirigió la investigación hacia hallar una metodología que permitiera evaluar empresas que deben tomar frecuentemente decisiones en cuanto a la cantidad y proporción de los inputs a emplear, así como tomar determinaciones en cuanto a los volúmenes de leche a producir y evaluar la conveniencia o no de producir otros outputs. Así, se decidió que el Data Envelopment Analysis (DEA) constituiría una técnica apropiada para continuar con la investigación.

El DEA es una técnica no paramétrica que se utiliza para la determinación empírica de la eficiencia. La misma se estructura como un modelo de

---

programación lineal, en el cual su resolución permite conocer si una empresa es eficiente y, a la vez, conocer el grado de ineficiencia de aquellas empresas no eficientes.

## **I.5 PLAN DE TRABAJO**

Para la elaboración del documento fue necesario cumplimentar con el siguiente plan de trabajo trazado:

### Fase Primera:

- Revisión bibliográfica: búsqueda especialmente enfocada en dos direcciones:
  - Revisión sobre el sector lechero
  - Revisión metodológica sobre análisis de eficiencia.
- Obtención de datos técnico-económicos a campo, recopilando información de gestión por encuesta, para construir el diagnóstico de las empresas.
- Procesamiento de la información recopilada (bibliografía) y clasificación.
- Procesamiento de los datos recogidos en la encuesta.
- Primer análisis descriptivo de los datos y construcción de primeras conclusiones.
- Comparación de los datos con información nacional.
- Obtención de los indicadores de eficiencia por procesamiento de datos empleando programación lineal y software específico para cálculo de DEA.
- Análisis de los resultados.
- Comparación de los resultados obtenidos con los obtenidos por otros trabajos.

### Fase Segunda

- Realización de una segunda encuesta, entrevistando a los mismos productores de la primera, para confeccionar una base con datos un panel.
- Procesamiento de los datos.
- Estimación de índices de eficiencia de las empresas encuestadas en ambos períodos.
- Comparación de los índices de eficiencia determinados en los dos períodos.
- Estudio exploratorio enfocado hacia la identificación de causas de ineficiencia.
- Exploración de estrategias a través de indicadores tecnológicos, estructurales y económicos.
- Seguimiento y estudios de casos sobre empresas con características diferenciales.
- Análisis de los resultados obtenidos.
- Conclusiones.

Debe comentarse, que algunos resultados que se presentan en éste documento, han sido presentados previamente en congresos y revistas de investigación:

---

Arzubi y Berbel (2001), Arzubi y Berbel (2002), Arzubi y Schilder (1999). Algunos otros trabajos han sido presentados a Congresos, en Argentina y en España, y se referencian en la bibliografía.

El haber sido sometidos a una evaluación externa, con revisores anónimos, los trabajos publicados ha constituido una ventaja para nuestra investigación, ya que ello ha permitido enriquecer la investigación. Algunos de los comentarios y sugerencias recibidos en el proceso de evaluación han sido incorporados a este documento. No obstante, cualquier error que pudiera subsistir es responsabilidad exclusiva del autor.

## **I.6 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO**

Este documento se estructura de forma que los conceptos y comentarios introducidos en una sección puedan ser comprendidos a partir de que fueron definidos y explicados en una sección anterior.

En el capítulo II, **Teoría de la empresa**, se introduce el marco teórico necesario para la investigación. Se realiza una revisión de los principales conceptos de microeconomía, los que posibilitarán comprender las discusiones y conclusiones que se introducen en los capítulos V, VI y VII, dedicados a la definición del Modelo empírico y a la presentación de los Resultados.

En el Capítulo III, **La Eficiencia**, se introduce el concepto de eficiencia, describiendo los procedimientos que se fueron instalando para medirla y los diferentes métodos que existen actualmente para determinarla, dedicando una especial atención al DEA. Finalmente, se incluyen una serie de trabajos que han aplicado análisis de eficiencia, clasificados de acuerdo a la metodología adoptada.

Dado que el planteo empírico del análisis de eficiencia se realizará sobre empresas dedicadas a la producción primaria de leche en Argentina, se considera de importancia conocer el contexto en el que se desenvuelve el sector de la producción láctea. Por tal razón, en el Capítulo IV, **El Sector Lácteo**, nos dedicamos a realizar una revisión del sector, tanto internacional como nacional, acompañando los comentarios con aporte de información presentada en forma de cuadros y figuras.

El Capítulo V, **Información utilizada y Modelo empírico**, se detalla la información que fue necesario recopilar por encuestas, los indicadores utilizados y las características de la encuesta. Se presenta, así mismo, los modelos DEA que se utilizan para el procesamiento de la información, acompañados de una justificación para la elección de los mismos.

En el Capítulo VI, **Resultados de la primera encuesta**, se presentan los resultados y conclusiones de cada uno de los tratamientos realizados sobre los datos recogidos en primera instancia (35 casos). Se realiza en primer lugar un

---

análisis de caracterización de las explotaciones de Abasto Sur. Luego se continúa con un análisis exploratorio y la determinación de los índices de eficiencia técnica con los diferentes modelos DEA. Se concluye el mismo capítulo con el Análisis de segunda etapa, en el que se investigan variables que puedan estar asociadas a la (in)eficiencia.

El capítulo VII, **Resultados de la segunda encuesta**, se presentan los resultados obtenidos con los datos de la segunda encuesta, luego de la cual ha podido constituirse un panel de 21 datos (información de la primer y segunda encuesta). Se realiza un análisis comparativo de los resultados técnico-económicos, se exploran algunas relaciones y se determina un análisis de eficiencia. Se incluye posteriormente el análisis de segunda etapa, que tiene como distintivo la búsqueda de estrategias en función de las firmas que evolucionaron en su eficiencia. Se finaliza con una comparación de nuestro trabajo con otros trabajos realizados sobre producción lechera en el mundo.

El capítulo VIII, **Conclusiones**, recoge la síntesis de las conclusiones parciales halladas, y las conclusiones generales, surgidas de la visión global de los resultados. Para terminar, se incluyen algunas sugerencias que podrían derivar en futuras líneas de investigación.

Finalmente, se incluyen en el documento, las referencias bibliográficas y los anexos.

---

“...tenemos una montaña de parámetros para saber si somos productivos, pero no lo veo nada claro. Por ejemplo si ese empleado trabaja las horas que se le pagan, o si la producción media por hora de cada operación está de acuerdo con los standards, o el coste por unidad de producto, o las variaciones en mano de obra directa... Todo, menos lo que me preocupa, lo que necesitamos saber, si ganamos dinero o estamos jugando con los números de la contabilidad. Tiene que haber una conexión, pero ¿cómo definirla?”

Eliyahu Goldratt (“La meta”)

## **II TEORIA DE LA PRODUCCION**

**E**ste capítulo introduce a la teoría básica de la producción, examinando la forma en que se pueden combinar los recursos para la creación de productos o bienes.

Dada la estrecha vinculación entre el estudio de la eficiencia y las bases de la teoría de la producción, se realiza una revisión de los principales fundamentos que conforman el marco teórico sobre el cual, posteriormente, se analizará la eficiencia técnica y económica.

Se consideran en este capítulo la forma en que se combinan los factores de la producción para obtener productos (teoría de la producción), cómo se determina el coste y qué relación existe con la producción (coste de producción) y cómo se organiza la empresa y dónde le conviene producir (teoría de la firma).

Se analiza en primera instancia los aspectos productivos, que tiene que ver con la relación entre recursos y productos en un sentido físico. En segundo término se concentra la atención en los aspectos económicos, donde se ingresa la información de precios de los factores y los productos. A partir de la fuerte influencia del tiempo en los análisis, tanto en los aspectos productivos como en los económicos, se dirige la descripción hacia dos escenarios diferentes: el corto plazo y el largo plazo.

---

## II.1 CONCEPTOS GENERALES

El término producción engloba los procesos que convierten o transforman un bien en otro diferente. Comprende todos los procesos que incrementan la adecuación de los bienes para satisfacer las necesidades humanas; es decir, el proceso económico de la producción exige que se mejore la capacidad de satisfacer la necesidad de bienes.

La empresa es la unidad económica donde se realizan el proceso productivo; en ella, los factores productivos son transformados en productos. Puede definirse como la unidad económica que compra los servicios de los factores de producción, los combina o transforma, produciendo bienes y servicios que vende a otras unidades económicas

Producto: los bienes o servicios obtenidos en un proceso productivo se denominan genéricamente outputs o productos.

Factor de producción: los bienes y servicios que requiere la actividad productiva durante el proceso de producción reciben el nombre de insumos, inputs o factores productivos. La denominación recurso productivo se utiliza cuando se hace referencia a la totalidad de bienes y servicios de una economía, y la denominación factor, insumo o input es utilizada cuando se hace referencia a la producción de un bien concreto.

Como unidad económica, la empresa es una unidad decisora, y sus decisiones deben referir tanto a aspectos productivos como a aspectos económicos.

Los aspectos productivos tienen que ver con:

- Elección adecuada de los factores de producción.
- Elección adecuada del método de producción.
- Elección de la cantidad de producto a obtener.

Los aspectos económicos se refieren a:

- La compra de los servicios de los factores de producción, que constituyen los costes de la empresa.
- La venta del producto, que determinan los ingresos de la empresa.
- La diferencia entre ambos, que es el beneficio y que es lo que la empresa aspira a maximizar.

Las decisiones son influenciadas por el componente temporal; en el corto plazo existen factores fijos y hacia el largo plazo todos los factores tienden a ser variables. Por dicha razón, se analizarán los aspectos productivos y los económicos desde ambos enfoques, corto y largo plazo.

---

---

	CORTO PLAZO	LARGO PLAZO
Aspectos productivos	II.2.1	II.2.2
Aspectos económicos	II.3.1	II.3.2

## II.2 ASPECTOS PRODUCTIVOS: RELACIÓN TECNOLÓGICA ENTRE PRODUCCIÓN Y RECURSOS

En general, puede obtenerse una determinada producción con muchas combinaciones diferentes de insumos. La forma en que se combinan los factores para lograr el producto viene dada por la función de producción.

Función de producción: se trata de una relación tecnológica que muestra, para un estado dado del conocimiento técnico, las cantidades de producto que se obtienen con respecto a la cantidad de factores utilizados.

Se representa como:

$$Q = f (X_1, X_2, \dots, X_n)$$

Donde Q es la cantidad de producción y  $X_1, X_2, \dots, X_n$  son las cantidades de los diversos insumos. Si existen sólo dos factores, trabajo (L) y capital (K), la función de producción se expresa como:

$$Q = f (L, K)$$

En la mayoría de los procesos productivos, la forma y proporción en que intervienen los factores productivos pueden variar de manera apreciable, lo que determina la existencia más de una función de producción. Dentro del conjunto de funciones de producción existentes en la historia económica, la forma que adopta una función de producción está estrechamente relacionada a la tecnología.

La tecnología: es el conjunto de conocimientos científicos con que cuenta una sociedad que permiten combinar los distintos factores productivos con el fin de producir bienes (Such y Berenguer, 1994).

Dada una cantidad fija de factores, la cantidad de producto que puede obtenerse depende del estado de la tecnología. Es necesario establecer el grado de tecnología, esto es, el estado de conocimientos técnicos de la sociedad en un momento determinado (Mochon, 1993)

Las empresas deben conocer, por un lado, los recursos susceptibles de utilización con los que cuenta, y por el otro, la forma en la cual debe combinar esos recursos para obtener los bienes u outputs que desea.

No todas las empresas obtienen la máxima producción Q que es posible obtener de determinados insumos L y K en cualquier momento en el tiempo.

---

---

Para eso hay dos razones principales (Maddala y Miller, 1993):

- Algunas empresas pueden ser ineficientes.
- Diferentes empresas tienen máquinas y equipos de diversas antigüedades. No todas utilizarán la tecnología mas avanzada.

La tecnología y la eficiencia técnica: La escasez de los recursos impone la necesidad de que las empresas produzcan de la forma mas eficiente posible. El conocimiento de la tecnología permitirá avanzar hacia la mejor forma de combinar los recursos para obtener la mayor cantidad de producto dado determinado nivel de disponibilidad de recursos.

Puede indicarse que un método de producción es técnicamente eficiente si la producción que se obtiene es la máxima posible con las cantidades de factores especificadas (Mochon, 1993)

Otra forma de expresarlo es la siguiente: un proceso de producción es eficiente cuando no es ineficiente. Un método de producción es ineficiente cuando utiliza, respecto a otro, mayor cantidad de algún factor, y no menos de los demás, para producir la misma cantidad de producto que otro proceso productivo (Delgado Alvarez y Hernández Roman, 1995).

Corto y largo plazo: la diferencia principal entre un periodo de tiempo y el otro está dada por la posibilidad de que los factores de producción sean más o menos fijos.

El corto plazo es el periodo de tiempo en el cual hay por lo menos un factor de la producción fijo, cuya cantidad no puede modificarse por mas que las circunstancias del mercado así los indiquen. El resto de los factores pueden ser variables. En el corto plazo las empresas ajustan la cantidad de factores variables a utilizar de acuerdo a la cantidad de producto que desea obtener, permaneciendo fijo el resto (Varian, 1999).

El largo plazo es el período de tiempo en el cual todos los factores de producción son variables. A largo plazo las empresas se ajustan a las condiciones del mercado, haciendo variar todos los factores productivos que emplean.

En un modelo simplificado de dos factores, capital y trabajo, el corto plazo es aquel periodo en el cual varía el factor trabajo, permaneciendo fijo el capital. A largo plazo, los dos factores serán variables.

	CORTO PLAZO	LARGO PLAZO
CAPITAL	Fijo	Variable
TRABAJO	Variable	Variable

---

## II.2.1 LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN EN EL CORTO PLAZO

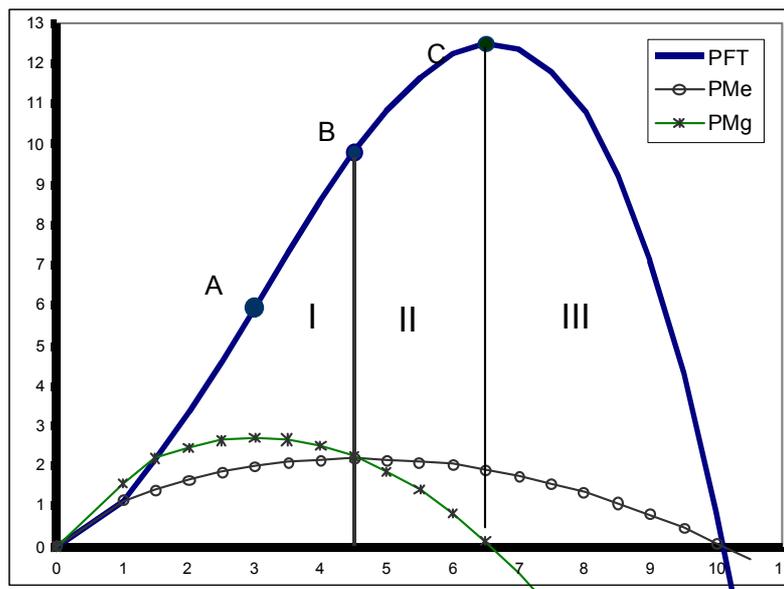
En el corto plazo (CP), la función de producción proporciona la cantidad de producto obtenido ante variaciones de algunos factores variables, en un contexto limitado por factores fijos.

Considerando sólo dos factores, capital y trabajo, donde el capital sea fijo y el trabajo variable, la función de producción de corto plazo puede ser representada por una función de producción de tipo cúbica, una de las más utilizadas desde el punto de vista teórico.

$$Y = a + b.L + c.L^2 + d.L^3$$

En la , aparece representada la curva de producto físico total (PFT), que muestra la relación entre un factor variable (el trabajo) y la cantidad de producto obtenida. A medida que se agregan unidades de trabajo aumenta la cantidad de producto, aumento que se produce a una tasa creciente hasta el punto A, llamado punto de inflexión.

Figura 1: Función de producción a corto plazo.



A partir del punto A, la PFT continúa aumentando pero ahora a tasa decreciente. Al llegar al punto C se logra el *máximo técnico*, que corresponde a la mayor productividad o la mayor cantidad de producto obtenida. A partir de allí, el agregado de unidades de trabajo produce la disminución del PFT.

La segunda curva representada corresponde al Producto Medio (PMe), que es el cociente entre la cantidad de producto obtenida y la cantidad del recurso variable empleado. Comienza creciendo hasta llegar a un máximo, el cual coincide con la cantidad de unidades de trabajo empleadas para obtener la cantidad de producto

representada en el punto B de la curva de PFT. Este máximo es denominado en la literatura económica como *óptimo técnico*.

A partir del punto B el PMe decrece hasta hacerse 0 en el punto C de la curva de PFT.

En un modelo de dos factores como el que planteamos, el producto medio del trabajo es la cantidad de producto obtenida por unidad de trabajo empleada, con la siguiente expresión:

$$\text{PMe} = \frac{Y}{L}$$

La tercer curva representada corresponde al Producto Marginal (PMg), que puede definirse como el aumento de producto logrado cuando la cantidad del recurso variable se incrementa en una unidad. Puede representarse a través de la siguiente expresión:

$$\text{PMg} = \frac{\Delta Y}{\Delta L}$$

Suponiendo que el trabajo pueda variarse en cantidades infinitesimales, el Producto Marginal mide la tasa de variación cuando experimenta una variación infinitesimal la cantidad aplicada del factor variable

$$\text{PMg} = \frac{\partial Y}{\partial L}$$

La curva de PMg comienza creciendo hasta su máximo, que coincide con el punto de inflexión de la curva de PFT. A partir de allí decrece hasta el punto C de la curva de PFT. Luego se hace negativo como consecuencia del decrecimiento de la curva de PFT.

La justificación del comportamiento observado descansa en la llamada **ley de los rendimientos decrecientes**, que se refiere a la cantidad de producto adicional que se obtiene cuando se añaden sucesivamente unidades adicionales de un factor variable a una cantidad fija de uno o varios factores. Esta ley establece que el producto marginal de un factor variable disminuye, a partir de un cierto nivel, al incrementarse la cantidad de ese factor.

#### Etapas de la función de producción de corto plazo:

Se divide la curva de producción en tres etapas, en función de las curvas de PFT, PMe y PMg. El punto B marca el fin de la etapa I y el comienzo de la etapa II. La razón de ésta afirmación obedece a lo siguiente:

---

El P<sub>Me</sub>, en términos geométricos, equivale a la pendiente del radio vector trazado desde el origen de coordenadas a cada uno de los puntos de la curva de producto total. En el óptimo técnico (punto B), dicha pendiente es máxima.

Por otra parte, el P<sub>Mg</sub> mide la tasa de variación del producto total cuando experimenta una variación infinitesimal la cantidad aplicada del factor variable. La curva de P<sub>Mg</sub> crece y marcha por encima de la curva del P<sub>Me</sub> hasta el punto B de la curva de PFT; allí la corta y pasa a ubicarse por debajo del P<sub>Me</sub>. Por lo tanto, necesariamente, éste punto corresponde al máximo de la curva de P<sub>Me</sub>.

En la etapa I, cada unidad de recurso añadida hace crecer la producción mas que proporcionalmente. Se llega al óptimo técnico, que marca el comienzo de la etapa II. Por lo tanto, una empresa no operará racionalmente en la etapa I.

El fin de la etapa II es el punto C, de máxima producción total, el máximo técnico. La etapa III tampoco resulta apropiada para operar, dado que cada unidad añadida por encima del máximo técnico reducirá el PFT.

---

Etapa I:	El producto medio crece. $P_{Mg} > P_{Me}$ .
Etapa II:	El producto medio decrece mientras el producto marginal es positivo. $P_{Mg} < P_{Me}$ .
Etapa III	El producto marginal es negativo y el Producto medio continua decreciendo. $P_{Mg} < P_{Me}$ .

---

La zona de operación racional para una empresa es la etapa II, entre el óptimo técnico y el máximo técnico.

## II.2.2 LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN EN EL LARGO PLAZO

En el largo plazo (LP), las empresas tienen la posibilidad de modificar las cantidades empleadas de cualquiera de sus factores. Todos los recursos son variables. Considerando el modelo de capital y trabajo, ambos son factores variables, donde la función de producción relaciona las distintas combinaciones de ambos factores con la cantidad máxima de producto que se puede alcanzar de ellas (Such y Berenguer, 1994).

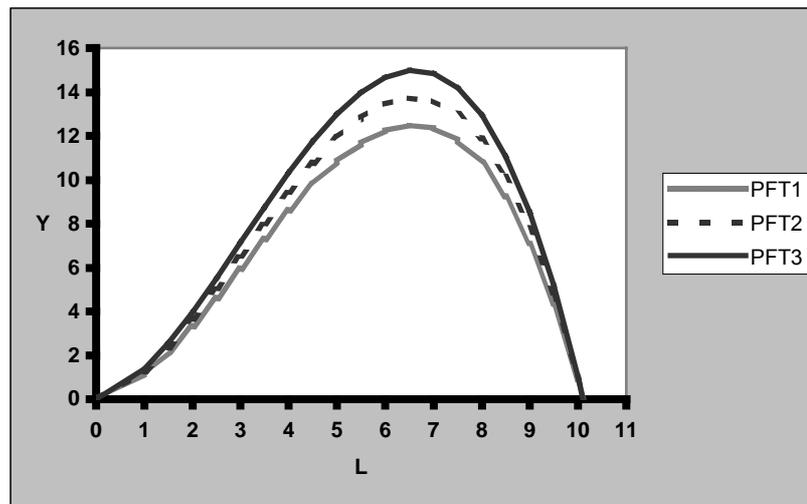
La representación de la función de producción  $Y = f(L, K)$  requeriría de un esquema tridimensional, dado que se trata de un producto y dos factores variables. Para mostrar un esquema bidimensional puede recurrirse a dos caminos:

- representar la función de producción de largo plazo con una familia de funciones de producción de corto plazo (Coelli et al, 1998), donde cada una corresponde a un nivel de capital fijo distinto, ubicando en el eje de las ordenadas el factor variable trabajo y en el eje de las abscisas el producto, tal como se encuentra en la Figura 2

Aquí,  $PFT3 > PFT2 > PFT1$

- b) representar las distintas combinaciones de factores que obtienen el mismo nivel de producto. Se ubica un factor en el eje de las ordenadas y el otro en el eje de las abscisas. Cada curva muestra el conjunto de combinaciones de factores productivos que corresponde a un nivel de producción, y se denomina **isocuanta** o curva isoproducto. Esta es la manera más habitual en que se esquematiza, por lo tanto profundizaremos su análisis.

**Figura 2: Función de producción de largo plazo representado por una familia de funciones de producción de corto plazo.**



Fuente: Coelli (1998)

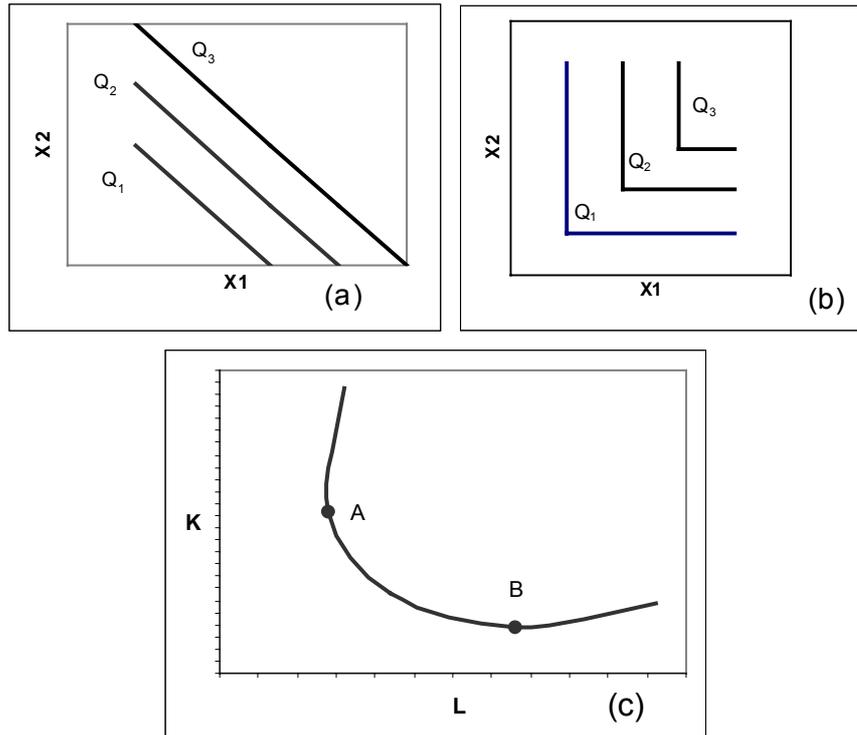
La forma de las isocuantas revelan la intercambiabilidad de los factores utilizados y la posibilidad de sustitución de los mismos. Pueden presentarse los siguientes casos (Chambers, 1988):

- El caso de factores perfectamente sustituibles es cuando la razón de sustitución de un insumo por otro permanece constante (Figura 3, a). Por tal motivo, la empresa puede reemplazar un insumo por otro en cualquier cantidad.
- Los factores que se relacionan en proporciones fijas (Figura 3, b) no ofrecen a la empresa posibilidad de elección entre las combinaciones de factores, puesto que sólo existe un proceso de producción, y cualquier aumento en uno sólo de los factores no produce incremento en la cantidad de producto.

Los casos señalados no se presentan comúnmente en la práctica, por lo que nos concentraremos en el caso de sustitución a tasas decrecientes, como el de la Figura 3, c. Allí se observa una curva con un segmento (A-B) donde los insumos se sustituyen a tasa decreciente.

Esta es la zona racional de producción. En los extremos de la isocuanta sería irracional mantener un nivel de producción utilizando una cierta cantidad de un factor, cuando ese mismo nivel puede alcanzarse solamente con reducir la cantidad de ese factor. A esto se le llama también congestión de inputs, y obedece a que uno de los factores se hace tan restrictivo que la producción empieza a declinar, tal como sucede en la región III de la función de producción de corto plazo.

**Figura 3: Factores perfectamente sustituibles (a) y limitativos (b). Sustitución a tasa creciente (c)**



Fuente: Such y Berenger (1994)

#### Propiedades de las isocuantas:

- Son decrecientes: para mantener la cantidad de un producto, al disminuir la cantidad de un factor, se debe aumentar el otro.
- Son convexas: conforme se va prescindiendo de cantidades iguales de un factor es necesario el empleo de mayor cantidad adicional del otro factor para mantener constante el nivel de producción.
- No pueden cortarse.
- Están limitadas por las rectas tangentes paralelas a los ejes de coordenadas.

Se recurre para la representación de las isocuantas a otra función de producción comúnmente utilizada en los estudios de producción, como es la potencial, que indica una relación multiplicativa entre los insumos. Su forma es:

---

$$Y = a \cdot L^b \cdot K^c$$

Este tipo de función fue utilizada por Charles Cobb y Paul Douglas en los primeros trabajos de función de producción a fines de la década de los años veinte, por lo que las funciones de potencia de la producción se conocen como “funciones Cobb-Douglas”.

Manteniendo la producción constante, la tasa resultante de sustituir un factor por otro se conoce con el nombre de Tasa Marginal de Sustitución (TMS) (Barnard y Nix, 1984). De forma analítica se representa como:

$$T.M.S = \frac{\Delta K}{\Delta L}$$

El Cociente entre las variaciones es siempre negativo, puesto que al aumentar un factor hay que disminuir el otro para mantener igual producto. Su valor, a medida que nos desplazamos de izquierda a derecha, va haciéndose mas pequeño, como consecuencia de que se necesita cada vez cantidades mayores del factor L para sustituir al factor K.

Si las isocuantas fueran cóncavas en vez de convexas, la empresa utilizaría uno de los insumos y no ambos, pues se reemplazarían unidades de un insumo con cantidades cada vez menores del otro insumo.

Suponiendo que los factores pueden variarse en cantidades infinitesimales, tenemos la expresión:

$$T.M.S = \frac{\partial L}{\partial K}$$

Ineficiencia del corto plazo: Si se observa la Figura 4, puede apreciarse 8 isocuantas, desde nivel  $Y=1$  de producto hasta el nivel  $Y=8$ . Si una empresa desea incrementar su producción se le plantean dos enfoques temporales, el corto y el largo plazo.

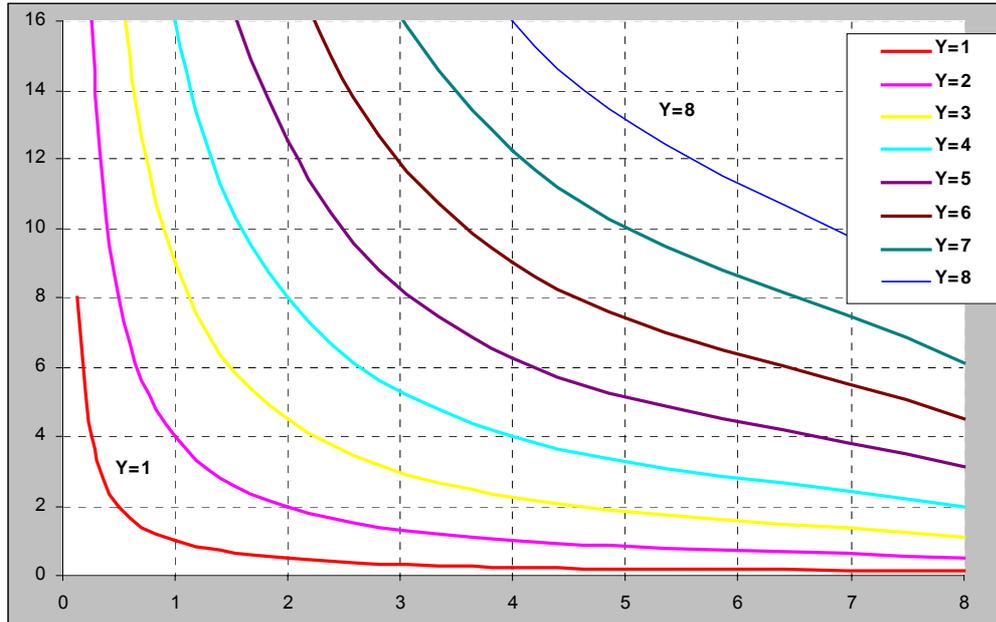
- A corto plazo, el capital no puede modificarse, por lo tanto con un nivel de  $K=4$  por ejemplo, si desea pasar de  $Y=2$  a  $Y=4$  (duplicando su producción) debería pasar de utilizar  $L=1$  a utilizar  $L=4$ . Es decir, el incremento de la producción fue proporcionalmente menor que el incremento en el factor trabajo.

- A largo plazo, el capital puede modificarse. Si la empresa duplicara el uso de sus recursos, pasando de utilizar  $L=1$  y  $K=4$  a emplear  $L=2$  y  $K=8$ , la producción se incrementaría de 2 a 4. Por lo tanto, habrá aumentado el doble también.

De aquí se concluye la ineficiencia del corto plazo, con relación al largo plazo.

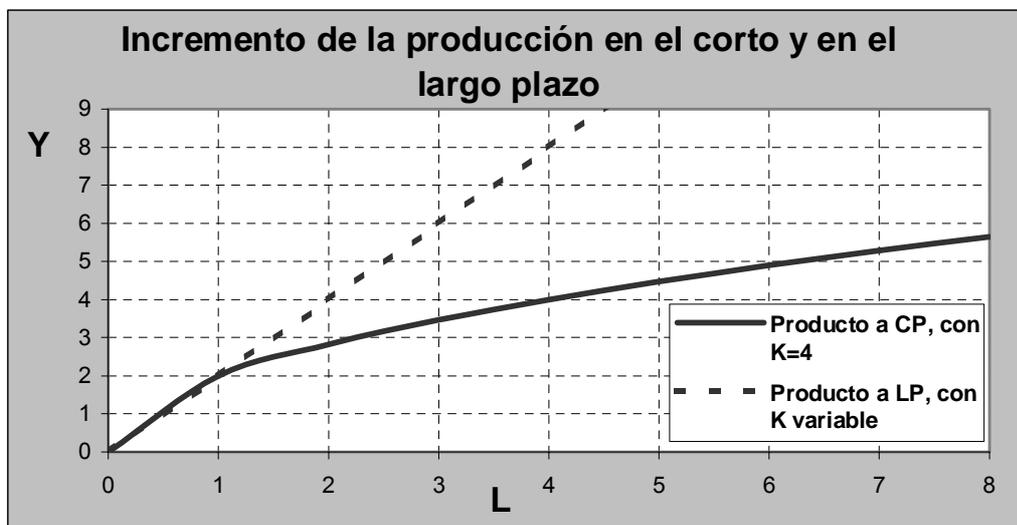
---

**Figura 4:** La función de producción de LP representada por una familia de Isocuantas (una por cada nivel de producción, desde  $Y=1$  a  $Y=8$ ).



Fuente: Shows y Burton (1972)

**Figura 5:** Derivación de las curvas de aumento de la producción en el CP y en el LP partiendo de isocuantas.



Fuente: Shows y Burton (1972)

Otra forma de representarlo es como se observa en la Figura 5, donde se han construido 2 curvas de producto  $Y$  como variable dependiente. Se han añadido cantidades sucesivas de trabajo en ambas, con la diferencia que en la curva superior se fue incrementando en la misma proporción el capital mientras que en la curva inferior se ha mantenido constante el capital en 4 unidades. Puede verse también aquí la ineficiencia del CP, donde las mismas unidades de trabajo producen incrementos menores en el producto, respecto al LP.

### Rendimientos a escala

Escala significa el tamaño de la empresa medido por su producción. Los rendimientos a escala de la función de producción de largo plazo se refieren a la variación que se produce en la cantidad de producto ante variaciones de la misma proporción en todos los factores de producción. Depende de las tecnologías que las empresas utilizan, y pueden distinguirse 3 tipos diferentes (Shows y Burton, 1972):

- Rendimientos crecientes a escala: cuando al incrementar simultáneamente la cantidad de factores en una determinada proporción, la cantidad de producto se incrementa en una proporción mayor.
- Rendimientos decrecientes a escala: cuando al incrementar en una determinada proporción los factores de producción, la cantidad de producto se incrementa en una proporción menor.
- Rendimientos constantes a escala: cuando al incrementar en una determinada proporción los factores de producción, la cantidad de producto se incrementa en igual proporción.

En términos algebraicos, esto puede expresarse como:

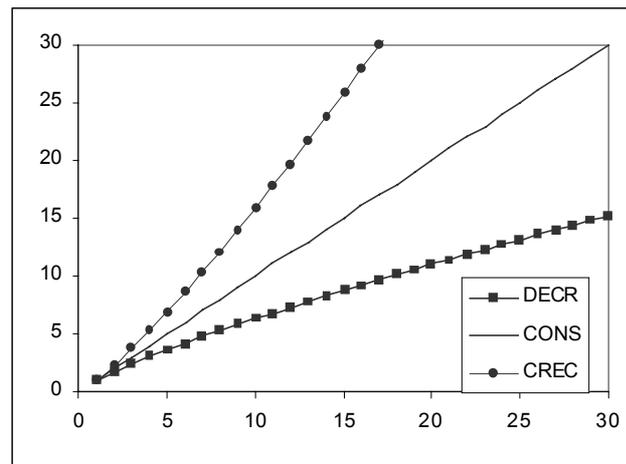
<b>Rendimientos a escala</b>	<b>Definición (<math>\alpha &gt; 1</math>)</b>
Constante	$f(\alpha K, \alpha L) = \alpha f(K, L)$
Creciente	$f(\alpha K, \alpha L) > \alpha f(K, L)$
Decreciente	$f(\alpha K, \alpha L) < \alpha f(K, L)$

Podría representarse los 3 tipos de rendimiento a escala de dos maneras: la primera con valores, apreciando cómo crece el producto obtenido cuando los factores se incrementan en una determinada proporción, por ejemplo al doble:

	Factores		Rendimientos a escala		
	L	K	Creciente	Decreciente	Constante
Cantidad inicial	2	3	25	25	25
Cantidad final	4	6	75	40	50

La segunda forma es la que se encuentra en la Figura 6, donde se representa la cantidad de producto obtenido ante incrementos sucesivos de todos los factores que intervienen en la producción. Pueden apreciarse las diferencias entre las formas que toman las curvas de rendimientos a escala constantes (CONST), crecientes (CREC) y decrecientes (DECR) a largo plazo.

**Figura 6: Rendimientos a escala constantes, crecientes y decrecientes.**



Fuente: Shows y Burton (1972)

Los rendimientos a escala crecientes originan costes medios a largo plazo decrecientes y los rendimientos a escala decrecientes originan costes medios crecientes, temas que serán tratados en la siguiente sección.

### **II.3 ASPECTOS ECONÓMICOS: LOS PRECIOS DE LOS FACTORES Y LOS PRODUCTOS.**

En el análisis de las posibilidades de producción y la definición de la técnica que le conviene a la empresa se introducirá la información de precios de los factores y los productos. Se asume, para tal fin, algunos supuestos:

- Los empresarios tienen un comportamiento optimizador, maximizador de beneficios y minimizador de costes.
- Existe un mercado de competencia perfecta.
- Ninguna empresa puede modificar el precio de los factores y productos.

Consideraremos cuál será la combinación óptima de factores y productos bajo cuatro escenarios diferentes de análisis:

- a) Minimización de costes a corto plazo.
- b) Minimización de costes a largo plazo.
- c) Maximización de beneficios a corto plazo.
- d) Maximización de beneficios a largo plazo.

Los tres primeros pueden considerarse casos especiales derivados del cuarto, en los cuales se encuentra fijo al menos uno de los factores (Coelli et al, 1998). Si continuamos utilizando la función de Cobb-Douglas para el análisis de los aspectos productivos, las posibilidades pueden representarse de la siguiente forma:

		MINIMO COSTE		MAXIMO BENEFICIO	
		FIJO	VARIABLE	FIJO	VARIABLE
CORTO PLAZO	Producto	♣			♣
	Capital	♣		♣	
	Trabajo		♣		♣
LARGO PLAZO	Producto	♣			♣
	Capital		♣		♣
	Trabajo		♣		♣

### II.3.1 ANÁLISIS A CORTO PLAZO (CP)

En el corto plazo existen dos tipos de factores: los fijos, que originan costes totales fijos, y los variables que originan costes totales variables (Upton, 1987). Los costes fijos (CF) no dependen del volumen de producción de la empresa, en tanto los variables (CV) sí lo hacen. La suma de ambos es el coste total (CT) de la empresa.

$$CT = CF + CV$$

Si consideramos fijo al Capital (K) en el corto plazo y variable al trabajo (L), y llamando  $P_K$  y  $P_L$  al precio de ellos, respectivamente, nos queda la siguiente expresión:

$$CT = K \cdot P_K + L \cdot P_L$$

En economía es habitual referirse a los costes de dos maneras diferentes: considerando los **costes totales**, que fue lo expuesto hasta aquí, y considerando los **costes unitarios**, que son los costes por unidad de producto.

Cuando se habla de minimización de costes se hace referencia, en verdad, al coste medio (CMe), que surge de dividir al coste total por la cantidad de producto obtenido.

$$CMe = \frac{CT}{Y} = \frac{K \cdot P_K}{Y} + \frac{L \cdot P_L}{Y}$$

donde el primer término corresponde al Coste fijo medio (CFMe) y el segundo al coste variable medio (CVMe).

### II.3.1.1 MINIMIZACIÓN DE COSTES A CORTO PLAZO

La relación entre la teoría de la producción y los costes se explica al analizar la función de producción a corto plazo. Cuando el capital  $K$  se halla fijo y se varían las cantidades de trabajo  $L$ , existe un momento en el cual se alcanza la máxima productividad para el recurso variable, que es el máximo  $PMe$  (eficiencia técnica). Por lo tanto, será el punto donde el coste variable medio será, inversamente, el menor. Esto se demuestra reemplazando el último término en la fórmula del  $CMe$  por la expresión que incluye al  $PMe$  :

$$CMe = \frac{K \cdot P_k}{Y} + \frac{P_L}{PMe}$$

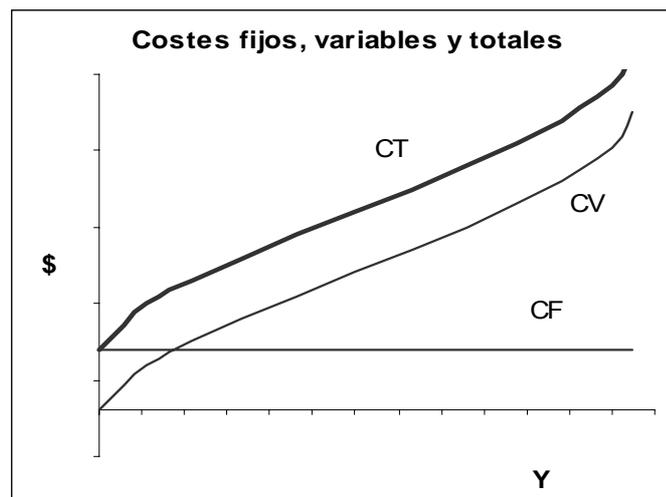
Se aprecia que el Precio del factor trabajo aparece dividido por el  $PMe$ , con lo cual el mínimo  $CVMe$  se producirá cuando el  $PMe$  sea el máximo.

En la Figura 7 puede verse que el punto de menor  $CV$  coincide con el de mayor  $PMe$  de la función de producción de corto plazo. Como el  $CF$  es independiente de las unidades producidas de output, el curva del  $CT$  tiene la misma forma que la del  $CV$  pero desplazada hacia arriba en la misma proporción que la magnitud del coste fijo.

Es necesario introducir ahora el concepto de Coste Marginal ( $CMg$ ): representa lo que se incrementa el coste total al producir la última unidad de output.

$$CMg = \frac{\Delta CT}{\Delta Y}$$

Figura 7: Curva de Costes totales



Fuente: Shows y Burton (1972)

Si se descompone al coste total en sus dos componentes, CF y CV, puede verse que el CMg también puede definirse como lo que varía el CV para incrementar una unidad del producto (Such y Berenguer, 1994):

$$CMg = \frac{\Delta(CF + CV)}{\Delta Y} = \frac{\Delta CV}{\Delta Y}$$

Dado que el CF es constante en el corto plazo, su variación será nula, quedando el CMg constituido como la variación del CV en relación a la variación del output. Si dichas variaciones pueden hacerse infinitesimales, entonces se expresa así:

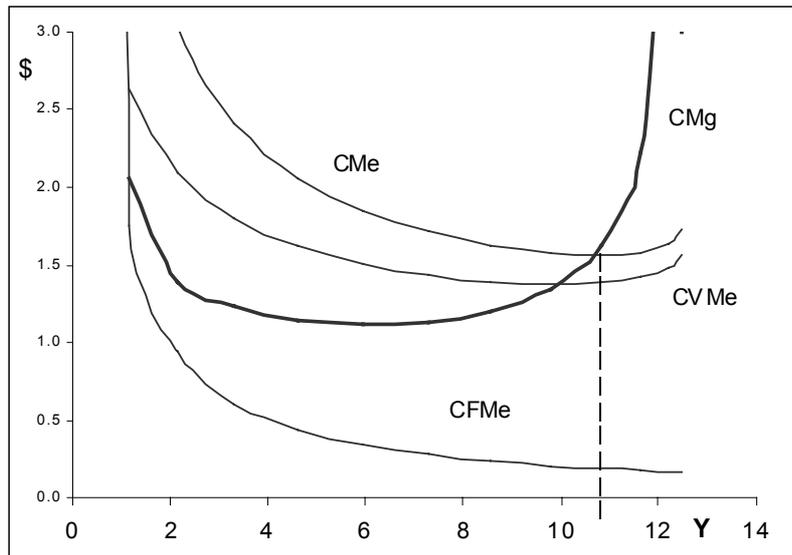
$$CMg = \frac{\partial CT}{\partial Y} = \frac{\partial CV}{\partial Y}$$

En la función de producción de corto plazo veíamos cómo el PMg cortaba al PMe en su máximo; de forma inversa, el Coste marginal (CMg) cruza al CMe en su mínimo. Para que el coste sea mínimo debe producirse que:

$$CMe = CMg$$

Es ésta la denominada condición de primer orden de la minimización del coste (Lipsey, 1974).

**Figura 8: Variación de los costes medios en función del producto**



Fuente: Lipsey (1974).

Si se hiciera una gráfica de los costes medios, ubicando en el eje de las abscisas al producto y en el de las ordenadas los valores monetarios de costes, se tendrá la Figura 8 (Lipsey, 1974; Maddala y Miller, 1993) Puede verse que la curva de CFMe se va haciendo asintótica respecto al eje de las abscisas, pues los CF se van diluyendo en una cantidad cada vez mayor de output. La curva de CMg avanza por debajo de las curvas de CVMe y CMe, las cruza y luego continúa por encima de ambas curvas.

Siempre que el CMg sea menor que el CMe, éste decrece, y cuando resulta mayor, el CMe crece; por lo tanto, el CMg corta al CMe en su mínimo. De esta forma, se determina la forma de "U" de la curva del CMe en el corto plazo.

### II.3.1.2 MAXIMIZACIÓN DE BENEFICIOS A CORTO PLAZO

Si se considera que el objetivo de la empresa es la maximización del beneficio, debe incorporarse a los análisis el precio del producto, que simbolizamos como  $P_Y$ . El beneficio resulta de la diferencia entre los ingresos (IN) y los costes totales. La expresión algebraica es:

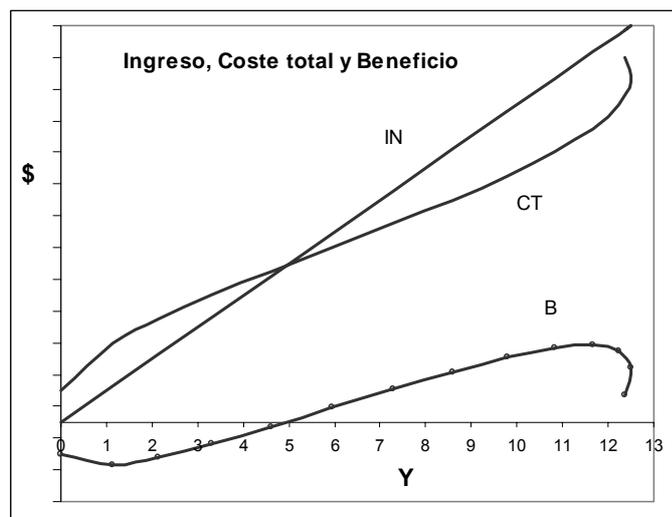
$$B = IN - CT$$

Desarrollando para la función que venimos trabajando queda:

$$B = Y.P_Y - (K.P_K + L.P_L)$$

El nivel óptimo de producción será aquel que corresponda a la máxima diferencia entre los ingresos totales y los costes totales. Esto puede resolverse gráficamente, como en la Figura 9.

Figura 9: Máximo beneficio, máxima distancia entre las curvas de IN y CT



Fuente: Lipsey (1974).

Tanto los IN como los CT aumentarán con la cantidad de output producida, pero mientras el primero lo hace en forma lineal, el segundo presenta una curva decreciente en una primera etapa y creciente en la segunda. Debe buscarse el nivel de producto en el cual se hace máxima la distancia entre las curvas de IN y el CT.

Esta situación se produce cuando la pendiente de la curva de CT es igual a la pendiente de la curva de IN. Simultáneamente, la pendiente de la curva de B se hace 0, encontrando su máximo valor (Varian, 1999).

En términos matemáticos puede indicarse que, para hallar el máximo beneficio, debe derivarse la expresión del beneficio (B) e igualarse a cero. Así se tiene que:

$$\frac{\partial IN}{\partial Y} - \frac{\partial CT}{\partial Y} = 0$$

$$\frac{\partial CT}{\partial Y} = \frac{\partial IN}{\partial Y}$$

Como

$$\frac{\partial CT}{\partial Y} = CMg$$

Y también

$$P_Y = \frac{\partial IN}{\partial Y}$$

Entonces puede decirse que

$$P_Y = CMg$$

Es decir, en competencia perfecta, el máximo beneficio se obtiene cuando el coste marginal se iguala al precio del producto. Es la forma en que habitualmente se representa, utilizando costes unitarios. De esta manera, conociendo el precio del producto, puede determinarse cuál es el volumen óptimo de producción en la empresa.

Si, por ejemplo  $P_Y=2$ , la cantidad de output que produce el máximo beneficio es  $Y=11.7$ , que es lo que se graficó en la Figura 9.

Ello se diferencia de la cantidad de output que producía el mínimo coste, que era  $Y=10,8$  graficado en la Figura 8. Pero, trazando una línea de ingreso marginal ( $P_Y=2$ ) en ésta última figura podría arribarse a la misma solución, ya que se iguala el Coste marginal con el precio del producto para un nivel de 11,7 unidades de output.

## **II.3.2 ANÁLISIS A LARGO PLAZO (LP)**

En el largo plazo todos los factores se consideran variables, por lo tanto los costes dependen del volumen de producción de la empresa. Se supone que la empresa tiene tiempo suficiente, dados unos precios concretos de factores, para ajustar la cantidad de cada factor productivo de forma que alcance el coste de producción mas bajo (Baumol y Blinder, 2001).

En minimización de costes debe fijarse, previamente, el nivel de output que se desea y luego analizar cual será la combinación de inputs que minimice el coste de producción para obtener dicho nivel de producto.

En maximización del beneficio se considera cual será el nivel de output que le conviene producir a la empresa, atendiendo al precio del producto, para lograr la mayor diferencia entre los ingresos y los costes totales.

### **II.3.2.1 MINIMIZACIÓN DE COSTES A LARGO PLAZO**

Como en el caso de las curvas de producción, para analizar gráficamente funciones de costes donde sus factores son variables, se debe convertir un esquema tridimensional recurriendo a representaciones bidimensionales. Nuevamente, los caminos posibles son dos: representar los costes a largo plazo por medio de una familia de costes de corto plazo o representar los costes a largo por medio de curvas isocuantas.

#### **II.3.2.1.1 Representación por medio de una familia de costes de corto plazo**

Se puede, a su vez, representar de dos maneras diferentes, ya sea si se emplean curvas de costes totales o si se emplean curvas de costes unitarios.

En se han representado tres curvas de costes totales de corto plazo (CTCP), donde cada una corresponde a un nivel de capital fijo distinto, ubicando en el eje de las ordenadas el nivel de producto y en el eje de las abscisas el coste (Coelli et al, 1998)

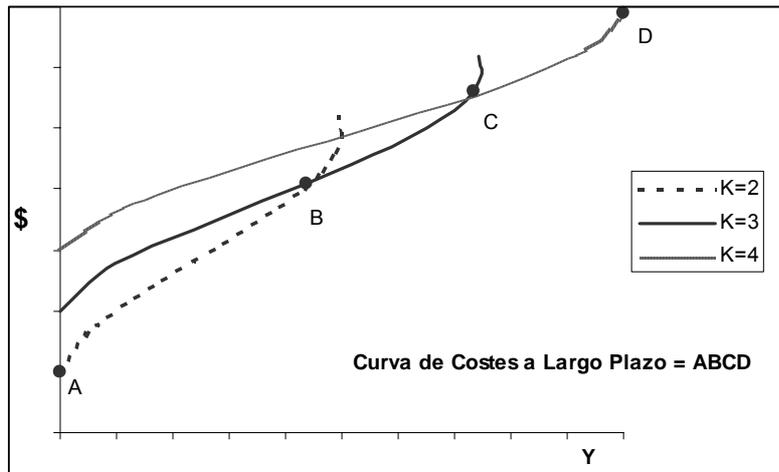
$$\text{Así, } K_4 > K_3 > K_2$$

Si se traza una curva envolvente por los segmentos de las curvas de CTCP que unen los puntos ABCD (Figura 10), puede obtenerse una curva de costes totales de largo plazo (CTLP).

Repitiendo el mismo procedimiento pero ahora con infinitas curvas de CTCP, donde cada una correspondiera a un nivel diferente de input fijo, el resultado sería una suave curva de CTLP. La misma comienza el origen del eje de coordenadas, debido a la no utilización de capital y trabajo en dicho punto

---

Figura 10: Relación entre las curvas de CTCP y la curva de CTLP



Fuente: Coelli et al (1998)

La curva de costes medios de largo plazo (CMeLP) puede ser derivada de la curva de CTLP dividiendo por la cantidad de producto.

$$CMeLP = \frac{CTLP}{Y}$$

Como sucedía para la condición de mínimo coste para el corto plazo, debe cumplirse que el coste marginal de largo plazo (CMgLP) iguale al coste medio de largo plazo:

$$CMeLP = CMgLP$$

dado que la curva de CMgLP intercepta a la curva de CMeLP en su mínimo.

La curva de CMeCP es tangente a la curva de CMeLP en aquel nivel de producción para el que la cantidad del factor fijo es la apropiada, permaneciendo por encima de ella para todos los demás niveles de producción. De esta manera, también con los costes medios se cumple que la curva de CMeLP es la envolvente de todas las curvas de CMeCP.

Cuando el punto de tangencia entre la curva de CMeCP y la curva de CMeLP se halla en el tramo de costes decrecientes, a la empresa le conviene aumentar, a largo plazo, la cantidad del input fijo. En cambio, si el punto de tangencia se halla en el tramo de costes crecientes, le conviene reducir la cantidad del factor fijo. El punto en que coincide el mínimo de la curva de CMeCP y la curva de CMeLP es el único de todos los puntos de tangencia que se corresponde con el mínimo de ambas curvas, y se denomina dimensión óptima de la empresa (Robinson, 1957).

### II.3.2.1.2 Representación por medio de isocuantas

La representación por medio de curvas isocuantas fue explicada en el ítem II.2.2, pero se le incorpora ahora el precio de los factores  $P_L$  y  $P_Y$ . Ello ocasiona que existan distintas combinaciones de factores, que determinan distintos costes totales para el mismo nivel de producto.

Para elegir la combinación de menor coste, fijado el nivel de output, recurrimos a la ayuda de las líneas isocostes, formadas por puntos con igual coste total (Bishop y Toussaint, 1966).

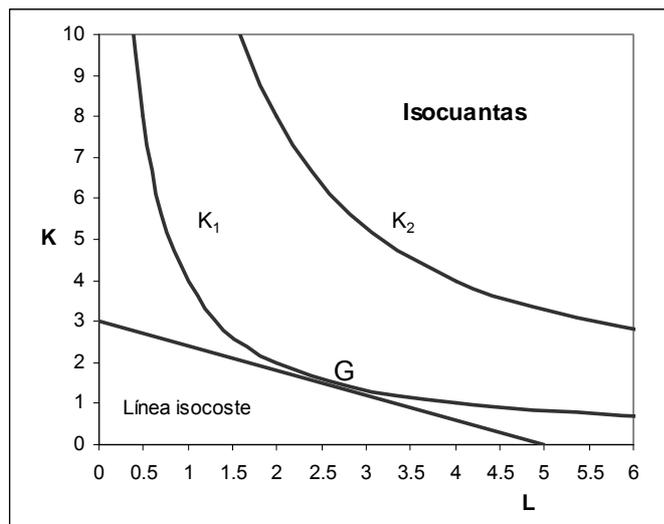
La construcción de las líneas de isocoste se realiza fijando un nivel determinado de coste total ( $M_0$ ) y uniendo los puntos que representan diferentes combinaciones de factores pero manteniendo exactamente el mismo coste total.

$$M_0 = P_L.L + P_Y.Y$$

Estas líneas isocostes ( $M$ ), si se mantienen constantes los precios de los factores, serán paralelas entre si, aumentando su coste a medida que nos alejamos del origen de coordenadas. Así, tienen todas la misma pendiente, que será la pendiente de la relación de precios entre los factores (Gimero y Guirola, 1997).

En la Figura 11 se ha representado una línea isocoste y dos curvas isocuantas,  $K_1$  y  $K_2$ , que corresponden a niveles de capital creciente. La curva de isocoste toca tangencialmente a la isocuanta  $K_1$  en el punto G, y éste es el punto de mínimo coste ya que cualquier otro punto de la curva  $K_1$  que sea cortada por otra línea de isocoste tendrá un coste mayor.

**Figura 11: Determinación de mínimo coste empleando isocuantas y líneas de isocoste**



Fuente: Shows y Burton (1972)

---

Si se intenta producir el nivel de output  $K_2$  habrá que encontrar otra línea de isocoste que aporte la cantidad de factores que requiere  $K_2$ . El isocoste para dicha línea será mayor que para  $K_1$ , pero también será una línea tangente, con la misma pendiente.

En el punto G se produce además otro efecto de importancia para la resolución matemática del mínimo coste, y es que la pendiente de la isocuenta, variable a lo largo de la misma, coincide con la pendiente de la línea isocoste.

Así se tiene que

$$\frac{\Delta K}{\Delta L} = \frac{P_L}{P_K}$$

Es decir, la Tasa Marginal de Sustitución entre factores es igual a la relación inversa de precios (Barnard y Nix, 1984).

Si las cantidades pueden variarse en términos infinitesimales, la expresión queda de la siguiente manera:

$$\frac{\partial L}{\partial K} = \frac{P_K}{P_L}$$

Debe resaltarse que la combinación de factores que producen el mínimo coste depende de la relación de precios de los factores. Si, una vez encontrado el punto de mínimo coste, la relación de precios cambiara, debiera buscarse nuevamente el punto de equilibrio.

De esta manera, si sucediera que

$$\frac{\Delta K}{\Delta L} > \frac{P_L}{P_K}$$

significaría que ha aumentado el precio del factor K (o bajado  $P_L$ ). Por lo tanto, para restituir la igualdad, debe reducirse la TMS, cosa que se logra desplazándose hacia la derecha de la curva. Es decir, incrementando la cantidad del factor L y reduciendo la del factor K, hasta que vuelva a coincidir la pendiente de precios con la TMS.

Puede llegarse al mismo resultado empleando cálculos: los valores de L y K que proporcionan el mínimo coste total, dado un nivel de output, pueden obtenerse buscando la primer derivada de la función de Lagrange e igualando a cero.

Existen dos caminos para lograrlo:

- a) Fijar el nivel de producto que se desea obtener y buscar la línea de isocoste que se hace tangente a la isocuenta.
  - b) Fijar la cantidad de dinero disponible para gastar en insumos y construir la línea de isocoste. Luego se busca la isocuenta que sea tangente a la
-

misma, pues de esa manera se obtiene la máxima cantidad de output posible de obtener con esa disponibilidad monetaria.

En el primer caso se opera minimizando **M** y en el segundo se maximiza **Y**. De ambas formas se obtiene las cantidades óptimas de K y L que minimizan el coste.

### Minimizando costes

$$Z = P_L \cdot L + P_K \cdot K + \lambda (Y_0 - f(K, L))$$

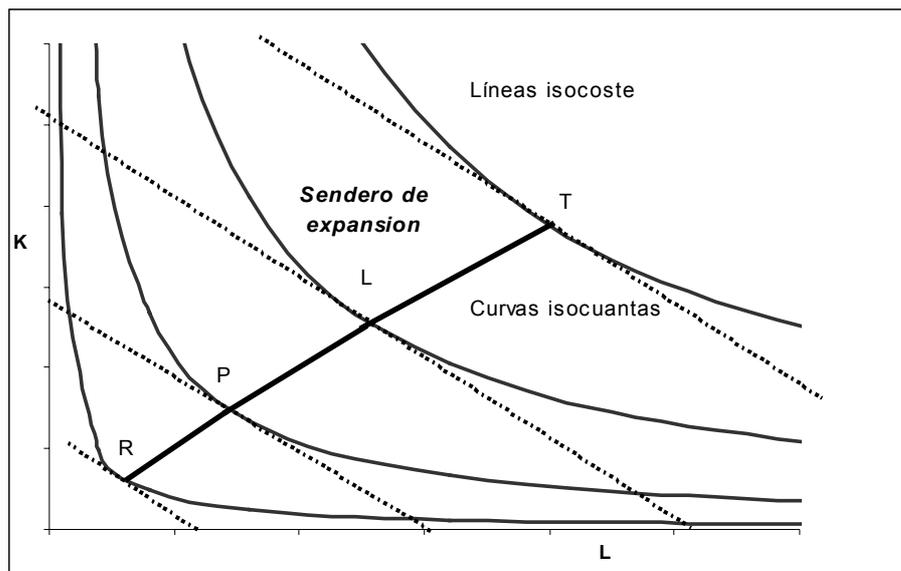
### Maximizando producción

$$Y_0 = f(K, L) + \lambda (P_L \cdot L + P_K \cdot K - M_0)$$

La isocuanta  $K_1$  es la más alta que se puede tocar con la suma de dinero  $M_0$ . Si se dispone de más dinero para adquirir insumos, la línea de precios se aparta del origen y va desplazando hasta alcanzar el nivel de producción  $K_2$ , donde existe otra combinación de inputs que produce el mínimo coste. Repitiendo el procedimiento para diferentes niveles de producción se encuentran puntos de equilibrio para cada nivel. Luego, trazando una línea uniendo dichos puntos, se construye una curva llamada **sendero de expansión** (Such y Berenguer, 1994), que indica la manera de incrementar factores para lograr la expansión más económica de la producción.

En la Figura 12 puede apreciarse que, para la isocuanta de menor nivel de producción el punto de mínimo coste es R. De allí parte el sendero de expansión que une los puntos de mínimo coste (Webb, 1981) de todas las isocuantas (línea RPLT) hasta la isocuanta de mayor nivel de output.

**Figura 12:** Sendero de expansión



**Fuente:** Such y Berenguer (1994).

Por lo tanto, el sendero de expansión es la ruta que debe seguir la empresa cuando quiere incrementar su producción en planificaciones de largo plazo, manteniendo la condición de operar a mínimo coste.

Si, a largo plazo, los costes mínimos crecen en forma proporcional ante incrementos proporcionales de producción, significa que estamos en presencia de Rendimientos constantes a escala (Shows y Burton, 1972). Ejemplo: cuando la producción se duplica, los costes totales se duplican.

En cambio, si los costes totales crecen menos que proporcionalmente ante incrementos proporcionales del producto, significa que los costes medios a largo plazo aumentan a tasa decreciente, debido a la existencia de Rendimientos crecientes a escala. Continuando con el ejemplo, si la cantidad de output se duplica, los costes totales no alcanzan a duplicarse.

Finalmente, si los costes totales crecen más que proporcionalmente ante incrementos proporcionales de output, entonces los costes medios a largo plazo son crecientes debido a Rendimientos decrecientes a escala. Los costes aumentan en mayor proporción que el doble, al duplicarse el producto. Es ésta la situación que mas habitualmente se presenta en las empresas.

Es decir, las líneas del sendero de expansión deben analizarse conjuntamente con las curvas de escala de la producción.

*Ejemplo de funciones de producción con diferentes senderos de expansión*

$Y = X_1^{0.5} \cdot X_2^{0.5}$	Origina senderos de expansión con CMeLP constantes
$Y = X_1^{0.7} \cdot X_2^{0.6}$	Origina senderos de expansión con CmeLP decrecientes
$Y = X_1^{0.3} \cdot X_2^{0.4}$	Origina senderos de expansión con CmeLP crecientes

Si una función de producción origina rendimientos a escala crecientes al principio y después rendimientos a escala decrecientes, habría que hallar el punto en el cual el CMeLP es el mínimo de todos los puntos que unen costes medios mínimos. Esta situación se produce cuando

$$CMeLP = CMgLP$$

Matemáticamente, el sendero de expansión se halla por los procedimientos explicados para la minimización del coste a largo plazo, es decir, minimizando **M** dado un nivel de producto o maximizando **Y**, dado un nivel de costes totales. Veamos un ejemplo de cada uno:

Minimizando costes (Coelli et al, 1998)

Sea  $P_Y=4$ ,  $P_L=4$  y  $P_K=2$ , y la función  $Y = 2 \cdot L^{0.5} \cdot K^{0.4}$

La expresión de Lagrange, con el objetivo de minimizar el coste total sujeto a lograr un determinado nivel de producción  $Y_0=10$ , será

$$M = P_L \cdot L + P_K \cdot K + \lambda (Y_0 - 2 \cdot L^{0.5} \cdot K^{0.4})$$

Para minimizar esta expresión, buscamos la derivada primera con respecto a las cantidades de input y con respecto al multiplicador de Lagrange ( $\lambda$ ), e igualar todo a cero.

$$\frac{\partial M}{\partial L} = P_L - \lambda \cdot L^{-0.5} \cdot K^{0.4} = 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial K} = P_K - \lambda \cdot 0.8 \cdot L^{0.5} \cdot K^{-0.6} = 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial \lambda} = Y_0 - 2 \cdot L^{0.5} \cdot K^{0.4} = 0$$

Luego de incorporar los precios del producto y los inputs y de realizar las substituciones correspondientes, queda:

$$L=4.85 \quad K=7.76 \quad \lambda=3.88$$

#### Maximizando la producción (Webb, 1981)

Sea  $P_Y=4$ ,  $P_L=5$  y  $P_K=10$ ,

y la función

$$Y = 3 \text{Log}L + 4 \text{Log}K$$

La expresión de Lagrange, con el objetivo de maximizar la producción sujeto a cumplir con un determinado nivel de costes totales  $M_0$ , será

$$Y_0 = 3 \text{Log}L + 4 \text{Log}K + \lambda (5L + 10K - M_0)$$

Para maximizar esta expresión, tomamos derivadas parciales con respecto a  $L$ ,  $K$  y  $\lambda$ , y se iguala todo a cero.

$$\frac{\partial Y}{\partial L} = \frac{3}{L} + 5\lambda = 0$$

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = \frac{4}{K} - 10\lambda = 0$$

$$\frac{\partial Y}{\partial \lambda} = 5L + 10K - M = 0$$

Luego de realizar las sustituciones correspondientes y resolver, queda:

$$K = \frac{M_0}{17.5}$$

$$L = \frac{3M_0}{35}$$

$$\lambda = -7M$$

Los valores de K y L, en términos de M, constituyen las relaciones necesarias para producir el sendero de expansión. Los valores de  $-\lambda$  indican que cada unidad monetaria invertida en insumos incrementará la producción en 7 unidades de producto.

### II.3.2.2 MAXIMIZACIÓN DE BENEFICIOS A LARGO PLAZO (LP)

En el caso de que la empresa realice su análisis hacia el largo plazo, la cantidad de output puede definirse libremente hasta fijar el nivel en la posición en que se maximicen los beneficios. El beneficio a LP, al igual que a CP, puede sintetizarse en la expresión siguiente:

$$B = Y.P_Y - (K.P_K + L.P_L)$$

La diferencia es que, a LP, ambos inputs son variables.

Puede utilizarse lo aplicado para el análisis de costes mínimos a largo plazo adaptándolo para la obtención del máximo beneficio. De entre todas las combinaciones de mínimo coste para los diferentes niveles de producción, debe elegirse aquella en que se cumpla la primer condición de máximo beneficio utilizada para el CP; es decir:

$$\frac{\partial CT}{\partial Y} = \frac{\partial IN}{\partial Y}$$

Aplicado al largo plazo sería

$$P_Y = CMgLP$$

Si utilizamos la misma función que usáramos para minimizar costes de LP, es decir la función  $Y = 3\text{Log}L + 4\text{Log}K$

Podría plantearse la expresión de Lagrange con el objetivo de maximizar los beneficios:

$$B = P_Y - 5L - 10K + \lambda(Y_0 - 3\text{Log}L + 4\text{Log}K)$$

Tomando derivadas parciales con respecto a L, K y  $\lambda$  e igualando todo a cero.

$$\frac{\partial B}{\partial L} = -5 - \frac{3\lambda}{L} = 0$$

$$\frac{\partial B}{\partial K} = -10 - \frac{4\lambda}{K} = 0$$

$$\frac{\partial B}{\partial Y} = P_Y + \lambda = 0$$

$$\frac{\partial B}{\partial \lambda} = Y_0 - 3\text{Log}L - 4\text{Log}K = 0$$

Resolviendo queda

$$K = \frac{2P_Y}{5}$$

$$L = \frac{3P_Y}{5}$$

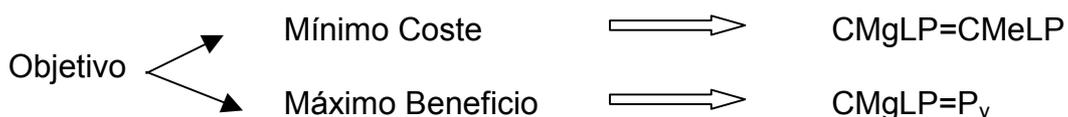
$$\lambda = -P_Y$$

Luego, con la información del precio del producto, se reemplaza en las ecuaciones y se halla los valores de K y L. El nivel de producción que obtiene el máximo beneficio se obtiene reemplazando en la función de producción por los valores de K y L hallados.

#### Objetivo de la empresa:

El conocimiento del sendero de expansión permite guiar la toma de decisiones hacia el arribo de tamaño óptimo de la empresa. Dado que va uniendo puntos de mínimo coste para diferentes niveles de producción, puede utilizarse tanto para llegar al objetivo del mínimo coste de Largo plazo como al de máximo beneficio de largo plazo.

La diferencia de costes totales entre un nivel y otro de producción origina el CMgLP, y conociendo éste, puede emplearse para ubicar el nivel de producción para uno u otro fin. Es decir:



En condiciones de equilibrio del mercado, el punto de CMeLP y el punto de CMgLP convergirán, y llegará el momento en que podría ser representado por un

único punto. Allí, la posición de mínimo coste a largo plazo coincidiría con la de máximo beneficio a largo plazo, pues el precio del producto sería igual al  $CM_{eLP}$  y al  $CM_{gLP}$  (Lipsey, 1974; Varian, 1999).

Este punto de equilibrio es el denominado “dimensión óptima de la empresa”. Es la escala en la cual conviene operar para maximizar los beneficios. Pero, además, presenta una característica muy importante y que está íntimamente relacionada con nuestro estudio: es el punto de máxima eficiencia técnica.

Efectivamente, la combinación de inputs que produce el mínimo coste de largo plazo es, simultáneamente, la que obtiene la máxima productividad de output en relación a la cantidad de inputs empleados. Es decir:

$$CM_{eLP} = \frac{CTLP}{Y}$$

Que, para el caso de los dos factores clásicos capital (K) y trabajo (L) quedaría:

$$CM_{eLP} = \frac{CTLP}{Y} = \frac{K \cdot P_K}{Y} + \frac{L \cdot P_L}{Y}$$

Luego, puede expresarse en relación a la productividad de cada factor:

$$CM_{eLP} = \frac{P_K}{PM_{eK}} + \frac{P_L}{PM_{eL}}$$

Cada expresión es mínima cuando la productividad media de cada factor es máxima, lo que ocurre cuando la eficiencia técnica en la combinación de estos dos factores es máxima. Por lo tanto, la máxima eficiencia técnica llevará a la maximización del beneficio.

En Alvarez Pinilla (2001) se indica que, para que una empresa maximice sus beneficios, deben coincidir tres estados:

- a) La empresa debe producir el output con la mínima cantidad de inputs
- b) De las combinaciones de inputs posibles para lograr el output debe utilizar aquella que tenga el mínimo coste.
- c) De los posibles niveles de producción de output, debe haber elegido el que maximice el beneficio.

La primera condición se refiere a la eficiencia técnica, la segunda a la eficiencia asignativa y la tercera, a la eficiencia de escala. Estos conceptos se explicarán en el próximo capítulo.

*“Aunque la teoría de la eficiencia de Pareto es a veces discutida, tiene una cualidad aún mayor: es prácticamente imposible estudiarla sin aprender mucho de economía en el proceso.”*

Kenneth Boulding

## **III LA EFICIENCIA Y SU DETERMINACIÓN MEDIANTE DEA**

**E**ste capítulo gira en torno a la eficiencia y su medición mediante la metodología DEA (Data Envelopment Analysis o Análisis Envoltante de Datos). Se introduce el concepto de eficiencia y se aclaran sus diferencias con la productividad y la competitividad. Luego se realiza una revisión de los principales estudios que fueron aportando hacia la determinación de eficiencia, comenzando con el trabajo pionero de Farrell y concluyendo con el DEA. A continuación se introduce una selección de trabajos que estudiaron la eficiencia en la agricultura, desde diferentes métodos de estimación. Por último, se aborda el tema de la interpretación de los índices de eficiencia y las causas que originaron las ineficiencias, en lo que se conoce como análisis de segunda etapa (Alvarez Pinilla, 2000).

### **III.1 LA 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 coloquial. Pero

---

el análisis de eficiencia de cualquier organización, entendida como la unidad de decisión que controla recursos, implica un problema conceptual.

Es frecuente hallar, en estudios y textos relacionados con la agricultura, que se aplica el concepto de eficiencia de muy diferentes maneras. Mas aún, aplicado sobre literatura económica, aparecen los términos productividad y competitividad conjuntamente con la eficiencia, utilizados como sinónimos. Si bien puede suceder que unos y otros proporcionen la misma conclusión e, inclusive, también que en determinadas circunstancias la medición de la productividad y la medición de la eficiencia arrojen el mismo valor, son términos con su propio significado.

A continuación se intenta aclarar el concepto de eficiencia y las diferencias con los términos productividad y competitividad.

### **III.1.1 CONCEPTO DE EFICIENCIA PRODUCTIVA**

Según el Diccionario de la Lengua de la Real Academia, eficiencia es *la virtud y facultad para lograr un efecto determinado. O bien, la acción con que se logra un efecto determinado*. Como se observa, un concepto muy amplio.

Para la Teoría Económica de la Producción el concepto es más restrictivo y relaciona el producto logrado con los insumos utilizados para su obtención.

En el campo de Economía de la Empresa, la definición del concepto de eficiencia es acompañada de la definición de otros dos conceptos asociados, cuya raíz es similar, que son la efectividad y la eficiencia. Bueno y Morcillo (1993) las definen de la siguiente manera:

*Efectividad:* es la cualidad de “efectivo”, es decir, hacer las cosas o de desempeñar una acción favorable. Por ello, también puede significar hacer las mejores cosas.

*Eficiencia:* es la cualidad de eficiente, es decir, que se aplica a lo que realiza cumplidamente las funciones a las que está destinado. También es hacer las cosas bien, es decir, con el mínimo esfuerzo y consumo de recursos.

*Eficacia:* es la cualidad de “eficaz”, es decir, de cumplir con los objetivos previstos. También es un concepto que introduce una visión externa del problema, pues quiere indicar si se está adaptando o relacionando bien con el entorno.

Como puede apreciarse, hablar de eficiencia en la organización es hacer referencia al logro de los mejores resultados posibles y siempre medidos en comparación con los recursos empleados y esfuerzos realizados.

---

La eficiencia productiva, considerando la Teoría Económica, es un concepto que se centra en la forma de convertir los factores de producción en productos. Y, como ya se ha dicho, un método de producción es considerado eficiente cuando a partir de determinadas cantidades de factores, se obtiene la máxima cantidad posible de producto. Es ineficiente cuando utiliza, respecto a otro, mayor cantidad de algún factor, y no menos de los demás, para producir la misma cantidad de producto que otro proceso productivo.

El economista italiano Wilfredo Pareto (1848-1923) estableció algunas condiciones marginales que se tienen que satisfacer si se quiere evitar la ineficiencia económica. La idea básica de las condiciones de Pareto es que si, comenzando con la asignación existente de recursos, se puede encontrar una nueva asignación que hará que una persona esté mejor sin hacer que otra esté peor, entonces la asignación es ineficiente. El estudio de bienestar económico basado en las condiciones de Pareto se conoce como la *economía del bienestar de Pareto*.

Para alcanzar la eficiencia de Pareto se tienen que satisfacer tres condiciones básicas. La economía tiene que lograr:

    Eficiencia en el uso de las producciones en el consumo.

    Eficiencia en el uso de los insumos en la producción.

    Eficiencia en igualar la producción con el consumo.

De acuerdo a esto, la eficiencia en la producción requiere que sea imposible redistribuir los insumos para obtener mayor cantidad de un producto sin reducir la producción de otro producto. Es decir, si fuese posible, entonces la asignación de recursos realizada no resultó ser la asignación eficiente.

### **III.1.2 LA EFICIENCIA Y SUS DIFERENCIAS CON OTROS CONCEPTOS**

#### **III.1.2.1 PRODUCTIVIDAD**

En el capítulo anterior, cuando analizamos la función de producción de corto plazo, introducimos el concepto de productividad. Normalmente, se hace referencia al concepto de productividad media de un factor, es decir, el número de unidades de output producidas por cada unidad empleada de factor. Sin embargo, la productividad media de un factor hace referencia únicamente a un factor, con lo cual no se está teniendo en cuenta la posibilidad de sustitución entre factores.

Por ejemplo, si se consideran dos empresas, A y B, que utilizan dos factores, Tierra y Capital, y que producen un único output pero utilizando combinaciones distintas de factores. La empresa A utiliza mayor cantidad de Tierra que de Capital y la empresa B utiliza mayor cantidad de Capital que de Tierra. Si se construye el indicador de productividad como la cantidad de producto obtenida por unidad de Tierra, la empresa con mejor productividad será B; pero si se utiliza

---

como indicador de productividad la cantidad de producto obtenido en relación con el Capital utilizado, la empresa con mejor productividad será A.

Este inconveniente se ha intentado superar introduciendo el concepto de Productividad Total de Factores (PTF), que puede definirse como un cociente entre una suma ponderada de outputs ( $\mathbf{y}$ ) y una suma ponderada de inputs ( $\mathbf{x}$ ):

$$PTF = \frac{\sum a_i y_i}{\sum b_j x_j}$$

donde  $a_i$ ,  $b_j$  son, respectivamente, las ponderaciones de outputs e inputs.

### III.1.2.2 COMPETITIVIDAD

La difusión del término competitividad en el mundo de la microeconomía probablemente se deba a Porter (1980), quien comenzó a utilizar dicho término para describir la posición relativa que ocupa una empresa para afrontar la competencia en el mercado de productos. Una empresa puede ubicarse en una posición competitiva favorable o desfavorable respecto a sus competidores, con la idea de alcanzar resultados superiores al resto de las empresas.

En general, los artículos que siguen la línea de Porter suelen hablar de competitividad, como que una empresa es mejor que otra si es más competitiva. Pero el gran problema que tiene el concepto de competitividad es que no ha sido formalizado matemáticamente. No existe consenso para su aplicación a nivel empírico porque no ha sido aceptado un indicador para medirla.

Las ventajas competitivas pueden obtenerse por diferentes vías, pero las dos principales son: ventaja de costes y diferenciación del producto. La ventaja en costes implica reducir el coste unitario del producto al mínimo, manteniendo la calidad del producto. La otra vía es diferenciar el producto en el mercado de manera que, aunque no sea posible reducir el coste de producción, pueda incrementarse el valor unitario de su producto diferenciándolo del resto. La estrategia competitiva de la empresa debe orientarse al logro de una de éstos objetivos.

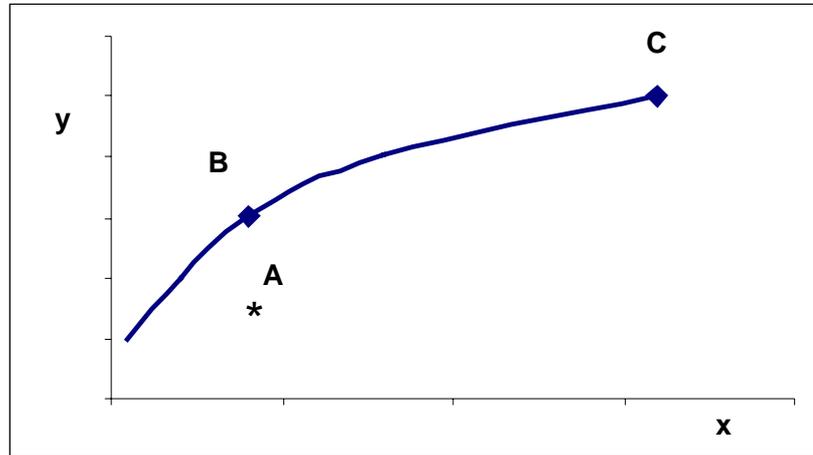
### III.1.2.3 DIFERENCIAS ENTRE EFICIENCIA, PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD

Si bien se han explicado los tres términos por separado, introduciremos un ejemplo gráfico tomado de Alvarez Pinilla (2001) que contribuirá a visualizar las diferencias entre la eficiencia y los conceptos de productividad y competitividad.

---

Comenzaremos comparando la productividad media con la eficiencia técnica. Su relación puede verse en la Figura 13, en la que se representa una función de producción con rendimientos decrecientes y tres empresas, A, B y C.

**Figura 13: Diferencias entre eficiencia técnica y productividad media**



La empresa A es ineficiente, ya que no produce la máxima cantidad de outputs con los inputs que utiliza, mientras que B y C son eficientes. Pero la productividad media de la empresa C es menor que la de la empresa B, dado que la empresa C se encuentra produciendo a una escala mayor. De acuerdo a la Ley de los rendimientos decrecientes, alcanzar mayores producciones en el corto plazo sólo es posible agregando mas insumos variables a los insumos fijos, con disminución de la productividad.

Si se considera fija una de las dos variables (output o input), entonces ambos conceptos, productividad y eficiencia, son equivalentes.

Una mejora en la eficiencia, por ejemplo si la empresa A pasa a producir de la manera C, no implica necesariamente una mejora en la productividad. Pero pueden aumentarse ambas, productividad y eficiencia, simultáneamente si la empresa A pasara a producir como B. En cambio, si la empresa C pasa a producir como B, aumentaría su productividad sin disminuir la eficiencia, pero operando a menor escala.

Con respecto a la competitividad, puede considerarse que este concepto engloba el de eficiencia y el de productividad. La productividad es el concepto menos amplio de los tres, ya que se refiere exclusivamente a la parte productiva, mientras que el de eficiencia también incorpora el efecto escala y el de la asignación de factores (en el siguiente epígrafe se brinda mayor detalle sobre eficiencia asignativa).

Cuando en competitividad se refiere a ventaja en costes, esta considerando el mismo enfoque que la eficiencia productiva, dado que el objetivo es el mismo: lograr la mayor cantidad de producto con el menor uso de insumos. Si se considera, en cambio, la ventaja por diferenciación del producto, se está abandonando el supuesto de competencia perfecta y de productos homogéneos, dado que se está aceptando la existencia de un precio mejor para el producto de determinada empresa.

## **III.2 LA MEDICION DE LA EFICIENCIA**

La medición de la eficiencia se basa en la idea de comparar la actuación real o *performance* de una empresa con respecto a un óptimo. Según el concepto de eficiencia productiva, debería compararse lo que hizo una empresa con lo que *debería haber hecho*, para maximizar el beneficio. Sin embargo, el inconveniente que surge de éste concepto teórico es que su aplicación empírica requiere definir una empresa ideal que optimice el beneficio, camino que tropieza con la subjetividad del investigador, quien define un modelo de empresa ideal.

De éste inconveniente surgió otra idea, que fue la de comparar lo que hace una empresa determinada con lo que hacen otras empresas reales parecidas. Específicamente, en cuanto a la medición de la eficiencia, la comparación debía realizarse con las mejores empresas observadas. Ese fue el camino inaugurado por Farrell.

Farrell fue el primero en introducir, en 1957, el marco teórico básico para estudiar y medir la eficiencia (Farrell, 1957). Propuso que se visualice la eficiencia desde una perspectiva real y no ideal, donde cada firma o unidad productiva sea evaluada en relación con otras tomadas de un grupo representativo y homogéneo. De esta manera, la medida de la eficiencia será relativa y no absoluta, donde el valor logrado de eficiencia para una firma determinada corresponde a una expresión de la desviación observada respecto a aquéllas consideradas como eficientes.

### **III.2.1 EL ESTUDIO DE FARRELL**

El trabajo de Farrell contiene dos grandes aportaciones. Por un lado, desarrolla un método para el cálculo empírico de los índices de eficiencia, que constituyó la simiente que dio origen a los trabajos que se realizaron en estos últimos 40 años sobre las dos grandes líneas de estudios de frontera, los estudios de frontera paramétrica y los de frontera no paramétrica. Por el otro, separa los componentes técnico y asignativo de la eficiencia.

---

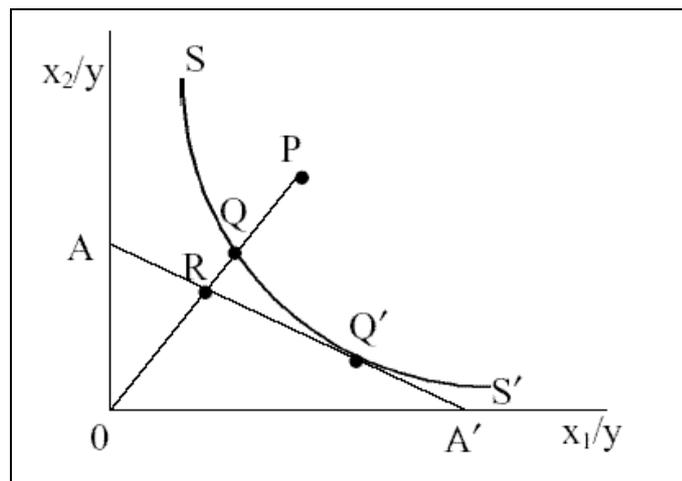
La eficiencia técnica: se refiere a la habilidad de una firma para obtener el máximo nivel de producción dado un conjunto de insumos o bien, a partir de un nivel dado de producto, obtenerlo con la menor combinación de insumos.

La eficiencia asignativa: muestra la habilidad de una firma para usar los factores en proporciones óptimas, dados los precios de éstos, y obtener un determinado nivel de producción con el menor coste, o bien, para determinado nivel de costes, obtener la máxima cantidad de producto.

Ambas medidas, combinadas, proporcionan una medida de la *eficiencia económica*.

Farrell adopta inicialmente el supuesto de que existen rendimientos constantes a escala. Si bien es el propio autor quien señala que deberían haberse considerado funciones con rendimientos crecientes y decrecientes, indica “es, desafortunadamente, más dificultoso relajar el supuesto de rendimientos constantes a escala”. Bajo este supuesto, la tecnología puede representarse como una isocuanta unitaria que representa las combinaciones eficientes de inputs que permiten producir una unidad de output.

**Figura 14: Medidas de eficiencia de Farrell**



Fuente: Farrell (1957)

En la Figura 14 se reproduce el gráfico de Farrell, en el que se construyó una curva isocuanta con una función de producción conocida, de tipo Cobb-Douglas (curva  $SS'$ ). Los requisitos son que sea convexa hacia el origen y con pendiente nunca positiva. Los dos insumos ( $x_1$  y  $x_2$ ) se ubican en los ejes, donde se representa la razón de utilización de cada factor por unidad de producto ( $y$ ).

Cada empresa está representada por un punto (empresas  $P$ ,  $Q$  y  $Q'$ ). Si se traza una línea desde el origen a la empresa  $P$ , esta línea corta a la isocuanta en el punto  $Q$ . Puede advertirse que la empresa  $P$  emplea mayores cantidades de ambos insumos para obtener igual cantidad de producto que  $Q$ . De aquí se

deduce que la empresa **P** es ineficiente y que la empresa **Q** es eficiente. La magnitud de la ineficiencia de **P** la constituye el segmento  $QP$ .

Es preciso señalar que la eficiencia estimada de esta manera constituye una medida radial, dado que se mide a lo largo de un radio vector que sale del origen. Por lo tanto, compara empresas que utilizan los factores en la misma proporción. Pero en la actualidad existen otros métodos que no miden radialmente la eficiencia (Fare, Grosskopf y Lovell, 1985; Kopp, 1981).

Las empresas que descansan sobre la isocuanta unitaria serán técnicamente eficientes mientras que, las que se ubiquen por encima de ella, serán ineficientes.

El ratio  $\frac{OQ}{OP}$  es el índice de eficiencia técnica para la empresa **P**. En éste caso, el valor será menor que uno.

El ratio  $\frac{OQ}{OQ}$  es el índice de eficiencia para la empresa **Q**. Su valor es 1 (uno).

Puede generalizarse diciendo que, con ésta metodología, el valor máximo será uno, correspondiéndole a las empresas eficientes. En tanto las empresas ineficientes tendrán un valor entre 0 y 1, y cuanto más se acerquen a la eficiencia, mayor será su valor relativo.

Por otra parte, la empresa **Q** puede no existir, siendo en este caso **Q** el punto proyectado eficiente para la empresa **P**. Con lo cual, la determinación del índice de eficiencia para la empresa **P** no varía.

Todas las empresas que descansan en la curva isocuanta, para este ejemplo **Q** y **Q'**, son igualmente eficientes si se considera la eficiencia técnica. Pero, si se consideran también los precios de los factores, entonces sólo existe una combinación de inputs que minimice los costes. Si los precios de los factores definen una recta de isocoste con la pendiente  $AA'$ , solamente la empresa **Q'** será eficiente desde ambos puntos de vista, el técnico y el asignativo (eficiencia de precios, según Farrell).

Como la recta de isocoste  $AA'$  define el mínimo coste, cualquier combinación que se ubique por encima de ella representará un coste mayor. Por lo tanto, se puede medir la eficiencia asignativa para la empresa **Q** de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia asignativa de } \mathbf{Q} = \frac{OR}{OQ}$$

Como en el caso de la eficiencia técnica, el valor mayor será 1, correspondiéndole a las empresas que sean asignativamente eficientes. Las ineficientes tendrán un valor entre 0 y 1, que será el caso de la empresa **Q**.

Debe señalarse que la empresa **P** tendrá el mismo coeficiente que la empresa Q, aunque no sea técnicamente eficiente. Ello se debe a que, para medir la eficiencia asignativa, se elimina primero la ineficiencia técnica.

Una empresa que sea eficiente desde ambos puntos de vista, técnico y asignativo, será económicamente eficiente (eficiencia global, según Farrell). Por lo tanto, el ratio para calcular la eficiencia económica para la empresa **P** será:

$$\text{Eficiencia económica de } P = \frac{OR}{OP}$$

Matemáticamente, la eficiencia económica es el producto de la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa. Para el caso de la empresa **P** queda de la siguiente manera:

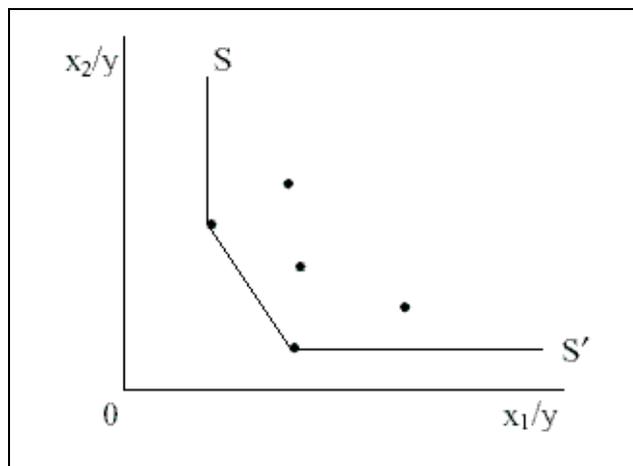
$$\text{Eficiencia económica de } P = \frac{OQ}{OP} \times \frac{OR}{OQ} = \frac{OR}{OP}$$

Eficiencia económica (**EE**)= Eficiencia técnica (**ET**) x Eficiencia asignativa (**EA**)

Para aplicar su metodología de análisis de eficiencia en casos simples, donde se desconoce la función de producción, Farrell adopta un modelo lineal. La frontera eficiente queda conformada por la unión de segmentos lineales para el conjunto de observaciones que desarrollaron las mejores prácticas. Las desviaciones con respecto a la frontera constituyen las ineficiencias.

Esto puede representarse gráficamente con las mismas premisas empleadas para construir el gráfico anterior (Figura 14). Cada empresa se representa con un punto y las empresas eficientes se unen mediante segmentos, constituyendo la frontera eficiente. Se obtendrá una figura parecida a la Figura 15. Puede apreciarse que la isocuenta unitaria no deja ninguna observación entre la curva y el origen.

**Figura 15: Frontera lineal envolvente (isocuenta unitaria)**



Fuente: Farrell (1957)

Debe señalarse que, para el desarrollo del índice de eficiencia, Farrell se inspiró en el anterior trabajo de Koopmans (1951) y Debreu (1951). A la vez, la medida de eficiencia técnica de Farrell aparece similar al coeficiente de utilización de recursos de Debreu. Por ello, a veces suele llamársele índice de Farrell-Debreu.

Hasta aquí, se han seguido los lineamientos del trabajo de Farrell. Mas adelante en el tiempo, la eficiencia técnica se subdividió en dos componentes, eficiencia técnica propiamente dicha y eficiencia de escala, permitiendo que los rendimientos puedan variar con la escala de producción

### **III.2.2 CONTINUACION DEL TRABAJO DE FARRELL**

En su estudio, Farrell sugirió la aplicación empírica de sus ideas por medio de dos caminos:

- Establecer una forma funcional, que constituirá la Frontera eficiente. También sugirió utilizar la forma Cobb-Douglas, por su sencillez.

- Hallar la frontera eficiente resolviendo ecuaciones lineales. De esta manera, también dejó los cimientos para que puedan calcularse los índices de eficiencia por programación lineal.

Estas dos posibilidades presentadas por Farrell se fueron desarrollaron, posteriormente, mediante dos formas de estimar la frontera de referencia: la aproximación paramétrica y la aproximación no paramétrica.

Aproximación paramétrica: en este enfoque se especifica una forma funcional concreta para la frontera, estimando sus parámetros mediante programación matemática o técnicas econométricas (Alvarez Pinilla, 2001). Esta línea dio origen, entre otros, a las siguientes reconocidas metodologías de análisis de frontera:

- Mínimos cuadrados ordinarios corregidos

- Máxima verosimilitud

- Frontera probabilística

- Frontera estocástica

Aproximación no paramétrica: en este caso no se construye la frontera paramétricamente, sino que las empresas eficientes se unen linealmente, conformando una envolvente de posibilidades de producción para el resto de las empresas ineficientes. El segmento que une dos empresas eficientes próximas entre sí constituye un límite eficiente y, a la vez, indica de qué manera pueden combinarse los insumos para obtener un punto eficiente proyectado, correspondiente a una empresa ineficiente. Esta línea dio origen al Data Envelopment Analysis.

---

### III.2.2.1 APROXIMACIONES PARAMÉTRICAS

El trabajo de Aigner y Chu (1968) fue el primero en utilizar formas funcionales concretas para la estimación de la eficiencia. Ajustaron una función Cobb-Douglas empleando programación matemática, imponiendo que los residuos fuesen no negativos. Su modelo es:

$$\ln Y = \ln \beta_0 + \sum \beta_j \ln x_j - u, \quad u \leq 0$$

donde  $\beta$  es un parámetro desconocido a estimar y  $u$  es una variable aleatoria no negativa, asociada con la ineficiencia técnica. Esta última obliga a que  $y \leq f_{(x)}$ .

Aigner y Chu plantean dos formas para la estimación de los parámetros:

Mediante programación lineal, minimizando la suma de las desviaciones absolutas, con la condición de que cada desvío sea no positivo.

Mediante programación cuadrática, minimizando la suma del cuadrado de las desviaciones. Esta forma, más compleja.

La eficiencia técnica ( $e^{-u}$ ) se determina como el cociente entre la producción actual ( $Y$ ) y la producción potencial ( $Y^*$ ).

$$e^{-u} = \frac{Y}{Y^*}$$

Ejemplos de aplicaciones sobre el modelo de Aigner y Chu puede encontrarse en los trabajos de Bravo-Ureta y Rieger (1990) y Neff et al. (1993).

Debe advertirse que este modelo a veces es considerado entre los modelos no paramétricos, dado que su resolución no se basa en técnicas econométricas sino que emplea programación lineal, ligada a los modelos no paramétricos. Además, también es usual que se defina a los métodos paramétricos como a aquellos en los que se supone una distribución determinada a los errores.

Si se aceptan éstas posturas, el trabajo de Aigner y Chu no cumple con los requisitos para ser considerado dentro de los métodos paramétricos. Entonces el primer trabajo que aplicó un modelo para la estimación de frontera por métodos paramétricos, resuelto por técnicas estadísticas, sería el de Afriat (1972). Su modelo:

$$y = f_{(x)} \cdot e^{-u}$$

o bien, tomando logaritmos:

$$\ln y = \ln f_{(x)} - u$$

El modelo propuesto por Afriat es similar al de Aigner y Chu, pero para su resolución supuso que los errores, en este caso  $e^{-u}$ , se distribuían según una función de tipo beta. Richmond (1974) encontró que eso era equivalente a suponer una distribución gamma para  $u$ .

Schmidt (1976) demuestra que si la distribución de errores de  $u$  se supone exponencial, la estimación de la frontera (por máxima verosimilitud, explicado en el siguiente epígrafe) coincide con la de la programación lineal; y si la distribución de  $u$  se supone seminormal, coincide con la de la programación cuadrática.

El trabajo de Afriat sienta las bases para los trabajos que posteriormente presentaron Aigner, Lovell y Schmidt (1977), por un lado, y (simultáneamente) Meeusen y Van den Broeck (1977), por el otro, introduciendo la *frontera de producción estocástica*.

Surge, de esa manera, la clasificación de las fronteras en dos: las fronteras determinísticas y las fronteras estocásticas.

Fronteras determinísticas: son las que atribuyen toda la desviación a la ineficiencia. El trabajo inicial de Farrell y los posteriores hasta 1977 siguieron esta línea. Una función de producción determinística puede escribirse como manera:

$$Y = f_{(x)} - u$$

donde  $u$  es una perturbación aleatoria no negativa, que mide la distancia de cada empresa a la frontera de producción.

Fronteras estocásticas: considera la naturaleza estocástica de la producción, incluyendo un término de error compuesto. El error compuesto presenta dos partes, un componentes aleatorio, que representa sucesos no controlables por la empresa (clima, etc), y un componente atribuido a la ineficiencia (distancia de cada empresa a su frontera estocástica). Puede modelizarse de la siguiente forma:

$$Y = f_{(x)} + \varepsilon, \quad \varepsilon = v - u$$

donde la perturbación aleatoria  $v$  es un término de error simétrico que se supone idéntica e independientemente distribuido con media 0. El término de error  $u$  se

---

supone que es no negativo y se distribuye independientemente de  $v$ , siguiendo una distribución de una cola.

Por lo tanto, la frontera de producción estocástica será:

$$Y^* = f_{(x)} + v$$

En función de ésta nueva clasificación, continuaremos revisando los estudios de eficiencia paramétricos, realizados desde 1977, de acuerdo a si utilizan fronteras determinísticas o estocásticas.

### **III.2.2.1.1 Aproximaciones paramétricas con fronteras determinísticas**

Los principales métodos de análisis de eficiencia empleando aproximaciones paramétricas con fronteras determinísticas son los siguientes:

Mínimos cuadrados ordinarios corregidos por traslación a la media

Mínimos cuadrados ordinarios corregidos por traslación al extremo

Máxima verosimilitud

Frontera probabilística

Los tres primeros métodos se resuelven con técnicas econométricas. Una variante dentro de los determinísticos es el modelo probabilístico, introducido por Timmer (1971), que es resuelto por programación lineal.

#### **III.2.2.1.1.1 ESTIMACIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS**

Aunque numerosos artículos hacen referencia simplemente a la estimación por mínimos cuadrados ordinarios (M.C.O), en realidad son dos los modelos: mínimos cuadrados ordinarios corregidos por traslación a la media y mínimos cuadrados ordinarios corregidos por traslación al extremo

##### **III.2.2.1.1.1.1 *Estimación por mínimos cuadrados ordinarios corregidos por traslación a la media***

El primer trabajo presentado con este planteo fue el de Richmond (1974). Allí se considera una función de producción del tipo Cobb-Douglas en forma lineal, como se escribe:

---

$$\ln y = \ln f_{(x)} - u = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{i=n} \alpha_i \ln x_i - u, \quad u \geq 0$$

Richmond propuso una distribución gamma para los residuos y estimó los parámetros por una corrección a los parámetros estimados por la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Llamó a esta técnica Mínimos Cuadrados Corregidos (MCC) (Fornsud et. Al, 1980).

La dificultad que se le halló con este modelo es que algunas observaciones pueden quedar por encima de la función de producción frontera, lo que no resulta apropiado si se está evaluando eficiencia técnica de empresas individuales.

### III.2.2.1.1.1.2 *Estimación por mínimos cuadrados ordinarios corregidos por traslación al extremo*

Método sugerido por Greene (1980a), consiste en estimar en primer lugar una función de producción media por mínimos cuadrados ordinarios (MCO), y corregir el término independiente añadiéndole el máximo residuo positivo obtenido por estimación. De esa forma, todos los residuos serán negativos, menos uno, que será nulo y que será considerada la observación eficiente. Las observaciones se encontrarán por debajo de la frontera, a excepción de la correspondiente al máximo residuo.

El problema que se plantea (Alvarez Pinilla, 2001) es que si se estima por MCO la función  $Y = f_{(x)} - u$  la media de los residuos no puede ser 0, ya que  $u$  debe ser positivo. Considerando  $\mu$  la media de la distribución de  $u$ , una función de producción de Cobb-Douglas puede escribirse como:

$$\ln Y = (\beta_0 - \mu) + \sum \beta_j \ln x_j - (u - \mu), \quad u \geq 0$$

El término del error de la ecuación transformada  $(u - \mu)$  tiene media 0, por lo que la aplicación de MCO proporciona estimaciones insesgadas de todos los parámetros, a excepción de  $\beta_0$ . Corrigiendo este por el máximo residuo positivo, se obtiene una estimación consistente del término constante de la frontera.

La estimación por este modelo presenta, sin embargo, la desventaja que, en general, existe una sola observación eficiente, y basándose en ella se obtiene el mayor residuo. De esta manera, el método es extremadamente sensible a valores anómalos (outliers).

### III.2.2.1.1.2 ESTIMACIÓN POR MÁXIMA VEROSIMILTUD

Para determinar la frontera determinística  $Y = f_{(x)} - u$  por máxima verosimilitud es necesario conocer la distribución de errores de  $u$ . Por lo tanto, deben introducirse ciertos supuestos sobre la forma en que se distribuirán dichos errores, teniendo en cuenta que no pueden existir residuos positivos. Suponiendo que la perturbación sigue una distribución de una cola, puede estimarse el modelo por máxima verosimilitud.

En este tratamiento, la variable dependiente depende de los parámetros a estimar (Schmidt, 1976). Ello viola la propiedad de que los estimadores sean asintóticamente eficientes. Greene (1980a) señala que las propiedades de los estimadores máximo verosímiles se mantienen si la función de densidad de  $u$  es 0, cuando  $u=0$ , y si la derivada de la función de densidad de  $u$  se acerca a 0 cuando  $u$  se aproxima a 0.

La distribución que cumple con las condiciones descritas es la gamma, hallada por Greene. Existen otras distribuciones que cumplen con estas propiedades, entre otras la lognormal y la chi-cuadrado. Sin embargo, otras no lo cumplen, como la exponencial o la normal truncada (Cañero Leon, 1995).

La desventaja de este modelo la señala el mismo Greene, y es que la eficiencia técnica está condicionada por consideraciones estadísticas.

### III.2.2.1.1.3 ESTIMACIÓN POR FRONTERA PROBABILÍSTICA

El trabajo de Timmer (1971) intenta corregir el problema de la alta sensibilidad que presentan los métodos de análisis de eficiencia con funciones frontera a los valores extremos (que pueden ser anómalos). Siguiendo una sugerencia de Aigner y Chu, su método consistió en estimar la frontera por programación lineal, permitiendo que un determinado porcentaje de las observaciones permanezca por encima de la frontera.

Considerando una función Cobb-Douglas, suponiendo que hay  $n$  observaciones y  $m$  factores, tenemos:

$$\sum_{i=1}^m \hat{a}_i \ln x_{ij} \geq y_j \quad j = 1 \dots n$$

Es decir que:

$$\Pr \left[ \sum_{i=1}^m \hat{a}_i \ln x_{ij} \geq \ln y_j \right] = 1 \quad j = 1 \dots n$$

La frontera probabilística se calcula obligando a que se supere una cierta probabilidad P

$$\Pr \left[ \sum_{i=1}^m \hat{a}_i \ln x_{ij} \geq \ln y_j \right] > P \quad j = 1 \dots n$$

Debe señalarse que no necesariamente debe ser resuelto por programación matemática. Alvarez et al. (1988) demuestran que se puede resolver aplicando métodos econométricos, estimando una función frontera utilizando una variante probabilística del método Mínimos Cuadrados Ordinarios Corregido.

### III.2.2.1.2 Aproximaciones paramétricas con fronteras estocásticas

Se ha mencionado quienes fueron los que introdujeron las fronteras estocásticas (Aigner, Lovell y Schmidt, 1977, y Meeusen y Van den Broeck, 1977). Resumiremos también cuáles eran las desventajas de los métodos determinísticos que incentivaron la aparición de las fronteras estocásticas:

Generalmente hay una sola producción eficiente, con lo cual la frontera es muy sensible a valores anómalos.

Se ignora la posibilidad de que las producciones de las empresas se vean afectadas por causas exógenas a ella.

Aigner, Lovell y Schmidt indican<sup>2</sup>, para justificar su modelo: "...el agricultor cuya cosecha es devastada por la sequía o una tormenta es desafortunado con nuestra medida, pero ineficiente con la medida habitual". La expresión matemática del modelo es la siguiente:

$$y = f_{(x)} \exp(v - u)$$

donde  $f_{(x)} \exp(v)$  representa la frontera estocástica; el componente  $v$  presenta una distribución simétrica y representa los fenómenos aleatorios que la firma no controla. La ineficiencia técnica de la firma está representada por el componente  $\exp(-u)$  con la condición de que éste sea igual o superior a cero. Es decir, que  $-u$  tenga una distribución truncada. Esta condición permite que todas las observaciones queden en el interior o descansan sobre la frontera estocástica.

La función se llama *estocástica* porque los valores de la producción están limitados por la variable aleatoria estocástica. El error aleatorio puede ser positivo o negativo y los valores de salida de la frontera estocástica varían alrededor de la parte determinística del modelo.

<sup>2</sup> En Alvarez Pinilla (2001).

Este modelo permite la estimación de los parámetros y sus errores estándares usando el método de Máxima Verosimilitud. En consecuencia, también es posible realizar test de hipótesis acerca de los valores de los parámetros estimados. La principal crítica al modelo de fronteras estocásticas es que generalmente no existe una justificación a priori para la selección de una determinada forma de distribución para los errores.

Batesse y Corra (1977) fueron los primeros en aplicar estos conceptos en la determinación de la eficiencia técnica en la agricultura.

Una importante limitación de las primeras estimaciones de fronteras estocásticas es que solamente calculaba la eficiencia de cada empresa. Este problema luego fue solucionado por Jondrow et al. (1982) que lograron encontrar una medida de la eficiencia individual utilizando la distribución condicional de  $u$  en  $\varepsilon$ . Propusieron el cálculo de  $u$  a partir de su esperanza condicional ( $e$ ), dado que los valores aleatorios de  $E \equiv v_i - u_i$  son observables.

El índice de eficiencia técnica para cada empresa es:

$$ET_i = \exp[-E(u_i / \varepsilon_i)]$$

Mas adelante, Batesse y Coelli (1988) demostraron que el nivel de eficiencia individual de las empresas es estimado de manera mas apropiada a partir de la esperanza condicional de  $\exp(-u)$ .

### III.2.2.2 APROXIMACIONES NO PARAMÉTRICAS

El primer trabajo publicado aplicando las ideas seminales de eficiencia fue presentado por el propio Farrell (Farrell y Fieldhouse, 1962), empleando programación lineal para su resolución.

Basándonos en Forsund y Sarafoglou (2000), el siguiente estudio que incorporó las sugerencias de Farrell fue presentado por Boles (1967), trabajando con una isocuanta unitaria y utilizando un modelo de programación lineal. Boles, conjuntamente con un grupo de economistas de Berkeley presentaron su trabajo en un Simposio de la Asociación de Economistas agrarios del Oeste de EE.UU, pero no tuvieron mayor repercusión.

Posteriormente, Boles continuó su trabajo, y en 1971 (Boles, 1971) desarrolló un modelo con múltiples outputs e inputs, idéntico al modelo DEA que posteriormente desarrollaron Charnes, Cooper y Rhodes en 1978.

Otro miembro del grupo Berkeley, Seitz estudió la eficiencia y la productividad, y desarrolló el primer trabajo aplicando índices de Malmquist en 1971 (Seitz, 1971), que fue definido teóricamente en 1982 y aplicado recién en 1989.

Lamentablemente, los estudios del grupo Berkeley no tuvieron difusión y fue necesario esperar hasta 1978 para la introducción de la metodología no paramétrica mas difundida, el DEA.

Hemos revisado hasta aquí los antecedentes de la metodologías no paramétricas previas a la introducción del DEA. Dada la importancia que tiene el DEA para este trabajo, se le dedica un apartado especial, en el cual se abordará con mayor detalle que el resto de las medidas de eficiencias evaluadas.

### III.3 DEA (DATA ENVELOPMENT ANALYSIS)

El modelo original de DEA fue desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), quienes consideraron la inclusión de múltiples inputs y múltiples outputs. Proponen que la eficiencia relativa de una firma<sup>3</sup> sea calculada por un modelo de programación fraccional, que después convierten en programación lineal.

Si suponemos un modelo DEA para trabajar con  $n$  firmas,  $s$  outputs y  $m$  inputs, podemos escribir los coeficientes técnicos para utilizar en programación matemática como sigue:

	$y_1$	$y_s$	$x_1$	$x_2$	$x_m$
$E_1$	$y_{11}$	$y_{s1}$	$x_{11}$	$x_{21}$	$x_{m1}$
$E_2$	$y_{12}$	$y_{s2}$	$x_{12}$	$x_{22}$	$x_{m2}$
$E_n$	$y_{1n}$	$y_{sn}$	$x_{1n}$	$x_{2nj}$	$x_{mn}$

Donde:

Outputs  $y = 1 \dots s$   
 Inputs  $x = 1 \dots m$   
 Firmas  $E = 1 \dots n$

La eficiencia de cada firma se obtiene maximizando el cociente que mide la eficiencia de la unidad, sujetando el proceso de optimización a que la eficiencia de todas las firmas, incluyendo la propia unidad evaluada, sea menor o igual que la unidad. Tanto el numerador como el divisor quedan expresados en términos de inputs y outputs ponderados por un sistema homogenizador de las unidades en que se miden las diferentes variables. En términos analíticos constituye un

---

<sup>3</sup> Bajo la metodología DEA, se emplea también la denominación unidad organizativa o DMU, que no se restringe a empresas. Para nuestro caso, por tratarse de empresas lecheras, preferimos utilizar la palabra firma.

---

modelo de programación fraccional, cuyas variables representan los pesos más favorables para la firma analizada.

Si se desea conocer la eficiencia técnica de una firma, entonces planteamos el modelo de maximización con restricciones

$$\text{Max} \quad \frac{u_1 y_{10} + u_2 y_{20} + \dots + u_s y_{s0}}{v_1 x_{10} + v_2 x_{20} + \dots + v_m x_{m0}}$$

Sujeta al siguiente conjunto de restricciones:

$$\frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0$$

Donde

$u_r$  = peso o ponderación asociada a la utilización del output  $(r=1, \dots, s)$

$v_i$  = peso o ponderación asociada a la utilización del input  $(i=1, \dots, m)$

El objetivo es obtener los pesos de inputs ( $v_i$ ) y outputs ( $u_r$ ) que maximicen el ratio para la firma que está siendo evaluada.

La primera restricción que se plantea supone que la eficiencia de todas las explotaciones debe ser menor o igual a 1. La segunda y tercer restricción requieren que los pesos ( $v$  y  $u$ ) sean no negativos.

La solución del modelo proporciona la cuantificación de la eficiencia de cada firma con respecto a las demás unidades, así como los mejores valores de peso que han permitido alcanzar dicha eficiencia.

Un problema que se plantea con la anterior formulación es que la programación fraccional proporciona múltiples soluciones. Por lo tanto, debe convertirse a programación lineal. Para ello, se maximiza el numerador y se iguala el divisor a una constante (en este caso, el valor 1).

Por lo tanto, la eficiencia relativa de la firma  $E_0$  puede obtenerse de manera directa a través del siguiente programa lineal.

$$E_0 \quad \text{Max} \quad u_1 y_{10} + \dots + u_s y_{s0}$$

**s.a:**

$$\begin{aligned}
 v_1 x_{10} + v_2 x_{20} + v_m x_{m0} &= 1 \\
 u_1 y_{10} + u_s y_{s0} &\leq v_1 x_{10} + v_2 x_{20} + v_m x_{m0} \\
 u_1 y_{11} + u_s y_{s1} &\leq v_1 x_{11} + v_2 x_{21} + v_m x_{m1} \\
 u_1 y_{1n} + u_s y_{sn} &\leq v_1 x_{1n} + v_2 x_{2n} + v_m x_{mn} \\
 v_1, v_2, \dots, v_m &\geq 0 \\
 u_1, u_2, \dots, u_s &\geq 0
 \end{aligned}$$

Si en el óptimo el resultado es 1, entonces la firma es eficiente en términos relativos respecto a las otras  $N - 1$  unidades. Por el contrario, si en el óptimo es menor que 1 ello significa que, aún habiendo elegido la firma evaluada sus pesos más favorables, existen firmas en la muestra que combinan sus inputs y outputs de manera más eficiente.

El modelo de programación lineal desarrollado hasta aquí es conocido como *modelo primal*). Para calcular la eficiencia relativa de una firma<sup>4</sup> actualmente se prefiere resolver el problema dual.

Construcción del modelo DUAL: la misma solución puede hallarse a través del modelo dual, donde los coeficientes técnicos para programación lineal se representan de la siguiente manera:

	$E_1$	$E_2$	$E_n$
$Y_1$	$Y_{11}$	$Y_{12}$	$Y_{1n}$
$Y_s$	$Y_{s1}$	$Y_{s2}$	$Y_{sn}$
$X_1$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{1n}$
$X_2$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{2n}$
$X_m$	$X_{m1}$	$X_{m2}$	$X_{mn}$

Puede convertirse estas expresiones utilizando la notación de matrices, de la siguiente manera:

Denominamos  $Y$  a la matriz de outputs de dimensión  $s \times n$   
 Denominamos  $X$  a la matriz de inputs de dimensión  $m \times n$

La eficiencia, en el modelo dual, se representa de la siguiente manera:

<sup>4</sup> Bajo la metodología DEA, se emplea también la denominación unidad organizativa o DMU, que no se restringe a empresas. Para nuestro caso, por tratarse de empresas, preferimos continuar utilizando la palabra firma.

---

*Min*  $\theta$

**S.a:**

$$\begin{aligned}
 y_1 \lambda_1 + y_1 \lambda_2 + y_1 \lambda_r &\geq y_{10} \\
 y_2 \lambda_1 + y_2 \lambda_2 + y_2 \lambda_r &\geq y_{20} \\
 y_s \lambda_1 + y_s \lambda_2 + y_s \lambda_r &\geq y_{s0} \\
 \theta x_{10} &\geq x_{10} \lambda_1 + x_{1r} \lambda_r \\
 \theta x_{20} &\geq x_{20} \lambda_1 + x_{2r} \lambda_r \\
 \theta x_{m0} &\geq x_{m0} \lambda_1 + x_{mr} \lambda_r \\
 \lambda &\geq 0
 \end{aligned}$$

donde  $\lambda = 1 \dots r$

Puede escribirse el mismo modelo en términos matriciales, empleando la matriz de inputs **X** y la matriz de outputs **Y**.

*Min*  $\theta$

$$\begin{aligned}
 Y \lambda &\geq y_0 \\
 \theta x_0 &\geq X \lambda \\
 \lambda &\geq 0
 \end{aligned}$$

Donde:

- $\theta$  es un escalar. Multiplica al vector de inputs. El valor minimizado dará la medida de la eficiencia de la unidad evaluada.
- $\lambda$  es un vector de constantes  $n \times 1$ . Multiplica a la matriz de inputs y outputs.
- $n$  número de firmas

Las ecuaciones miden la menor distancia posible, en un espacio de tantas dimensiones como inputs. La eficiencia medida hasta aquí coincide con la medida de Farrell. Sin embargo, la reducción radial de inputs no garantiza la eficiencia de la firma, ya que todavía queda por eliminar las ineficiencias de holgura (slacks).

El modelo dual presenta dos ventajas respecto al modelo primal:

Implica la utilización de menor número de restricciones (dado que  $s+m < n+1$ ).

Permite ilustrar acerca de la naturaleza de la eficiencia relativa dado que se obtienen, en el caso que existan, las holguras o reducciones no radiales de inputs.

---

---

Tratamiento de las holguras (slacks):

Este sistema de medida de la eficiencia presenta problemas en los extremos, cuando una unidad eficiente extrema no tiene ninguna otra con la cual unir el segmento de curva frontera. En éste caso la frontera corre paralela a uno de los ejes. Entonces, la reducción radial de una firma ineficiente, hacia un punto eficiente proyectado, continúa ofreciendo la posibilidad de reducción de inputs. Por ello, dicho punto proyectado no puede considerarse realmente óptimo, dado que puede haber otra explotación produciendo una similar cantidad de output con un consumo menor de inputs.

La distancia entre el punto eficiente proyectado radialmente a la explotación eficiente de referencia se denomina holgura. Su medida dará la ineficiencia de holgura.

Por lo expuesto, se hace necesario plantear una segunda etapa en la determinación de eficiencia, para eliminar el efecto de la ineficiencia de holgura. Luego, la consideración en común de ambas medidas (radial y holgura) dará la eficiencia técnica (Coelli, 1998).

El tratamiento consiste en maximizar la suma de las holguras, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \max w &= e s^- + e s^+ \\ s^+ &= Y \lambda \geq y_0 \\ s^- &= \theta x_0 \geq X \lambda \\ \lambda &\geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \end{aligned}$$

Donde

$$e = (1, \dots, 1) \text{ (vector de unos) tal que } e s^- = \sum_{i=1}^m s_i^- \text{ y } e s^+ = \sum_{r=1}^s s_r^+$$

Para que una firma sea considerada eficiente, se deben cumplir dos condiciones:

- la eficiencia técnica debe dar 1
- las holguras deben ser iguales a 0.

Este tratamiento se repite para cada una de las firmas.

Debe mencionarse que estas condiciones también son conocidas como Eficiencia Pareto-Koopmans, por los economistas Wilfredo Pareto y el economista Tjalling Koopmans, inspirador de Farrell. La eficiencia Pareto-Koopmans se define de la siguiente manera:

---

“Una unidad o firma es totalmente eficiente sí, y solo sí, no es posible mejorar algún input o algún output sin empeorar alguno de los otros inputs u outputs”. (Cooper, 2000)

Las ideas de Farrell lograron cumplir la condición (i), pero no habían podido completar la condición (ii), que como se explicó, se satisface con el tratamiento de las holguras.

### III.3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Además de considerar los inputs y los outputs de los procesos productivos, es necesario darle un marco tecnológico a las combinaciones de inputs para la obtención de los productos. Concretamente, es necesario delimitar el conjunto de posibilidades de producción.

El conjunto de posibilidades de producción (**CCP**) se define como el conjunto de procesos productivos tecnológicamente factibles. Un proceso productivo se representa matemáticamente mediante un vector de inputs y un vector de outputs. El CCP es un subconjunto del conjunto de procesos productivos imaginables, que incluye solamente aquellos que se consideran tecnológicamente realizables en la práctica. La caracterización no paramétrica se completa con una serie de supuestos adicionales acerca de las propiedades teóricas que satisface la tecnología. A continuación se enumeran los supuestos más comunes.

Sea un proceso de producción caracterizado por el uso de un vector de  $m$  inputs ( $\mathbf{x} = x_1, x_2, \dots, x_m$ ) para producir un vector de  $s$  outputs ( $\mathbf{y} = y_1, y_2, \dots, y_s$ ), tenemos que cada par de vectores representa un proceso productivo. El CCP representa el conjunto  $T$  de procesos productivos  $(x, y)$  que son tecnológicamente factibles, incluyendo dentro de este procesos los procesos productivos observados. Entonces:

- La actividad observada  $(x_j, y_j)$  ( $j = 1, \dots, n$ ) pertenece a CCP
- Es tecnológicamente factible no producir nada. Es decir  $(0,0) \in T$
- Si dos procesos productivos pertenecen al CCP, todas su combinaciones lineales convexas también pertenecen al CCP. Es decir, si  $(x, y), (x', y') \in T$ ,  $\alpha \in [0, 1] \Rightarrow \alpha(x, y) + (1 - \alpha)(x', y') \in T$
- Es posible aumentar la cantidad empleada de cualquier input sin modificar la cantidad producida del output, en cualquier unidad.
- Es posible disminuir la cantidad producida de cualquier output sin necesidad de reducir la cantidad empleada de inputs.
- Es posible reescalar la actividad de cualquier procesos productivo perteneciente a  $T$ . Es decir, si  $(x, y)$  pertenece a  $T$ , entonces la actividad  $(tx, ty)$  pertenece a  $T$ , siendo  $t$  un escalar positivo. Con este último supuesto, se asume rendimientos a escala constantes.

El supuesto de rendimientos a escala constantes era útil para dar comienzo a la resolución de la eficiencia mediante técnicas de programación lineal, pero puede resultar restrictivo para aplicaciones cuya tecnología se ajusta mejor a los rendimientos variables.

### III.3.2 MODELO DEA CON RENDIMIENTOS VARIABLES A ESCALA

El modelo presentado hasta aquí asumía que todas las firmas se encontraban operando en la escala óptima con rendimientos a escala constantes (**modelo CRS**).

Más adelante, Banker, Charnes y Cooper (1984) sugieren una extensión del modelo hacia situaciones de rendimientos variables a escala, modificando el programa lineal de manera de incorporar una restricción de convexidad ( **$e \lambda = 1$** ). Para diferenciarlo del anterior se le llama modelo de rendimientos variables a escala (**modelo VRS**), y la expresión del mismo es la siguiente:

$$\begin{aligned} \min \quad & \theta_o \\ \text{s.a.} \quad & \\ & - y_o + Y \lambda \geq 0 \\ & \theta_o x_o - X \lambda \geq 0 \\ & e \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

donde

**e** es un vector unitario  $n \times 1$

$\theta_o$  representa la eficiencia para la unidad  $o$  ( $o = 1, \dots, n$ )

Esta idea fue sugerida inicialmente por Afriat (1972), en un trabajo que propuso restringir el rango de valores que pueda tomar el vector de intensidad, de manera que sumen 1. De esta forma, se imponía únicamente la propiedad de convexidad, pero no la de rendimientos constantes. La sugerencia fue tomada por Banker, Charnes y Cooper, para introducir el modelo de rendimientos variables a escala en la metodología DEA.

La modificación permitió descomponer a la eficiencia técnica (que llamaremos en adelante *eficiencia técnica global, ETG*) en dos, *eficiencia técnica pura (ET)* y *eficiencia de escala (EE)*. Para ello deben calcularse los dos modelos, CRS y VRS, con los mismos datos: si hay una diferencia entre las dos mediciones para una firma en particular, entonces significa que dicha firma posee ineficiencia de escala, y que el valor de ineficiencia es la diferencia entre la medición CRS y la medición VRS.

La eficiencia técnica pura coincide con la medición VRS. La ineficiencia de escala se origina de producir en un nivel de escala que no es el óptimo, considerando como tal al que se obtiene de redimensionar la actividad de las firmas eficientes (CRS=1). La eficiencia técnica global es el producto de las dos eficiencias, técnica pura y de escala, y su medición coincide con el modelo CRS.

En fórmulas, puede representarse de la siguiente manera.

$$ETG = ET \times EE$$

La eficiencia de escala se obtiene, entonces, del ratio entre la eficiencia técnica global y la eficiencia técnica pura:

$$EE = \frac{ETG}{ET}$$

### III.3.2.1 MODELO VRS INPUT-ORIENTADO Y MODELO VRS OUTPUT-ORIENTADO

El modelo de Banker et al. (1984) puede tener dos orientaciones, hacia la optimización en la combinación de inputs (modelo input-orientado) para la obtención del output, o hacia la optimización en la producción de outputs (modelo output-orientado). El descrito es el modelo input-orientado.

La expresión matemática del modelo VRS output-orientado es la siguiente

$$\begin{aligned} \max \quad & \eta_o \\ \text{s.a.} \quad & \\ & \eta_o - y_o + Y \lambda \geq 0 \\ & x_o - X \lambda \geq 0 \\ & e \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

donde

$$\eta_o = 1/\theta$$

Si se considera únicamente el modelo CRS, el cálculo de las ineficiencias output-orientadas obtiene los mismos valores que el cálculo de las ineficiencias input-orientadas. Pero si el modelo considerado es VRS, habrá diferencias en el cálculo de las ineficiencias según se orienten hacia inputs o hacia outputs.

Se calculan los valores de eficiencia técnica pura y eficiencia de escala para ambos modelos: input-orientado y output-orientado. La primer visión nos permite conocer cuál es la proporción de recursos ahorrados si todas las empresas fueran eficientes. La segunda visión permite inferir en cuánto se hubiese incrementado la producción si todas las empresas fueran eficientes.

### III.3.2.2 RENDIMIENTOS A ESCALA CRECIENTES Y DECRECIENTES

Debe señalarse que la medida de la eficiencia de escala no indica si la firma se encuentra operando en el área de rendimientos crecientes a escala o en el área de rendimientos decrecientes. Ello puede resolverse con un modelo adicional de DEA imponiendo la condición de no permitir incrementos crecientes a escala (NIRS).

Para ello, debe relajarse la condición de convexidad. Para ello, en el modelo VRS input-orientado, sustituimos:

$$\begin{array}{ll} \text{la restricción} & \mathbf{e} \lambda = 1 \\ \text{por la restricción} & \mathbf{e} \lambda \leq 1. \end{array}$$

Si el nuevo valor obtenido al ejecutar esta formulación es igual a VRS, significa que la firma está operando en el sector de la curva de rendimientos decrecientes a escala (**drs**). Si es distinto, significa que está operando en el sector de rendimientos crecientes a escala (**irs**). Por supuesto, las firmas con VRS=CRS tienen la escala óptima y no son consideradas para esta clasificación.

La expresión completa del modelo es la siguiente:

$$\begin{array}{ll} \text{Min} & \theta_o \\ \text{s.a :} & \\ & - y_o + Y \lambda \geq 0 \\ & \theta x_o - X \lambda \geq 0 \\ & \mathbf{e} \lambda \leq 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{array}$$

En términos matemáticos, si utilizamos un ejemplo de un input que produce un output, el ratio output/input para un punto cualquiera de la frontera, muestra rendimientos no crecientes en escala. Esto es, un incremento proporcional de output es siempre menor o igual que el incremento del input:

$$\frac{\Delta y}{y} \leq \frac{\Delta x}{x}$$

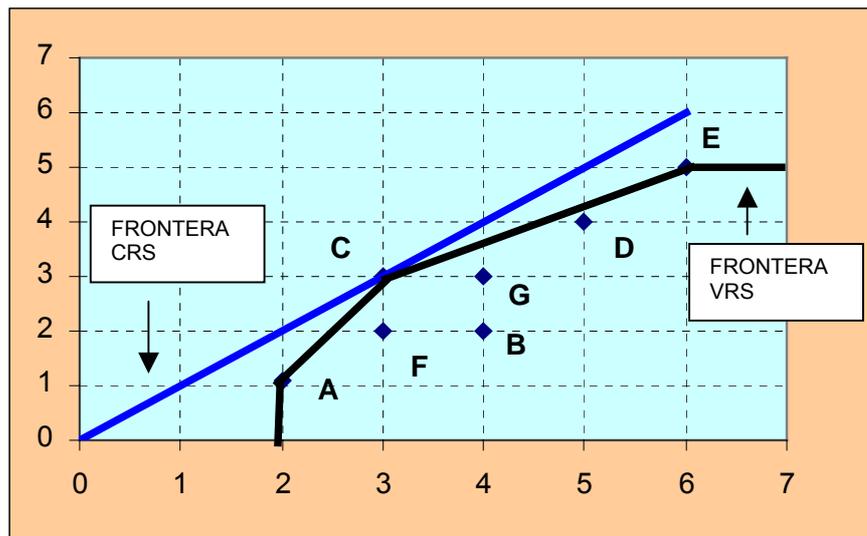
El modelo VRS con la incorporación de esta última imposición constituye el modelo más comúnmente utilizado en los estudios de eficiencia que aplican métodos no paramétricos durante la década del 90.

**Cuadro 1: Eficiencia Técnica Global (ETG), Eficiencia Técnica (ET) y Eficiencia de Escala (EE) en un ejemplo con modelos DEA CRS y VRS-input orientado**

FIRMA	A	B	C	D	E	G	F
X	2	4	3	5	6	4	3
Y	1	2	3	4	5	3	2
ETG	0,5	0,5	1	0,8	0,83	0,75	0,66
ET	1	0,62	1	0,9	1	0,75	0,83
EE	0,5	0,8	1	0,89	0,83	1	0,81
Rendim.	irs	lrs	-	drs	Drs	-	irs

Fuente: elaboración propia en base a Coelli et al (1998)

**Figura 16: Rendimientos a escala constantes (CRS) y variables (VRS) en los modelos DEA**



Fuente: elaboración propia en base a Coelli et al (1998)

En la Figura 16 se han representado los datos provenientes de un ejemplo ilustrativo con un input (x) y un output (y) (Cuadro 1), donde puede apreciarse cuáles son las diferencias entre los modelos CRS y VRS, así como las diferentes eficiencias obtenidas: ETG, ET y EE.

Si se considera el modelo CRS, existe una sola firma eficiente, la C, que es la única firma que define la frontera eficiente CRS. La eficiencia de la firma C es ETG=1. Todas las demás firmas son ineficientes. Por ejemplo, la firma B posee una eficiencia de ETG=0,5, lo que significa que podría producir la misma cantidad de output que produce (2) con un ahorro del 50% de su input (reducir de 4 a 2).

Si se considera el modelo VRS, además de la firma C existen más firmas eficientes, que son A y E. Pero la eficiencia de éstas es eficiencia técnica pura ( $ET=1$ ), dado que ambas poseen ineficiencias de escala, reflejado en que  $EE < 1$  (para la firma A,  $EE=0,5$ ; para la firma E,  $EE=0,83$ ).

Si se analiza la firma E puede visualizarse que yace sobre la frontera de eficiencia técnica (VRS), y que su ineficiencia se debe únicamente a que no está operando en la escala óptima. Para el modelo VRS input-orientado, el significado de la  $EE=0,83$  indica que debería reducir su input (utilizar el 83% de 6, que equivale a 5).

En cambio, la firma B posee ineficiencia técnica (su distancia hasta la frontera VRS) y también ineficiencia de escala (distancia hasta la frontera CRS, medida desde su punto proyectado en la frontera VRS).

La firma G es un caso especial: tiene  $EE=1$ , pero  $ET=0,75$ . Es decir, se encuentra operando en la escala óptima (produce  $Y=3$ ) pero utiliza una unidad demás, con lo cual no es eficiente técnicamente.

Hasta ahora se ha realizado el análisis considerando el modelo VRS input-orientado. Si en cambio, se considerara el modelo VRS output-orientado, entonces las ineficiencias de escala darían distintas. Por ejemplo, la firma F posee  $EE=0,81$  con el modelo VRS input-orientado, pero tendría  $EE=1$  si la medición fuera con el modelo output-orientado. Es decir, sería eficiente en escala y su ineficiencia se debería a su  $ET=0,66$  (dado que con las 3 unidades de input que emplea debería producir 3 unidades de output, y no 2 como lo está haciendo. Por ello  $2/3=66\%$ ).

Las firmas A y B poseen ineficiencias de escala debido a que operan con rendimientos a escala crecientes (**irs**), en tanto las firmas D y E operan con rendimientos a escala decrecientes (**drs**), dado que se encuentran produciendo por encima de las 3 unidades de output.

Respecto a la frontera NIRS, su construcción une el origen de coordenadas con el punto C en el primer tramo, en coincidencia con la frontera CRS; luego continúa en coincidencia con la frontera VRS, es decir, llega hasta el punto E y luego de allí continúa paralela al eje de las abscisas.

### III.3.3 UNIDADES REFERENTES

El análisis de eficiencia mediante DEA presenta, respecto a los métodos paramétricos, la ventaja de ofrecer (al menos) una unidad real de referencia para las unidades ineficientes. Estas unidades referentes se denominan *peers*, se ubican en la frontera eficiente y se encuentran operando en un nivel de escala próximo, en cuanto a los inputs considerados, respecto a la unidad ineficiente que están referenciando (su par ineficiente).

---

La comparación con explotaciones peers es muy importante para el método, ya que se constituyen como referentes de las unidades ineficientes para el tratamiento de las holguras. Pero además, resultan de gran interés para la planificación regional, ya que se muestran como los “modelos reales a seguir” para las unidades ineficientes que deseen mejorar su eficiencia, en el deonominado proceso de benchmarking<sup>5</sup>.

### **III.3.4 EXTENSIONES DE LOS MODELOS DEA**

Se consideran, en este apartado, las principales extensiones de los modelos DEA mas difundidos tratados hasta aquí. Comprende temas como el tratamiento de la eficiencia asignativa, los modelos para el tratamiento de variables no discrecionales y los modelos para el tratamiento de variables categóricas.

#### **III.3.4.1 MODELO DEA PARA EL CÁLCULO DE LA EFICIENCIA ECONÓMICA**

Si la información de precios se encuentra disponible y se asume que las firmas poseen un comportamiento maximizador de beneficios o minimizador de costes, entonces es posible medir la eficiencia asignativa.

La ineficiencia asignativa se refiere al grado en que las elecciones de inputs no satisfacen las equivalencias marginales necesarias para la minimización de costes o la maximización del beneficio (Greene, 2001).

Los productores pueden estar utilizando eficientemente los inputs que eligen, en el sentido técnico, pero al mismo tiempo pueden fracasar a la hora de minimizar costes porque los inputs elegidos no son óptimos, dados los precios a los que compra. Aparece entonces el concepto de eficiencia asignativa la cual, junto a la eficiencia técnica, constituye la eficiencia económica. Los conceptos expuestos ya fueron ampliamente tratados en el capítulo II y al comienzo del presente capítulo, por lo que directamente se analizará la eficiencia económica con los modelos DEA.

##### **III.3.4.1.1 Modelo DEA para la minimización de costes**

Se considera, en primera instancia, la determinación de la eficiencia técnica utilizando el modelo VRS input-orientado. El siguiente paso requiere la resolución del siguiente modelo DEA:

---

<sup>5</sup> “Benchmarking es la búsqueda de las mejores prácticas de la industria que conducen a un desempeño excelente” (Camp, R.C., 1993. “Benchmarking”. Editorial Panorama Editorial, S.A.)

---

$$\begin{aligned}
 & \min w_o x_o \\
 & s.a : \\
 & - y_o + Y \lambda \geq 0 \\
 & x_o^* - X \lambda \geq 0 \\
 & e \lambda = 1 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

Donde

$w_o$  es un vector de precios de inputs para la firma evaluada

$x_o$  es el vector minimizador de costes de las cantidades de inputs para la firma evaluada, dado el precio de input  $w_o$  y el nivel de output  $y_o$ .

La eficiencia de costes o eficiencia económica (EC) de la firma analizada se calcula como:

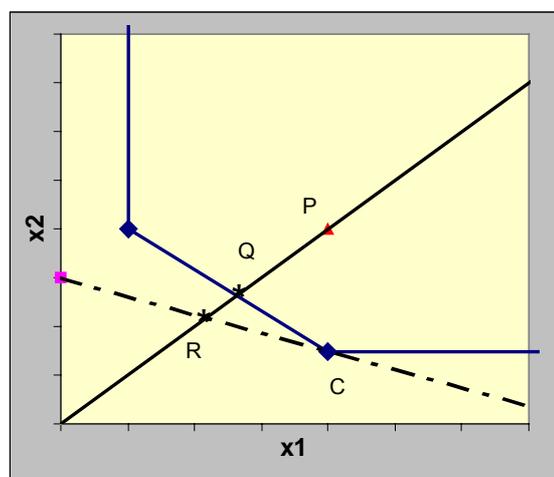
$$EC = \frac{w_o x_o^*}{w_o x_o}$$

Esto es, EC es la ratio de mínimo coste respecto al coste observado de la firma evaluada. Luego, la eficiencia asignativa se calcula por diferencia a través de:

$$EA = \frac{EC}{ET}$$

En la Figura 17 se puede visualizar la forma de la frontera DEA cuando se emplean dos inputs para lograr un output, la medida de la eficiencia técnica (ET) para el punto P, su eficiencia económica (EC) y la eficiencia asignativa (EA). La recta de isocostes es la que pasa por los puntos R y C.

**Figura 17: Eficiencia técnica, asignativa y económica en el modelo DEA**



Fuente: elaboración propia

$$ET = \frac{OQ}{OP}$$

$$EC = \frac{OR}{OP}$$

$$EA = \frac{OR}{OQ}$$

### III.3.4.1.2 Modelo DEA para maximización de ingresos

Si se considera mas apropiado asumir la maximización de ingresos, entonces puede plantearse el modelo DEA VRS output-orientado, en primera instancia, para el cálculo de la eficiencia técnica. Luego, en un segundo paso, utilizamos el siguiente modelo.

$$\begin{aligned} \max \quad & p_o \cdot y_o \\ \text{s.a.} \quad & \\ & - y_o^* + Y \lambda \geq 0 \\ & x_o - X \lambda \geq 0 \\ & e \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

Donde

$p_o$  es un vector de precios de outputs para la firma evaluada

$y_o$  es el vector maximizador de ingresos de las cantidades de outputs para la firma evaluada, dado el precio del output  $y_o$  y el nivel de inputs  $x_o$ .

La eficiencia de ingresos o eficiencia económica (EI) de la firma analizada se calcula como:

$$EI = \frac{P_o \cdot y_o}{P_o \cdot y_o^*}$$

Esto es, EI es la ratio del ingreso observado para la firma evaluada respecto al máximo ingreso. Luego, la eficiencia asignativa se calcula por diferencia a través de:

$$EA = \frac{EI}{ET}$$

Fare, Grosskopf y Weber (1997) desarrollaron un modelo para minimizar costes y maximizar ingresos conjuntamente, lo que implica la maximización del beneficio. Sugieren resolver dos problemas lineales, el primero comprende la solución de un modelo DEA maximizador de ingresos y en el segundo se calcula la eficiencia técnica como una simultánea reducción de inputs y expansión e outputs. La eficiencia técnica medida de esa manera es conocida como función de distancia direccional.

### **III.3.4.2 MODELO DEA PARA VARIABLES NO DISCRECIONALES**

El tratamiento de los factores productivos que no están bajo el control del gestor es uno de los temas menos tratados dentro de la literatura DEA, (Muñiz Pérez, 2001), a pesar de su influencia directa sobre el resultado final de la evaluación.

La cantidad utilizada de algún input no siempre se encuentra bajo el control del productor. Son factores que intervienen directamente en el procesos productivo, pero que la cantidad no puede ser variada a discreción del productor, por lo que se les llama variables no discrecionales. Es importante que estos inputs participen del proceso de determinación de eficiencia, por un doble motivo:

En primer lugar, si estas variables desempeñan un papel significativo en el procesos de conversión de inputs en outputs, deben ser incluidas de alguna forma en la evaluación. De otro modo, podría llegarse a la conclusión incorrecta respecto a la eficiencia de cada unidad evaluada pudiendo, por ejemplo, fijarle objetivos que no estarían a su alcance en la práctica.

En segundo lugar, y más importante, estos factores deben intervenir en la construcción de los índices de eficiencia y no en una fase posterior a la construcción e los índices. -dada su influencia directa sobre el output producido, la medida de la eficiencia debe reflejar ya el carácter no discrecional de algunos inputs, puesto que de lo contrario el índice obtenido no sería operativo.

El objetivo fundamental de este tratamiento reviste en que, el índice asignado a cada productor, refleje aquella parte del proceso productivo que se pueda responsabilizar a cada productor individual evaluado. De éste modo, se posibilita una comparación homogénea y equitativa de las unidades evaluadas.

Debe distinguirse, dentro de los factores no controlables por el productor, aquellos que participan del proceso de producción e influyen en la cantidad del output, que son los que debieran ser incluidos en el índice de eficiencia, de aquellos que llamaremos ambientales, que responden a circunstancias exógenas y que no participan del proceso productivo.

Pese a la importancia de esta distinción, en algunos casos la línea que separa ambas categorías puede ser lo suficientemente difusa como para que la interpretación del investigador sea decisiva.

---

Las variables ambientales, si debieran participar en la estimación del índice de eficiencia, pueden aportar información de suma utilidad en la misión de explicar las conductas ineficientes. Estas serían introducidas posteriormente en la investigación, en los estudios de segunda etapa, que se explican mas adelante. (apartado III.5).

Dentro de la literatura DEA, el tratamiento de las variables no discrecionales es uno de los temas más influyentes y con mayores posibilidades para el futuro, tal como señala Seiford (1996) en su revisión del estado de la herramienta. Sin embargo, hasta la fecha ha sido escasa la atención dedicada por los investigadores.

La inclusión de inputs fijos en el DEA fue propuesta por primera vez por Banker y Morey (1986a). En la presentación de la idea, los autores señalan el hecho de que, los potenciales ahorros en inputs, que determina un modelo DEA VRS input-orientado, no son válidos cuando la cantidad de alguno de los inputs le viene dada como fija al productor evaluado. En este caso, la información relacionada con el ahorro de estos inputs fijos no tendría significado. Lo importante, para el caso, es conocer el ahorro de los inputs realmente controlables.

Con este fin, Banker y Morey proponen una modificación sobre el modelo DEA CRS, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 & \min \theta_o \\
 & s.a : \\
 & - y_o + Y \lambda \geq 0 \\
 & \theta_o x_o - X_c \lambda \geq 0 \\
 & x_o - X_{nc} \lambda \geq 0 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

Donde:

$X_c$  representa la matriz de inputs controlables

$X_{nc}$  representa la matriz de inputs no controlables

Debe notarse que  $\theta$  no aparece multiplicando en la matriz de inputs no controlables. De este modo se consigue que los inputs no controlables no participen en forma directa en el proceso de optimización, sino únicamente restringiendo el conjunto de comparaciones de cada unidad.

Como ejemplo ilustrativo, Banker y Morey utilizan la evaluación de un conjunto de restaurantes de comida rápida, considerando 4 inputs no controlables: antigüedad del establecimiento, ubicación geográfica, gastos de publicidad y el hecho de contar o no con ventanilla para conductores.

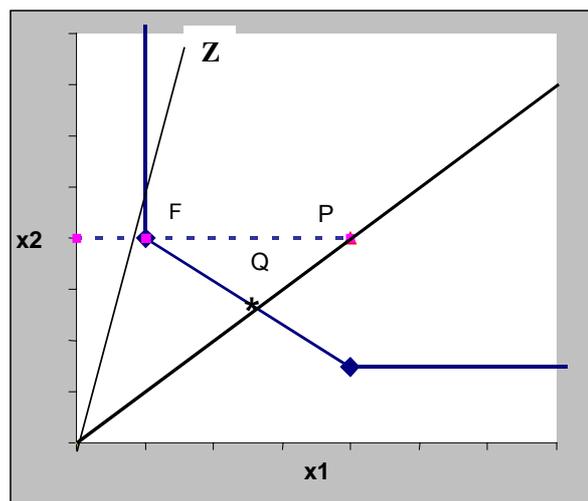
La ventaja más relevante de este programa radica en la introducción simultánea de todas las variables relevantes en un único paso.

Es usual considerar que el input no controlable, o fijo, obedece a un análisis de corto plazo. Por lo tanto, pueden distinguirse dos conclusiones distintas: una para planificaciones de corto plazo y otra para planificaciones de largo plazo. Esta medida de la eficiencia no ignora la dinámica del proceso de ajuste. En el corto plazo, la unidad representada por el punto P ( Figura 18) puede mejorar su eficiencia moviéndose hacia F; pero, en el largo plazo, el movimiento puede dirigirse hacia Q.

Entre los estudios que han realizado aplicaciones de variables no discrecionales se encuentra el trabajo de Tauer (1995), realizada sobre explotaciones lecheras de New York. Utiliza el criterio de realizar determinación de eficiencia para dos escenarios, corto y largo plazo. En el largo plazo, considera todas las variables como discrecionales; en el corto plazo, considera factores fijos a dos inputs, el número de vacas del rebaño y el número de personas que trabajan en la explotación. Halla una eficiencia técnica de corto plazo (74%) menor que la de largo plazo (79%).

Tauer afirma que ésta es una de las características del modelo: la eficiencia con algún factor fijo es menor que con todos los factores variables. Para ello explica, sobre la Figura 1 de Banker y Morey (Figura 18 ) lo siguiente:

**Figura 18: Factores fijos y variables en el modelo DEA de Banker y Morey.**



Fuente: adaptación de la figura de Tauer (1995).

La medida de la ineficiencia del punto P, cuando se estima eficiencia técnica con el modelo CCR donde ambos inputs ( $X_1$  y  $X_2$ ) son variables, es radial hacia el

origen. La eficiencia estaría representada por la ratio OE/OA. En cambio, si el input  $X_2$  es fijo, el segmento para comparar es PF, lo que determina una mayor ineficiencia.”

Sin embargo Cooper et al (2000), en el capítulo 7 de su libro en el que trata especialmente los modelos DEA con variables no discrecionales, no aseveran lo expuesto por Tauer. Incluso, en un ejemplo ilustrativo que se incluye en las páginas 188-189, se calcula la eficiencia con un input fijo y otros variables y obtienen mayor eficiencia media que la calculada con todos los inputs variables.

Este resultado, que podría parecer dudoso, en realidad no lo es, desde nuestro análisis; en efecto, la afirmación de Tauer es verdadera sólo bajo ciertas circunstancias. Si es nulo el componente de ineficiencia no radial (slack) para un determinado input, de acuerdo al modelo DEA normal (CRS), y luego ese mismo input es utilizado como input fijo, entonces la eficiencia calculada con el modelo de Banker y Morey será menor (o igual) a la obtenida con el DEA CRS. En este caso, la afirmación de Tauer es correcta.

Sin embargo, si una firma presenta un componente de ineficiencia no radial positivo para un determinado input, con el modelo DEA CRS, significa que está utilizando una cantidad excesiva de ese input. Si ese input es luego considerado como input fijo, la nueva medición de eficiencia con el modelo de Banker y Morey arrojará un valor mayor (o igual) para la misma firma, dado que la máxima reducción de los inputs variables se realiza considerando el mismo nivel de input fijo que existía. Es decir, se respeta el nivel utilizado de input fijo por cada firma y sólo se considera, para el cálculo del índice de eficiencia, las reducciones radiales en los inputs variables.

De esta manera, la distancia a la frontera eficiente será menor, como sería el caso de la firma **Z** ubicada en la Figura 18.

Figura 18 Otro trabajo interesante, donde se aplica este mismo tipo de análisis, es el realizado por Chavas y Aliber (1993). Consiste en un estudio sobre explotaciones de Wisconsin, en el que se consideran dos outputs: cultivos y ganado, y siete inputs: labor familiar, labor contratada, insumos para animales, insumos para cultivos, inputs varios, activo mediano plazo y activo de largo plazo. Para el modelo de corto plazo considera al activo de largo plazo (bienes cuya duración es mayor a 10 años) como un input no discrecional. Los resultados los muestran agrupados en 9 distritos, con una variación entre distritos de 85 -100% de eficiencia técnica para el corto plazo y de 92 -100% para el largo plazo.

Luego de la introducción de este modelo, otros autores han desarrollado variantes para tratar de incorporar variables fijas a los modelos DEA. Así, Golany y Roll (1993) proponen introducir en el análisis el grado de discrecionalidad de un input como porcentaje.

---

Ray (1991) en cambio, utiliza un análisis bietápico, donde los índices obtenidos en la primera etapa del análisis DEA CCR luego los utiliza para un análisis de regresión, en la que los inputs no controlables actúan como variables explicativas.

El camino seguido por Ray, realizando el tratamiento en dos etapas, es utilizado también por Pastor (1994). Su modelo asume que los outputs observados son inferiores a los potencialmente alcanzables, debido al efecto de los inputs no controlables. En este caso, en la primera etapa se construye un DEA en el que se emplean, junto a los outputs observados, únicamente los inputs no controlables. El objetivo de esta primera etapa es garantizar que todas las unidades actúen bajo un nivel de los inputs no controlables similar.

Posteriormente, se incrementan de forma equiproporcional los outputs de las unidades ineficientes según el valor de su índice de eficiencia, interpretando que de este modo se compensa la influencia de un valor relativamente negativo de sus inputs no controlables, mientras que a las unidades eficientes se les mantiene el valor de sus outputs intacto.

Una vez realizada esta operación, se construye un segundo DEA en el que se utilizan como productores a evaluar tanto el conjunto de unidades originales con sus valores de outputs sin modificar, como las unidades consideradas ineficientes en el primer DEA, con sus valores de outputs modificados. Como inputs se consideran únicamente los controlables.

Fried y Lovell (1996) extienden el análisis a tres etapas, a través de las cuales se compensa el efecto de las variables no controlables sobre los índices de eficiencia técnica de los productores evaluados. En la primera etapa, se realiza un DEA sin tener en cuenta los inputs no controlables, para obtener una evaluación inicial de cada productor. De ésta se obtiene el slack (holgura) total, radial y no radial, de cada variable

El objetivo de las dos etapas posteriores será anular el efecto de las variables no controlables. Los slacks detectados en la primera etapa provienen de dos efectos diferenciables: la verdadera ineficiencia técnica y la influencia de los inputs no controlables.

Luego se sigue aplicando un nuevo DEA para los slacks, en un modelo minimizador donde las restricciones se encuentran formuladas por los inputs no controlables. Se obtiene de esta manera, el slack mínimo. Este proceso se calcula para cada una de las variables controlables situadas en la primera etapa.

El slack original se descompone en sus dos componentes: la originada por la influencia de los inputs no controlables y la atribuible a la verdadera ineficiencia, que sería la parte que resta una vez descontada el efecto del slack mínimo encontrado.

---

La tercer etapa consiste en ajustar los datos en las unidades ineficientes, incrementando el valor de sus inputs de acuerdo al efecto provocado por los inputs no controlables.

Para concluir diremos que el método mas utilizado para tratamiento de las variables no discretionales es el de Banker y Morey, por su propuesta unietápica y por su sencillez. Además, se halla incorporado en mayoría de los softwares dedicados a la medición de eficiencia por la metodología DEA.

### III.3.4.3 MODELO DEA PARA VARIABLES CATEGÓRICAS

Propuesta también introducida por Banker y Morey (1986b), adaptando su propuesta de variables no discretionales al caso en que este tipo de inputs se consideren variables categóricas. Las variables categóricas solo toman un conjunto discreto de valores, reflejando la presencia o ausencia de una característica particular, o bien para representar niveles ordinales (por ejemplo, 3 niveles, alto, mediano y bajo).

El modelo debe evitar que queden asignados valores decimales en la solución, con lo cual podrían aparecer valores tales como 0,3 cuando la variable es binaria (Por ejemplo 1 = existe y 0 = no existe). Además, es necesario que cada unidad sea comparada únicamente con las de su nivel, para evitar que exista desventaja en las comparaciones. Por ello, los autores proponen el siguiente tratamiento: suponiendo 3 niveles, alto, mediano y bajo, se definen 2 variables binarias, C1 y C2, y las clases quedan conformadas de la siguiente manera:

C1	C2	Clase
0	0	Bajo
0	1	Medio
1	1	Alto

El modelo DEA queda representado de la siguiente manera.

$$\begin{aligned}
 & \min \theta_o \\
 & s.a : \\
 & -y_o + Y\lambda \geq 0 \\
 & \theta_o x_o - X_c\lambda \geq 0 \\
 & c^1_o - C^1\lambda \geq 0 \\
 & c^2_o - C^2\lambda \geq 0 \\
 & c^k = 0, 1, \quad k = 1, 2 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

Este modelo difiere del anterior desarrollado por Banker y Morey en que las dos restricciones referentes a las variables cero-uno, que reemplazan la restricción que correspondería al input no controlable. De este modo, se asegura que las unidades con las que va a ser comparado el productor evaluado tengan un valor en la variable categórica igual o inferior al de dicho productor.

La propuesta original, que tenía problemas de especificación en el modelo computacional, fue mejorada por Kamakura (1988) y posteriormente por Rousseau y Semple (1993).

### **III.4 APLICACIONES DE ANÁLISIS DE EFICIENCIA EN LA AGRICULTURA**

El objetivo de este epígrafe no es realizar una revisión bibliográfica exhaustiva, que incluya todos los trabajos realizados sobre eficiencia en agricultura a la fecha, sino ilustrar sobre aplicaciones de los diferentes métodos de análisis de eficiencia detallados en el punto anterior, realizados en distintos productos de la agricultura y en diferentes países. Dada la importancia del sector lácteo en nuestro estudio, se han separado los trabajos efectuados en agricultura de los trabajos específicos efectuados para el sector lácteo.

La clasificación que se realiza de los trabajos es la siguiente: se dividen primariamente en dos grupos, en función de sí el método de aproximación utilizado es paramétrico o no paramétrico. Los métodos paramétricos se subdividen luego de acuerdo a sí aplican frontera determinística o estocástica. De acuerdo a la clasificación de los métodos de análisis de eficiencia que hemos realizado, los métodos no paramétricos los asociamos directamente con el DEA<sup>6</sup>, incluyendo todas sus variantes. Se ha puesto especial atención en la revisión de trabajos que aplican DEA en el sector lechero, dado que constituye el epicentro del análisis aplicado en este trabajo; por lo tanto, consideramos que se encuentran incluidos todos los trabajos indexados de este tipo hasta el 2001.

Los trabajos se consignan ordenados por año en primer término y por autor en segundo, excepto los trabajos de Frontera Escotástica, que primero se clasifican de acuerdo a sí son de Corte Transversal o Datos de Panel, y luego se ordenan por año y por autor.

---

<sup>6</sup> Recordamos que la línea de trabajos que emplean fronteras probabilísticas (Timmer, 1971) las clasificamos dentro de las técnicas paramétricas determinísticas.

---

### **III.4.1 APLICACIONES CON MÉTODOS PARAMÉTRICOS**

#### **III.4.1.1 TRABAJOS CON FRONTERAS DETERMINÍSTICAS**

##### **III.4.1.1.1 Aplicaciones al sector agrícola**

Los trabajos que aplican fronteras determinísticas con metodología paramétrica son relativamente menos frecuentes que los que utilizan fronteras estocástica. Entre los que realizan su aplicación en la agricultura pueden citarse los siguientes:

Shapiro y Muller (1977), trabajan calculando fronteras determinística empleando una función de producción Cobb-Douglas obtenida por programación lineal. Sobre una base de datos de 40 firmas que se dedican a producir algodón, en Tanzania, obtienen que la eficiencia técnica presenta una asociación positiva con la modernización y la información.

Belbase y Grabowsky (1985), hallan 80% de eficiencia para 537 firmas dedicadas a la agricultura en Nepal. Estiman eficiencia con fronteras separadas para el maíz y el arroz, dando 67% y 84%, respectivamente.

Taylor, Drummond y Gomes (1986), encuentran una eficiencia de 17% para 43 granjas de Brasil. Allí estudiaban las firmas que participaban de un programa de crédito agrario, hallando que las firmas que no habían solicitado el crédito poseían mayor eficiencia que las que lo habían solicitado.

Aly, Belbase, Grabowski y Kaft (1987), en Estados Unidos, calculan la eficiencia técnica de 400 empresas productoras de granos de Illinois, aplicando funciones fronteras de producción radio-homotéticas. Encuentran que las explotaciones tenían un índice media de eficiencia del 56%. De esa pérdida de output, el 70% corresponde a eficiencia pura y el 30% se debe a ineficiencias de escala.

Ekanayake y Jayasuriya (1987), estiman eficiencia técnica en arroz, sobre un total de 63 firmas de Sri Lanka. Hallan una media del 53%.

Ali y Chauldhry (1990), estudian el sector agrario de Pakistan, obteniendo un 84% de eficiencia técnica para 220 firmas.

##### **III.4.1.1.2 Aplicaciones al sector lácteo**

Existen algunos trabajos que aplican métodos determinísticos y que también utilizan, comparativamente, métodos paramétricos. En este punto se incluyen trabajos que hayan empleado los métodos determinísticos, entre los que merecen citarse los siguientes:

---

Bravo-Ureta (1986), realiza un análisis de eficiencia en el sector lácteo de Estados Unidos, con datos provenientes de 222 firmas de Nueva Inglaterra. Utiliza un modelo con fronteras determinadas probabilísticamente, adecuando una función de tipo Cobb-Douglas. Obtiene una eficiencia técnica del 82,17%. Una conclusión adicional que obtiene es que el tamaño de las explotaciones es independiente de la eficiencia.

Tauer y Belbase (1987), también en Estados Unidos, encuentran 69,32% de eficiencia empleando una base de datos de 432 explotaciones lecheras.

Amara y Romain (1990), en Canadá, calculan una frontera determinística sobre 148 firmas y encuentran un 82,42% de eficiencia.

Bravo-Ureta y Rieger (1990), en Estados Unidos, trabajando sobre 404 explotaciones lecheras, estiman un 57,6% de eficiencia técnica.

Bravo-Ureta, Rieger y Quiroga (1990), también en Estados Unidos, obtienen 84,32% de eficiencia para 462 firmas.

Ahmad y Bravo-Ureta (1996), realizan un estudio en el que aplican fronteras determinísticas y fronteras estocásticas sobre la misma base de datos. Utilizan un grupo de 96 explotaciones lecheras cuyos datos son recogidos entre los años 1971 a 1984. Finalmente constituyen un panel de datos desbalanceado de 1072 observaciones. Determinan 72,46% de eficiencia. Concluyen que el incremento de eficiencia sólo explica el 6% del aumento del 2,5% anual en el output, mientras que el 94% se explica por el progreso tecnológico.

Hallam y Machado (1996) obtienen en Portugal un 62,5% de eficiencia técnica para 85 firmas, trabajando con datos de panel.

### **III.4.1.2 ESTUDIOS CON FRONTERAS ESTOCÁSTICAS**

#### **III.4.1.2.1 Aplicaciones en la agricultura**

Los estudios publicados sobre aplicaciones de fronteras estocásticas en la agricultura son numerosos. A continuación se realiza una reseña de algunos de ellos:

Kalirajan y Shand (1986), estudian el sector arrocero de la India. Aplican una Cobb-Douglas con estimación por máxima verosimilitud sobre un total de 91 granjas. Encuentran 70% de eficiencia técnica.

Phillips y Marble (1986), se dedican a estudiar el efecto de la educación de los granjeros sobre la eficiencia técnica del sector agrario de Guatemala. Específicamente, en la producción de maíz. Aplican mínimos cuadrados

---

corregido, siguiendo a Fornsud, y encuentran que con 4 años de educación o más, los niveles de eficiencia se incrementaban.

Battese, Coelli y Colby (1989), trabajan en la construcción de fronteras de producción con un modelo que permite operar con un panel de datos desbalanceado, sosteniendo el supuesto de que la eficiencia de una firma se mantiene constante en el tiempo. Obtienen una eficiencia media del 84%, con una base de 38 firmas de la India.

Existen otros trabajos que estudian el sector arrocero en Filipinas. Son:

Kalirajan (1989), con datos de corte transversal,

Kalirajan y Shand (1989), con datos de panel,

Kalirajan (1991), que estudia la importancia de la adopción de la tecnología sobre la eficiencia, utilizando un micro-panel de datos.

Dawson, Lingard y Woodford (1991) obtienen 89% de eficiencia técnica trabajando sobre 22 granjas filipinas.

Squires y Taber (1991), utilizan una frontera estocástica de tipo traslog, estimada por procedimiento de máxima verosimilitud, en el sector agrario de Indonesia. Los resultados de eficiencia técnica son obtenidos por regiones, hallando que las regiones que realizan arroz bajo riego obtienen mayor eficiencia.

Pueden citarse otros tres trabajos que calculan eficiencia técnica con fronteras estocásticas en India. Battese y Coelli (1992) obtienen un 84% de eficiencia técnica sobre datos de corte transversal, sobre una base de 38 explotaciones. Los otros dos trabajos emplean datos de panel: Battese, Malik y Broca (1993) y Battese y Tessena (1993). Este último estudio, utiliza una base de datos de panel desbalanceada, comprendiendo los ejercicios 1995/96 a 1984/85.

En España pueden citarse un par de trabajos: Millan Gomez (1993), que calcula la eficiencia técnica con datos de panel sobre el sector de aserrado mecánico de madera. Utiliza un panel de datos provinciales, que comprende el período 1972-1982. La media de eficiencia es 0,826 para la estimación con efectos fijos y 0,862 para máxima verosimilitud. Encuentran que existen economías de escala crecientes, con reducción de coste por economías de aglomeración.

Murua y Albisu (1993), también en España, estudian el sector productor de cerdos en Aragón. Obtienen una eficiencia técnica del 77,2 % empleando una forma funcional Cobb-Douglas y análisis estocástico.

Neff, García y Nelson (1993) realizan una comparación de diferentes métodos de estimación de eficiencia técnica en el sector agrario.

Kumbhakar (1994), en India, usando una forma funcional flexible (una traslog) estima la eficiencia para 227 granjas de Bengal. Los resultados empíricos muestran que el nivel de eficiencia técnica fue 75,46%.

---

### III.4.1.2.2 Aplicaciones en el sector lácteo

Las aplicaciones de frontera estocástica en el sector lácteo son profusas, por lo que hemos decidido reunir las en un cuadro (Cuadro 2) para clarificar su análisis. Se incluyen en primer lugar todas aquellas que han trabajado únicamente sobre un periodo, que son los trabajos de corte transversal, y posteriormente se detallan los trabajos que utilizan un panel de datos de distintos períodos.

También se encuentran incluidos trabajos que pueden haberse mencionado con anterioridad, asignados bajo otra metodología; es el caso de trabajos que aplican un análisis empírico empleando diferentes métodos; por lo tanto su doble inclusión es pertinente.

Algunos de los trabajos que consideramos oportuno comentar son los siguientes:

**Cuadro 2: Estudios con fronteras estocásticas en el sector lácteo**

AUTORES	AÑO	PAIS	FIRMAS	ET	DATOS
Bailey, Biswas, Kumbhakar y Shulties	1989	Ecuador	68	88	Corte transversal
Dawson	1987	Inglaterra	490	89,5	Corte transversal
Dawson	1988	Inglaterra	406	81,0	Corte transversal
Kumbhakar, Biswas y Von Bailey	1989	E.E.U.U.	89	78,9	Corte transversal
Bravo-Ureta y Rieger	1990	E.E.U.U.	404	83,8	Corte transversal
Dawson	1990	Inglaterra	306	86,9	Corte transversal
Dawson y White	1990	Inglaterra	306	85,5	Corte transversal
Bravo-Ureta y Rieger	1991	E.E.U.U.	511	83,0	Corte transversal
Kumbhakar, Ghosh y McGuckin	1991	E.E.U.U.	519	70,4	Corte transversal
Bravo-Ureta y Schilder	1993	Argentina	90	89,9	Corte transversal
Quiroga y Bravo-Ureta	1996	E.E.U.U.	414	variable	Corte transversal
Bravo-Ureta Rieger y Quiroga	1990	E.E.U.U.	462	89,0	Datos de panel
Dawson y Woodford	1991	Inglaterra	306	86,0	Datos de panel
Arias Sampedro y Alvarez Pinilla	1993	España	112	82,0	Datos de panel
Heshmati y Kumbhakar	1994	Suecia	179	82,2	Datos de panel
Kumbhakar y Heshmati	1995	Suecia	1425	87,6	Datos de panel
Ahmad y Bravo-Ureta	1996	E.E.U.U.	1072	81,0	Datos de panel
Hallam y Machado	1996	Portugal	85	81,0	Datos de panel
Battese y Coelli	1988	Australia	69	70,7	Datos de panel
Alvarez y Gonzalez	1999	España	82	51-100	Datos de Panel
Reinhard Lovell y Thijssen	1999	Alemania	1545	89,4	Datos de panel
Cuesta R.	2000	España	85	84 - 81	Datos de panel

Fuente: elaboración propia

Bravo-Ureta y Rieger (1990) trabajan estimando la frontera de eficiencia técnica mediante cuatro funciones diferentes y evalúan la sensibilidad de los resultados a la elección del modelo. Los datos provienen de 404 explotaciones lecheras de los sectores de Nueva Inglaterra y Nueva York. La conclusión que obtienen es que los modelos alternativos producen diferentes medidas de eficiencia aunque, también señalan, la correlación entre los índices de algunos métodos es alta.

Arias y Alvarez (1993), calculan la frontera estocástica para 112 firmas de Asturias, en España. Como variables emplean a la producción de leche, el trabajo, el número de vacas, la superficie agrícola y la superficie de praderas, estas últimas expresadas en hectáreas. La forma funcional elegida es una Cobb-Douglas, y trabajan sobre un panel de datos de 1987-1989. Obtienen una eficiencia técnica de 73,0%.

Quiroga y Bravo-Ureta (1996) también investigan la influencia que tiene la especificación de diferentes formas funcionales sobre la estimación de los índices de eficiencia. Utilizan 2 productos (leche y ganado), 4 inputs variables (alimentos concentrados, mano de obra contratada, forraje y energía) y 2 inputs fijos (número de vacas en ordeño y mano de obra familiar). Trabajando sobre explotaciones lecheras de Vermont concluyen que la selección de una determinada forma funcional tiene efecto importante sobre los resultados obtenidos.

Kumbhakar y Heshmati (1995) utilizan un panel de datos rotativos, analizando el período 1976 a 1988. Estiman una frontera eficiente con un modelo traslog, empleando 9 variables. Obtienen 87,6% de eficiencia técnica sobre explotaciones lecheras de Suecia.

Alvarez y Gonzalez (1999) proponen un procedimiento para incorporar información de corte transversal en estimaciones de eficiencia técnica que han sido calculadas con un panel de datos. El modelo es aplicado sobre 82 explotaciones lecheras de España. Los resultados hallados sugieren que los valores de eficiencia técnica dependen fuertemente de la calidad de los inputs. Por ejemplo, se halló que los índices de eficiencia técnica se encontraban asociados al tamaño de la explotación. Una vez corregidos los índices, en base a la calidad de los inputs, la relación fue opuesta.

El estudio de Cuesta R. (2000) fue realizado para la región de Asturias, sobre un total de 85 empresas productoras de leche cuyos datos fueron recogidos desde el año 1987 al año 1991. La eficiencia técnica hallada fue reduciéndose desde 84,2% en 1987 a 81,4% en 1991.

---

## **III.4.2 APLICACIONES CON EL MODELO DEA**

### **III.4.2.1 TRABAJOS QUE APLICARON DEA EN AGRICULTURA**

En este punto nos concentraremos en mencionar algunas aplicaciones de la metodología DEA en la agricultura. Si se desea profundizar sobre aplicaciones y posibilidades de aplicación en otras áreas distintas, puede consultarse, por ejemplo, Boussofianne et al (1991), Charnes et al (1995), Cooper et al (2000), El-Mahgary (1995).

Se citan solamente algunos trabajos aplicados en la agricultura, para concentrar posteriormente la atención en el lácteo.

Ray (1985), se encuentra entre los primeros trabajos que aplican DEA en la agricultura. Estudia el arroz en la India.

Fare, Grabowsky y Grosskopf (1985), realizan un análisis de eficiencia con datos agregados de la agricultura filipina.

Chavas realiza dos trabajos aplicando DEA en la agricultura de Estados Unidos. El primero (Chavas y Cox, 1988), determina la eficiencia técnica global sobre granjas de Wisconsin. El segundo es un trabajo ya citado (Chavas y Aliber, 1993) donde utilizan DEA con el modelo propuesto por Banker y Morey para el tratamiento de variables no discrecionales. Calculan eficiencia técnica considerando como input fijo al activo de la empresa y comparan los resultados con los obtenidos con el modelo CRS. Obtienen diferentes niveles de eficiencia por distritos, que van del 85% al 100%. Se trabajó sobre una base de datos de 545 firmas.

Whittaker (1994), se dedica a estudiar la relación entre el tamaño de las granjas y los programas de beneficio del gobierno. Realiza un análisis de las políticas de desarrollo rural.

Mazzocco y Cloutier (1995), estudian la eficiencia técnica de las industrias procesadoras de alimentos en Canadá.

En Nueva Zelanda, Cluoutier y Thomassin (2000) estudian la eficiencia en 41 explotaciones ganaderas (ovejas y vacas) sobre datos de 1991 y 1992. Utilizan 4 outputs y 6 inputs, pero procesan los modelos con diferente grado de agregación. La eficiencia técnica media decrece desde 0,998 con el modelo que considera todos los outputs hasta 0,884 en el modelo agregado.

Shafiq y Rehman (2000) evalúan la eficiencia técnica y económica en el sector productor de algodón, en Pakistán.

---

### III.4.2.2 TRABAJOS QUE APLICARON DEA EN EL SECTOR LÁCTEO

Weersink, Turvey y Godah (1990), trabajan con 105 firmas de Ontario, Canadá. Obtienen una relativamente alta eficiencia técnica global, de 91,8 %. El número de explotaciones eficientes fue del 43%. También calculan la eficiencia técnica pura, la eficiencia de escala y la de congestión

Cloutier y Rowley (1993), que aplican DEA sobre 187 explotaciones lecheras de Quebec, Canadá, sobre dos períodos de tiempo. Utilizaron tres outputs: producción de leche, ingresos por venta de leche y otros ingresos. Los inputs son cinco: vacas, trabajo, tierra, alimentación y una combinación de otros inputs. El modelo utilizado fue el CRS. La eficiencia media resultó de 88% para el año 1988 y de 91% para el año 1989. El número de explotaciones eficientes fue 15% y 21 %, respectivamente.

**Cuadro 3: Estudios que aplicaron DEA en el sector lácteo**

AUTORES	AÑO	PAIS	FIRMAS	ET
Weersink, Turvey y Godah	1990	Canadá	105	91,8
Cloutier y Rowley	1993	Canadá	187	89,8
Tauer L.	1993	EE.UU	395	79,0
Thomas. y Tauer	1994	EE.UU	125	Variable
Fare y Whittaker	1995	Australia	137	Inputs intermedios
Gonzalez, Alvarez y Arias.	1996	España	133	78,0
Brodersen y Thiele	1999	Alemania	229	79,0
Fraser y Cordina	1999	Australia	50	88,5
Jaforullah y Whiteman	1999	Nueva Zelanda	264	83,0
Reinhard, Lovell y Thijssen	2000	Holanda	1535	78
Mbaga, Romain, Larue y Lebel	2000	Canadá	1143	
Da Silva, E.	2001	Portugal	122	65,1
Pardo, L.	2001	España	35	74,7

Fuente: elaboración propia

Tauer (1993), en un trabajo ya comentado, con datos de 395 firmas de Nueva York, utiliza el modelo DEA con la variante de Banker y Morey para el tratamiento de inputs fijos. Halla una eficiencia de 79% para largo plazo y 74% para el corto plazo. También determina la eficiencia asignativa de largo y corto plazo, obteniendo 87% y 70%, respectivamente.

Thomas y Tauer (1994) realizan un trabajo muy interesante, donde calculan la eficiencia técnica para 125 explotaciones lecheras de Nueva York. Utilizan un número variable de inputs: 1, 8, 14 y 28 inputs. Demuestran que la medición de la

eficiencia técnica es sensible a la cantidad de inputs. Cuando emplean 28 inputs, casi todas las firmas evaluadas (excepto una) resultan eficientes.

Fare y Whittaker (1995) realizan una aplicación del DEA convencional y además introducen una aplicación de un modelo propuesto por Fare para el tratamiento de los inputs intermedios. Ejemplos de estos inputs intermedios son el grano producido internamente y consumido por las vacas y también el silo confeccionado con maíz. Su conclusión es que el modelo propuesto disminuye la influencia de las firmas de mayores dimensiones sobre la determinación de la frontera eficiente.

Gonzalez, Alvarez y Arias (1996) aplican el análisis de eficiencia a 133 explotaciones lecheras de Asturias, España. Emplean como output a la producción de leche y como inputs trabajan con el trabajo, la superficie agrícola, el número de vacas, los kilogramos de pienso consumido por las vacas y la depreciación de maquinaria. Como resultado principal del análisis se obtuvo un índice de eficiencia técnica global medio de 78%. Encuentran que sólo el 5% de las explotaciones son técnicamente ineficientes, mientras que esta cifra asciende al 20% cuando no se considera ineficiencias de escala.

Jaforullah y Whiteman (1999) analizan 264 explotaciones ganaderas de Nueva Zelanda, con el objetivo de estimar la eficiencia de las explotaciones lecheras después del incremento en el área de las mismas. Emplean como output a 3 expresiones de la producción lechera, como son la producción de sólidos, de grasa y de proteína, y como inputs a la tierra, trabajo, vacas lecheras y costes en alimentación, fertilizantes, medicamentos y capital en equipamientos y construcciones. Hallan un 83% de eficiencia técnica global, estando el 17% de ineficiencia conformado de 11% de ineficiencia técnica pura y 6% de ineficiencia de escala.

Fraser y Cordina (1999), aplican DEA para estimar la eficiencia técnica de 50 explotaciones lecheras para dos períodos, 1994-95 y 1995-96. Emplean como output los kilogramos de grasa y proteína producidos, y seis inputs: vacas en ordeño, área de praderas, cantidad de agua de riego, alimentación suplementaria, fertilizantes y trabajo. Obtienen una eficiencia técnica media sin diferencias significativas entre ejercicios: 90,5% para 1994-95 y 90,8% para 1995-96.

Brodersen y Thiele (1999) estudiaron las granjas colectivas de Alemania, utilizando para ello una base de 229 observaciones, 111 proveniente de Alemania Oriental y 118 de Alemania Occidental, evaluada durante la transición en el período 1992/93 a 1995/96. Hallaron que los sucesores de las granjas colectivas eran mas eficientes de lo que se esperaba. Además, que las granjas nuevas son mas eficientes que las nuevas.

Reinhard, Lovell y Thijssen (2000), en Holanda, trabajan también con granjas productoras de leche, intentando determinar el efecto de factores medioambientales, que se incluyen como inputs. Emplean como variables al capital, el trabajo, inputs variables, la energía y a los excesos de fósforo y

---

nitrógeno. Calculan eficiencia con métodos paramétricos y no paramétricos, sobre una base de 1535 observaciones. Obtienen un 78% de eficiencia técnica global con el modelo DEA output-orientado y 82% con el modelo de Frontera estocástica.

Mbaga, Romain, Larue y Lebel (2000), trabajan aplicando métodos paramétricos y no paramétricos, comparando los resultados. Llegan a la conclusión que los resultados con la metodología DEA presentan discrepancias con los hallados mediante modelos de frontera estocástica.

Pardo (2001), también en España, concretamente en la provincia de Córdoba, halla una eficiencia de 74.1% con datos provenientes de una base de 38 explotaciones lecheras.

En Portugal, Da Silva (2001) trabaja sobre 125 firmas de las Islas Azores y encuentra una eficiencia media del 65%, empleando información de la base de datos RICA. Emplea como inputs la superficie agraria util, el número de cabezas de ganado y los costes, en tanto como outputs utiliza la producción de leche y los ingresos provenientes de las subvenciones.

### **III.5 ANÁLISIS DE SEGUNDA ETAPA**

La mayoría de los estudios en la literatura de eficiencia se centran en cómo medir la eficiencia de los productores evaluados, mientras que ha sido relativamente escasa la atención prestada a la interpretación de estas medidas (Muñiz Pérez, 2001).

Una vez comprobada la existencia de ineficiencia, debería indagarse sobre la causa de las diferencias entre las empresas eficientes y las ineficientes. La explicación más usual es que existen diferencias en cuanto a la capacidad de gestión de los empresarios. Como se asume que factores y productos homogéneos, una eficiencia mayor indica que estas empresas “combinan mejor los factores” que otras, siendo esto responsabilidad del empresario, desde su rol de organizador de los factores de producción para lograr el producto.

Pero al hablar de capacidad de gestión se ingresa en un terreno difuso, de muy difícil cuantificación. Por ello deben realizarse estudios exploratorios que intenten relacionar la gestión con la eficiencia.

Algunos estudios han utilizado análisis de regresión para explicar las diferencias en eficiencia por medio de algunas variables relacionadas con la capacidad de gestión del empresario: educación, edad, experiencia, etc. Estas son empleadas como variables explicativas que intentan identificar los orígenes de las conductas ineficientes. Entre otros merecen citarse McCarty y Yaisawarng (1993) y Lovell, Walters y Wood (1994).

---

Un problema que se plantea es decidir qué variables van en la prima etapa y cuáles en la segunda. Lovell (1993) sugiere: “ ...variables bajo el control del productor [...] pertenecen a la primera etapa. Variables sobre las que el productor no tiene control [...] pertenecen a la segunda etapa.

Sin embargo, este criterio es sólo parcial. Así, en el caso de análisis econométricos, Alvarez Pinilla (2001) indica que es más conveniente emplear en la segunda etapa variables no correlacionadas con los regresores usados en la primera etapa. Agregamos nosotros que, en el caso de análisis no paramétrico, pueden existir variables que no se encuentran bajo el control del productor, pero que forman parte de los procesos de producción, en cuyo caso corresponde incluirlas en la primera etapa. Para la segunda etapa quedarían variables ambientales, explicativas de la capacidad de gestión, e indicadores tecnológicos que permitan detectar estrategias empresariales.

Por otra parte, Battese y Coelli (1995) señalan un grave problema econométrico de los estudios de segunda etapa; indican que los modelos de segunda etapa contradicen el supuesto de que los efectos están idénticamente distribuidos. Para solucionarlo, proponen estimar una única ecuación que recoja el efecto de ciertas variables sobre la eficiencia. Si se dispone de datos de panel, es posible utilizar los índices de eficiencia calculados a partir de los efectos fijos estimados como variables dependientes en la segunda etapa (Álvarez y González, 1999).

Una alternativa a los modelos de segunda etapa usando análisis de regresión es el análisis por grupos. Se ordenan las firmas según su índice de eficiencia y se divide la muestra en grupos, con el fin de estudiar si las diferencias entre las medias de distintas variables son estadísticamente significativas.

### **III.5.1 INTERPRETACIÓN DE LOS ÍNDICES DE EFICIENCIA TÉCNICA**

La mayoría de los estudios de eficiencia se plantean como objetivo la medición de la eficiencia, pero son escasos los estudios que ofrecen alguna reflexión sobre la naturaleza de la ineficiencia.

El mismo Farrell (1957) no es demasiado específico, indicando que la eficiencia técnica expresa la ganancia que puede ser obtenida por una adecuada dirección de la empresa. Aunque también señala que la eficiencia técnica refleja la calidad de los inputs, si ésta no ha sido empleada como variable explicativa del modelo.

A los ya mencionados índices de eficiencia técnica, económica y asignativa, Leibenstein (1966 y 1978) agrega lo que él llama “**ineficiencia X**”. De acuerdo a éste autor, el hecho de que en la realidad no se logre la eficiencia económica es debido a que las personas no siempre tienen el objetivo de maximizar beneficios o minimizar costes y que esa otra motivación origina la ineficiencia X.

---

El principal componente de la ineficiencia X, según Leibenstein, es la motivación. De acuerdo a ella, dos empresas con idéntica cantidad y calidad de inputs, pueden obtener beneficios diferentes debido al factor X. Es decir, el grado de motivación que posean sus empleados y su gerente (propietario), y la dirección de su motivación, ocasiona que se produzcan ineficiencias en algunas empresas en comparación con otras.

El ejemplo que introduce Leibenstein es que las empresas mas pequeñas, supervisadas por sus propietarios, son mas eficientes que las grandes empresas manejadas por agentes, y que ello no puede atribuirse ni a la ineficiencia técnica ni a la ineficiencia asignativa.

Esta postura ha generado críticas en otros economistas. Por ejemplo Stigler (1976) argumenta que la ineficiencia no es mas que el resultado de los errores, la ignorancia o diferencias en las técnicas de producción. Empresas que son aparentemente iguales podrían estar operando bajo diferentes restricciones.

Otra crítica fuerte indica que la teoría de la ineficiencia X no proporciona un marco de trabajo sistemático para predecir cuándo y cómo las empresas dejarán de minimizar costes o maximizar beneficios.

En realidad, no se conoce exactamente cuál es el objetivo motivacional de los empresarios, como afirma Stigler (1976), ya que no se puede saber si la empresa en cuestión está maximizando beneficios o algo distinto.

Por otra parte, pueden existir restricciones no conocidas por el investigador, que está condicionando los resultados óptimos. Una ilustración de este aspecto se encuentra en Forsund, Lovell y Schmidt (1980):

“...un agricultor deja una puerta abierta, las vacas se meten en el maíz, la cosecha queda destruida y las vacas enferman. Los vecinos del agricultor seguramente llamarían a esto un error (ineficiencia técnica, en el presente contexto). Sin embargo, un economista muy bien podría objetar que es costoso verificar cada puerta cuidadosamente para asegurarse de que está cerrada, y que la estrategia eficiente es usar el input *cuidado en la verificación de las puertas* sólo hasta el punto en que su coste compense el daño marginal que se evita. Como resultado debería esperarse que las vacas se metiesen ocasionalmente al maíz. Supóngase que las vacas se meten mas que ocasionalmente al maíz, con lo cual es evidente que el input *cuidado en la verificación de las puertas* está siendo usado en una cantidad inferior a la que maximiza el beneficio. Los vecinos del agricultor seguramente llamarían a esto otro error, nosotros lo llamaríamos ineficiencia asignativa. Sin embargo, un economista podría otra vez objetar que el agricultor está maximizando otra cosa distinta al beneficio, o que se enfrenta a restricciones no observadas”.

Este ejemplo aporta mucho material para la discusión, en virtud de los conceptos y metodologías que hemos desarrollado hasta aquí. Pero es evidente que tan o más importante que conocer la medición de la ineficiencia, es conocer los objetivos económicos que guían al productor y que le hacen definir sus estrategias. Un análisis de eficiencia que no considere adecuadamente todas las restricciones a las que se enfrenta el productor no sería de utilidad para proyectar el mejoramiento de las empresas ineficientes.

---

Merece señalarse, en este punto, las interesantes aplicaciones que posee la metodología multicriterio para la estimación de los objetivos de los productores. Así, por ejemplo, Gómez-Limón y Berbel (1995) encuentran que en la zona de regadío de la provincia de Córdoba, los agricultores consideran como primer objetivo la minimización del riesgo (Motad) y como segundo la maximización de sus resultados económicos (Margen Bruto).

Otras interesantes aportaciones al conocimiento de los objetivos del productor mediante programación multicriterio pueden encontrarse en: Berbel y Vitalina Barros (1993) y en Sumpsi, Amador y Romero (1993). Si se desea profundizar conocimientos sobre la metodología multicriterio, puede consultarse el libro de Romero (1993).

### **III.5.2 LA UTILIDAD DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA TÉCNICA**

Cuando una empresa no es eficiente, la primera conclusión que va ligada a la determinación de los índices, es que dicha empresa podría ahorrar inputs si produjera de la manera en que lo hace una empresa situada en la frontera y que por lo tanto es ineficiente.

Pero, en realidad, el problema no es la cantidad de inputs que se usan sino cómo se usan. No es totalmente cierto que una empresa ineficiente que reduzca sus inputs se convertirá en eficiente; si lo hace, produciendo de la misma forma con que lo había hecho hasta ahora, probablemente no pueda mantener el nivel de producto. La reducción de sus cantidades de outputs la ubicará nuevamente como ineficiente.

Por lo tanto, la conclusión sostenida en los estudios de eficiencia de que las empresas ineficientes pueden usar menores cantidades de inputs no tiene utilidad si no se indica además cómo se malgastan sus inputs. El comportamiento de las empresas tiene dos componentes: la primera se centra en las cantidades (de inputs usados y outputs logrados); la segunda, en el "cómo lo hacen".

Una forma de abordar el problema - indica Alvarez Pinilla (2001) - es que una vez que la empresa sabe que es ineficiente, visite algunas de las empresas eficientes para aprender cómo se hacen las cosas bien (benchmarking).

Por ello resulta de especial importancia poder seleccionar una empresa eficiente lo mas parecida a la propia, dado que otra que posea una estructura muy diferente (de mayor tamaño, por ejemplo) probablemente también desarrolle algunas prácticas que no puedan ser implementadas (en una empresa pequeña).

En este aspecto, aparece la metodología DEA sacándole ventajas a los métodos paramétricos, dado que simultáneamente con la medida de ineficiencia de una empresa determinada, le señala cuáles fueron las empresas referentes (peers) con las que la comparó. Puede ser una o varias, pero la estructura de las

---

empresas referentes ofrece mayores puntos de coincidencia con la empresa ineficiente que otras que se encuentre mas alejadas.

El problema, sin embargo, es que a veces el grado de agregación con que se trabajan las variables es alto, debido a que el aumento en la desagregación de variables implica que se deben disponer de bases de datos con datos confiables e inputs homogéneos en todas las unidades evaluadas, algo muy difícil de lograr. Por ello, variables tales como capital, no ofrece demasiada información de la empresa referente hacia la empresa ineficiente, dado que el capital puede estar compuesto de muy diferentes maneras entre las empresas que se están comparando.

Por ello es muy importante, para los estudios de eficiencia, emplear un criterio de selección de variables apropiado, tanto en elección de las que actuarán como inputs y outputs como en la cantidad que se utilizarán, porque allí se hallará implícito el nivel de desagregación elegido, el objetivo del análisis y quedará fijado el marco para la elaboración de conclusiones en función de los resultados obtenidos.

Pero, para una correcta selección de las variables es preciso conocer muy bien las características de las empresas y su sistema de producción. No sólo eso, también es necesario ubicar a las empresas en su contexto sectorial y regional. Dado que nuestro estudio enfoca la determinación de la eficiencia en el empresas lecheras, en el próximo capítulo se presentan las principales características del sector lácteo.

---



---

La Política según los Ganaderos

Usted tiene dos vacas.

- Socialismo: Usted tiene dos vacas, el gobierno las nacionaliza y le paga el precio del ternero que tenga la primera.
- Comunismo: El gobierno le requisas las vacas y le da un poco de leche.
- Fascismo: El gobierno se apropia de las vacas y le vende un poco de leche.
- Nazismo: Requisa ambas vacas y se fusila al propietario para que no proteste.
- Verdes: Usted no puede tener dos vacas, tendrían que estar pastando libremente por la pradera con toros.
- Democracia: El gobierno le deja las dos vacas, usted las mantiene. Vende la leche y las vacas y el dinero no le alcanza para pagar los impuestos.
- Capitalismo: Usted vende una vaca y compra un toro. Reproduce y tiene muchas vacas. Entonces, o le sobra leche o le falta alfalfa. Si le falta alfalfa se mueren las vacas y se arruina. Si le sobra leche, baja el precio en el mercado y también se arruina.
- Nacionalismo: Ocurre cualquiera de los casos especificados, pero las vacas se pintan primero con los colores del país.

anónimo

## IV EL SECTOR LACTEO

**E**l planteo empírico del análisis de eficiencia se realizará sobre empresas dedicadas a la producción primaria de leche en Argentina. Por dicho motivo, se considera de importancia conocer el contexto en el que se desenvuelve el sector de la producción láctea.

Por otra parte, el valor bruto de la producción del sector lácteo, considerando el sector de la producción primaria y la industria, estuvo en el orden de los 4.500 millones de dólares en el año 2000 (SAGPyA, 2002). Ello representa, respecto al Producto Bruto Interno de Argentina, el 15%. Puede apreciarse en estas cifras la importancia del sector lácteo argentino.

Se presenta, en primera instancia, la situación del sector lácteo en el mundo, revisando los principales productores y los principales demandantes de productos lácteos, así como se brinda una síntesis del comercio internacional. Posteriormente se centra la atención en el Mercosur, principal destino de los productos lácteos exportados por Argentina y que tiene un fuerte impacto tanto en las decisiones productivas como en los precios cobrados por los ganaderos. Se concluye con una revisión del sector lácteo argentino, observando la evolución de la producción de leche y del consumo de productos lácteos, las principales regiones productoras y la composición de la industria láctea.

---

## IV.1 SITUACION DEL SECTOR LACTEO EN EL MUNDO

Según estimaciones de la FAO (2002), en 2000 la producción mundial de leche de vaca totalizó alrededor de 485.000 millones de litros, siendo la participación Argentina del orden del 2%.

En la década 1991-2000 la producción mundial aumentó sólo un 0,3% anual, mientras que el crecimiento poblacional alcanzó al 1,5% anual. En consecuencia, la disponibilidad (y por lo tanto el consumo) por habitante cayó a un ritmo del 1% por año y pasó de 87 litros en 1991 a 79 litros en 2000.

Se estima que en los últimos 5 años la producción mundial de leche en polvo entera, mantequilla y quesos aumentó más de un 10% entre extremos (USDA, 2001), mientras que la de leche en polvo descremada aumentó sólo un 2%.

En 2000, la Argentina fue el 5º productor mundial de leche en polvo entera, el 7º de quesos y el 17º de mantequilla y de leche en polvo descremada. Para el mediano plazo, se esperaría un fuerte crecimiento de la producción de leche de vaca en las áreas del mundo donde se registra expansión del consumo, como Asia y América Latina. Además, continuaría el crecimiento lento en los EE.UU. y en la Unión Europea. En Oceanía, el aumento se daría en respuesta a las buenas perspectivas de exportación.

En el Cuadro 4 puede observarse una síntesis de los precios de los principales productos comercializados internacionalmente.

**Cuadro 4: Informe de la situación del Mercado Internacional de Lácteos**

<b>Precios de productos lácteos en U\$S/tonelada métrica</b>			
<b>Producto</b>		<b>Oceanía</b>	<b>Europa Occidental</b>
<b>Mantequilla</b>	Grasa: 82%	925 – 1.000	1.000 - 1.100
	Grasa: 99%		1.250 - 1.350
<b>Queso Cheddar</b>	Hum. máx: 39% .	1.500 – 1.700	
<b>Leche en polvo descremada</b>	Grasa: 1,25%	1.200 – 1.275	1.200 - 1.300
<b>Leche en polvo entera</b>	Grasa: 26%	1.200 – 1.275	1.250 - 1.350

Fuente: FAO (junio 2002)

## **IV.1.1 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE LECHE**

### **IV.1.1.1 PRODUCCIÓN GLOBAL**

La producción mundial de leche de vaca se incrementó 11% durante la década del '80, y en 1990 llegó a 476 millones de toneladas (Australian Dairy Corporation, 1999), para descender estableciéndose hacia 1994 en 446 millones de toneladas.

Si se incluye, además, la producción de leche de otras especies (búfala, oveja, cabra) la producción del año 2000 fue de 564 millones de toneladas (FAO, 2001).

La composición de la producción mundial de leche por especie, es la siguiente: la leche de vaca equivale al 85,6% del total de leche, la de búfala representa el 10.5%, la de oveja el 1.4%, la de cabra el 2.2% y la de camello el 0.2%.

Internacionalmente sólo una pequeña parte de la producción mundial de leche es comercializada, aproximadamente el 6 % del total de producción mundial (FAO, 1996), en tanto el 94% se destina a consumo interno en los propios países productores.

En el Cuadro 5 se observa la distribución de la producción mundial de leche en el período 1996-2001, donde claramente surge que los principales países productores son:

- Estados Unidos (76 millones de toneladas en el 2000)
- India (79 millones de toneladas, de los cuales 36 millones corresponden a leche de vaca y el resto es leche de búfala)
- Rusia (32.000 millones de litros)

Si se considera a la Unión Europea (U.E.) en conjunto, le correspondería el primer lugar con 125 millones de toneladas. Argentina ocupa el 14º lugar del ranking mundial, con una producción de leche de vaca de 9.817 millones de litros para el 2000. Dentro del grupo de los principales productores mundiales, el crecimiento de la lechería Argentina en el último quinquenio sólo fue superado por Australia, Nueva Zelanda y Brasil.

---

**Cuadro 5: Producción mundial de leche de los principales países productores, período 1996 a 2001 (en millones de toneladas)**

AÑO	1996	1997	1998	1999	2000	2001
TOTAL MUNDIAL	561	546	556	558	565	575
U.E	124	124	124	126	125	126
Estados Unidos	76	71	74	74	76	75
India	73	71	72	77	79	82
Federación Rusa	33	34	34	32	32	32
Pakistán	23	21	22	23	24	25
Brasil	23	21	22	22	22	23
Ucrania	15	15	15	13	13	14
Polonia	13	12	12	13	12	12
Nueva Zelanda	12	11	12	12	12	12
Australia	10	9	10	11	11	12

Fuente: Elaboración propia en base a datos de USDA (2001) y FAO (2002).

## IV.1.1.2 PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE LECHE

### IV.1.1.2.1 Oceanía

De acuerdo a datos de la FAO (2002), *Australia* y *Nueva Zelanda* continúan en una fase de expansión, impulsada por el hecho de que los ingresos de la producción lechera son superiores a los de otras actividades agropecuarias.

Además, debido a la depreciación de la moneda en ambos países los agricultores fueron protegidos de alguna manera contra la baja de los precios (en dólares EE.UU.) registrada en el mercado internacional en 1998. Debido a que la industria depende mucho de las praderas, la expansión de la producción lechera de Oceanía se basa en el aumento de los rebaños más que de los rendimientos.

La producción del 2002 de Nueva Zelanda muestra un crecimiento del 5,4 % respecto del 2001 y en Australia el incremento alcanza el 6,1 %. De esta manera el crecimiento, sería superior a lo previamente estimado.

Productos: los stocks de mantequilla y queso se consideran suficientes para cubrir las necesidades actuales y potenciales de nuevos pedidos. Con la leche en polvo descremada y la leche en polvo entera los precios se encuentran estables, en los niveles mínimos del rango de precios reportado.

Australia y Nueva Zelanda aportan el 4% de la producción mundial de leche, pero desempeñan un rol muy importante en el comercio internacional, porque además de tener superávit importante para la exportación, sus cadenas agroindustriales están caracterizadas por un alto nivel de eficiencia. Además, han mostrado una marcada evolución de su producción, tal como puede apreciarse en el Cuadro 6.

**Cuadro 6: Evolución de la producción de leche en Australia y Nueva Zelanda**

	1990	1995		2000	
	Millones de Tn	Millones de Tn	Incremento respecto a 1990	Millones de Tn	Incremento respecto a 1990
Australia	6435	8427	30.9%	11320	75.9%
Nueva Zelanda	7746	9450	22.0%	12264	58.3%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del USDA y la FAO.

Los exportadores de Oceanía se beneficiaron durante 2001 del aumento de los precios internacionales de los productos lácteos y del debilitamiento de las monedas nacionales frente al dólar de los Estados Unidos.

#### **IV.1.1.2.2 Estados Unidos**

En los Estados Unidos, tras el importante crecimiento registrado en los dos años anteriores (3 por ciento anual), la producción lechera del 2001 disminuyó en un 1 por ciento respecto al 2000. La expansión de la producción se ha interrumpido debido a la escasez de forrajes de buena calidad y a los efectos lógicos de la baja de los precios al productor durante el año anterior.

Como las importaciones de los Estados Unidos se ven limitadas por el nivel alto de los aranceles fuera de contingente y los precios internos son, por término medio, superiores a los del mercado mundial, a veces los precios internos se mueven en una dirección diferente de la de los precios internacionales.

#### **IV.1.1.2.3 Europa Occidental**

La producción de la U.E., sujeta a políticas restrictivas de la producción, varía poco de un año a otro. Los volúmenes de leche en la mayor parte de Europa se encuentran en los niveles máximos, aunque la mayoría de los industriales afirman que el pico ya pasó. Las buenas condiciones del tiempo en la primavera del 2001 favorecieron el rápido crecimiento de la producción.

En la reunión del Comité Europeo de mayo del 2002 se liberó la intervención a la leche en polvo y mantequilla. Las ofertas continúan creciendo para ambos productos. Además, se anunció un aumento del 33 % en la producción de caseína. Es incierto el impacto de esto sobre el mercado de caseína, ya que la producción de caseína actualmente es muy elevada. Otro factor que los industriales europeos siguen muy de cerca es lo que pueda pasar con la producción de caseína de Estados Unidos, sobre todo teniendo en cuenta que este país es el principal cliente para la caseína.

Productos: los stocks de mantequilla superan a la demanda y las ventas se centran alrededor del mercado interno. El total de mantequilla comercializada asciende a 97.000 toneladas. Para la leche en polvo descremada (LPD) Los

precios se mantienen estables a pesar de que el mercado permanece débil, donde se encuentra leche de otros orígenes a menores precios. El total de LPD colocado asciende a 84.000 toneladas. La Leche en polvo entera tiene un mercado actualmente estable, donde el interés comprador es por pocos volúmenes y para entrega inmediata.

Un aspecto destacado fue la eliminación selectiva de un gran número de vacas lecheras efectuada en el Reino Unido, consecuencia de un brote de fiebre aftosa, que afectó la producción nacional en la campaña 2001/2002. Pero las granjas no afectadas han aumentado la producción para compensar el posible déficit. En otras partes de la Unión Europea, los casos de fiebre aftosa no fueron muy generalizados ni derivaron en una matanza de vacas lecheras en gran escala.

#### **IV.1.1.2.4 Europa Oriental**

La producción lechera está aumentando debido principalmente a la mejora en los rendimientos. El crecimiento económico, la mejora de los suministros forrajeros y los precios favorables de la leche han determinado un crecimiento anual de la producción lechera desde 1997.

La producción de leche del 2001 fue mayor que en el año 2000, en el que las condiciones secas del verano menguaron la producción en algunos países.

El ingreso a la Unión Europea, previsto durante los próximos años, puede servir de incentivo para que los agricultores aumenten la producción con el fin de tener derechos a mayores contingentes de producción una vez que sean miembros de la CE. En la República Checa y Hungría ya se ha introducido para la leche un sistema de contingentes semejante al que se aplica en la CE. Como en esos dos países los contingentes son mayores que la cuantía actual de la producción, ello puede servir de incentivo para que los agricultores aumenten la producción.

En Polonia, el mayor productor de leche de la región, el impulso de la inminente entrada en la CE ha hecho que las lecherías aumentaran las normas de calidad para la leche y los productos lácteos, lo que hace prever que disminuirá el número de pequeños productores al no estar en condiciones algunos de ellos de ajustarse a las normas.

Después de un decenio de constante disminución, la producción lechera de la Federación de Rusia se estabilizó en 2000, y en 2001 podría aumentar un poco. Aunque el tamaño de la explotación lechera continúa descendiendo, la disponibilidad de piensos ha mejorado y han aumentado los rendimientos por vaca. La producción rusa continúa pasando de las grandes fincas estatales a pequeñas granjas privadas. Análogamente, en Ucrania, donde la producción de leche también disminuyó durante los años noventa, durante 2001 ha aumentado un poco.

La producción lechera de *Ucrania*, luego cerró una etapa de dos años (1999 y 2000) de descenso de la producción, luego de haberse estabilizado en las 15

---

millones de toneladas. Pero ha comenzado a incrementar su producción, debido a que está aumentando la producción de leche de los agricultores privados, aunque descienda el de las anteriores fincas estatales de gran escala.

#### **IV.1.1.2.5 Países Asiáticos**

La producción lechera se vio estimulada en este país por el aumento de la demanda interna, que se tradujo en un aumento de los precios a nivel de las explotaciones. Como en India se utiliza un sistema de fijación de precios basado en el contenido de grasa de la leche, la mayor parte del crecimiento de la producción lechera ha provenido de los rebaños de búfalas, cuya leche produce un 7 por ciento de grasa, frente al 4 por ciento de la leche de vaca. A su vez, el incremento obedece más a un crecimiento de los rendimientos por animal que al aumento del número de los animales.

En China, la producción lechera aumentó considerablemente durante la primera parte del año como consecuencia de la fuerte demanda de los consumidores y la rentabilidad de la producción lechera frente a otros tipos de producción agrícola, como la cerealera. A diferencia del decenio anterior, durante los años noventa el crecimiento de la producción lechera de China se ha concentrado en la mejora de los rendimientos más que en la expansión de los rebaños.

#### **IV.1.1.2.6 Países de América latina**

En el sur de América Latina, los países han experimentado condiciones climáticas muy diversas que repercutieron en la producción lechera. En Argentina, la producción de leche en 2001 ha sufrido las consecuencias de inundaciones regionalizadas y su producción fue inferior en un 5 por ciento a la de 2000. En cambio, en Chile ha tenido excelentes condiciones climáticas durante el año para el desarrollo de pastizales y la producción de ensilaje y, como consecuencia, la producción lechera aumentó 10 por ciento.

Uruguay también gozó de condiciones favorables para la producción, y aumentó su producción lechera en el 2001. En otras partes de América Latina, debido a las condiciones secas imperante en Venezuela durante el verano los agricultores tuvieron que utilizar más piensos y forrajes secos, a falta de pastizales, lo que aumentó los costes de producción. La mayor parte de Costa Rica recibió unas precipitaciones buenas durante el año que promovieron el crecimiento de los pastizales. Sin embargo, debido a los altos precios de la carne se destinó mayor cantidad de leche para los terneros de cabañas de doble finalidad, para fomentar su desarrollo.

En *Colombia*, combinado con un estancamiento de la demanda interna, ha llevado a las compañías a buscar mercados de exportación para absorber el aumento de los productos lácteos. En *México*, la producción lechera se ha visto estimulada en

---

los últimos años por la eliminación de los controles de precios, producida a fines de 1998.

#### **IV.1.2 CONSUMO MUNDIAL DE LÁCTEOS**

El consumo total de leche y productos lácteos alcanza, en el mundo, los 80 litros equivalentes per cápita (FAO, 2002).

El consumo de lácteos debiera seguir la misma tendencia que la producción. Entre los países desarrollados, se espera un crecimiento sólo para USA y Japón, mientras que el consumo en otros países desarrollados podría decrecer. Se prevé también que el consumo de los países en vías de desarrollo crecerá en un 2,2% como promedio por año.

El consumo mundial de lácteos está determinado, en general, por cuatro variables: la población, los precios relativos de los productos, el ingreso disponible y los hábitos alimentarios. Estas variables se combinan de diferentes formas para producir patrones de consumo que responden a países y regiones.

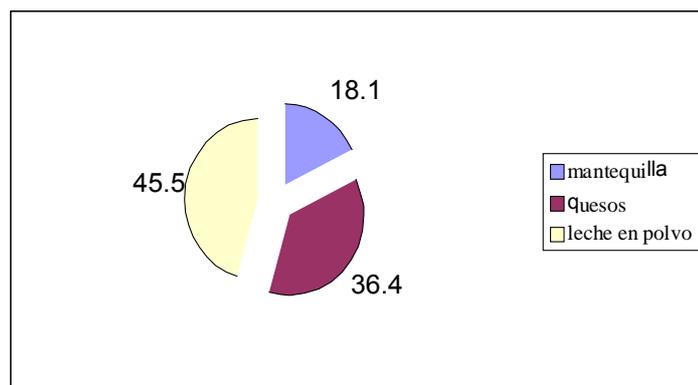
Durante la década del '80 el consumo mundial de lácteos se incrementó a una tasa anual del 1.3%. Luego de un largo período de inercia, en la década del '90, el consumo mundial está mostrando algunos signos de recuperación. En los mercados emergentes se están incrementando los volúmenes demandados, mientras que en los países desarrollados los precios están en alza. Ambas tendencias dan un estímulo positivo a la industria láctea mundial.

No se prevén mayores cambios en la proporción de leche comercializada en los próximos años. La baja proporción comercializada en el mundo debería atribuirse al carácter perecedero de la mayoría de los productos y a la permanencia de altos niveles de proteccionismo en los mercados más importantes.

Según el USDA (2001), la Argentina ocupa el 19º lugar en el ranking mundial de consumo per cápita de leche fluida, el 7º en consumo de leche en polvo entera, 8º en quesos y 17º en mantequilla.

En cuanto a la composición de los productos demandados, puede observarse en la Figura 19 que de las 1.822.000 toneladas de productos lácteos importados en el mundo, el 45,5% correspondió a leche en polvo.

---

**Figura 19: Importaciones mundiales de productos lácteos (en porcentaje del volumen)**

Fuente: elaboración propia en base a datos de FAO (2001)

En general, el crecimiento de la población y la urbanización sumado a aumentos en los ingresos promedio, serán los principales factores podrían determinar un aumento de consumo. Otras regiones en el mundo, en particular Africa, debieran aumentar su consumo debido a la alta población.

### IV.1.3 COMERCIO INTERNACIONAL

En el comercio de los productos lácteos, el *queso* no ha crecido de manera importante debido a la disminución de la demanda de importación, fundamentalmente por parte de la Federación de Rusia y el Brasil, a raíz de la devaluación de sus monedas. También descendió el comercio mundial de *mantequilla*, pues la Federación rusa ha representado un promedio del 50 por ciento del comercio mundial en los últimos años. Con respecto a la *leche en polvo*, la demanda de importación debería mantenerse constante en el Asia oriental, Africa del Norte y México.

#### IV.1.3.1 PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES

Los mercados internacionales están dominados por pocos países. La Unión Europea, en su conjunto, exportó entre el 10 y 15 % de su producción en el pasado y es aún el mayor exportador de lácteos en el mundo. Los siguientes dos mayores exportadores son Nueva Zelanda y Australia, a pesar de ser productores de tipo mediano, poseen una orientación a la exportación mucho mayor que la Unión Europea y están desarrollando todavía más sus capacidades exportadoras.

Las previsiones para los próximos años, de acuerdo al sistema de información del Outlook Dairy Conference de la FAO (2002) son que la exportación quedará en un 75% en poder de los países desarrollados, donde pocos serán los países en vías de desarrollo que logren exportar, entre los que se pueden citar a Argentina, Uruguay, Chile y la India. En el comercio mundial se prevé que, para el 2010, los

países de Oceanía deberán ser responsables de más de la mitad de las exportaciones mundiales de lácteos.

#### **IV.1.3.2 PRINCIPALES PAÍSES COMPRADORES**

Durante el año 2001 aumentaron las compras de leche en polvo en la mayoría de los países de Asia oriental y de China, ya que el crecimiento económico de esta región sostuvo la demanda de importaciones.

En otras partes, aumentaron las importaciones de los países centroamericanos, mientras que los importantes mercados de México y Argelia mantuvieron estables sus niveles de compra.

A la inversa, en el Brasil las importaciones de productos lácteos fueron muy inferiores, como consecuencia de una devaluación apreciable del Real efectuada durante el año 1999, lo que aumentó la competitividad de los productos internos. En efecto, durante el segundo semestre, las empresas brasileñas comenzaron a realizar algunas exportaciones de leche en polvo, como pocas veces en el pasado.

La demanda de importaciones de mantequilla y queso por parte de la Federación de Rusia fue escasa debido a que la devaluación del Rublo a mediados de 1998 ha aumentado considerablemente el precio en moneda nacional de los productos lácteos importados. Esto ha tenido un efecto deprimente en el mercado mundial de mantequilla en el que hasta 1998 la Federación de Rusia absorbía una cuarta parte de las compras internacionales.

#### **IV.1.3.3 PRECIOS INTERNACIONALES**

En los últimos años, los precios internacionales de los productos lácteos se vieron afectados por la gran cantidad de suministros de los principales países exportadores. Además, también impactó la disminución del poder adquisitivo como consecuencia de la depreciación de la moneda en algunos de los principales países importadores del Asia oriental, Brasil y también de la Federación de Rusia.

Hasta mediados de 2001 el mercado internacional estaba bien equilibrado. Pero luego los productos que iban a Brasil tuvieron que comenzar a derivarse a otros mercados y, a la vez, Oceanía mantuvo una buena campaña de producción. La consecuencia fue que los precios de los productos lácteos se habían debilitado.

El descenso de los precios del petróleo podría reducir la demanda de importaciones en los países miembros de la OPEC (FAO, 2002) y en algunos otros países exportadores de petróleo. Sin embargo, como no se prevé un aumento considerable de los suministros exportables en el mercado internacional,

---

los precios no descenderían de forma pronunciada sino que la disminución sería moderada.

El producto más afectado sería la leche en polvo, en tanto los precios del queso deberían ser más estables. Ello obedece a que la demanda de importaciones se está concentrando en los países más ricos, y gran parte del comercio se rige por el acceso dentro de los límites de contingente acordados por la OMC. Las perspectivas para los precios internacionales de la mantequilla seguirán siendo bajas, debido a la ausencia de una demanda fuerte.

Respecto al precio de la leche cobrado por el productor, en el año 2002 mostró un rango de 0,10 a 0,70 dólares /litro de leche. Puede observarse en el Cuadro 7 que los menores valores se ubican en Sudamérica, con Argentina, Brasil y Uruguay, y en Oceanía, con Australia y Nueva Zelanda, a los que se suma Lituania.

**Cuadro 7: Algunos precios internacionales de la leche recibidos por el ganadero**

Cvos dólar/litro	PRECIOS EN EL MUNDO
61-70	Japón
51-60	Suiza
41-45	Jordania-Noruega
46-50	El Salvador
36-40	Guatemala- Pakistán-Sudán
31-35	Austria -Canadá -Colombia -Francia - Alemania - República Irlanda - Israel - Holanda - Panamá - Portugal - Reino Unido - Venezuela
26-30	Bosnia - Costa Rica - Croacia - República Dominicana - Hungría - México - EEUU - Vietnam - Tailandia - Tanzania
21-25	Bulgaria - China - India - Nigeria - Perú - Eslovaquia
16-20	Paraguay - Chile - Estonia - Latvia - Polonia - Rusia - Rumania - Malawi - Sudáfrica - Uganda - Zimbabwe
10-15	Argentina - Australia - Brasil - Nueva Zelanda - Lituania - Uruguay

Fuente: FAO (2002)

## **IV.2 SITUACION DEL SECTOR LACTEO EN EL MERCOSUR**

Formado por cuatro países, el Mercosur ofrece un panorama bien marcado en el sector lácteo: dos países que exportan, Argentina y Uruguay, y dos países que importan, Brasil y Paraguay.

Es lo que se refiere a producción, Argentina y Uruguay cuentan con una estructura de explotaciones con una productividad bastante semejante, que se caracteriza por ser muy estables en su crecimiento en las últimas décadas.

La estrategia productiva apoyada en la calidad de los suelos y su clima subtropical-templado hace que la lechería de ambos haya crecido fuertemente, a

pesar de la lucha contra países que durante años han subsidiado a la producción y la exportación.

Sin embargo, en Argentina una importante parte de la producción se lleva a cabo en suelos que tienen aptitud agrícola, lo que la diferencia de Uruguay y también de sus dos competidores en los mercados internacionales, Nueva Zelanda y Australia. La oferta láctea argentina depende también de los precios internacionales de algunos productos agrícolas (maíz, trigo) que compiten por el uso del suelo. Esto condiciona la proyección de la producción primaria de leche, ya que en las decisiones de mediano y largo plazo influye la expectativa que generan las proyecciones de los márgenes brutos agrícolas.

En contraposición a estos dos países, la lechería de Brasil y Paraguay está caracterizada por una atomización de ganaderos donde solamente un 10 a 20 % son explotaciones propiamente dichas. El resto son ganaderos que ordeñan animales de carne, lo que implica una muy baja productividad y un producto de muy baja calidad. Ello dificultado por la complicación que significa realizar lechería en climas tropicales.

En cuanto al consumo y la disponibilidad per cápita la situación es muy semejante; mientras Argentina y Uruguay tienen un consumo superior a los 200 litros anuales per cápita, y saldos exportables, Brasil y Paraguay consumen alrededor de 100 litros, consumo que no alcanzan a cubrir con sus respectivas producciones. Las principales características de la producción lechera del Mercosur (datos de 1994) pueden observarse en el Cuadro 8.

**Cuadro 8: Características de la producción lechera en los países del Mercosur**

	ARGENTINA	URUGUAY	BRASIL	PARAGUAY
Número de explotaciones	25.000	5.900	310.000	32.100
Número de vacas	2.700.000	660.000	19.200.000	124.253
Producción (miles de litros)	7.777.200	1.127.200	16.600.000	430.000

Fuente: SAGPyA (1997)

Chile se ha incorporado al grupo de países que importan leche, para cubrir una deficiencia de 9 litros anuales per cápita, resultante de un consumo de 146 y una producción de 136 litros per cápita.

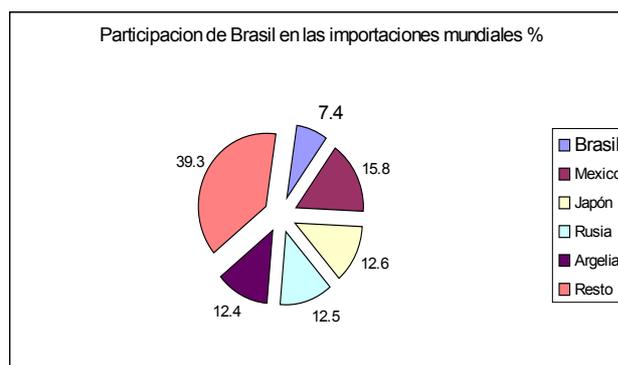
La consolidación del Mercosur presentó un alto impacto para las exportaciones argentinas, que se lograron con precios superiores a los del mercado interno. Ello ha permitido el pago de un precio más alto de la leche a los productores.

El mercado brasileño es muy importante para Argentina. Si bien Brasil es el sexto productor mundial de leche, incrementándose con un índice anual de 3.2 % durante los últimos años, es difícil que logre equilibrar la producción con su demanda interna. Dentro del mercado mundial, en 1994 Brasil demandó el 7,44% de esas toneladas, encontrándose entre los 5 países que más importaciones

realizan. Como se muestra en la Figura 20 su participación es mucho más fuerte en leche en polvo (10,56%) que en quesos (5,63%).

En cuanto a los precios, tanto Argentina como Uruguay producen leche con un coste inferior del 25 % respecto a los de Brasil, pero sus consumidores terminan pagando el mismo precio que los de Brasil. Con ello se puede inferir que Uruguay y Argentina son mas eficientes en producción de leche primaria, sin embargo pierden esa ventaja en el transporte y procesamiento.

**Figura 20: Participación porcentual por países en el volumen mundial de las importaciones de lácteos**



Fuente: SAGPyA (2001)

De acuerdo a información del FEPAL (2003), los cuatro países miembros del Mercosur presentaron las siguientes características comparativas de producción, exportación, importación y consumo de lácteos (Cuadro 9) :

**Cuadro 9: Producción, Exportación, Importación y Consumo en los países miembros del Mercosur, con datos del año 2001**

	Producción (miles de litros)	Exportación (miles de litros)	Importación (miles de litros)	Consumo (lts/año/per cápita)
Brasil	22.800.000	57.000	733.800	106,5
Argentina	9.500.000	953.000	53.600	99,7
Paraguay	329.000	4.600	36.100	59,1
Uruguay	1.421.800	405.600	4.900	148,3

Fuente: Elaboración propia en base a datos de FEPAL.

Se observa claramente las características importadoras de Brasil, a pesar de su gran producción, y las características exportadoras de Argentina y Uruguay. Este último, incluso aún siendo el país de menor superficie y el de máximo consumo per cápita. Por último, también se puede verificar en cifras el escaso papel que desempeña Paraguay en el comercio del Mercosur.

### **IV.3 EL SECTOR LACTEO ARGENTINO**

Argentina presenta una larga tradición en el consumo de productos lácteos y un nivel de ingesta por habitante (sobre los 200 litros de leche equivalente por año) comparable con el de países desarrollados.

En el marco político del Mercosur, el sector lácteo argentino vivió una etapa muy favorable en la década del '90. Luego de un período de 20 años, entre 1970 y 1990, en el que la producción de leche creció a una tasa anual del 2 %, para el período 1991-1999 la tasa de crecimiento rondó el 7 % anual. Bajo el nuevo escenario exportador, los precios del sector se tonificaron e incentivaron a los productores lecheros argentinos a una reconversión del sector y a un aumento de la competitividad. Ello fue acompañado por inversiones de la industria láctea que ampliaron notablemente su capacidad, especialmente para la producción de leche en polvo.

A partir de la integración con Brasil, el comercio argentino de derivados lácteos se fortaleció. En el año 1999 las ventas al exterior alcanzaron un pico equivalente a los 1.909 millones de litros de leche, que representaron casi un 20 % de la producción nacional.

Pero desde mediados del año 1998 el crecimiento del sector lechero argentino comenzó a decaer. Especialmente quedó expuesta dicha contracción durante el año 2000, con una caída del 7 % respecto al 1999.

Los factores que normalmente se mencionan para explicar el comportamiento sectorial son los siguientes (Galletto, 2001):

- El significativo incremento de la producción de materia prima en el período 1998-1999, con el consiguiente aumento de la oferta de productos terminados, principalmente leche en polvo, quesos y leche fluida UAT.
- Una severa caída de precios internacionales entre 1998 y 1999, que en el caso particular de Argentina se vio agravada por la devaluación de Brasil.
- La profundización de la situación recesiva del mercado interno.

La suma de los factores mencionados produjo en primer lugar una disminución de los precios minoristas, que se trasladó rápidamente al resto de la cadena, e impactó con fuerza en el sector productor de materia prima. La disminución que sufrió entre 1998 y el 2000 fue entre el 20 y 30 %. Ello explica la caída de la producción de leche, que se hizo evidente a partir de mitad de 1999.

Pueden apreciarse en el Cuadro 10 los valores del mercado lácteo argentino durante el período 1981-2000. La evolución de la producción de leche permite distinguir dos etapas con tasas de crecimiento muy diferentes, una antes de 1991 y otra posterior.

---

**Cuadro 10: Evolución de la producción, consumo interno y comercio exterior de leche y productos lácteos en Argentina, 1981-2000.**

Año	Producción (mill./año)	Importación (mill./año)	Exportación (mill./año)	Oferta (mill./año)	Población (millones)	Consumo per capital (lts/año)
1981	5092	145	111	5126	28.6	179.2
1982	5487	10	340	5157	29.1	177.2
1983	5697	14	379	5332	29.5	180.7
1984	5341	31	100	5272	29.9	176.3
1985	5962	20	78	5904	30.3	194.9
1986	5721	71	137	5655	30.7	184.2
1987	6190	122	91	6221	31.1	200.0
1988	6061	62	438	5685	31.5	180.5
1989	6520	5	870	5655	31.9	177.3
1990	6093	23	950	5166	32.3	159.9
1991	5937	540	403	6074	32.7	185.7
1992	6591	857	57	7391	33.4	221.3
1993	7002	301	306	6997	33.8	207.0
1994	7777	391	527	7641	34.2	223.4
1995	8507	227	1094	7640	34.8	219.5
1996	8865	238	1118	7985	35.2	226.8
1997	9090	253	1196	8147	35.7	228.2
1998	9546	183	1322	8407	36.1	232.9
1999	10329	97	1909	8517	36.6	232.7
2000	9817	86	1453	8450	37.0	228.4

Fuente: SAGPyA (2001)

### IV.3.1 PRODUCCIÓN NACIONAL

#### IV.3.1.1 PRODUCCIÓN DE LECHE

Luego de 8 años de crecimiento, la producción argentina de leche de vaca cayó a 9.817 millones de litros en 2000, lo que significó una merma del 5% respecto del ciclo anterior. Durante el 2001 continuó decreciendo, y cerró con una producción de alrededor de 9.570 millones de litros, lo que representó un 2,5% menos que el 2000. La disminución de la producción de materia prima instalada originó también una disminución de los saldos exportables

Previo a esta situación actual, la lechería argentina había atravesado una muy buena etapa durante los '90, creciendo entre 1992 y 1999 a una tasa anual del 5,7%. Desde 1996 en adelante se observó una desaceleración del proceso de expansión, como consecuencia de las sequías registradas en 1996/1997, de las inundaciones del primer semestre de 1998 y, desde fines de ese año, de la persistente crisis económico-financiera.

Resulta interesante remarcar que el aumento de la producción total se dio en el siguiente marco: menor número de explotaciones, mayor cantidad de vacas por explotación, mayor producción por explotación y mayor rendimiento por vaca

(litros leche diarios por vaca). Lo expresado se observa en Cuadro 11. En este sentido, el progreso argentino coincidió con una tendencia mundial generalizada (SAGPyA, 1997).

**Cuadro 11: Evolución de la producción, el número de explotaciones y de los principales indicadores para el sector de la producción primaria**

	1996	2000
Producción nacional (millones de litros)	8.865	9.817
Número de explotaciones lecheras	22.000	16.000
Número de vacas	2.444.367	2.321.800
Vacas totales por explotación	111	145
Litros diarios por explotación	1.101	1.676
Litros anuales por vaca	3.627	4.228

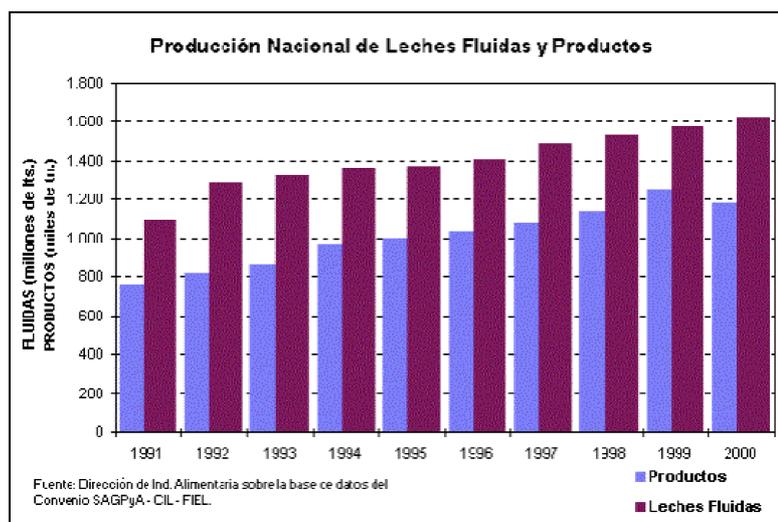
Fuente: SAGPyA (2002)

En la Figura 21 puede apreciarse la sostenida evolución que presentó a producción nacional de leches fluidas y productos, durante la década '90. Pero, a partir del año 2000, el sector lácteo argentino ingresó en un período crítico del que aún no ha emergido.

La devaluación del peso, a partir de enero de 2002, agravó los problemas del sector iniciándose un período de incrementos en los costes de los insumos comprados. En diciembre de 2001, el precio al productor era de 14 centavos por litro de leche (SAGPyA, Informe de Coyuntura del Sector Lácteo N° 14, mayo 2002), y desde allí fue en aumento. Hacia el mes de agosto de 2002 los valores se ubicaron en 31 centavos por litro, lo que representa un 120 % superior al de diciembre de 2001. Sin embargo, la producción continuó declinando, resultando para el período enero-agosto un 14% inferior en el respecto a la del mismo período de 2001 (SAGPyA, Informe de Coyuntura del Sector Lácteo N° 18, octubre 2002).

Tal como lo señala la Dirección de Industria Alimentaria de la SAGPyA, a diferencia de lo ocurrido hasta noviembre de 2001, desde diciembre de 2001 la disminución en las entregas de leche se explicaría tanto por una disminución en el número de explotaciones lecheras como por una baja en la producción diaria por explotación.

Es destacable el hecho que las 15 industrias indicadoras, sobre cuya base se estima la tendencia de producción nacional, recibieron en agosto de 2002 un promedio de 13,9 millones de litros diarios provenientes de 7.415 explotaciones. Si se compara con los 16,4 millones de litros diarios recibidos en agosto de 2001, provenientes de 8.096 explotaciones, ello representa una disminución de 8,4% de la cantidad de explotaciones lecheras y de 7,4% en la entrega de litros diaria por explotación

**Figura 21: Evolución de la producción nacional en el periodo 1991- 2000**

Fuente: SAGPyA (2002)

Precisamente, las industrias lácteas de mayor tamaño, realizaron grandes progresos durante la década del '90, especialmente en relación con los parámetros de calidad higiénico-sanitaria y también de composición físico-química

Los primeros informes oficiales del 2003 (SAGPyA, 09/01/03) indican que la baja de la producción de leche en los primeros once meses del año 2002 significó un 14,6% con relación a igual período del año anterior. También se produjo la reducción del número de explotaciones y el volumen por explotación.

En noviembre continuó la tendencia bajista (14,3% en comparación a igual mes del año anterior), aunque por primera vez desde marzo la caída en la producción mensual fue menor al promedio anual (14,6%).

Esto se explica por una reducción de 8,6% y 6,3% en el número de explotaciones y en el volumen producido por explotación, respectivamente. Cabe destacar que la información proporcionada por la Dirección de Industria Alimentaria de la SAGPyA se elabora sobre datos que brinda un núcleo de industrias lácteas, que representan el 60 al 65% del total nacional.

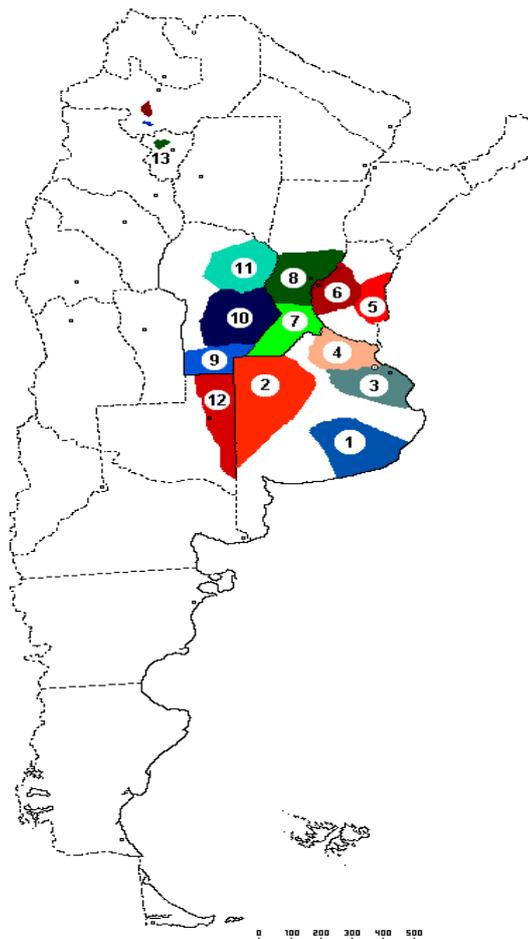
### IV.3.1.2 REGIONES PRODUCTORAS

La producción láctea argentina se realiza principalmente en la Región Pampeana, que concentra las principales cuencas lecheras y casi la totalidad de las explotaciones e industrias del sector. Entre Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos y La Pampa producen el 99% de la leche del país. Las principales cuencas se resumen en el (Cuadro 12) y se pueden visualizar en el mapa de la República Argentina de la Figura 22.

**Cuadro 12: Participación nacional y provincial de las principales cuencas lecheras**

PROVINCIA	Número	Cuenca
Santa Fe	7	Cuenca Central
	8	Cuenca Sur
Córdoba	9	Cuenca Sur
	10	Villa María.
	11	Cuenca Noreste
Buenos Aires	3	Cuenca Abasto Sur
	4	Cuenca Abasto Norte
	2	Cuenca Oeste
	1	Cuenca Mar y Sierras
Entre Ríos	6	Cuenca A
	5	Cuenca B
La Pampa	12	

Fuente: SAGPyA, Departamento de Lechería, 1997.

**Figura 22: Distribución de las principales Cuencas Lecheras de la Argentina**

**Cuadro 13: Producción de leche por Provincias, período 1991- 2001**

en litros	Santa Fe	Córdoba	Buenos Aires	Entre Ríos	La Pampa
2001	2.703.514.917	2.732.435.268	2.169.674.135	--	--
2000	2.756.797.933	2.790.812.803	2.271.064.717	223.275.170	126.378.946
1999	2.944.658.981	2.860.588.031	s / d	272.970.347	121.127.017
1998	2.724.822.640	2.667.554.626	s / d	221.955.605	103.760.000
1997	2.676.068.843	2.398.122.533	s / d	233.613.794	92.300.000
1996	2.549.065.546	2.441.047.376	s / d	242.451.402	87.313.950
1995	2.559.625.760	2.345.644.349	1.518.400.552	245.211.974	81.629.180
1994	2.258.336.642	2.135.835.170	1.307.613.161	214.778.611	71.300.787
1993	1.943.785.075	1.855.547.688	1.451.294.331	189.122.979	59.944.966
1992	1.697.983.662	1.751.587.831	1.288.684.874	170.832.013	51.597.913
1991	1.610.265.397	1.635.784.784	1.259.557.992	163.054.819	49.776.055
1990	1.679.518.606	1.520.106.758	1.355.216.794	169.209.411	52.324.271

Fuente: SAGPyA (2002)

Las denominadas “Cuenca Central de Santa Fe” junto con “Villa María” y “Noroeste” de Córdoba”, son el origen de la mayor parte de la producción industrial exportable argentina. En cambio, “Abasto de la Ciudad de Buenos Aires” está orientada principalmente a la producción de leche fluida y quesos frescos, y la Cuenca Oeste de la provincia de Buenos Aires es de orientación mixta.

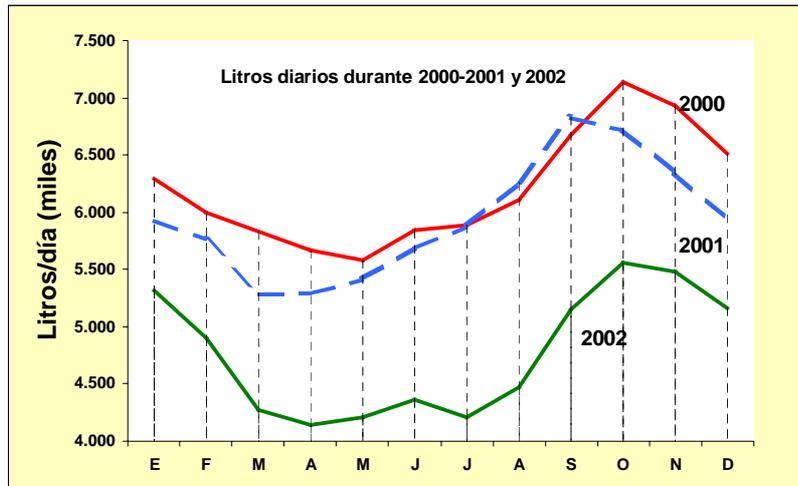
El Cuadro 13 presenta los datos de producción de leche recopilados por provincias. Debido a que las provincias utilizan un criterio de captura de datos distintos a la SAGPyA, la suma de las provincias no necesariamente coincide con el total nacional.

#### **IV.3.1.3 LA PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

De acuerdo a datos del Programa Provincial de Política Lechera (Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción, 2003), considerando la producción lechera de Buenos Aires a partir de 36 empresas lácteas que reciben el 89% del total provincial, el volumen de leche ha disminuido durante los años 2000 a 2002 (Figura 23).

Así, por ejemplo para octubre, mes donde se produce la máxima recepción de leche, el volumen para el año 2000 fue de 7,2 millones de litros, descendiendo para el 2001 a 6,7 millones y a 5,5 millones en el 2002.. Ello representa una disminución interanual del 7% y del 18 %, respectivamente. La caída acumulada total del 2002 respecto a 2000 fue del orden del 22,5% en la Provincia de Buenos Aires.

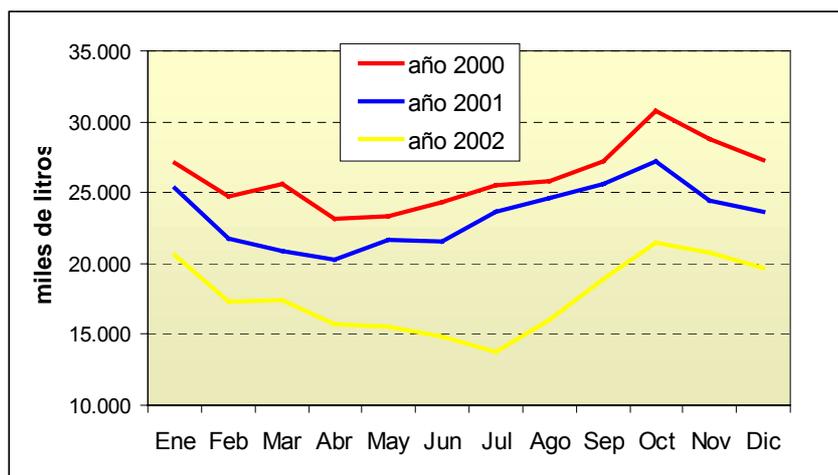
**Figura 23: Volumen de leche procesada por la industria láctea en la Provincia de Buenos Aires, en miles de litros por día, durante los años 2000, 2001 y 2002.**



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción - Dirección Provincial de Ganadería y Mercado. Programa Provincial de Política Lechera.

La región de Abasto Sur (Figura 24) no fue la excepción en el comportamiento reflejado en la Provincia de Buenos Aires. En base a los datos proporcionados por la misma fuente, se pudo verificar una disminución en la producción de leche desde los 313,7 millones de litros del año 2000 a los 280,5 millones de 2001 y a los 211,9 millones de 2002. Lo expuesto implica caídas del 10,6% y 24,5%, respectivamente. La disminución acumulada del 2002 respecto al 2000 fue de 32,4% para la Cuenca de Abasto Sur; como se aprecia, mayor que en la Provincia de Buenos Aires.

**Figura 24: Evolución de la producción de leche en Abasto Sur, durante los años 2000, 2001 y 2002. Expresado en miles de litros mensuales, en base a datos de 36 industrias lácteas.**



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción - Dirección Provincial de Ganadería y Mercado. Programa Provincial de Política Lechera.

### Número de explotaciones

Si se observa el Cuadro 14 se podrá constatar que el número de explotaciones lecheras ha disminuido en la misma proporción que el volumen de leche. Desde las 2.489 explotaciones de enero del 2000 se llegó a las 1.880 explotaciones en enero del 2003, lo que representa una disminución del 25%.

**Cuadro 14: Cantidad de explotaciones lecheras por Cuenca en la Provincia de Buenos Aires. Evolución desde Enero del 2000 a Enero del 2003.**

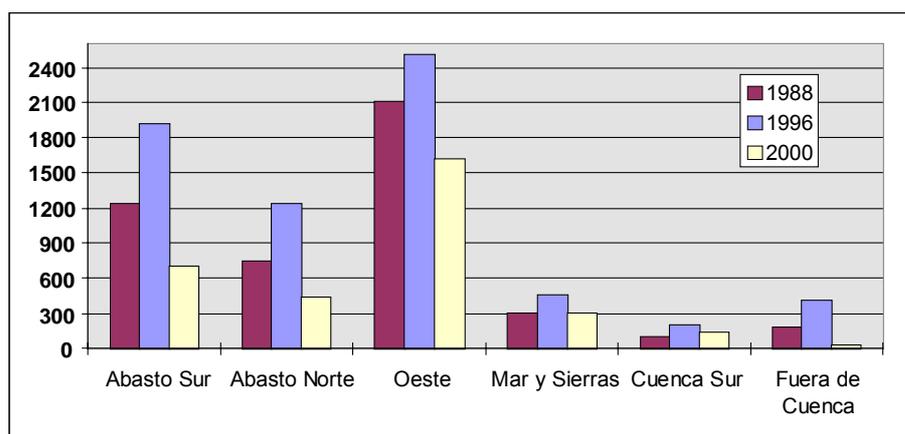
Mes	Abasto Sur	Abasto Norte	Oeste	Sur	Mar y Sierras	Fuera Cuenca	Total Bs.As.
Enero 2000	426	351	1426	73	211	2	2489
Enero 2001	373	312	1346	77	188	1	2297
Enero 2002	328	279	1263	78	167	4	2119
Enero 2003	309	220	1132	67	149	3	1880

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción - Dirección Provincial de Ganadería y Mercado. <http://www.maa.gba.gov.ar/lecheria/index.htm>. Programa Provincial de Política Lechera.

Un análisis por cuenca también permite detectar que el descenso señalado fue un fenómeno generalizado en todas las regiones, con extremos del 37% para la Cuenca Norte y 21% para la Cuenca Oeste. La Cuenca de Abasto Sur acompañó esta tendencia y disminuyó en una proporción algo mayor el promedio: 27%.

Sin embargo, dicha tendencia fue opuesta a la observada entre 1988 a 1996, tal como puede observarse en la Figura 25 donde el número de explotaciones creció, acorde con las expectativas que generó el Mercosur.

**Figura 25: Evolución en el número de explotaciones lecheras por cuenca, desde el año 1988 al año 2000.**



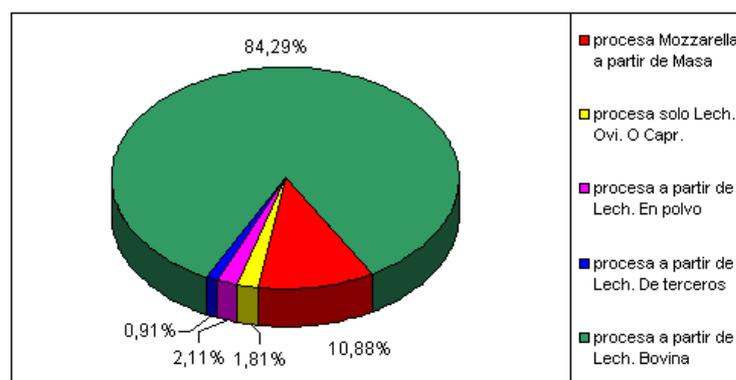
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción - Dirección Provincial de Ganadería y Mercado. <http://www.maa.gba.gov.ar/lecheria/index.htm>. Programa Provincial de Política Lechera.

La región de Abasto Sur, con 702 explotaciones, presenta una participación en el total de explotaciones de la provincia del 22%, considerando las 3.251 que existían en junio de 2002.

La producción media por explotación, según datos del Departamento de Fiscalización de Industrias Lácteas (Ministerio de Asuntos Agrarios, 2002), se ubica en los 1.440 litros, para la mencionada región de Abasto Sur.

Según esta misma fuente, el 84,3% de leche procesada proviene de explotaciones de vacuno lechero que venden leche fresca (Figura 26). Del resto, la mayor proporción proviene de la entrega de masa para elaboración de mozzarella (10,9%).

**Figura 26: Procesamiento de leche por parte de la industria, según la forma en que se remite por parte de las explotaciones de producción primaria de Buenos Aires.**



Fuente: Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción. Departamento de Fiscalización de Industrias Lácteas.

#### IV.3.1.4 LA INDUSTRIA LÁCTEA

La industria láctea Argentina durante décadas se preocupó de abastecer únicamente al mercado interno y exportó los saldos de consumo generalmente a pérdida y, además, sin vocación de crecimiento de las exportaciones.

En los últimos años, la industria nacional se orientó hacia la fabricación de productos de mayor valor agregado. En la década '91/'00 la producción nacional de productos lácteos creció a una tasa del 5%, en tanto que la correspondiente a las leches fluidas lo hizo a una tasa del 4,5%. La relación productos/leches fluidas evolucionó de 3,93 en 1991 a 4,45 en 2000.

En 2001, se elaboraron en Argentina 1.182.000 toneladas de productos lácteos y 1.624 millones de litros de leches fluidas, incluyendo pasteurizadas, esterilizadas y chocolatadas.

La creciente inserción de la Argentina en el mercado internacional de commodities lácteos determinó un cambio en la canasta de productos elaborados. Si se comparan los promedios de los dos últimos quinquenios, se observa que en el período 96/00 se registró un alza de 7 puntos porcentuales en la participación de las leches en polvo, principalmente a expensas de los yogures y, en menor medida, de los quesos.

En el rubro leches fluidas, se destaca el constante crecimiento de la participación de la leche esterilizada en detrimento de la pasteurizada. La elaboración de aquella aumentó a una tasa del 31% en el decenio '91/'00, trepando desde un exiguo 5% en 1991 hasta el 41% del total en 2000.

En el ámbito mayorista, se estima que el valor de la producción total en 2000 fue de 4.500 millones de dólares, de los cuales 920 millones correspondieron a las leches fluidas y 3.580 millones a productos lácteos. Los quesos suman 1700 millones, las leches en polvo 830 millones y los yogures 520 millones de dólares.

### Principales industrias

La industria láctea argentina tiene una estructura donde coexisten tres sectores bastante diferenciados (Galletto, 2001). Por un lado, un grupo compuesto por 11 empresas de mayor tamaño, más de 250.000 litros diarios, con productos diversificados y que participan activamente del mercado internacional (con diferentes estrategias). Captan alrededor del 55 % de la leche.

En segundo lugar, hay un grupo de aproximadamente 100 de empresas más pequeñas, con una recepción diaria de entre 20.000 y 250.000 litros. Tienen cierto grado de diversificación, aunque son mayoritariamente queseras y compiten con las más importantes en casi todos los canales de distribución del mercado interno, especialmente en quesos. La participación de este segundo grupo en el mercado internacional es esporádica y restringida a menos de 10 empresas.

Finalmente, existe un grupo muy numeroso, formado probablemente por más de 1000 empresas y unidades familiares, con menos de 20.000 litros diarios de captación, casi exclusivamente queseras, que normalmente compiten en diferentes segmentos comerciales sin llegar al sector supermercadista y no tienen participación en el mercado internacional.

La mayoría de los productos tienen un escaso grado de diferenciación y la capacidad de negociación de los compradores es muy alta.

La estructura del mercado industrial lácteo argentino condiciona bastante las estrategias de las empresas, especialmente en relación con la competencia internacional. Con un 85 % de participación en las ventas totales, y más de un 90 % de la facturación, el mercado interno sigue siendo la principal prioridad de todas las empresas lácteas del país.

---

Esta orientación al mercado interno provoca que dentro del grupo de las empresas de mayor tamaño la capacidad industrial sea muy diversificada, lo impide alcanzar niveles de costes internacionales, principalmente en los productos de exportación.

Por ejemplo, en el caso de la leche en polvo existe sólo un equipamiento con capacidad superior al millón de litros diarios, y hay varias plantas de entre 300 y 500.000 litros diarios, bastante lejos de los tamaños de planta de Australia y Nueva Zelanda. En quesos, las plantas argentinas de mayor tamaño tienen una capacidad de elaboración de unos 500.000 litros diarios, y la mayoría se ubica entre los 100 y 250.000 litros, por lo que los costes industriales también son sensiblemente superiores a los de Oceanía, con plantas que superan el millón de litros de capacidad de procesamiento.

Otra característica importante de las plantas, especialmente las queseras, es que suelen tener un grado de especialización bajo dado que están adaptadas a la fabricación de varios productos, lo que también conspira contra una alta eficiencia de costes.

En un censo efectuado por el Centro de la Industria Lechera en 1998/9, funcionaban en el país unas 1442 empresas lácteas. Aproximadamente el 34% de ellas se localizaban en la provincia de Buenos Aires, casi el 30% en Córdoba y el 18% en Santa Fe.

En la última década la actividad exhibió un fuerte dinamismo, caracterizado por fusiones y absorciones de pequeñas y medianas industrias e inversiones en nuevas plantas.

A grandes rasgos, se pueden reconocer cuatro grupos de empresas:

1. Grandes compañías nacionales: Sancor y Mastellone, que son las firmas líderes del mercado.
2. Firmas multinacionales: Nestlé, Parmalat, Danone, Bongrain (90% de Santa Rosa Estancias), entre otras.
3. Empresas medianas: Molfino-La Paulina (de Pecom), Milkaut, Williner, Verónica, Manfrey y La Lácteo.
4. Pymes: la gran mayoría de las empresas del sector.

El grado de concentración en la recepción de leche para su industrialización no es muy elevado. Se estima que las 7 empresas líderes suman aproximadamente el 53% de la recepción de leche cruda.

En cambio, la elaboración de algunos productos presenta un elevado grado de concentración. La participación de los 7 primeros elaboradores supera el 80% en las leches en polvo, fluidas y condensadas, mantequilla, yogur y postres y flanes. En tanto, solo acaparan entre el 40-60% del mercado en los rubros quesos y dulce de leche.

---

En el Cuadro 15 se incluye una lista de las principales empresas y el volumen de leche diaria que se procesan, de acuerdo a datos de SAGPyA (1997). En tanto en el Cuadro 16 se resumen las principales industrias lácteas con las marcas comerciales que cada una de ellas comercializa en el mercado interno, de acuerdo a datos de SAGPyA (2002)

**Cuadro 15: Principales empresas lácteas ordenadas según su recibo de leche**

Empresa	Tipo de empresa	Recepción diaria (litros)
SanCor	Cooperativa	4.600.000
Mastellone hnos	Privada nacional	3.200.000
Nestle	Privada multinacional	1.300.000
Milkaut	Cooperativa	970.000
Williner	Privada nacional	950.000
Gándara	Privada nacional	550.000
Abolio y Rubio	Privada nacional	490.000
Molfino	Privada nacional	400.000
Federación ARCOL	Cooperativa	300.000
Cotar	Cooperativa	300.000
Manfrey	Cooperativa	280.000
Santa Rosa	Privada multinacional	200.000
Parmalat	Privada multinacional	185.000
La Suipachense	Cooperativa	140.000
Cotapa	Cooperativa	130.000
El Amanecer	Privada nacional	120.000

Fuente: SAGPyA (1997)

**Cuadro 16: Principales industrias lácteas y la marca comercial de sus productos**

Empresa	Marcas comerciales
SanCor Coop. Unidas Ltda.	SanCor, San Regim (bajas colorías), Sancorito, Las Tres Niñas, SanCor Infantil, Bebé, Mamá y Prematuro (leches modificadas), Tholem, Sancor Bio, Cabaña Santa Brígida, Angelita, Granja Blanca y Lechelita, SC, Aromito, Yógs
Mastellone Hnos. S.A.	La Serenisima, Crecer, Casanto, García, Armonía, Fortuna, SereCol
Lácteos Longchamps (Danone)	Compró a Mastellone sus líneas de yogures, leches saborizadas, quesos untables y postres y flanes. La Serenisima, Casancrem, Casandiet, Serenito, Festy bon, Ser, García, Cindor, Cindor Hand Shake, La Selección, Serenísimo, Danonino, Actimel
Nestlé Argentina S.A.	Nestlé, Nido, La Lechera, Mendicrim, Mendirella, Molico, NAN, Nestum, Frigor y Shimmy, Nesquik.
Milkaut Asoc. Unión Tamb.	Milkaut, Fransafé, Yupanqui, JR, Chis, Family, Windy
Suc. De Alfredo Williner S.A.	Ilolay, Ilolay Vita, de Lorenzi, Récord
Abolio y Rubio S.A.C.I. y G.	La Paulina, Marull, Senda, AYR, Tío Pujio
Verónica S.A.	Veronica, Pergamino
Molfino Hnos. S.A.	Molfino, Ricrem, Supercrem, Yantar
Santa Rosa Est. (Bongrain)	Santa Rosa, Adler y Bavaria
Parmalat Argentina S.A.	Parmalat, Sandy, Gándara, Gandacrem, Yogurbelt, Saavedra, Chascomús, Fity, El Pampa, Zymil, Cheesbelt

Fuente: SAGPyA (2002)

En los últimos años, el mercado de los alimentos en general, y el de lácteos en particular, ha adquirido una gran complejidad. En este marco, la comercialización de productos lácteos ha mostrado dos tendencias cada vez más firmes: por un lado, el lanzamiento al mercado de productos de segundas y terceras marcas, como estrategia de las industrias para competir con precios más bajos en algunos segmentos; y por el otro, el desarrollo de las marcas propias de la distribución, como una clara demostración de su creciente poder dentro de la cadena. En ambos casos se observa que los precios son inferiores a los de los productos de marcas líderes.

Se registró un aumento de la participación de las segundas y terceras marcas de la industria y de las marcas de la distribución, que las firmas lácteas elaboran para los supermercados.

En relación con segundo fenómeno cabe consignar que, según cifras de la consultora Nielsen (2001) , la participación de las marcas propias prácticamente se duplicó entre el 2º semestre de 1999 y el 1º de 2001, cuando alcanzó el 8%. Para dicha consultora, la incidencia es aún mayor en el caso de los alimentos, donde las líneas de las grandes cadenas ya controlan el 12% de las ventas. En los productos lácteos, las participaciones son del 12,4% para las leches fluidas, del 11,4% en flanes y del 10,9% en mantequilla.

De acuerdo a Nielsen, el principal factor que impulsó el crecimiento de las marcas propias es precisamente el precio: en los últimos dos años el diferencial de precios promedio entre las primeras marcas y las líneas de los supermercados se incrementó desde un 23% a un 35%.

Es interesante también la creciente presencia en los supermercados de productos, con o sin marca, elaborados por PyMEs regionales. Se observa principalmente en los quesos, el rubro más significativo en el mercado interno, tanto en términos de litros industrializados como de facturación. La tendencia a la expansión de las segundas y terceras marcas, desarrollada por la industria en los últimos años, apunta a segmentos de menor poder adquisitivo.

Las principales fábricas procesan marcas propias para los super e hipermercados:

- Abolio y Rubio y Parmalat para Carrefour;
- Sancor, Mastellone, Lácteos Longchamps y Parmalat para COTO,
- Milkaut, Sancor y Mastellone para Norte;
- Williner para Wal-Mart;
- Parmalat y Verónica para Disco ("Bell's");
- Molfino y Parmalat para DIA.

Entre 1993 y 1998, las inversiones en la industria láctea alcanzaron los 1.300 millones de dólares, el 14% del total de la industria alimentaria. La actividad ocupa

---

el segundo puesto en cuanto al monto de inversiones, luego de la rama "Elaboración de aceites y grasas vegetales".

En los últimos tres años el ritmo de las inversiones disminuyó sensiblemente, en gran medida debido a las dificultades económico-financieras de muchas firmas, a lo que hay que agregar que la mayoría de los grandes proyectos encarados por las empresas líderes ya se encontraban en su fase final de ejecución.

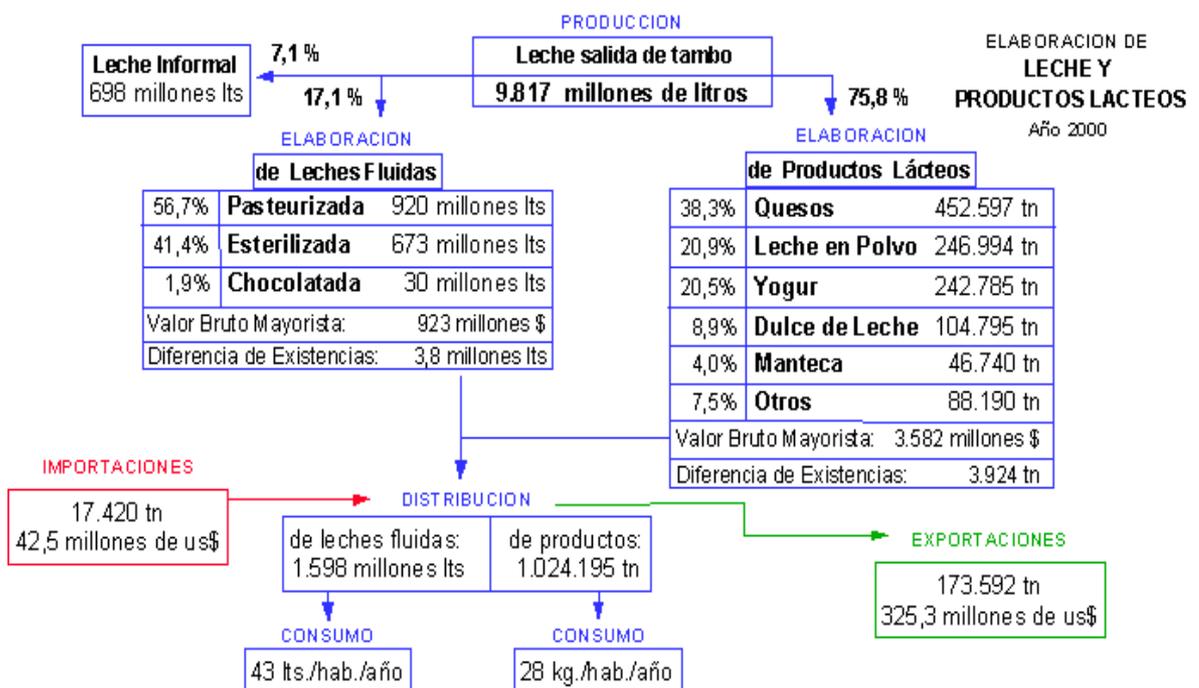
Las inversiones en leche en polvo permitieron duplicar, entre 1994 y 1998, la capacidad instalada para su elaboración. También se destinaron montos importantes a las plantas de yogures y quesos blandos.

### IV.3.1.5 PRODUCTOS

En el siguiente diagrama se presenta la cadena de lácteos (SAGPyA, 2002), de acuerdo a los datos del año 2000, en el cual se pueden observar los canales de distribución, así como los principales productos comercializados, en volumen y en porcentaje.

Del total de leche ofrecida por el sector de la producción primaria, el 76% se destina a elaboración de productos. El producto más importante es el queso, al que se destina el 38% del volumen, seguido por la leche en polvo y el yogur con algo más de 20% cada uno.

A continuación se presenta un diagrama extractado de SAGPyA (2002) que permite visualizar los canales de comercialización, con los volúmenes negociados, de la cadena de productos lácteos en Argentina.



En las leches fluidas, la mayor parte se destina a leche pasteurizada (57%) y el 41% de leche esterilizada (UAT) constituye un notable avance de este tipo de producto. Las leches fluidas representan un comercio de 923 millones de dólares, en tanto los productos elaborados representan un valor bruto mayorista de 3582 millones de dólares.

**Cuadro 17: Evolución de la producción de productos lácteos en Argentina durante el período 1989-1998.**

Miles de tn	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Leche en polvo entera	93	85	69	71	81	102	146	162	166	210
Leche en Polvo descremada	43	34	23	23	22	27	37	36	40	37
Queso Pasta Dura	47	45	46	51	46	56	51	52	57	58
Queso de Pasta semidura	106	109	115	118	109	120	112	114	127	122
Queso de Pasta Blanda	137	146	163	160	187	201	198	222	226	227
Mantequilla	47	41	38	37	36	43	51	52	49	48
Dulce de leche	65	71	75	87	92	102	106	106	111	108
Yogur	132	128	176	202	218	231	221	216	215	221

Fuente: SAGPyA (2002)

En el Cuadro 17 se presenta la evolución de la producción de lácteos en la Argentina desde el año 1989 hasta el 1998. Puede observarse el importante incremento relativo de la leche en polvo entera (125%) entre 1989 y 1998 y, aunque menor, también es destacable el avance de los quesos de pasta blanda (65%) y el yogur (67%). En contraste, la mantequilla quedó estancada en 48 mil toneladas y la leche en polvo descremada retrocedió de 43 a 37 mil toneladas.

La producción nacional de lácteos creció a una tasa del 5% en la década del 80, mientras que en la década del 90 lo hizo a un ritmo del 4% anual, con un cambio en la composición de esa producción, orientándose hacia productos de mayor valor agregado. Esto se evidencia a través de la relación productos/leche fluida, que evolucionó de 2,5 en 1992 a 3,2 en 1998.

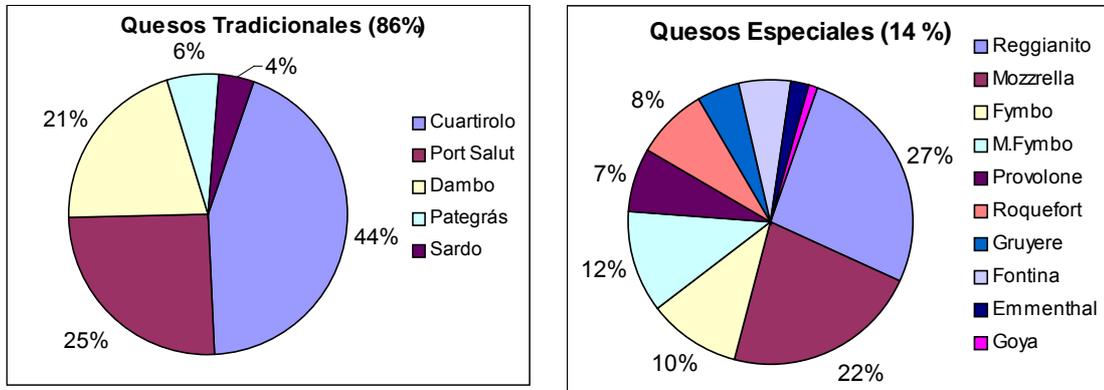
### IV.3.2 CONSUMO NACIONAL

El consumo interno del 2000 fue alto (230 litros/persona/año), en segundo lugar después de Uruguay entre los países de América Latina y en el mismo nivel que varios países europeos.

El consumo argentino se caracteriza por una elevada participación de los quesos (blandos, semiduros y duros), que representan entre el 45 y el 50 % del total, seguidos por la leche fluida (20 %), la leche en polvo, mantequilla, dulce de leche y productos menores. Dentro del rubro quesos, el consumidor argentino demanda básicamente variedades con muy poco grado de diferenciación, como se muestra en la Figura 27.

Allí se observa que un porcentaje mayoritario del consumo se dirige a quesos de bajo grado de diferenciación, y que no participa del comercio internacional

**Figura 27: Tipos de quesos consumidos en el mercado interno argentino.**



Fuente: Nielsen (2001)

Siguiendo la tendencia empírica observada mundialmente, la evolución del consumo de leche en la Argentina muestra la marcada influencia que ejercen las fluctuaciones en los ingresos de la población. En efecto, a partir de 1991, la mejora del poder adquisitivo explicaría el aumento del consumo per capita de lácteos, que pasó de 185 litros/hab.año en 1991 a los 230 litros en 2000.

Las mayores tasas anuales de crecimiento en la década se registraron en los rubros postres y flanes (3%), leches fluidas (2,6%), yogur (2,3%), dulce de leche (2,3%) y quesos (2%). Entre los quesos, se destaca la expansión de los de pasta blanda y pasta dura.

En el mediano plazo se estima que el consumo total nacional aumentará "acompañando" el crecimiento vegetativo de la población o levemente por encima de él. Probablemente dicho incremento se orientará, siguiendo la tendencia mundial, hacia productos frescos tales como yogures y otros fermentados, quesos untables y blandos, leche líquida especialmente UAT y "funcionales", con agregado de calcio, bacterias específicas o concentrados proteicos.

La reducción de los ingresos, y consecuentemente del nivel de consumo de las familias, que viene registrándose desde mediados de 1998, repercutió también en el mercado de los lácteos. En este caso el ajuste se produjo, en una primera etapa, a través de la disminución de precios y se agudizó a partir del 4º trimestre de 1999, cuando la retracción alcanzó también a las cantidades consumidas.

### IV.3.3 COMERCIO

Al describir las características del Mercosur quedó claro que la participación de Argentina en el comercio de lácteos es desde su posición exportadora. En el

Cuadro 18 puede apreciarse que el comercio de productos lácteos argentinos presenta una balanza comercial favorable, donde las exportaciones superan ampliamente a las importaciones.

**Cuadro 18: Comercio de lácteos argentinos durante los años 2001 y 2002**

Toneladas	Exportaciones	%	Importaciones	%	Balanza
2001*	148.619	-14,2%	19.930	14,7%	128.689
2000	173.591	-20,0%	17.420	1,2%	156.171

Fuente: SAGPyA (2002)

### IV.3.3.1 EXPORTACIONES

Las exportaciones de productos lácteos en la década del '90 tuvieron como principal destino a Brasil (70-80 % según los años), siguiéndole en importancia Estados Unidos (donde Argentina tiene una cuota de quesos de unas 6.000 toneladas, la mayor parte de pasta dura) y Paraguay. La devaluación brasileña que comenzó en enero de 1999 obligó sin embargo a la industria argentina a buscar nuevos mercados, apareciendo así destinos como México, Chile y Perú, entre los más importantes, más un conjunto bastante diverso de importadores de África, Medio Oriente y Asia, hasta el punto que según la información disponible para el período Enero-Agosto de 2001, las exportaciones a Brasil sólo representaron el 43,8 % del total (en valor).

En el Cuadro 19 se puede apreciar la evolución de las exportaciones lácteas argentinas en el período 1991-2001, que tuvo su época de más favorable en la primera mitad de la década '90. Los últimos dos años se han caracterizado por una caída de las exportaciones, que acompaña a la crisis del sector lácteo argentino.

Como se señaló, la proporción total de leche comercializada internacionalmente (excluyendo el comercio dentro de la Unión Europea), representa apenas el 7% de la producción mundial, unos 34.000 millones de litros.

Según datos del USDA, la Argentina es el 5° exportador mundial de leche en polvo entera, el 9° de quesos, el 10° en mantequilla y el 11° en leche en polvo descremada. No obstante, solo en el caso de la leche en polvo entera la participación argentina adquiere cierta relevancia (10%).

El comercio exterior de lácteos argentinos presentó, en la última década, un comportamiento muy asociado a la situación coyuntural del mercado doméstico. Cuando el consumo interno se fortaleció y superó a la oferta nacional, se recurrió a la importación (1991/92); cuando se dieron años benignos para la producción y/o el mercado doméstico se retrajo, se colocaron grandes volúmenes excedentes (Efecto Tequila en 1995 y crisis de sobreoferta interna en 1999).

**Cuadro 19: Exportación de productos lácteos argentinos en el período 1991-2001, en toneladas y en miles de dólares**

Exportación de productos lácteos

	toneladas	%	miles dólares	%
2001	148.619	-14,2%	292.200	-10,4%
2000	173.591	-20,0%	326.986	-12,5%
1999	216.413	45,9%	372.591	14,6%
1998	148.303	17,9%	325.186	8,2%
1997	125.804	10,5%	300.575	1,7%
1996	114.185	9,7%	296.411	6,0%
1995	103.856	103,0%	278.806	118,5%
1994	51.168	73,6%	127.577	62,2%
1993	29.472	492,0%	78.645	414,0%
1992	4.979	-84,8%	15.302	-76,7%
1991	32.607	-	65.409	-

Fuente: SAGPyA (2002)

El fuerte aumento de las exportaciones a partir del año 1995 resultó de la incorporación formal de Brasil como socio comercial y transformó al sector en fuerte generador de divisas para el país.

Si bien entre 1996 y 2000 las ventas externas crecieron a mayor ritmo que el consumo interno, el mercado doméstico absorbió más del 75% de los 950 millones de litros de producción adicional generada en dicho lapso, lo que confirma su papel central en la dinámica del sector.

En el decenio '91/'00 las exportaciones argentinas representaron, en promedio, el 10% de la producción nacional, con un mínimo del 1% en 1992 y un récord del 17% en 1999. En dicha década el crecimiento anual fue del 20,5% en volumen y del 19,5% en valor.

En 2000, se exportaron 174.000 toneladas, un 20% menos que en el año '99. Los volúmenes exportados representaron un ingreso de U\$S 325 millones FOB en 2000, con una merma del 13% con respecto al año anterior.

El precio promedio anual de obtenido fue del orden de los 1680 U\$S/tonelada para el año 2000, lo que significa una mejora del 13% sobre el promedio de 1999.

En 2000, las colocaciones de leche en polvo y quesos sumaron el 84% del total en volumen y 88% en valor. En el último quinquenio se registró un aumento de participación de las leches en polvo, a expensas de la caída de los quesos y la mantequilla.

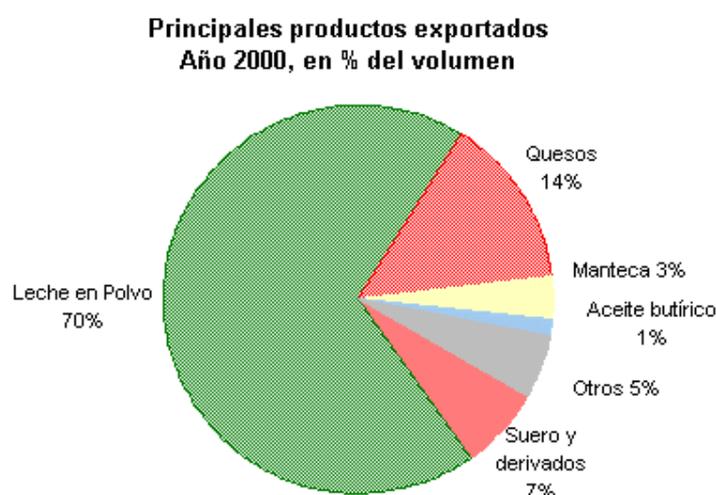
El Mercosur ha sido en los últimos años el principal comprador de nuestros productos. En 2000 acaparó el 76% del tonelaje transado. En dicho año, la Argentina exportó lácteos a 65 países, aunque sólo 13 de ellos representaron individualmente compras superiores al 1% del total. Brasil, primero en el ranking, se llevó el 71% de nuestras ventas externas, con una caída de 3 puntos porcentuales respecto del promedio del período 1995-1999. Los tres primeros destinos, Brasil, México y Chile sumaron el 83% del volumen total y el 80% del valor total de 2000.

Las ventas externas acumuladas hasta septiembre de 2001 alcanzaron las 99.000 toneladas y los U\$S 192 millones FOB, cifras un 25% y 20% menores que las correspondientes a 2000.

Mientras que el volumen acumulado de las ventas en Brasil (casi 47% del total) disminuyó un 53% respecto del año anterior, el correspondiente a los restantes destinos creció un 65%.

La caída de nuestras exportaciones reconoce múltiples causas. En el ámbito nacional, y frente a la menor disponibilidad de materia prima, la firme decisión de las industrias líderes de no destinar parte de su producción a la exportación, y así resignar participación en el mercado doméstico. En el frente externo, la reducción a la mitad de las importaciones de Brasil.

Figura 28: Participación porcentual por productos dentro del volumen de exportaciones lácteas argentinas en el año 2000



\* Provisorio.  
Fuente: Dirección de Ind. Alimentaria sobre la base de datos de INDEC y Aduana.

Fuente: SAGPyA (2002)

La merma de las compras brasileñas resulta de la convergencia algunos factores:

- El acuerdo de precios mínimos para la leche en polvo, alcanzado con la Argentina en febrero del corriente año.

- 
- La devaluación del real frente al dólar, que ya se ubica en el orden del 40%.
  - La tendencia alcista de los precios internacionales, por lo menos durante gran parte de este año.
  - El crecimiento importante de la producción doméstica brasileña.
  - La merma del consumo interno, como consecuencia del inicio de un ciclo recesivo y la crisis energética.

En la Figura 28 se ha representado la participación de los productos dentro del volumen de exportaciones lácteas argentinas en el año 2000.

#### IV.3.3.2 IMPORTACIONES

Las importaciones de productos lácteos –salvo un pico registrado a comienzos de la década del '90- no han sido cuantitativamente importantes en la Argentina, ya que apenas alcanzan al 1 % de la oferta total (según se desprende de los datos presentados en el Cuadro 1).

Desde una perspectiva más desagregada, sin embargo, las importaciones de productos lácteos juegan un rol de mayor peso en la determinación de los precios de mercado interno. Ello se debe a que la información estadística que se utiliza normalmente no registra las importaciones totales<sup>7</sup>, que según algunas fuentes son entre 3 y 4 veces mayores que las consignadas, especialmente en el rubro quesos.

El promedio de las importaciones representó, en el último decenio, sólo el 4% de la producción nacional, con un mínimo del 0,7% en 2000 y un récord del 13% en 1992, cuando se registró un aumento del consumo interno per cápita del 15%.

Luego del pico alcanzado en 1992 las compras externas se estabilizaron en el orden de las 20/25.000 toneladas anuales. En 2000, se importaron 17.420 toneladas, el 1,5% más que en el año anterior. Las compras representaron un monto de U\$S 43 millones FOB.

En los últimos años, las leches en polvo, la mantequilla y la crema perdieron participación en la composición de las importaciones, en favor de los quesos y los helados, que actualmente ocupan los dos primeros lugares con un 68% del volumen.

El Mercosur es también el principal proveedor de productos lácteos de la Argentina y concentró en 2000 el 52% del volumen total. En el último quinquenio, Uruguay fue el proveedor individual más importante. Según datos provisorios, las

---

<sup>7</sup> Para la normativa argentina (Decreto 1812/92), los productos lácteos que ingresan al país en envases para ser comercializados directamente al público son inspeccionados por el Ministerio de Salud Pública, por lo que no son registrados por la estadística que se utiliza normalmente, que surge de los registros de SENASA.

---

compras externas acumuladas hasta septiembre de 2001 habrían sido un 8% menores que las correspondientes a 2000.

#### **IV.3.4 PRECIOS Y COSTES NACIONALES**

En primer lugar, la extensión geográfica de la cuenca lechera nacional, unida a la historia de decisiones estratégicas de las empresas más importantes, ha determinado que los costes de fletes (que representan entre el 5 y 10 % del coste de la materia prima) adquieran una dimensión importante en Argentina, en comparación con otros países del mundo. Ello se agrava por los altos costes del combustible, del capital rodante y de los peajes.

La otra dimensión de la localización es la distancia a los principales mercados internacionales y los costes de transporte, que en el pasado fueron un problema competitivo de magnitud, pero actualmente se acercan bastante a los costes de los principales competidores, o son incluso menores (comparando, por ejemplo, con Nueva Zelanda, destinos Perú o México).

Con respecto a la eficiencia de costes, la evidencia empírica indica que las condiciones de negociación de industria láctea argentina frente al sector de la distribución minorista más concentrado (super e hipermercados, "pool" de compras) son cada vez más difíciles, obligándola a concesiones de precios que sólo son sostenibles si están respaldadas por altos niveles de eficiencia de costes.

El sector proveedor de la industria láctea es la producción primaria de materia prima (leche), que representa entre el 40 y 80 % de los costes de producción en este segmento.

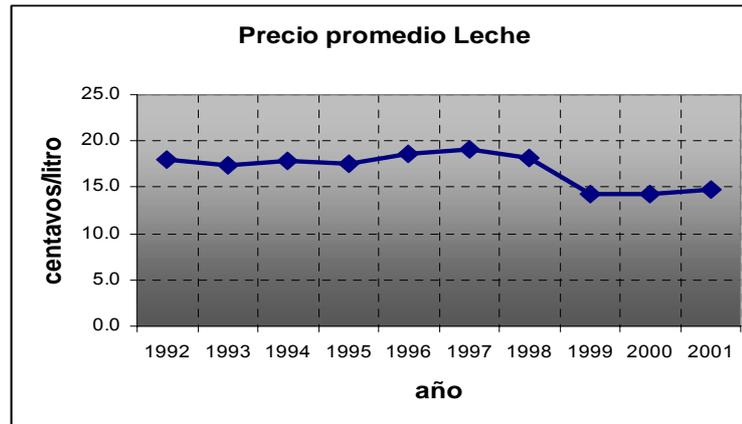
Los precios al productor primario registraron una fuerte recuperación en 1991/92 como consecuencia del proceso de estabilización económica. Luego experimentaron una leve tendencia a la baja, y desde fines de 1998 cayeron abruptamente hasta alcanzar, en noviembre de 1999, el valor mínimo de los últimos 10 años (cercano a los 14 centavos por litro).

Puede observarse la evolución de los precios pagados al productor por la leche en la zona de industria (centro de Santa Fe y Córdoba) a lo largo de la década del '90 (Figura 29)

En la otra zona lechera importante de Argentina, que comprende el sur de las provincias de Santa Fe y Córdoba y la provincia de Buenos Aires, los precios son normalmente un 5-10 % superiores que en la denominada zona de industria. En función de esto, y comparando estas cifras con la evolución de la producción a lo largo de la década, podría afirmarse entonces que existe un rango entre 0,16 y 0,18 U\$S/litro, cuya ubicación exacta depende del precio de los otros productos.

---

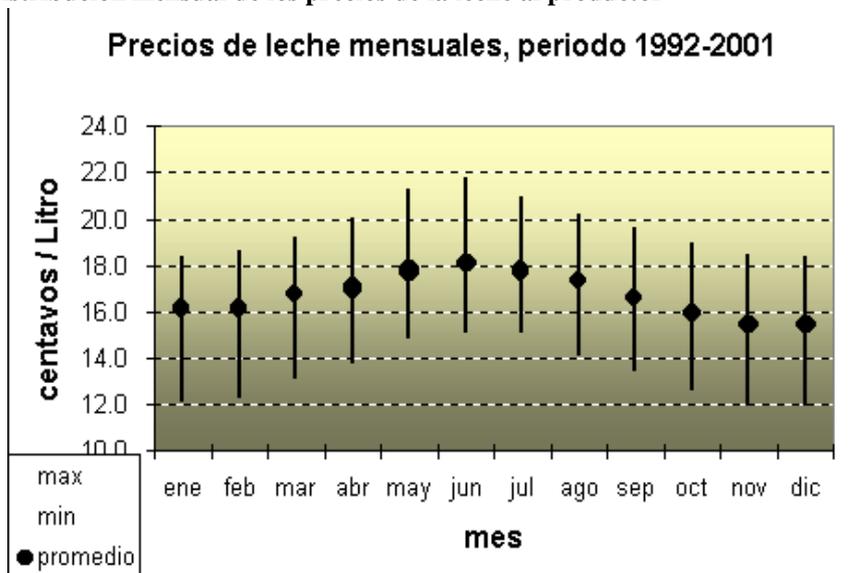
Figura 29: Evolución del precio de la leche para industria, 1992-2001.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Centro de la Industria Lechera

En la Figura 30 pueden apreciarse las diferencias mensuales de los precios pagados por la industria al productor. Claramente se ve la incentivación realizada por la industria, a través de un mayor precio por la leche de invierno, para compensar las variaciones intra-anales en la recepción de leche debido, fundamentalmente, a la variación anual de la oferta forrajera.

Figura 30: Distribución mensual de los precios de la leche al productor



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Centro de la Industria Lechera

El precio de mayo-junio-julio es el mayor precio en el año, y es el período de menor oferta forrajera estacional, con lo cual los productores que deseen mantener una buena producción de leche en dicho período deberán realizar reservas de forraje y comprar alimentos concentrados adicionales. De esa

manera, elevan su coste de producción persiguiendo el objetivo de lograr mayores precios por su leche.

### **IV.3.5 EL ROL DEL GOBIERNO**

El rol de gobierno ha sido importante en el desarrollo de la configuración actual del sector lechero argentino. En el año 1974 se instaló un sistema de precios máximos, que cubría gran parte de los productos alimenticios. El sistema fue derogado en 1977, pero se mantuvieron precios controlados para leche fluida, mantequilla y pan. Luego fueron excluidos los dos últimos productos, y finalmente también la leche fluida, aunque formalmente el principal proveedor acostumbraba a informar los cambios de precios a la Secretaría de Comercio. Los controles de precios fueron introducidos otra vez en la segunda parte de la década del '80, para ser finalmente eliminados a partir del año 1991.

La otra acción importante del gobierno en términos de intervención fue la puesta en marcha (Ley 23.359/86) de un mecanismo de concertación sectorial, la COCOPELE (*Comisión de Concertación de Política Lechera*), complementado con un sistema de promoción de exportaciones, el FOPAL (*Fondo para la Actividad Lechera*), que funcionaron a partir del año 1986 hasta el año 1992. En este año fueron eliminados por el denominado "decreto de desregulación económica" (Dec. 2294/92). Durante el resto de la década del '90, y hasta el presente, el rol del gobierno se limitó a cuestiones vinculadas con la transferencia tecnológica, el desarrollo de marcos normativos para cuestiones de calidad, cuestiones sanitarias y fito-sanitarias y la participación en negociaciones internacionales.

La falta de intervención gubernamental funcionó bastante bien durante todo el proceso de crecimiento que finalizó en los años 1998-99. Pero en el sector lácteo ocasiona algunos efectos negativos, como por ejemplo que no exista un sistema único de pago por la leche (en términos de calidad bromatológico-sanitaria y composición físico-química), más allá de los límites máximos de aceptabilidad fijados por el Código Alimentario Argentino.

Además, la crisis de los últimos años disparó una serie de demandas desde los diferentes sectores de la producción y la industria láctea, no todas coincidentes, pero que en general ponen de manifiesto deseos de un rol más activo del sector público en el acompañamiento del desarrollo lechero.

### **IV.3.6 PERSPECTIVAS**

La situación actual del sector indica que la expansión de las ventas externas ha ubicado a la Argentina en el privilegiado grupo de los 10 principales exportadores mundiales de leche en polvo entera, quesos y en mantequilla. Si bien a partir del 2000 disminuyó el ritmo de las inversiones, debido a las dificultades económico-financieras de muchas firmas, el monto de las inversiones realizadas entre 1993 y

---

1998 (1.300 millones de dólares) fue muy importante. Con ello la industria ha podido enfrentar el doble desafío de abastecer al mercado interno con productos variados de excelente calidad e insertarse crecientemente en el mercado internacional.

*“Lo peor ya pasó”* se señala en el suplemento agropecuario de La Nación (3 de mayo 2003) en oportunidad de inaugurarse Mercoláctea 2003. Al realizar un análisis de los factores que inciden en el incremento de la producción, pueden elaborarse algunas conclusiones. En principio, los aspectos negativos son:

- El consumo se ubicó para el año 2002 entre los 170 y 180 litros equivalentes por habitante por año; es decir, está muy por debajo de los 230 litros de la década del '90. Pero además, en el actual contexto económico, no se espera que se incremente.
- Las actividades alternativas (especialmente las agrícolas) presentan muy buenos beneficios, debido a altos rendimientos y, especialmente, al precio del dólar relativamente alto también.
- El crédito de mediano plazo, que tanto ayudó al crecimiento de la actividad en la década anterior, actualmente es casi inexistente.

Los factores señalados plantean dudas respecto a la posibilidad de que se instalen nuevas explotaciones lecheras o que las existentes aumenten su estructura. El coste de oportunidad de la tierra es alto y no existe crédito para financiar inversiones.

Entre los factores positivos cabe señalar que la relación leche-maíz, luego de caer hasta niveles mínimos históricos durante todo el 2002, se recuperó y en la actualidad se encuentra por encima del promedio. Ello permitirá incrementar el consumo de concentrados para aumentar la productividad de las vacas.

Dado que no parece ser un buen momento para los que desee iniciarse en la actividad, para los que presentan la mayor parte de las inversiones en la estructura de la empresa, continuar en producción parece la mejor alternativa. Mientras haya un tipo de cambio real alto y los precios internacionales se encuentren en sus valores medios, los productores que sobrevivieron a la crisis pueden tener una perspectiva algo más favorable, sin la amenaza de que otros ingresen de manera agresiva.

Seguramente, los beneficios que se generarán, dada la perspectiva de que los precios de la leche sean relativamente altos, compensarán en parte las pérdidas del pasado. Ese será su premio.

---



En ventura Octaviano;  
Julio César en vencer  
y batallar;  
en la virtud, Africano;  
Aníbal en el saber  
y trabajar;  
en la bondad, un Trajano;  
Tito en liberalidad  
con alegría;  
en su brazo, Aureliano;  
Marco Tulio en la verdad  
que prometía.

Antonia Pío en clemencia;  
Marco Aurelio en igualdad  
del semblante;  
Adriano en elocuencia;  
Teodosio en humanidad  
y buen talante;  
Aurelio Alejandro  
en disciplina y rigor  
de la guerra;  
un Constantino en la fe,  
Camilo en el gran amor  
de su tierra.

J. Manrique (Coplas para la muerte de su padre)

## **V** INFORMACION UTILIZADA Y MODELO EMPÍRICO

**E**ste capítulo describe los materiales y métodos empleados para el análisis empírico de la eficiencia. Los datos, como se anticipó en puntos anteriores, provienen de la realización de un encuesta, motivo por el cual se desarrolla brevemente la metodología empleada para la recopilación de la información y se explican los indicadores, físicos y económicos, utilizados. Posteriormente se detalla la metodología que se emplea para el tratamiento, tanto para la determinación de eficiencia como la metodología de los procesamientos previos y posteriores a dicha determinación.

### **V.1 INFORMACION UTILIZADA**

Los datos que se procesan para realizar todos los análisis de nuestro trabajo provienen de información primaria, obtenidos por encuesta directa a las explotaciones lecheras de la región de la Cuenca de Abasto Sur.

En la región no existían estadísticas oficiales ni que proporcionaran información económica de las explotaciones lecheras. Tampoco se habían realizado trabajos

---

privados de encuestas. Ello fue el primer disparador del trabajo efectuado: se firmó un convenio regional entre la Universidad Nacional de Lomas de Zamora y la Sociedad Rural de Coronel Brandsen, con un proyecto que contempló analizar una población de 52 explotaciones inscriptas en los registros de control lechero de la Sociedad Rural.

La meta fue recopilar información técnica y económica para realizar un diagnóstico de las explotaciones. Debe señalarse la falta de disponibilidad de información contable de la mayoría de las empresas y escasa información que guardan los ganaderos sobre su explotación. Por lo que fue necesario reconstruir los datos a partir de información proporcionada por el productor. Ello implicó, en algunos casos, reconstruir gastos e ingresos anuales con el apoyo de información física, y en consecuencia lo que se obtuvo es una estimación de los verdaderos resultados.

Una vez realizada la encuesta, y conocidos los resultados preliminares de la misma, la Sociedad Rural se interesó en la continuación de los estudios. Por lo expuesto, se realizó una nueva encuesta. De ésta manera, se obtuvieron datos correspondientes a 2 relevamientos, uno del ejercicio 1997/98 y otro del ejercicio 1999/2000.

### **V.1.1 LA ENCUESTA**

La información se registró con un conjunto de planillas preelaboradas cuyo contenido se volcó a una planilla de cálculo para su procesamiento (Borga et al, 1996). Se lograron 39 encuestas, debiendo descartarse 4 por información incompleta. La base quedó conformada por 35 casos con datos correspondientes al ejercicio 1997/1998.

Cada encuesta correspondió a una unidad productiva con un equipo de ordeño mecánico, por lo cual la sumatoria no representa la cantidad de productores, ya que hay casos donde un propietario posee más de una explotación o unidad productiva.

La segunda encuesta se propuso encuestar a las mismas explotaciones lecheras de la primera. Pero 14 de ellos no pudieron ser encuestados ya que 6 habían cerrado o vendido y en otros 8 casos no se logró reunir la información completa.

Se logró reunir información completa de 21 explotaciones lecheras, con datos técnicos y económicos correspondientes al ejercicio 1999/2000.

Debe puntualizarse el hecho de que todas las explotaciones encuestadas en Abasto Sur realizan el control lechero, ya que ésta fue la población elegida.. El 88,2% disponía de equipo de frío, el 91,4% utilizaba la inseminación artificial y un 82,9% criaba artificialmente sus terneros.

---

---

## V.1.2 INDICADORES TÉCNICOS, ECONÓMICOS Y DE ESTRUCTURA EMPLEADOS

### V.1.2.1 INDICADORES ECONOMICOS

Gasto: erogación de dinero destinada al pago de bienes y servicios que se consumen en el ejercicio. Se consideraron los siguientes rubros de gasto:

- *Alimentación*
- *Sanidad*
- *Mantenimiento de sala de ordeño*
- *Reproducción*
- *Mano de obra*
- *Arrendamientos*
- *Compra de ganado*
- *Maquinaria contratada*
- *Combustible labores*
- *Semillas*
- *Agroquímicos*
- *Electricidad*
- *Conservación maquinarias*
- *Conservación y mantenimiento de mejoras*
- *Asesoramiento*
- *Gastos varios*

Amortizaciones: es la remuneración a la utilización de un bien durable para cubrir su depreciación por desgaste u obsolescencia. Se calcularon considerando una vida útil de 20 años para la maquinaria y de 40 años para las mejoras.

Ingresos Brutos: surgen de la sumatoria de las ventas de los distintos productos originados en la explotación y la diferencia de inventario de hacienda entre el final y el principio del ejercicio.

Resultado Operativo: proviene de la diferencia entre los Ingresos Brutos y el total de Gastos (directos y de estructura).

Beneficio: (B) resulta de la diferencia entre el Resultado Operativo y las Amortizaciones de la maquinaria y las mejoras.

Rentabilidad: se calculó dividiendo el Ingreso al Capital (B menos la retribución a la mano de obra familiar no remunerada) por el Capital Promedio Operado (tierra con mejoras más capital de explotación fijo, constituido por la maquinaria y el rodeo lechero).

Retribución a la mano de obra familiar: se estimó multiplicando los equivalentes hombre<sup>8</sup> aportados por la mano de obra familiar no remunerada por un salario anual de 5200 U\$S.

Costes de oportunidad de los capitales involucrados: se aplicó una tasa del 5% sobre el capital promedio operado.

---

<sup>8</sup> Un equivalente hombre es el trabajo aportado por un adulto a lo largo de un año (2400 horas)

---

Coste de Producción: dada la importancia que esta medida posee en el sector lácteo, se explica en detalle.

**Coste de Producción:** De acuerdo a lo expuesto en el capítulo II, el coste de producción surge de dividir el coste total por la cantidad de producto. En el caso de empresas lecheras, debe surgir de dividir por la producción de leche, pero deben considerarse algunas particularidades.

Las amortizaciones y los intereses o costes de oportunidad son “no en efectivo”, es decir se calculan o se “imputan”. Esto puede tener especial importancia y una gran repercusión sobre el coste en el caso de la tierra. En ocasiones se imputa como renta fundiaria una tasa del 4 o 5%, en otras se incluye como coste de oportunidad el valor de un arrendamiento. También puede tener algún peso la imputación del coste de oportunidad del trabajo familiar no remunerado, que según los casos podría ser muy alto o muy bajo (inclusive cero).

Precisamente, un tema de controvertido es la inclusión de los intereses en el coste de producción. Si se incluye, se estaría prefijando una tasa de ganancia o rentabilidad a los factores de la producción. Pero tampoco es correcto no incluirlos. Lo apropiado sería incluirlos si el objetivo de calcular el coste es el de fijar precios (donde hay que retribuir a todos los factores de la producción) y no deberían incluirse cuando el objetivo es calcular los resultados alcanzados por una empresa en un período determinado.

Por ello diversos autores, tanto en Estados Unidos (Frank y Vanderlin, 1998) como en la Unión Europea (Poppe. y Boone, 1998), han establecido las siguientes categorías de coste de producción:

*Coste de corto plazo (CCP):* incluye únicamente a los gastos operativos o en efectivo, que comprende tanto a los directos como a los de estructura.

*Coste de mediano plazo (CMP):* incluye a los gastos operativos y a las amortizaciones de la maquinaria y las mejoras.

*Coste de largo plazo (CLP):* incluye a los gastos operativos, a las amortizaciones y a los intereses o costes de oportunidad de los capitales involucrados y del trabajo familiar no remunerado.

Un aspecto importante es que la explotación lechera generalmente constituye la única actividad de la empresa, pero donde habitualmente hay subproductos (o productos conjuntos) como son los terneros, las vacas de descarte, las vaquillonas, e inclusive granos o reservas que pueden no necesitarse para la suplementación y se venden. Es bastante común por cuestiones prácticas que en estas explotaciones no se registren o diferencien los gastos incurridos para cada uno de esos rubros o subproductos o productos conjuntos.

---

En consecuencia para el cálculo del coste de producción de la leche hay que realizar alguna aproximación para no cargar todos los egresos solamente a la leche. Para ello hay dos métodos, cada uno de los cuales tiene su fundamento económico.

El primer método, denominado coste por unidad de producto equivalente, supone que en el largo plazo que todos los productos y subproductos generan el mismo beneficio, lo cual sería apropiado para un análisis de costes en el largo plazo.

El segundo método, denominado coste residual por unidad de producto principal, supone que el producto secundario es producido sólo porque existe el producto principal. En consecuencia supone que los ingresos del subproducto son iguales a sus propios costes, es decir no generan beneficios.

Este método sólo es apropiado cuando el producto principal tiene una alta participación en los ingresos, superior al 70%. Dado que en el conjunto de explotaciones, en nuestro análisis, no se presentaba ningún caso donde las ventas de carne superaran el 22% de las ventas totales, se decidió utilizar el método del coste residual por unidad de producto principal. El cálculo consistió en restar a la sumatoria de gastos totales, amortizaciones e intereses (cuando se trata de coste de largo plazo) los ingresos por la venta de productos secundarios (carne y granos); al resultado se lo dividió por los litros anuales producidos.

### V.1.2.2 INDICADORES DE ESTRUCTURA

Se sintetizan, a continuación, los indicadores de estructura utilizados en el procesamiento de los datos de las encuestas 1997/98 y 1999/2000.

Indicador	Símbolo	Unidad
Superficie Propia	Sup.propia	Has
Superficie Alquilada	Sup.alquilada	Has
Superficie Ganadera	Superficie	Has
Total de Equivalentes Vacas	EV	EV
Vacas totales	VT	Vaca
Vacas en Ordeño	VO	Vaca
Equivalentes hombre	EH	EH
Equivalentes hombre familia	EH flia	EH
Capital total	Cap.	U\$\$
Capital fundiario	Cap.fund	U\$\$
Capital maquinaria	Cap.maq.	U\$\$
Capital hacienda	Cap.hac.	U\$\$
Litros diarios de leche	Lts/día	Lts/día

### V.1.2.3 INDICADORES TÉCNICOS

Los indicadores técnicos empleados durante el procesamiento fueron numerosos, de acuerdo al objetivo adicional que nos planteamos de identificar estrategias diferenciales, las cuales se exploran a través de los indicadores.

Indicador	Símbolo	Unidad
Porcentaje de Praderas	Praderas	%
Porcentaje de vacas en ordeño	% VO	%
Vacas por hectárea	Vt/ha	Vt/ha
Equivalentes vaca por hectárea ganadera	EV/ha	EV/ha
Kilogramos de Grasa butirométrica por hectárea año	Kg GB/ha/año	KgGB/ha /año
Litros por vaca en ordeño por día	Lts /VO/día	Lts/VO /día
Concentrados/VO/día	Kg/VO/día	Kg/VO/día
Gramos concentrado por litro de leche	Grs/lit	Grs/lit
Porcentaje de Mano de obra familiar	% M.de O. Fliar	%
Equivalentes hombre cada 100 has	EH/100 has	EH/100 has
Kilogramos de grasa butirométrica por Equivalente hombre	kg GB/EH	kg GB/EH
Coste de producción de corto plazo	CCP	U\$\$/litro
Coste de producción de mediano plazo	CMP	U\$\$/litro
Coste de producción de largo plazo	CLP	U\$\$/litro
Precio leche	Precio	U\$\$/litro
Beneficio por hectárea	B/ha	U\$\$/ha
Capital total por hectárea	Cap/ha	U\$\$/ha
Ingreso bruto/ha	IB/ha	U\$\$/ha
Gastos directos por hectárea	GD/ha	U\$\$/ha
Gastos de estructura por hectárea	GE/ha	U\$\$/ha
Gastos/ha	Gastos/ha	U\$\$/ha
Amortizaciones por hectárea	Amort/ha	U\$\$/ha
Gastos alimentación por año	Gtos alim./año	U\$\$/ha
% Gasto alimentación respecto a la venta de leche	% gto alim/ vta leche	%
Gasto alimentación por vaca	gasto alim./VT	U\$\$/ha
% Gasto alimentación del gasto total	% gto conc/ gto total	%
Gastos de concentrados por hectárea	Gtos conc/ha	U\$\$/ha
Gastos de concentrados por litro	Gtos conc/lit	U\$\$/lt
Gastos directos por litro	GD/litro	U\$\$/lt
Gastos de estructura por litro	Gtos estr/litro	U\$\$/lt
Gastos por litro	Gtos/litro	U\$\$/lt
Kilogramos grasa butirométrica por Equivalente Hombre	Kg GB/EH	U\$\$/EH
Capital hacienda por Equivalente vaca	Cap hac/EV	U\$\$/EV
Capital fundiario por hectárea	Cap fund/ha	U\$\$/ha
Capital maquinaria por hectárea	Cap.maq/ha	U\$\$/ha
Capital hacienda por hectárea	Cap.hac/ha	U\$\$/ha
Capital total por hectárea	Cap./ha	U\$\$/ha
Sueldos por Equivalente hombre	Sueldos/EH	U\$\$/EH

## **V.2 METODOLOGIA EMPLEADA**

### **V.2.1 ANÁLISIS EXPLORATORIO**

Este análisis es el primer tratamiento de los datos, empleando estadísticas descriptivas, análisis de correlación y análisis de grupos. Se trabaja empleando la base de datos del primer relevamiento, con 35 casos.

Posteriormente, se procesó la base de 21 observaciones con dos períodos de tiempo, para apreciar la evolución de las empresas a través de indicadores técnicos y económicos.

El análisis global de los cambios operados en las explotaciones entre ambos ejercicios fue realizado aplicando el test de Student de diferencias de medias.

### **V.2.2 MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA**

Una vez conocida las características de las explotaciones y de haber investigado algunas diferencias entre ellas a través de indicadores físicos y económicos, se procedió a estimar eficiencia.

#### **V.2.2.1 ELECCIÓN DEL MÉTODO DE MEDIDA**

Conforme al desarrollo de la informática, la idea original de Farrell ha podido trasladarse a su aplicación empírica a través, fundamentalmente, de dos metodologías: la estimación de fronteras estocásticas y el DEA. La primera es una metodología estadística (implica el uso de la econometría) y la segunda es una metodología matemática (recurre a algoritmos de programación lineal).

La frontera estocástica, si bien permite la existencia de desviaciones de la frontera por razones distintas a la ineficiencia, no está exenta de problemas (Coelli et al, 1998).

Existen abundantes trabajos que abonan hacia uno y otro método, y otros en los que se discute ventajas y desventajas; tenemos por ejemplo Alvarez Pinilla (2001), Coelli et al (1998), Cooper et al. (2000), Cooper (1997), Reinhard et al. (2000), Greene (1993).

Luego de un análisis de las ventajas y desventajas de cada técnica, se elige el DEA para la determinación empírica de los índices de eficiencia en las explotaciones lecheras del Abasto Sur. Las razones de esta elección constituyen las debilidades que presentan los modelos de frontera paramétrica:

- La estimación de fronteras paramétricas requiere especificar una forma funcional determinada para la técnica que relaciona inputs y outputs. Es necesario elegir

---

una forma funcional para la función frontera, siendo lo habitual hacerlo con la Cobb-Douglass, pero en realidad no hay justificación alguna para su elección, así como para ninguna otra .

- Como se comentara oportunamente al describir los métodos paramétricos, la estimación de los parámetros de una función tiende a ser sensible a la especificación de la forma funcional, lo que condiciona los resultados obtenidos a dicha especificación (Chambers, 1988). Así, Quiroga y Bravo-Ureta (1996), trabajando sobre explotaciones lecheras de Vermont y con tres tipos de funciones, la cuadrática generalizada, Leontieff generalizada y traslog, confirmaron que la selección de la forma funcional tiene un efecto importante en los resultados obtenidos.

- Como técnica paramétrica, la frontera estocástica requiere especificar una forma de distribución determinada del término de ineficiencia ( $u$ ). Las formas de distribución más utilizadas son la normal, la normal truncada y la gamma (Greene, 1990). Pero, el resultado de la medida de eficiencia puede variar significativamente, dependiendo de la distribución asumida (Coelli et al, 1998). Por lo tanto, el hecho de que una firma sea eficiente o ineficiente de acuerdo a la distribución del parámetro es una debilidad importante.

El DEA no presenta las limitantes mencionadas. Por ser una técnica no paramétrica, no requiere la especificación de una forma determinada de curva. Se establece la formulación del modelo y su resolución calcula la frontera de producción como una envolvente a los datos, determinándose para cada uno de los datos si pertenece o no a la frontera. Se adapta muy fácilmente a contextos multiproductos e, incluso, de ausencia de precios.

Además, permite asumir rendimientos variables a escala y medir la eficiencia de escala de cada firma, lo cual no es posible con los métodos paramétricos.

Sin embargo, se le cargan varias debilidades, las cuales pasaremos a analizar para conocer mejor de qué manera evitarlas, cuando se pueda, moderarlas o, en el peor de los casos, conocer las limitaciones que poseen las conclusiones realizadas a partir de los resultados hallados.

Seguimos, a partir de aquí, a Pedraja, Salinas y Suárez (2001), quienes señalan tres limitaciones importantes: la sensibilidad a la especificación del modelo, la sensibilidad a la utilización de datos inapropiados y el hecho de que las estimaciones de eficiencia sean estimaciones puntuales.

En lo que respecta a que los resultados puedan verse afectados por la presencia de observaciones atípicas (outliers o datos extremos), es correcto que el modelo DEA es más afectado que la frontera estocástica, dado que ésta última posee un componente de error aleatorio que atenúa el efecto. Pero los outliers, la mayoría de las veces, tienen su origen en errores de medición en la base de datos.

---

Aquí, agregamos nosotros, cabe reflexionar que una base que posea datos incorrectos no debiera utilizarse, o en su defecto, primero deberían eliminarse los datos incorrectos y conformar luego una base con la certeza de contar con datos apropiados.

En nuestro análisis empírico del Abasto Sur, los datos recogidos y cargados fueron varias veces verificados y se construyeron indicadores que nos permitieran identificar valores anómalos, previamente a la aplicación del análisis de eficiencia. Por lo tanto no se consideró que cuestiones tales como errores en la recogida de información o en la carga de datos pudieran estar afectando los resultados.

De todas maneras, el problema de la sensibilidad de los resultados a los datos extremos puede ser paliado, aseguran Pedraja et al., repitiendo el análisis de eficiencia para distintos períodos, en cualquiera de las modalidades:

- Análisis de varios períodos de tiempo y presentación de los resultados medios.
- Cálculos de los valores medios para cada unidad a lo largo de un período de tiempo y posterior evaluación de la eficiencia.
- Utilización del análisis de ventanas, que se basa en considerar observaciones de una misma unidad en períodos de tiempo distintos, como si fueran unidades distintas.

Deseamos hacer notar que esta recomendación de los autores nombrados también la hemos cumplimentado en nuestro análisis empírico, repitiendo el análisis de eficiencia DEA para dos períodos de tiempo.

Un segundo inconveniente que se menciona para el DEA es su sensibilidad a la especificación del modelo, dado el carácter determinístico y no paramétrico del DEA. A diferencia de los modelos econométricos, en los que el analista dispone de test estadísticos, en el DEA no se dispone de test y el investigador no sabe si los resultados son robustos o se debe a la selección de variables utilizadas.

En éste sentido, la selección de variables constituye una decisión trascendental que puede afectar en forma considerable los resultados. Dada su importancia, hemos optado por explicar detalladamente el criterio adoptado en la selección de variables para realizar los estudios empíricos.

Se ha intentado, en algunos estudios (Gong y Sickles, 1992; Banker, Gadh y Gorr, 1993; Coelli y Perelman, 1996; Reinhard, Lovell y Thijssen, 2000), comparar los índices de eficiencia obtenidos por el DEA y los que resultan de aplicar los métodos paramétricos, con la finalidad de mostrar que los resultados sean "válidos". Pero estos procedimientos de comparación tienen serias limitaciones, dado que se basan en supuestos muy diferentes sobre la frontera de producción.

Otros autores optaron por realizar análisis de sensibilidad de los resultados, calculando los índices de eficiencia bajo una variedad de conjuntos de variables y

---

especificaciones. Ejemplo de ello es el trabajo de Fare, Grosskopf y Weber (1989). No obstante, si los resultados obtenidos fueran sensibles a las especificaciones del modelo, continúa sin estar claro qué debe hacerse.

Con la misma finalidad, pero en el plano teórico, Smith (1997) utiliza diversos modelos con datos simulados, para analizar los efectos de aplicar el DEA con distintos errores de especificación. La principal conclusión obtenida es que los errores derivados de una mala especificación del modelo son mayores cuando el modelo presenta reducido número de variables y el tamaño de la muestra es reducido. En estas circunstancias, es preferible incluir variables irrelevantes, que asumir el riesgo de dejar fuera variables importantes del modelo.

Aceptando estas recomendaciones, hemos optado por utilizar variables que comprendan todos los factores empleados en las explotaciones productoras de leche, sin excluir ninguna. Pero fue preciso mantener un equilibrio en la cantidad de variables utilizadas, entre lo conveniente que resulta considerar un alto número de variables, según se ha expuesto, y los problemas que produce el incrementar el número de variables.

Efectivamente, una unidad que tuviera un ratio output/input mayor para alguna de las numerosas variables, y que precisamente podría tratarse de una variable de menor importancia, sería evaluada con alto índice de eficiencia.

En el trabajo de Thomas y Tauer (1994), comentado en capítulo III, hallaron que a medida que el número de inputs aumenta, aumenta el nivel de eficiencia media. Así, cuando consideraron 28 inputs, de las 125 firmas evaluadas, resultaron eficientes 124 firmas; en cambio, cuando utilizó 8 inputs, resultaron 48 las firmas eficientes; y al utilizar únicamente un input, una sola firma resultó eficiente.

En lo que respecta a la escasez relativa de observaciones, en relación con el número de variables incluidas en el análisis de eficiencia, pueden surgir problemas similares a los señalados precedentemente. Si los datos son escasos, el número de dimensiones libres se reduce a medida que incorporamos nuevas variables, y con ello aumenta la oportunidad de que cada unidad sea considerada eficiente como consecuencia de la flexibilidad del modelo.

A pesar de la importancia de estos aspectos, solamente un reducido número de trabajos se ha ocupado de los problemas de especificación del modelo, entendiendo por esta el problema de selección de variables y el estudio de los grados de libertad que deben existir para que los resultados del mismo puedan ser considerados como fiables. Lamentablemente, en la mayoría de los estudios empíricos realizados, la selección de variables suele estar condicionada por los datos disponibles y la consiguiente precipitación en la aplicación de la técnica olvida aspectos teóricos esenciales (Pedraja et al., 2001).

Un criterio que se ha utilizado de forma habitual es el propuesto por Banker et al (1989), quienes recomiendan que el número de unidades analizadas debería ser igual o superior al triple de las variables incluidas en el modelo. A pesar de no

---

tener un fundamento teórico que la respalde, se continúa utilizando esta regla en numerosos estudios aplicados.

En nuestra investigación hemos respetado esta recomendación señalada por Banker, y de hecho se cumple tanto para el ejercicio 1997/98 con 35 observaciones como para el ejercicio 1999/2000, compuesto de 21 empresas.

Finalmente, la última limitación del modelo DEA derivada de su carácter no paramétrico es que la técnica sólo permite obtener índices puntuales de eficiencia de las unidades productivas, siendo por lo tanto imposible analizar si las diferencias entre dos estimaciones son estadísticamente significativas.

Este problema está siendo objeto de estudio actualmente (Simar y Wilson, 1998 y 2000), tratando de dotar a los modelos DEA de una naturaleza estocástica similar a los econométricos. Proponen la utilización de técnicas de *bootstrap* con el fin de construir intervalos de confianza para los índices de eficiencia y poder realizar comparaciones más precisas entre las unidades analizadas.

Para concluir, luego de haber tratado cada una de las desventajas que presenta la metodología DEA, mencionaremos una importante ventaja del DEA frente a los métodos paramétricos. El DEA ofrece la posibilidad de poder comparar cada empresa ineficiente con aquella empresa eficiente con similar mix de outputs e inputs. Esta(s) empresa(s) actúa como *peer* o referente hacia el benchmarking proporcionando información útil para guiar las decisiones de la empresa ineficiente que desea reconvertirse en eficiente.

Por último, comentaremos que hoy en día se ha revertido la tendencia inicial y las aplicaciones del DEA sobrepasan a las de frontera estocástica (Forsund y Sarafoglou, 1999). Incluso, en una revisión de tesis doctorales realizada por Forsund y Sarafoglou (2000) para el período 1976-1996, hallan 103 disertaciones realizadas sobre DEA y 77 sobre frontera estocástica. Como se aprecia, también es mayor para la metodología no paramétrica.

### **V.2.2.2 LA INCIDENCIA DEL AZAR EN LA GESTIÓN EMPRESARIAL**

Se le atribuye al DEA, como técnica determinística, la desventaja de no contemplar el error aleatorio de los datos (errores en la base de datos o debidas al azar), con lo cual toda desviación del óptimo es considerada ineficiencia.

Una de las afirmaciones que se encuentra en los trabajos con fronteras estocásticas es que, a diferencia de los métodos determinísticos, incorporan las desviaciones debidas a otras causas distintas a la ineficiencia. Argumentan, en ese caso, que los datos pueden ser inapropiados (tema que ya tratamos) o que pueden ser correctos, pero que la empresa puede haber estado afectada por el infortunio, shocks exógenos (que no están bajo su control, Alvarez Pinilla, 2001), tormentas, sequías, etc .; en definitiva, el azar afecta o ayuda a la empresa. En

---

este punto, le dedicaremos un breve comentario al tema de la influencia del azar en la gestión de la empresa.

La primera reflexión es, entonces: ¿En qué proporción puede considerarse al azar como causante de una mala gestión empresarial?

La explotación agraria se encuentra expuesta a un grado mayor de incertidumbre respecto a la industria. Existe un alto grado de variabilidad interanual en las producciones que obedece, en gran medida, a la dependencia del clima.

No obstante, a lo largo de la historia, se han ido desarrollando métodos para reducir la variabilidad. Ello ha posibilitado que se fueran corrigiendo las fuertes oscilaciones en los rendimientos de los cultivos en los siglos pasados. Hoy en día, un cultivo con fertilización, riego, productos para el control de plagas y malezas, presenta grandes probabilidades de obtener un buen rendimiento todos los años.

Pero existe un elemento más importante aún para paliar los efectos de estos factores: el estudio de ellos. El conocimiento de la variabilidad de las precipitaciones de una región, sus valores medios, máximos y mínimos anuales, sequías, heladas, suelos, qué cultivos toleran mejor estos rigores climáticos, etc., permite que la toma de decisiones empresariales pueda prevenir e intentar evitar estos "shocks exógenos".

En ello el factor humano cumple un rol preponderante, donde un tomador de decisiones con poca experiencia seguramente provocará mayores variaciones interanuales que un tomador de decisiones experimentado en la explotación (Barnard y Nix, 1984).

Por otra parte, la inversión de capital puede reducir mucho el efecto de los factores de infortunio. Asumir determinadas tecnologías, por ejemplo la implementación de un sistema de riego por aspersión, aleja los riesgos de sequía para llevar adelante una actividad agrícola.

Entre las razones puntualizadas en pro de los métodos estocásticos encontramos la de Aigner, Lovell y Schmid (1977): "...el agricultor cuya cosecha es devastada por la sequía o una tormenta es desafortunado con nuestra medida, pero ineficiente con la medida habitual".

¿Hasta qué punto un agricultor que pierde su cosecha por una sequía o una tormenta, es desafortunado?

Si se considera un plazo de análisis lo suficientemente amplio como para que las oscilaciones de producción queden suavizadas, en vez de realizar un análisis de un sólo año, aún son indicadas las metodología determinísticas. Se realiza un análisis de eficiencia de largo plazo, tomando varios años juntos, como sugieren Pedraja et al (2001) en un corte transversal.

---

Otros autores, como Iraizoz y Rapún (1996) indican, al explicar la perturbación aleatoria ( $v$ ): "...es el resultado de sucesos externos al proceso de toma de decisiones, favorables o desfavorables, tales como el clima, la suerte, el resultado de las máquinas, así como errores en la observación y medida de los datos".

Greene (2001), indica brevemente "bajo la interpretación de frontera determinística, ejemplos tales como un inusual número de fallos en la maquinaria o incluso el mal tiempo podrían, en último término, aparecer ante los ojos del analista, como ineficiencia técnica"

Se sabe que las máquinas pueden fallar, pero los empresarios previsores pueden estudiar en qué proporción fallan estas máquinas y toman las provisiones del caso para, o bien reemplazarla, o bien repararla de manera rápida y oportuna. En definitiva, si bien es cierto que no se sabe el momento en que se van a producir las fallas, puede saberse si conviene arreglar o cambiar la maquinaria (Romero, 1980. Capítulo 8).

El clima, si bien es un suceso externo, el tomador de decisiones debe conocer el clima en que se encuentra produciendo y considerar en qué grado podría afectar al cultivo que implantará. El agricultor que siembra en fecha tardía, por negligencia, está más expuesto a riesgos climáticos que otro agricultor que siembra en la fecha correcta. Ante una reducción en el output, el primer agricultor debiera ser considerado ineficiente, sin amortiguar su índice con componentes estocásticos.

Alvarez Pinilla (2001) aporta otro ejemplo que resulta útil para la reflexión:

"Supongamos el caso de dos agricultores con dos granjas iguales y que compran un saco de abono. El Agricultor A lo guarda en el granero y el agricultor B lo deja afuera. Llueve y el abono de B se moja y pierde poder fertilizante. Al aplicar el abono (todo lo demás es igual) A produce más output que B, por lo que el análisis empírico indicará que el agricultor A es más eficiente técnicamente que el B."

Indica además, que muchas veces el investigador no conoce estos sucesos. Pero en el presente caso, que sí se lo conoce, cabe la pregunta: ¿es realmente el agricultor A más eficiente que el B?

A continuación reflexiona: "Ciertamente, la medida de eficiencia técnica de A es mayor que la de B, pero ¿cómo debe interpretarse eso? La razón por la que A aparece como más eficiente es porque B no guardó su abono convenientemente. Cabe preguntarse si la menor producción de B se debe a ineficiencia o mala suerte".

Nuevamente, desde nuestra perspectiva, cuestionamos la justificación de una gestión deficiente atribuyéndole ello a la mala suerte. La argumentación de que la ineficiencia de B no es tal porque podría atribuirse a la mala suerte tiende a subestimar a aquellos productores que "no tienen mala suerte" simplemente porque han sido muy estudiosos, han analizado bien los imponderables que se le

---

podrían presentar, han trazado planes para evitarlos y han programado acciones para evitar los “infortunios” y que sus cosechas “no sean devastadas”.

El productor que no lo hace, será ineficiente, y aquí coincidimos con Stigler (1976) que atribuye a la ignorancia, entre otros motivos, las causas de las conductas ineficientes.

Deseamos puntualizar aquí que, nuestro enfoque, se refiere a la eficiencia técnica relativa y no a la absoluta. Es decir, las mejores explotaciones son las que han resultado así en la comparación relativa entre empresas, las que han demostrado ser eficientes (ETG=1) en la realidad. Así, las restantes empresas debieran ser comparadas contra ellas, sin que sea necesario suavizar su ineficiencia con componentes debido al azar.

El problema de los datos extremos no radica en el dato sino en el período elegido para evaluar la eficiencia: si se desea comparar eficiencia entre agricultores, para tener una mayor confianza en las conclusiones extraídas de los resultados, tal vez sería inadecuado emplear una sola cosecha para compararlos. Aunque, como señalamos anteriormente, es más probable que los buenos empresarios no sufran infortunios.

Para comparar explotaciones ganaderas, en cambio, la información proveniente de un único ejercicio reflejará bastante bien cómo se están comportando cada uno de los productores, dado que los sistemas de producción ganaderos son más estables, con procesos de acomodamientos más lentos y resultados interanuales con menor variabilidad. Un ganadero ineficiente en un ejercicio no será, seguramente, el resultado de haber tenido “un mal año”, sino que refleja una forma de producir que viene con la inercia de los años anteriores.

Para concluir señalaremos que existe un aspecto que es obviado en los estudios de eficiencia: deben compararse empresas con inputs homogéneos. La diferencia de eficiencia podría obedecer a la calidad de los inputs empleados por unas y otras empresas. Por ejemplo, ante una fuerte precipitación en la región, algunas granjas pudieran resultar inundadas en tanto otras no, y ello podría ser el resultado de diferencias de aptitud en el input tierra.

Para solucionar el problema de la falta de homogeneidad de los input puede utilizarse el modelo DEA introducido por Banker y Morey (1986b), que permite la utilización de variables categóricas. El mismo también se encuentra explicado detalladamente en Cooper, Seiford y Tone (2000).

### **V.2.2.3 ELECCIÓN DEL MODELO**

Deseamos hacer hincapié en que las consideraciones revisadas en los puntos anteriores, respecto a las posibles debilidades de la metodología DEA, fueron consideradas para formular apropiadamente el modelo:

---

---

La región abarcada para la encuesta se encuentra ubicada en una zona agroclimática homogénea, expuesta al mismo régimen pluviométrico anual. Con respecto a los suelos, a pesar de la existencia de diferentes clases, todas las explotaciones encuestadas poseen similar composición de recursos edáficos. Es decir, las firmas poseen recursos homogéneos en cuanto a suelo y clima.

- Los datos fueron recogidos y verificados por el autor de este trabajo, se verificó la carga y se realizaron numerosas análisis empleando estadísticas descriptivas para identificar posibles valores anómalos. En algunos casos se volvió a formular las preguntas de la encuesta, para corregir datos; en otros, se recargaron los datos en la base informática; y en otros, donde los datos eran dudosos o faltantes, directamente se eliminó la encuesta completa.
- Aún cuando, por tratarse de explotaciones ganaderas, un ejercicio refleja bastante bien la eficiencia de los productores, se eligió el camino de repetir el análisis para dos períodos de tiempo. De esa manera, se tienen resultados para dos momentos bien diferentes: el primero, en el que existían buenas condiciones para la lechería argentina, y el segundo con un sector lácteo en plena crisis.
- Dada la sensibilidad a la especificación del modelo, para la selección de variables se adoptó la recomendación de elegir inputs agregados, de manera que no queden excluidos factores que pudieran haber resultado influyentes en los resultados.
- Se eligieron pocas variables, para no reducir el número de dimensiones libres en el modelo.

Se realizan dos determinaciones de eficiencia aplicando DEA, sobre dos conjuntos de datos:

- ❖ Análisis de eficiencia sobre 35 casos, para el ejercicio 1997/98.
- ❖ Análisis de eficiencia sobre 21 casos, para dos ejercicios:
  - el ejercicio 1997/98
  - el ejercicio 1999/2000.

En ambos casos se utilizará los siguientes modelos DEA:

- ❖ Modelo CRS
- ❖ Modelo VRS input orientado
- ❖ Modelo VRS output orientado

Se obtiene las siguientes medidas de eficiencia:

- ❖ Eficiencia técnica global (ETG)
- ❖ Eficiencia técnica pura (ET)
- ❖ Eficiencia de escala (EE)

Estas últimas, para los modelos VRS input orientado y VRS output orientado.

---

Se trabaja en primera instancia en un contexto de largo plazo, en el cual se considera a todos los inputs variables, con 1 output y 3 inputs.

Luego se planteará un escenario de corto plazo, en el cual se consideran algunos inputs fijos y otros variables, siguiendo la línea propuesta por Banker y Morey (1986a) quienes crearon el modelo para el tratamiento de variables que no se encuentran bajo el control del productor (no discrecionales). Este es uno de los campos menos estudiados en la literatura DEA (Muñiz Pérez, 2001) y entre los trabajos que han empleado este tratamiento podemos destacar los de Chavas y Aliber (1993) y Tauer (1993).

Dado que se utilizarán un output y tres inputs, la recomendación de que el número de firmas analizadas (35 para el primer período y 21 para el segundo) sea superior al triple de las variables empleadas (4) es ampliamente cumplimentada.

Una vez calculados los índices de eficiencia de las 21 firmas para el primer y segundo período, se constituye una base con índices de eficiencia correspondientes a dos períodos, ejercicio 1997/98 y ejercicio 1999/00. Allí se investiga la evolución de dichos índices para detectar:

- a) Si ha variado la eficiencia en las empresas entre ambos periodos.
- b) Qué características distintivas poseían las empresas que aumentaron su eficiencia, en comparación con las empresas que bajaron su eficiencia.
- c) Qué indicadores técnicos y económicos aparecen asociados a la eficiencia.

Se procuró identificar estrategias llevadas a cabo por parte de los ganaderos, tarea que se realizó explorando los indicadores técnicos, estructurales y económicos de las empresas para los dos periodos analizados.

Señalar las variables que puedan explicar la eficiencia forma parte de lo que se conoce como **análisis de segunda etapa**, con la cual se completa nuestro estudio.

Se emplea, para la determinación de eficiencia, el programa DEAP, versión 2.1. (Coelli, 1996).

#### **V.2.2.4 SELECCIÓN DE VARIABLES**

Dada la sensibilidad de los resultados obtenidos a la especificación del modelo, se considera muy importante explicar el criterio de selección de variables adoptado.

En coincidencia con la mayoría de los estudios realizados sobre eficiencia en explotaciones lecheras, se elige como único output a la producción física de leche. Este indicador presenta una fuerte influencia en la composición de los ingresos totales de la explotación lechera, donde la venta de leche representa el 86,7%. El

---

13,3 % restante está constituido por la venta de carne (animales de descarte) e incrementos de inventarios de hacienda.

La interpretación de las ineficiencias en el modelo VRS input-orientado es en el sentido “cuánto podría ahorrarse de los inputs utilizados sin alterar la cantidad de output producida actualmente”. Dado que en Argentina no existen topes de producción láctea por firma, se consideró interesante incluir el tratamiento de los datos empleando el modelo output-orientado, cuya interpretación es la siguiente: “cuanto podría obtenerse de output con el mismo nivel de inputs si no se produjeran ineficiencias”. Así, se obtiene una medida de la cantidad de leche que podría producirse adicionalmente si todas las firmas fueran eficientes.

Se procedió a seleccionar variables, para que actúen como inputs en el modelo, que ofrecieran una perspectiva de eficiencia de largo plazo, de manera que los resultados y conclusiones del trabajo puedan ser utilizados para orientar la toma de decisiones de planificaciones de similar plazo. Por ello se privilegió la selección de variables agregadas y de estructura.

Así, por ejemplo las depreciaciones, si bien no pueden modificarse en un análisis de corto plazo, se agrupan en un único factor conjuntamente con los gastos para determinar la eficiencia técnica luego del proceso de reconversión llevado a cabo durante la década del 90'. La reconversión comprendió modificaciones en todos los factores, incluyendo los de estructura, tales como el tamaño en hectáreas ganaderas, la cantidad de vacas o la maquinaria, que serían fijos en el corto plazo. De la misma manera, las posibilidades de reasignación de factores para corregir las causas de ineficiencia hacia el futuro también pueden presentarse desde una perspectiva de corto o largo plazo.

Por otra parte, dada la prioridad de realizar de un análisis de eficiencia utilizando un reducido número de inputs, el nivel de agregación necesariamente es alto. Por lo mismo se prefirió mantener reunidos los distintos rubros que integran los costes.

Se eligen como inputs tres variables: número de vacas totales, superficie ganadera y costes de producción de leche, con los siguientes fundamentos:

- ❖ La cantidad de vacas incide directamente sobre la producción de leche total de la empresa y, junto con la tierra conforman el 80% de la inversión en capital. Además, numerosos indicadores parciales de productividad se encuentran contruidos en relación al número de vacas (litros/vaca constituye el indicador más importante). Se expresa en número de vacas totales.
  - ❖ La superficie ganadera es el factor que incide tanto por su influencia en la producción de forrajes como por la alta participación que posee el valor de la tierra en la composición del capital total de la empresa. Se expresa en hectáreas ganaderas.
-

- ❖ Los costes, representan el conjunto de los factores restantes que intervienen en el proceso de producción. Incluyen rubros tales como alimentación, salarios, reparaciones, depreciaciones. Se expresa en dólares/día.

Existen empresas que tienen una estrategia más intensiva de producción, emplean una menor superficie relativa y utilizan mayor cantidad de inputs variables, con mayores costes relativos, en comparación con aquellas otras empresas que tienen una estrategias de producción extensiva. Estas últimas emplean menor cantidad relativa de inputs variables, poseen menores costes pero destinan mayor proporción de tierra para lograr un determinado nivel de producción de leche total. Un tratamiento ilustrativo de la intensificación en el uso de la tierra puede encontrarse en Upton (1987).

El criterio de selección de variables empleado fue permitir que compitieran por la eficiencia, en igualdad de condiciones, tanto las empresas intensivas como las extensivas y abarcar, simultáneamente, la diversidad de tecnologías presentes en la región. Las que sean eficientes en la utilización de la tierra, las vacas y sus costes, quedarán calificadas con los mayores índices de eficiencia.

Para realizar el análisis de eficiencia de corto plazo se considera el mismo output, la producción de leche, y se considera a la tierra como un input fijo o no discrecional, manteniendo a los restantes inputs como variables. Esta medida de eficiencia proporciona una magnitud de lo que pueden mejorar las firmas en un escenario de corto plazo, es decir, sin modificaciones estructurales de la superficie ganadera.

En el siguiente esquema se resumen los modelos DEA aplicados en nuestro estudio empírico (Cuadro 20):

**Cuadro 20: Resumen de los modelos DEA**

Variables y Modelos DEA utilizados en el análisis empírico		36 casos		21 casos	
		Ejercicio 1997/98		Ej. 97/98	Ej. 99/00
		Corto plazo	Largo plazo	Largo Plazo	Largo Plazo
<b>Output</b>	Producción de leche	♣	♣	♣	♣
<b>Inputs</b>	Coste	♣	♣	♣	♣
	Tierra	Fijo	♣	♣	♣
	Vacas	♣	♣	♣	♣
<b>Modelos</b>	CRS	♣	♣	♣	♣
	VRS-Input	♣	♣	♣	♣
	VRS-output	♣	♣		

“...Vi el populoso mar, vi el alba y la tarde, vi las muchedumbres de América, vi una plateada telaraña en el centro de una negra pirámide, vi un laberinto roto (era Londres), vi interminables ojos inmediatos escrutándose en mí como en un espejo...vi un poniente en Querétaro que parecía reflejar el color de una rosa en Bengala, vi mi dormitorio sin nadie, vi en un gabinete de Alkmaar un globo terráqueo entre dos espejos que lo multiplicaban sin fin, vi caballos de crin arremolinada, en una playa del Mar Caspio en el alba, vi la delicada osadura de una mano, vi a los sobrevivientes de una batalla, enviando tarjetas postales, vi en un escaparate de Mirzapur una baraja española, vi las sombras oblicuas de unos helechos en el suelo de un invernáculo, vi tigres, émbolos, bisontes, marejadas y ejércitos, vi todas las hormigas que hay en la tierra, vi un astrolabio persa, vi un adorado monumento en la Chacarita, vi la reliquia atroz de lo que deliciosamente había sido Beatriz Viterbo, vi la circulación de mi propia sangre, vi el engranaje del amor y la modificación de la muerte, vi el Aleph...”

J.L.Borges (El Aleph)

## **VI RESULTADOS DE LA PRIMERA ENCUESTA (35 CASOS)**

### **VI.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES**

**E**n este punto se presentan las características principales de las explotaciones encuestadas, empleando indicadores tecnológicos, económicos y estructurales. A los fines de que puedan contrastarse las características de las explotaciones ubicadas en el Abasto Sur de Buenos Aires con otros sistemas de producción se incluye, en los cuadros siguientes, información de otras dos regiones: una argentina y típicamente lechera, *La Región Central de Santa Fe*, y otra española, *Andalucía*.

En las tres regiones, la información fue obtenida a partir de encuestas que han utilizado similares criterios de trabajo. Por lo tanto, los promedios generados de la información procesada son perfectamente comparables entre sí.

En Argentina, *La Región Central* posee mayores ventajas comparativas para la producción de leche, debido a un clima más favorable y una mejor aptitud de suelos respecto a la región de Abasto Sur.

---

La *Cuenca de Abasto* no cuenta con buenas características agro-climáticas para la producción de leche, pero dada su ubicación estratégica cercana al principal centro consumidor de Argentina, la ciudad de Buenos Aires, se ha constituido como cuenca lechera.

Confrontamos, de esta manera, dos sistemas de producción argentinos distintos, uno de características más intensivas, como la Cuenca de Abasto Sur, y otro con mayor productividad lograda a base de sus recursos forrajeros.

La información proveniente de las empresas lecheras de Andalucía permitirá detectar algunas cuestiones de interés, para evaluar las características propias de cada sistema.

La elaboración de los cuadros fue propia a partir de los datos provenientes de 3 trabajos: Consejería de Agricultura y Pesca (1999), Schilder et al. (1997), y Arzubi y Schilder (1999).

### VI.1.1 LA REGIÓN DE ABASTO SUR. COMPARACIÓN CON LA REGIÓN CENTRAL DE SANTA FÉ Y ANDALUCÍA (ESPAÑA)

#### VI.1.1.1 INDICADORES ESTRUCTURALES Y TECNOLÓGICOS

**Cuadro 21: Principales indicadores técnicos y de estructura de la Cuenca de Abasto Sur, la Región Central y Andalucía**

	unidades	ESPAÑA	ARGENTINA	
		ANDALUCIA	ABASTO	CENTRAL
Superficie	Has	17,8	426,0	163,0
Vacas totales	Cab	64	201	85
Carga	cab/ha	3,60	0,47	0,52
Mano de obra	trabajadores	2,2	5,5	3,3
% Mano de Obra familiar	%	90	10	50
Productividad x. M.de O.	lts/persona	183.000	195.000	110.000
Litros/Lactancia	lts/vaca	6.889	5.286	4.449
Litros/VO/día	lts/vo/dia	25,3	19,3	16,3
Litros/Día		1.208	2.911	1.036
Litros/Ha/año		24.771	2.494	2.320
Concentrado/Vaca	kg/vaca/año	4.432	2.445	1.168
Concentrado/Litro	kg/litro	0,674	0,348	0,200

Fuente: elaboración propia en base a datos de Consejería de Agricultura y Pesca (1999), Schilder et al. (1997) y Arzubi y Schilder (1999).

Se puede destacar en primer lugar la notoria diferencia entre los tamaños de las explotaciones lecheras, medido en hectáreas, que va desde las 17.8 has en Andalucía hasta las 426 has de la Cuenca de Abasto de Argentina (Cuadro 21). También se aprecia la diferencia de sistemas en sus productividades por hectárea, que va desde los 2320 lts/ha en la Cuenca Central hasta los 24771 lts/ha en Andalucía, cifra 10 veces superior a las de Argentina.

La diferente intensidad en el uso de los factores también se puede apreciar en el empleo de alimentos concentrados (kg/vaca), donde los valores de la Cuenca de Abasto duplican a los de la Región Central (2245 vs 1168 kg/vaca) pero éstos a su vez son duplicados en Andalucía (4432 kg/vaca), coincidiendo con un grado creciente de intensificación.

La productividad por vaca también es superior en Andalucía (25 litros diarios por vaca en ordeño), acompañada por un mayor consumo de alimentos concentrados por litro (0,674 kg/litro).

### VI.1.1.2 INDICADORES ECONÓMICOS

Las mismas diferencias estructurales comentadas entre las regiones pueden encontrarse en la relación del capital involucrado en la actividad y la superficie: es marcadamente intensiva Andalucía, tanto en las comparaciones del capital incluyendo el valor de la tierra como el que no lo incluye (40650 y 25650 U\$S/ha respectivamente) en relación con ambas regiones de Argentina (Cuadro 22)

**Cuadro 22: Principales indicadores económicos de la Cuenca de Abasto Sur, la Región Central y Andalucía**

(U\$S/ha/año)	ESPAÑA	ARGENTINA	
	ANDALUCIA	ABASTO	CENTRAL
CAPITAL (sin tierra)	25.650	1.071	610
CAPITAL (con tierra)	40.650	2.271	1.814
INGRESOS	8.001	619	611
COSTES DIRECTOS	4.954	424	302
COSTES ESTRUCTURA	892	100	66
COSTES TOTALES	5.846	524	368
BENEFICIO	2.155	95	243

Fuente: elaboración propia en base a datos de Consejería de Agricultura y Pesca (1999), Schilder et al. (1997) y Arzubi y Schilder (1999).

Los ingresos por hectárea también son muy diferentes, lo mismo que los costes y el beneficio. Los costes directos incluyen los gastos de alimentación mas los costes de estructura.

Es importante resaltar la participación del gasto de alimentación en la conformación del Coste Directo, que constituye un indicador muy ilustrativo

respecto a las grandes diferencias en los sistemas productivos. Así, mientras que en la Región Central los gastos en concentrado representan el 16 %, en el Abasto Sur corresponde al 37%, en tanto en Andalucía la cifra trepa al 88%.

Si pasamos ahora a observar los valores totales, expresados en U\$\$/año, puede destacarse que, a pesar de las muy distintas magnitudes de empresas, las diferentes intensidades de capital y los diferentes sistemas de producción, los beneficios anuales se ubican en un nivel muy semejante en las 3 regiones, en torno a los 40.000 U\$\$/año (Cuadro 23).

Se incluye posteriormente un cuadro (Cuadro 24) en el que se podrá apreciar el precio de los principales factores que intervienen en el producto, así como el precio de la leche en ambos países, ambas regiones, tanto el abonado al productor como el precio final pagado por el consumidor.

**Cuadro 23: Beneficios comparados en las tres cuencas lecheras**

(cifras en U\$\$)	ESPAÑA		ARGENTINA	
	ANDALUCIA	ABASTO	CENTRAL	
Superficie (has)	17,8	426,0	163,0	
Mano de obra	2,2	5,5	3,3	
Capital sin tierra	172.800	456.300	99.400	
Capital con tierra	439.800	967.500	295.000	
Beneficio total (U\$\$/año)	38.360	40.470	39.609	
Subvencion	2.700	0	0	
Beneficio mensual (U\$\$/mes)	3.197	3.373	3.301	

Fuente: elaboración propia en base a datos de Consejería de Agricultura y Pesca (1999), Schilder et al. (1997) y Arzubi y Schilder (1999).

**Cuadro 24: Precios de la leche y de algunos factores productivos para Argentina y España**

(cifras en U\$\$)	ESPAÑA		ARGENTINA	
	ANDALUCIA	ABASTO	CENTRAL	
Precio leche al publico	0,600	0,850	0,850	
Precio leche al productor	0,292	0,218	0,186	
Coste vaca producción	1020	850	700	
Coste concentrado (\$/kg)	0,18	0,16	0,16	
Relacion concentrado/leche	0,62	0,73	0,86	

Fuente: elaboración propia en base a datos de Consejería de Agricultura y Pesca (1999), Schilder et al. (1997)

**Cuadro 25: Participación de la industria y los costes de producción del ganadero en el precio de la leche al consumidor**

En U\$S/litro		ESPAÑA	ARGENTINA	
		ANDALUCÍA	ABASTO	CENTRAL
Ganadero	coste directo	0,200	0,161	0,110
	coste estructura	0,036	0,029	0,028
	beneficio	0,056	0,028	0,048
Industria		0,308	0,632	0,664
	Precio	0,600	0,850	0,850

Fuente: elaboración propia en base a datos de Consejería de Agricultura y Pesca (1999), Schilder et al. (1997) y Arzubi y Schilder (1999).

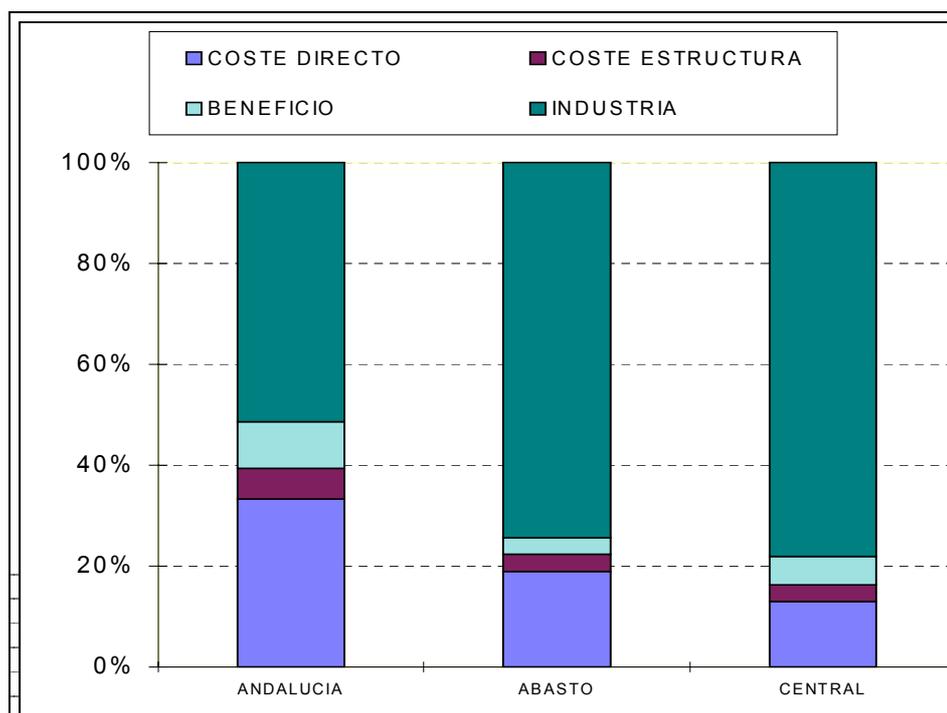
La relación concentrado/leche también contribuye a entender la decisión respecto al nivel de suplementación implementado en cada país y en cada región, ya que una menor relación (menor cantidad de leche para comprar un kilogramo de concentrado) se acompaña de mayor nivel de suplementación.

Composición del precio de la leche: Si analizamos la participación del precio que recibe el ganadero con respecto al precio final de venta en supermercados, puede apreciarse que el ganadero argentino recibe menos del 25% y el ganadero español recibe el 50 % del precio de la leche (ver Cuadro 25 y Figura 31). Otra reflexión es que el beneficio por litro de leche es mayor en Andalucía, y que en Argentina es menor en Abasto Sur que en la Cuenca Central.

Características de la producción de leche en Abasto Sur: el sistema de producción de leche predominante en Argentina es el basado en praderas. En condiciones pastoriles, la mayor producción de pastos de calidad y cantidad ocurre en el período primavera-verano, coincidiendo con la época de días alargándose y mayores precipitaciones, siendo esta la época más favorable para producir leche. En invierno, al mermar la producción de pastos de las praderas, también merma naturalmente la producción de leche. Se produce, de esta manera, la llamada estacionalidad de la producción de leche (Parellada y Schiler, 1999).

Por esta razón, la industria incentiva la productividad invernal de los ganaderos pagando un mayor precio por la leche durante dicho período. Considera, para ello, a la leche entregada en invierno como “base invernal”, en tanto la leche entregada el resto del año la divide en dos categorías: leche base y leche excedente. La leche base se paga al mismo precio que la leche invernal y la leche excedente se paga a un precio inferior. La cantidad mensual de leche excedente se obtiene de restarle, a la producción total de leche del mes correspondiente, el equivalente mensual de leche base invernal.

**Figura 31: Participación de la industria y los costes de producción del ganadero (detallado) en el precio de la leche al consumidor.**



Fuente: elaboración propia en base a datos de Consejería de Agricultura y Pesca (1999), Schilder et al. (1997) y Arzubi y Schilder (1999).

## VI.1.2 ABASTO SUR. INDICADORES COMPARADOS CON LA REGION CENTRAL

Para conocer el sistema de producción imperante en Abasto Sur se utilizarán indicadores de estructura, de tecnología y económicos seleccionados, que son utilizados frecuentemente en estudios del sector lácteo. Pero, para poder comprender las características distintivas de Abasto Sur, se consideró útil continuar comparando sus indicadores con los que presenta la Región Central de Santa Fe. Por ello en este punto se describe la región de Abasto Sur y, simultáneamente, se va comparando con la Región Central.

### VI.1.2.1 INDICADORES ESTRUCTURALES Y TECNOLÓGICOS

En primer lugar debe mencionarse que todas las explotaciones encuestadas en Abasto Sur realizaban control lechero, ya que el medio para identificar las explotaciones fue, precisamente, los datos proporcionados por la Entidad de Control Lechero de la Sociedad Rural de Coronel Brandsen. El 88,2% de los encuestados disponía de equipo de frío, el 91,4% utilizaba inseminación artificial y un 82,9% criaba artificialmente sus terneros, como se observa en el Cuadro 26.

En la Cuenca Central, el 92,3·% tenía equipo de frío, la inseminación artificial se realizaba sólo en el 71,8% de las explotaciones y la crianza artificial de los terneros también se hacía en el 71,8% de los casos.

**Cuadro 26: Características tecnológicas y productividad de la mano de obra en las explotaciones de las Cuencas de Abasto Sur y Central**

<b>Característica</b>	<b>ABASTO SUR</b>	<b>CENTRAL</b>
% de explotaciones con control lechero	100,0	20,5
% de explotaciones con equipo de frío	88,2	92,3
% de explotaciones con Inseminación	91,4	71,8
% explotaciones con crianza de terneros	82,9	71,8
% explotaciones con tambero mediero <sup>9</sup>	100,0	51,3
% Trabajo familiar	9,9	50,3
Equivalentes Hombre/100ha	1,3	2,1
Kg GB/ Equivalente Hombre	6.831	3.880

Fuente: elaboración propia en base a datos de Schilder et al. (1997) y Arzubi y Schilder (1999).

Otro trabajo de Galetto y Schilder (1993) para la cuenca lechera central reveló valores de productividad de la mano de obra contratada semejantes a los incluidos en el Cuadro 26 (3736 kg GB/equivalente hombre para un conjunto de 52 explotaciones relevadas en los años 1988 y 1990).

Las explotaciones de Abasto Sur consideradas son relativamente grandes y con buenos indicadores productivos, como se puede apreciar en el

Cuadro 27. Llama la atención el bajo porcentaje de praderas permanentes (Cuadro 28), la relativamente baja carga animal y la alta producción individual, que obviamente se relaciona con una alta suplementación con concentrados. También se comprobó una generalizada utilización del silaje de maíz, ya que el 71% (25 explotaciones) utiliza este tipo de reservas.

La carga animal es inferior en Abasto Sur y aunque la productividad por vaca (litros/VO/día) es bastante superior a la de la Cuenca Central, esta no alcanza a compensar lo anterior y, en consecuencia, la productividad de la tierra (kg GB/ha) resulta menor en Abasto Sur.

<sup>9</sup> Tambero mediero: trabajador que realiza las actividades de ordeño propiamente dichas y cobra un porcentaje de los ingresos derivados de la venta de leche.

**Cuadro 27: Indicadores estructurales de las explotaciones de Abasto Sur de Buenos Aires y Región Central.**

<b>Indicadores</b>	<b>ABASTO SUR</b>	<b>CENTRAL</b>
Superficie analizada	426	163
% de superficie arrendada	9,9	36,4
Superficie Ganadera (ha)	411	112
Vacas en Ordeño (cabezas)	151	66
Vacas Totales (cabezas)	201	85
Litros diarios producidos	2.911	1.036

Referencias del cuadro: ha = hectárea; kg GB = kilogramos de grasa butirométrica; vacas totales = vacas en ordeño más vacas secas; VO = vaca en ordeño. Fuente: elaboración propia en base a datos de Schilder et al. (1997) y Arzubi y Schilder (1999).

**Cuadro 28: Indicadores productivos de las explotaciones de Abasto Sur de Buenos Aires y Región Central.**

<b>Indicadores</b>	<b>ABASTO SUR</b>	<b>CENTRAL</b>
Carga (cabezas/ha)	0,71	1,12
Litros/Vaca ordeño/día	19,3	16,0
Kg GB/ha ganadera	90,5	119
% superficie ganadera con praderas	31	61
Consumo de concentrados (kg/VO/día)	6,7	3,2
Gramos de concentrado/litro de leche	348	200
Superficie destinada a silo de maíz (ha)	37	Sin información

Referencias del cuadro: kg GB = kilogramos de grasa butirométrica. Fuente: elaboración propia en base a datos de Schilder et al. (1997) y Arzubi y Schilder (1999).

La mayor producción individual de las vacas en Abasto Sur se debería atribuir (sin considerar posibles diferencias genéticas) a una utilización de concentrados marcadamente superior a la utilizada en la Cuenca Central. En esta última, los indicadores al respecto destacan las características “pastoriles” de la producción de esta cuenca lechera.

Esta diferencia entre las cuencas puede explicarse a partir de la aptitud de sus suelos. Así por ejemplo, si consideramos el departamento Castellanos (totalmente dentro de la Cuenca Central de Santa Fe) el 57 % de la superficie corresponde a las Clases I y II de suelos, con sólo un 2% de suelos de Clases mayores a la IV. Por su parte, el partido de Coronel Brandsen (Epicentro de la Encuesta en Abasto Sur) no posee suelos Clase I y II, tiene un 47% suelos Clase III y un 52% suelos Clases VI y VII. (SAGyP, 1992).

### VI.1.2.2 RESULTADOS ECONÓMICOS Y COSTE DE PRODUCCIÓN

Las principales medidas de resultado económico se han volcado en el Cuadro 29. Surge en primer lugar que los Ingresos Brutos (IB) totales son notoriamente superiores en Abasto, pero expresados por unidad de superficie (IB/ha) los valores son similares (619 y 611 U\$S/ha). El mismo comentario puede hacerse para los gastos de estructura, que resultan ser levemente superiores en Abasto cuando se expresan por hectárea. Por el contrario, los gastos directos unitarios (GD/ha) son los que explican la diferencia de resultados económicos entre ambas cuencas.

En consecuencia, si bien el Beneficio (B) total por explotación es mayor en Abasto Sur, el Beneficio por unidad de superficie (B/ha) de la Cuenca Central duplica al de Abasto.

**Cuadro 29: Medidas de resultado económico (en dólares) de las explotaciones de las Cuencas Lecheras de Abasto Sur y Región Central.**

	<b>ABASTO SUR</b>		<b>CUENCA CENTRAL</b>	
	Totales	Por ha	Totales	Por ha
Ingreso bruto	263.829	619	99.236	611
Gastos directos	180.660	424	49.093	302
Gastos estructura	30.622	72	10.733	66
Resultado operativo	52.548	123	39.410	243
Amortizaciones	12.060	28	8.861	55
Beneficio	40.488	95	30.549	188
Capital operado	967.426	2.271	294.872	1.814
Rentabilidad	3,2		7,3	

Fuente: elaboración propia en base a datos de Schilder et al. (1997) y Arzubi y Schilder (1999).

En Abasto Sur, ocho explotaciones presentaron Beneficio negativo (23 %), once casos tuvieron un Beneficio entre 0 y 50.000 U\$S/año, doce casos entre 50.000 y 100.000 U\$S/año y cuatro explotaciones un Beneficio superior a los 100.000 U\$S/año. Cabe destacar que para el cálculo del Beneficio no se consideraron las posibles deudas ni las deducciones de impuestos.

La rentabilidad en Abasto Sur, calculada para 34 casos ya que no se contabilizó una explotación que arrendaba toda su tierra, fue prácticamente la mitad de la obtenida en la Cuenca Central.

En el Cuadro 30 se incluyen los costes de producción y los precios recibidos por litro de leche en las explotaciones de ambas cuencas. Allí se observa que en

Abasto Sur ambos valores estuvieron bastante por encima de los obtenidos en la Cuenca Central, con un coeficiente de variación algo menor.

**Cuadro 30: Costes de producción de las explotaciones en la Cuencas lecheras de Abasto Sur y Región Central, en dólares por litro de leche.**

	ABASTO SUR		CENTRAL	
	Promedio	Coeficiente de Variación	Promedio	Coeficiente de Variación
<b>Coste de corto plazo</b>	0,178	19,3	0,117	26,5
<b>Coste mediano plazo</b>	0,189	19,3	0,138	25,4
<b>Precio recibido</b>	0,218	6,0	0,186	9,4

Fuente: elaboración propia en base a datos de Schilder et al. (1997) y Arzubi y Schilder (1999).

En Abasto Sur cinco explotaciones tuvieron un Coste unitario de Corto Plazo (CCP) superior al precio recibido y los ocho que tuvieron un B negativo fueron los que tenían un CCP superior a 0.20 U\$/litro y un Coste unitario de Mediano Plazo (CMP) superior al precio recibido.

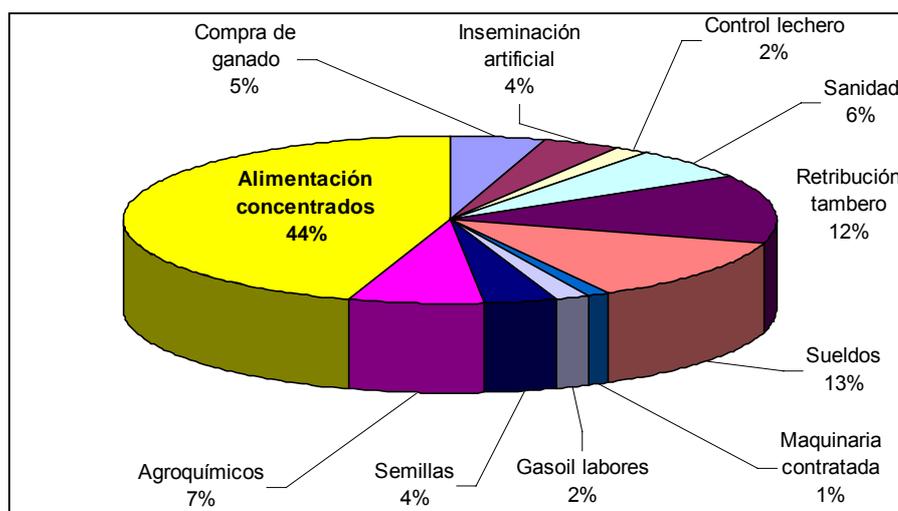
Si se realiza una división de los gastos en fijos y variables, estos últimos representan el 81% del total de gastos en Abasto Sur. De ellos, la mayor proporción corresponde a los gastos de alimentación con concentrados (44%) tal como puede observarse en la Figura 32.

En el Cuadro 31 se realiza un análisis comparativo de gastos entre ambas cuencas lecheras, Abasto Sur y Región Central, realizando una descomposición de los gastos en sus principales rubros. Se destaca que en Abasto Sur el mayor porcentaje corresponde a los gastos en alimentación con concentrados, como era de esperar, en tanto en la Cuenca Central el rubro que representa mayor proporción corresponde a la retribución al tambero mediero.

En la Cuenca Central es superior el nivel de gastos en arrendamiento, en vehículo afectado, en conservación y mantenimiento de mejoras y maquinarias, y en semillas. Estos dos últimos puede asociarse a una mayor proporción de superficie sembrada, en virtud de suelos de mayor aptitud.

En Abasto, es mayor el gasto en agroquímicos (atribuible a una mayor utilización de fertilizante), impuestos, y en sanidad, probablemente debido a la necesidad de un mayor cuidado de vacas de alta producción individual en un medio ambiente menos favorable (suelos de texturas arcillosas y alta humedad relativa ambiente).

**Figura 32: Proporción de los diferentes rubros de gasto respecto al total de gastos variables en la Cuenca de Abasto Sur, ejercicio 1997/98.**



Fuente: elaboración propia

**Cuadro 31: Descomposición porcentual de los gastos totales en las explotaciones de las Cuencas lecheras de Abasto Sur y Central. Gastos variables.**

Rubro de gastos	ABASTO SUR	CENTRAL
Compra de ganado	3,93	3,79
Inseminación artificial	3,17	2,72
Control lechero	1,32	0,55
Sanidad	4,85	2,64
Retribución al tambero	10,61	<b>16,01</b>
Retribución otro personal	10,17	6,56
Maquinaria contratada	0,85	1,71
Gasoil para labores	1,38	2,35
Semillas	3,00	5,98
Agroquímicos	5,35	3,39
Alimentación con concentrados	<b>36,60</b>	15,0

Fuente: elaboración propia en base a datos de Schilder et al. (1997) y Arzubi y Schilder (1999).

Se observa claramente que la diferencia entre ambos sistemas radica en que Abasto dirige una fuerte proporción de los gastos a la alimentación con concentrados (36% vs 15% en la Cuenca Central). Puede construirse el gasto total en alimentación sumando los gastos en concentrados, el pago de arrendamiento, las labores contratadas, los gastos en semilla, agroquímicos,

gasoil para labores y los gastos de conservación de maquinaria. Ese total representaría un 50,5% de los gastos totales en Abasto y 45,1 % de la Cuenca Central.

**Cuadro 32: Descomposición porcentual de los gastos totales en las explotaciones de las Cuencas lecheras de Abasto Sur y Central. Gastos fijos.**

Rubro de gastos	ABASTO SUR	CENTRAL
Arrendamiento	1,51	11,90
Mantenimiento máquina ordeño	1,80	1,28
Electricidad	3,79	4,31
Mantenimiento resto maquinaria	1,77	4,81
Comercialización de granos	0,11	1,43
Conservación y mantenimiento mejoras	1,41	3,11
Vehículo inadaptado	1,62	2,45
Asesoramiento	2,25	2,28
Impuestos	4,41	2,69
Intereses de créditos tomados	0,14	1,98
Gastos varios	0,12	3,07

Fuente: elaboración propia en base a datos de Schilder et al. (1997) y Arzubi y Schilder (1999).

En el Cuadro 33 se efectúa una comparación de los principales rubros de gastos expresados en \$/ha y en \$/litro de leche vendida. Si recordamos que la diferencia de B/ha en las dos cuencas no podía atribuirse a los Ingresos, que eran semejantes, el análisis de los gastos adquiere gran relevancia.

**Cuadro 33: Comparación de los Gastos Directos y Gastos de Estructura en las Cuencas de Abasto Sur y Central.**

	ABASTO SUR		CUENCA CENTRAL	
	(\$/ha)	(\$/litro)	(\$/ha)	(\$/litro)
Total de Gastos	496	0,199	368	0,155
Gastos de estructura	72	0,029	66	0,028
Gastos directos	424	0,170	302	0,127
Concentrados	182	0,073	55	0,023
Resto Gtos Directos	242	0,097	247	0,104

Fuente: elaboración propia en base a datos de Schilder et al. (1997) y Arzubi y Schilder (1999).

---

Los gastos totales son superiores en Abasto, tanto en \$/ha como en \$/litro. Dado que los gastos de estructura son similares en ambas cuencas, las diferencias están dadas por los gastos directos. Si ahora se Separa los gastos directos en sus dos componentes principales (alimentos concentrados y resto de gastos directos) puede individualizarse a la alimentación con concentrados como la responsable de ese mayor gasto total en Abasto Sur.

En Abasto Sur se gasta 0.05 U\$S por litro mas en alimentación con concentrados (0,073 U\$S – 0,023 U\$S = 0,05 U\$S) respecto a la Cuenca Central. Si se considera en éste momento que la diferencia del CCP entre Abasto Sur y Cuenca Central era de 0,061 U\$S por litro (ver Cuadro 30) el gasto en concentrados explica en un 80 % el mayor coste de producción unitario de la leche en Abasto Sur respecto a la Cuenca Central.

### **VI.1.3 ANALISIS EXPLORATORIO EN ABASTO SUR**

Se realiza análisis de correlaciones entre variables físicas y económicas en primera instancia, y posteriormente se investiga la conveniencia de la estrategia de producir mayor volumen de leche invernal.

#### **VI.1.3.1 ANÁLISIS DE CORRELACIONES**

Se investigó la relación entre variables físicas y económicas, empleando el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman. Se utilizaron cuatro indicadores físicos y cinco indicadores económicos, que se detallan a continuación:

##### Indicadores Económicos

**Beneficio/ha:** Expresado en U\$S/ha

**Coste de corto plazo (CCP):** Expresado en U\$S/litro

**Utilidad:** Diferencia entre Precio Recibido y CCP. Expresado en U\$S/litro

**Capital/ha:** Capital invertido por ha. Expresado en U\$S/ha

**Rentabilidad:** Expresado en %

##### Indicadores Físicos

**Lts/día:** Litros de leche producidos por día

**Lts/vo/día:** litros de leche por vaca en ordeño por día.

**VO/VT:** Relación vaca en ordeño sobre vacas totales. En porcentaje.

**KgGB/ha:** Kilogramos de Grasa butirométrica por hectárea año.

Se calcularon tres tipos de correlación; una entre las variables físicas entre sí, otra entre las variables económicas entre sí y por último una entre las variables físicas y las variables económicas. Los resultados se presentan en el Cuadro 34, el

---

Cuadro 35 y el Cuadro 36, marcando en negrita y con un asterisco cuando la probabilidad (  $P <$  bajo la hipótesis  $H_0 : R_0 = 0$  ) resultó significativa.

**Cuadro 34: Correlación entre las variables físicas**

	Lts/día	Lts/vo	VO/VT	KgGB/ha
Lts/día	1,000			
Lts/vo/día	<b>0,532*</b>	1,000		
VO/VT	0,104	0,088	1,000	
KgGB/ha	-0,039	0,403	0,181	1,000

\* significativa  $P < 0,05$

La única correlación significativa entre las variables físicas se dio entre los litros/día y los lts/vo/día, siendo esta moderada y de signo positivo. Ello indicaría que el incremento en la productividad individual pareciera ser un buen camino para el aumento de la producción total.

La Rentabilidad es la variable que presenta una mayor correlación con el resto de los indicadores económicos, siendo ésta significativa y de signo positivo con el B/ha y con la Utilidad. El CCP, tal cual se esperaba, presentó una correlación significativa y de signo negativo, con la Rentabilidad, la Utilidad y el B/ha. Por el contrario, el Capital/ha no se correlacionó significativamente con ninguno de los indicadores de resultado económico.

En el Cuadro 36 puede visualizarse que las correlaciones entre las variables físicas y las económicas presentaron valores bajos y sólo 4 fueron significativas. Sin embargo, es destacable que los signos de las correlaciones fueron los esperados:

- a) La relación VO/VT tiene una correlación del mismo sentido que el B/ha.
- b) Lts/vo/día se correlaciona en forma contraria al CCP.
- c) KgGB/ha, uno de los indicadores mas utilizados para comparar productividad entre explotaciones lecheras, no muestra correlación significativa con el CCP, aunque sí presentan una correlación moderada y positiva con el Capital/ha.
- d) La producción de leche diaria, Lts/día, se correlaciona positivamente con la Rentabilidad.
- e) Las medidas KgGB/ha y lts/vo/día sólo se correlacionan a nivel  $P < 0,08$  con el B/ha. En este caso, la correlación es positiva.

Cuadro 35: Correlación entre las variables económicas

	B/ha	CCP	Utilidad	Capital/ha	Rentab
B/ha	1,000				
CCP	<b>-0,674</b>	1,000			
Utilidad	0,817	<b>-0,806</b>	1,000		
Capital/ha	-0,036	0,159	-0,103	1,000	
Rentabilidad	<b>0,953</b>	<b>-0,689</b>	0,839	-0,090	1,000

\* significativa  $P < 0,05$

Cuadro 36: Correlación entre variables físicas y económicas

	B/ha	CCP	Utilidad	Capital/ha	Rentab
Lts/día	0,306	-0,352	0,253	0,065	<b>0,517*</b>
Lts/vo/día	0,392	- <b>0,447*</b>	0,294	0,241	0,248
VO/VT	<b>0,447*</b>	-0,087	0,289	-0,150	0,374
KgGB/ha	0,402	0,064	0,232	<b>0,519*</b>	0,211

\* significativa  $P < 0,05$

Puede reflexionarse que el indicador Capital/ha, incluido como indicador de intensificación (dado que mayor valor indica mayor capital agregado a un recurso fijo, la tierra), fue acompañado por aumento de la productividad de la tierra (Kg GB/ha). Sin embargo, no es acompañado de correlaciones significativas con ninguno de los resultados económicos: B/ha, Utilidad y Rentabilidad.

Además, si el coste de producción presenta una correlación de sentido contrario con la productividad, medida como litros por vaca en ordeño, y ésta a su vez se asocia positivamente con el aumento de la producción total, podría pensarse que la persecución de altas productividades por vaca en Abasto Sur constituye un camino adecuado hacia la minimización del coste y la maximización de la rentabilidad.

### VI.1.3.2 ANÁLISIS DE LA ESTRATEGIA “MAYOR PRECIO”

Para evaluar si la estrategia de sostenimiento de la producción invernal resultaba económicamente conveniente, se construyó un indicador llamado PRI/INV, considerando la producción diaria de leche en los meses de primavera (O-N-D) como numerador y la producción diaria de leche en los meses de invierno (J-J-A) como divisor. Se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para determinar

si existía correlación entre la relación PRI/INV y tres variables económicas, el Beneficio por hectárea (B/ha), el coste de producción de mediano plazo (CMP) y la Utilidad.

Se aplicó el análisis en 20 casos con información completa sobre su distribución de la producción en el año. Se intentó identificar, a través del índice PRI/INV, la importancia que le da cada ganadero al sostenimiento de la producción de leche invernal. Ello pretende responder al interrogante

*¿Obtienen mejores resultados económicos las empresas de mayor producción invernal?*

En el Cuadro 37 se han volcado las correlaciones entre las principales medidas de resultado económico y el índice PRI/INV.

**Cuadro 37: Correlaciones entre la variable PRI/INV y tres variables económicas**

Variable	Correlación	P<
B/ha	-0,70 *	0,0004
CCP	0,27	0,2293
Utilidad	-0,52 *	0,0154

\* significativa P< 0,05

El índice PRI/INV se correlaciona significativamente tanto con el B/ha como con la Utilidad, siendo en ambos casos de sentido contrario. Ello indica que los ganaderos que optan por la estrategia de producir mas leche invernal han obtenido mejores resultados económicos en el ejercicio 1997/98, dado que al disminuir la relación PRI/INV (aumenta la producción invernal respecto de la producción primaveral) se incrementa el B/ha y la Utilidad.

## VI.2 ANÁLISIS DE EFICIENCIA

En el Cuadro 38 se han incluido algunas estadísticas descriptivas correspondientes a las variables utilizadas para el procesamiento del análisis de eficiencia. Las variables empleadas como inputs fueron:

- Superficie (has)
- Número de vacas
- Costes (dólares/día)

En tanto se empleó un único output:

- Producción de leche

**Cuadro 38: Estadísticas descriptivas de las variables seleccionadas, para las 35 explotaciones de leche de la Región Abasto Sur de Buenos Aires**

	OUTPUT	INPUTS		
	Leche	Superficie	Vacas totales	Costes
Unidades	Litros/día	Has	Número	Dólares/día
Media	2.911	411	201	522
Desviación estándar	1.430	240	77	240
Valor máximo	6.890	1.339	462	1.279
Valor mínimo	1.132	109	103	215

Fuente: elaboración propia

### VI.2.1 ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE LARGO PLAZO

Al aplicar el modelo DEA considerando retornos constantes a escala (modelo CRS) se halló una eficiencia técnica global (ETG) del 78,2%<sup>10</sup>. Existe, por tanto, un margen para el ahorro de recursos sin modificar el nivel de outputs, de un 21,8%. Las firmas eficientes fueron solamente 4, que representan un 11,4% del total de 35 casos (Cuadro 39)

**Cuadro 39: Resultados de la aplicación del modelo CRS para la determinación de índices de eficiencia para 35 explotaciones de leche de la Región Abasto Sur de Buenos Aires**

	ETG
Media	0,782
Desviación estándar	0,13
Valor máximo	1,00
Valor mínimo	0,53
Nº de firmas eficientes	4
% de firmas eficientes	11,4%

Fuente: elaboración propia

### Resultados de la aplicación del modelo VRS - input orientado

<sup>10</sup> El resultado del procesamiento utilizando 2 outputs, producción de leche y venta de carne, produce una eficiencia global conjunta de 78,6%. Como se aprecia, prácticamente similar a la obtenida con un único output.

Con la aplicación del modelo VRS logra separarse la eficiencia técnica global en sus dos componentes, eficiencia técnica pura (ET) y eficiencia de escala (EE). Se ha elegido en primera instancia el modelo VRS input orientado.

Los resultados muestran una mayor ineficiencia técnica pura (16,5%) con respecto a la ineficiencia debido a la escala (6,1%), aunque existan menos firmas eficientes en escala (5) que las técnicamente eficientes (6). (Cuadro 40).

**Cuadro 40: Síntesis de los principales resultados del análisis DEA para 35 explotaciones de leche de la Región Abasto Sur de Buenos Aires**

	Índices de eficiencia DEA		
	CRS	VRS	EE
Media	0,782	0,835	0,939
Desviación estándar	0,13	0,12	0,09
Valor máximo	1,00	1,00	1,00
Valor mínimo	0,53	0,62	0,60
Nº de firmas eficientes	4	6	5
% de firmas eficientes	11,4%	17,1%	14,3%
Nº de firmas drs	8		
Nº de firmas irs	22		

Fuente: elaboración propia

Las ineficiencias de escala pueden atribuirse al hecho de que las firmas se encuentran produciendo por debajo de la escala óptima, dado que se encontraron 22 firmas con rendimientos a escala crecientes (irs) y sólo 8 firmas que operan con rendimientos a escala decrecientes (drs).

#### Resultados de la aplicación del modelo VRS - output orientado

El empleo del modelo output-orientado permitió enfocar el problema desde el punto de vista del producto. Los resultados hallados con este modelo muestran un 81,9% de eficiencia técnica pura, que significa una pequeña merma respecto al modelo input-orientado. Ello implica que se podría esperar un incremento cercano al 20% en la producción de leche total, sin incrementar las cantidades de inputs, si todas las firmas operaran eficientemente.

Considerando el anteriormente citado precio medio de la leche para el periodo 1991-97 (0,17 dólares/litro) y la media de producción por firma (2911 litros/día), implica una pérdida media prácticamente de 100 dólares/día/firma debido a ineficiencias técnicas. Esta pérdida resultaría aún mayor si incorporáramos las ineficiencias debidas al hecho de no operar en la escala óptima.

En el ANEXO se incluyen los índices de eficiencia obtenidos para las 35 firmas, con el modelo input-orientado. Se presentan la eficiencia técnica global (ETG), la

eficiencia técnica pura (ET) y la eficiencia de escala (EE). Además, se consigna para cada firma que posea ineficiencia de escala si se encuentra operando en el sector de rendimientos a escala crecientes (irs) o en el sector de rendimientos a escala decrecientes (drs).

## VI.2.2 ANÁLISIS DE EFICIENCIA CON LA TIERRA COMO FACTOR FIJO

En un modelo de eficiencia DEA input-orientado se asume que todos los inputs pueden reducirse en la proporción que se desee. Si se desea evaluar cuál sería la eficiencia considerando análisis inferiores al largo plazo, debe advertirse que el factor Tierra no podría reducirse tan fácilmente. En un período de tiempo mas corto, que denominaremos corto plazo<sup>11</sup>, las decisiones de producción en la empresa quedan condicionadas al tamaño de la superficie que se disponga.

Por lo tanto, se creyó conveniente incluir un tratamiento de los datos en el que se considere a la tierra como un factor fijo, es decir, formando parte del modelo DEA pero sin la posibilidad de que la solución indique “cuánto podría disminuirse”, ya que se asume que no es un factible su modificación.

Se realizó un análisis de eficiencia con el mismo output, la producción de leche, y los inputs Tierra, Vacas y Costes, siendo la Tierra el factor fijo y manteniendo los inputs restantes como factores variables. Los resultados de eficiencia obtenidos, aplicando el modelo de Banker y Morey (1985), se muestran en el Cuadro 41.

**Cuadro 41: Índices de eficiencia DEA para el modelo con Tierra como Factor Fijo y la comparación con el modelo CRS con todos los inputs variables. Abasto Sur, 35 firmas, Ejercicio 1997/98.**

	Eficiencia técnica	
	Modelo CRS	Modelo ByM
Media	0,782	0,827
Desviación estándar	0,13	0,12
Valor máximo	1,00	1,00
Valor mínimo	0,53	0,60
Nº de firmas eficientes	4	5
% de firmas eficientes	11,4%	14,3%

Referencias: modelo ByM: modelo de Banker y Morey (1986<sup>a</sup>). Fuente: elaboración propia

<sup>11</sup> En un sentido estricto, sería mas apropiado denominarlo “mediano plazo”, ya que existen algunos factores, como las vacas y las amortizaciones (incluidas en los costes), que no son fácilmente variables en el corto plazo, pero sí lo serían en el mediano plazo. La denominación “corto plazo” obedece a que se encuentra mas difundido este término en las aplicaciones de modelos con inputs fijos, por su oposición al “largo plazo”, en que todos los inputs son considerados variables.

Se puede apreciar que la eficiencia técnica es mayor en el corto plazo (82,7%) respecto a la de largo plazo, que era de 78,2 %. Ello se debe a que, al ser considerada la tierra como un factor que no puede reducirse, las ineficiencias no se miden radialmente hacia el origen del input tierra. Se respeta el nivel utilizado de input fijo por cada firma y sólo se consideran, para el cálculo de la ineficiencia, las reducciones radiales en los inputs variables.

Los resultados hallados en principio contradicen lo argumentado por Tauer (1993) que la eficiencia calculada con el modelo de Banker y Morey es siempre menor que la eficiencia obtenida con el modelo CRS, pero coinciden con los resultados de Cooper et al (2000), donde calculando la eficiencia con inputs fijos obtienen mayor eficiencia media que la calculada con todos los inputs variables.

En el caso del análisis DEA efectuado en Abasto Sur, se ha verificado una importante cantidad de firmas (26) que presentaron slacks positivos en el eje de la Tierra. Para todas ellas la eficiencia calculada con el modelo de Banker y Morey fue mayor. Como consecuencia, la eficiencia media del conjunto fue mayor que la obtenida con el modelo CRS.

Es importante señalar, también, que esta medida tiende a beneficiar a las firmas que emplean una proporción de tierra excesiva para lograr un determinado nivel de output. Por consiguiente, perjudica a las firmas que, para obtener la misma producción de leche, recurren al mayor empleo de los otros inputs (vacas y costes). Estos últimos ganaderos serían representantes de sistemas de producción mas intensivos en el uso de la tierra.

### **VI.3 ANÁLISIS DE SEGUNDA ETAPA**

Se intentará conocer mas acerca de las diferencias entre la eficiencia de las empresas, investigando posibles causas de (in)eficiencia. Para ello se exploran diferentes caminos que intentan encontrar relaciones de causalidad entre las decisiones empresariales, representadas a través de indicadores, y la eficiencia. Así mismo se investiga la asociación entre la eficiencia y los resultados económicos, por resultar de interés para las conclusiones que se ofrecerán a las explotaciones ineficientes.

#### **VI.3.1 RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES TÉCNICO-ECONÓMICAS Y LA EFICIENCIA**

Se investiga, en primer lugar, la relación entre la eficiencia técnica pura con variables técnicas y económicas seleccionadas. Se agrupan las firmas en 4 intervalos de eficiencia elegidos por observación directa, a partir de los índices de eficiencia técnica pura obtenidos para el modelo input-orientado (Cuadro 42).

---

**Cuadro 42: Variables técnicas-económicas en relación con la ET**

Intervalo de eficiencia		Menor a 0,70	De 0,70 a 0,799	De 0,80 a 0,899	Mayor o igual a 0,90
Casos		6	7	11	11
ETG		0,62	0,72	0,77	0,92
ET		0,65	0,76	0,84	0,98
EE		0,96	0,95	0,92	0,95
Firmas con irs	Número	6	6	6	4
Firmas con drs	Número	0	1	5	2
Firmas CRS=VRS	Número	0	0	0	5
Litros	Litros/día	2.322	2.423	3.353	3.100
Tierra	Has	329	342	536	374
Vacas	Cab	186	181	228	195
Coste	U\$/día	561	470	591	467
Carga	Cab/ha	0,57	0,53	0,42	0,52
Litros/vaca	Lts/vc/día	12,4	13,2	14,2	15,7
Litros/ha	Lts/ha/día	7,1	7,1	6,2	8,3
Coste diario/vaca	U\$/vaca	3,0	2,6	2,6	2,4
Coste diario/ha	U\$/ha	1,7	1,4	1,1	1,2
Coste/litro	U\$/litro	0,242	0,194	0,174	0,151
Beneficio	U\$/día	-33,4	74,6	128,4	200,2
Rentabilidad	%	-1,4	3,7	3,9	6,0

Fuente: elaboración propia

Pueden comentarse los siguientes aspectos:

- a) Los resultados económicos, expresados por el beneficio y la rentabilidad, se incrementan con el nivel de eficiencia de cada grupo. El coste de producción, por el contrario, decrece con el nivel de eficiencia.
- b) El grupo de mayor eficiencia es el que obtiene mejores resultados económicos y el menor coste de producción. El grupo de menor eficiencia tiene resultados económicos negativos y el coste de producción más elevado.
- c) Al incrementarse el nivel de eficiencia, se incrementa la productividad por vaca.
- d) El grupo de mayor eficiencia es el que posee la mayor productividad por hectárea.
- e) Los dos grupos de mayor eficiencia (superiores a 0,80) presentan mayor escala, expresada en litros, respecto a los grupos de menor eficiencia.

e) El grupo de mayor escala, tanto en litros como en tierra o vacas, es el de 0,80 a 0,899. Puede observarse que presenta la mayor proporción de firmas con rendimientos decrecientes a escala.

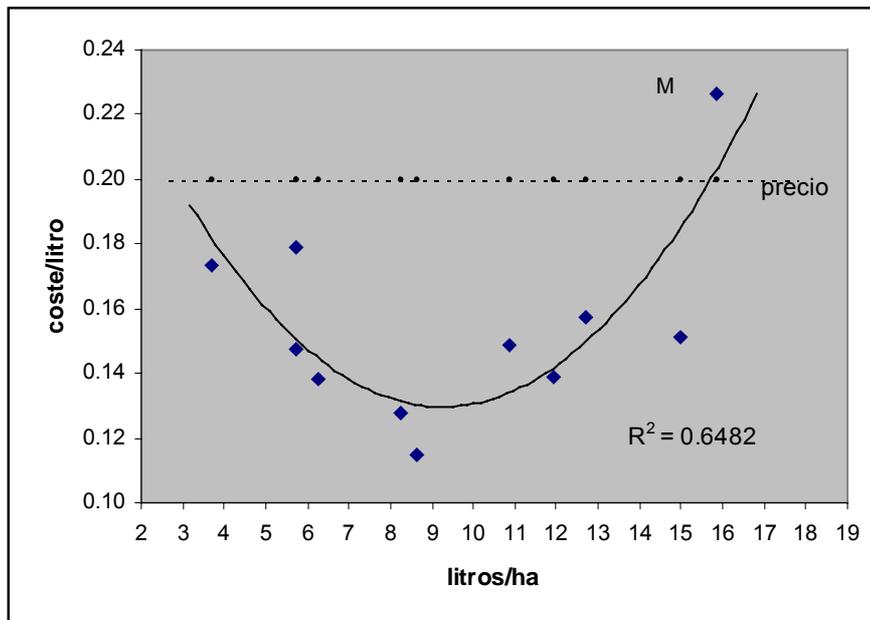
### VI.3.2 RELACIÓN DE LA EFICIENCIA Y LA PRODUCTIVIDAD POR HECTÁREA

Para investigar qué estrategia productiva adoptan las empresas de mayor eficiencia se analiza el grupo de mayor eficiencia ( $ET > 0,9$ ). Si se acepta que el incremento de productividad por hectárea (litros/ha) es consecuencia de operar con un modelo de producción más intensivo, donde el factor fijo es la tierra, podemos emplear el indicador litros/ha como expresión de intensificación. A mayor valor, mayor intensificación.

En la Figura 33 se ha relacionado este indicador con los costes de producción, expresados en dólares/litro, surgiendo algunos aspectos de interés:

En primer lugar, puede señalarse que no existe homogeneidad en cuanto a intensificación de la producción entre las empresas de mayor eficiencia. La productividad por hectárea va desde 3,5 a 16 litros diarios. En el coste sucede algo similar, va desde un mínimo de 0,11 a un máximo de 0,22 dólares/litro.

Figura 33: Relación entre los litros/hectárea y el coste/litro para las firmas con mayor eficiencia técnica pura ( $ET > 0,90$ ).



Fuente: elaboración propia

En segundo lugar, si se observa la forma de la curva de tendencia, parecería ser una típica curva de costes medios a corto plazo, donde la tierra es el factor fijo y los costes crecen al aumentar la producción. Habría algunas firmas operando con mínimo coste (entre 8 y 9 litro/ha) y otras que se encuentran ubicadas a la izquierda y a la derecha del mínimo. Las primeras, operando en zona de costes decreciente, y las segundas, operando en zona de costes crecientes. Estas últimas se ubican en una posición más intensiva de producción y podrían ser representativas de aquellas estrategias que se orientan a obtener mayores ingresos intensificando la productividad.

En tercer lugar, aún entre las empresas eficientes técnicamente pueden encontrarse algunas con resultados económicos negativos, como sucede con la firma M, que se ubica por encima del nivel medio de precio de la leche (0,20 dólares/litro). Esta es, precisamente, la de mayor productividad por hectárea. Estas situaciones extremas resultan comprensibles si se recuerda que se trata de empresas PYMES, precio-aceptantes y con el objetivo de maximizar beneficios.

El análisis de esta firma eficiente es muy interesante ya que nos encontramos con una empresa que ha intensificado de tal modo su producción que la ha llevado a niveles de costes superiores al precio medio de la leche. Si bien el precio que obtiene por la venta de su leche es superior (0,205) a la media, no es suficiente para generar beneficios. Se considera útil efectuar un seguimiento de esta empresa a través del tiempo para evaluar su evolución.

### **VI.3.3 RELACIÓN DEL TAMAÑO Y LA EFICIENCIA**

La relación entre el tamaño y la eficiencia es otro tema interesante para analizar y abordado frecuentemente en los estudios sobre eficiencia. Aquí utilizamos el output, litros diarios de leche, como indicador de tamaño, agrupando a las firmas en cuartiles. Los resultados pueden visualizarse en el Cuadro 43.

La eficiencia técnica global se incrementa al incrementarse la escala. Sin embargo, no se aprecian de una manera manifiesta, especialmente en cuanto a eficiencia técnica pura. El primer cuartil se diferencia claramente de los otros tres por sus ineficiencias de escala, dado que su eficiencia técnica pura se ubica en un alto nivel relativo. El cuarto cuartil se distingue por su gran escala en producción de litros de leche pero, en cuanto a los demás indicadores, es prácticamente similar al tercer cuartil.

La productividad por vaca es, en este análisis, el indicador que acompaña al incremento de la escala, llegando hasta casi 16 litros/vaca para el cuarto cuartil. El coste por litro se comporta, de acuerdo a lo esperado, de manera inversa al aumento de la escala, es decir, decreciendo de izquierda a derecha.

---

**Cuadro 43: Distribución de la eficiencia y algunos indicadores técnico- económicos en relación con el tamaño (litros/día) separado por cuartiles.**

	CUARTILES			
	1	2	3	4
Intervalo	<b>1132-1980</b>	<b>1980-2600</b>	<b>2600-3406</b>	<b>3406-6890</b>
Nº de firmas	9	9	9	8
Litros	1.588	2.244	2.968	5.085
Tierra	272	324	403	675
Vacas	143	162	193	320
Coste	323	431	521	853
CRS	0,70	0,76	0,84	0,85
VRS	0,85	0,78	0,85	0,87
Escala	0,83	0,97	0,98	0,98
Litros/vaca	11,3	14,1	15,6	15,9
Litros/ha	6,6	7,6	8,4	8,4
Carga	0,59	0,53	0,55	0,52
Coste/vaca	2,25	2,68	2,71	2,67
Coste/ha	1,38	1,45	1,49	1,40
Coste/litro	0,202	0,192	0,177	0,168

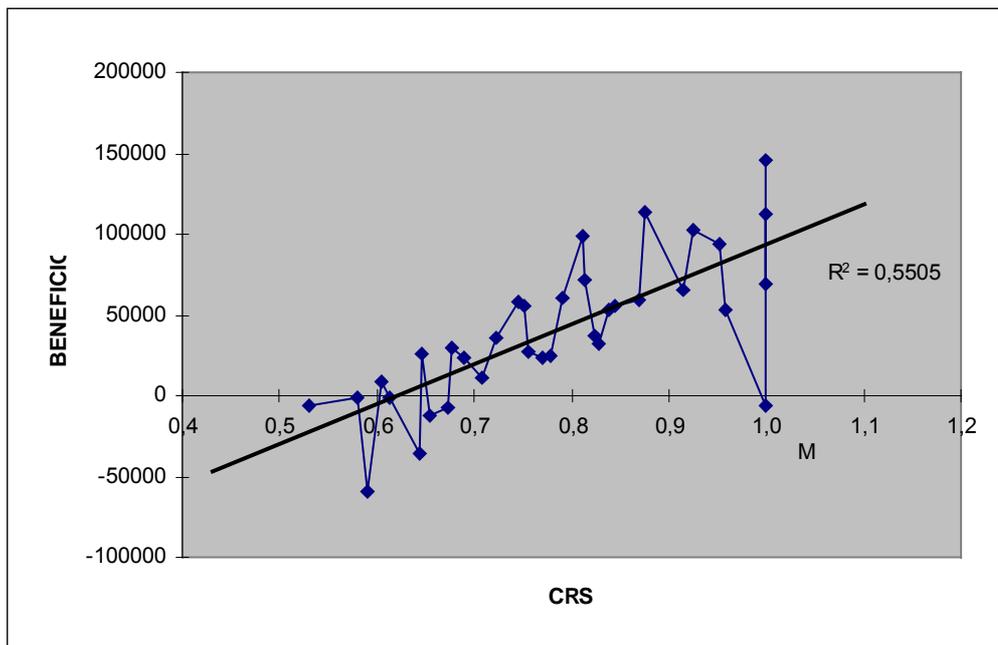
Fuente: elaboración propia

### VI.3.4 RELACIÓN ENTRE LA EFICIENCIA Y EL BENEFICIO

Se elaboró la Figura 34 intentando conocer qué tipo de relación existe entre los índices de eficiencia DEA y los beneficios. Puede apreciarse que la tendencia, si bien moderada, es que haya correspondencia entre la eficiencia y el beneficio; el  $R^2$  fue 0,55.

Debe mencionarse que eficiencia técnica y beneficios no están directamente relacionados, aún cuando exista una relación indirecta. La firma M ilustra el caso de una productividad muy alta y una eficiencia técnica en la frontera, pero con costes superiores al precio del mercado. Podría pensarse que la intensificación es una estrategia que debiera ser considerada con reparos en Argentina, especialmente si consideramos la crisis posterior que se sucedió en el precio de la leche.

**Figura 34: Relación entre la eficiencia (CRS) y el beneficio (dólares/año)**



Fuente: elaboración propia

### VI.3.5 ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS ECONÓMICO-FINANCIERAS

A continuación se analizan las estrategias económico-financieras de producción a largo plazo, utilizando indicadores que reflejen la decisión empresarial tomada para producir leche. Dado que el input indispensable para la producción es la vaca, se estudia cómo han canalizado los recursos económicos los empresarios, qué plan productivo estaban siguiendo al momento de realizarse la encuesta y cuáles eran sus resultados. Concretamente, se emplearon los indicadores Capital/vaca y Gastos/vaca para separar grupos de explotaciones que se han orientado hacia distintos sistemas de producción.

Se divide a las empresas en dos conjuntos, alto y bajo capital/vaca, de acuerdo a si se ubican por encima o por debajo de la media. Las firmas con un capital/vaca superiora 4.266 U\$S se consideran *Alto Capital*, en tanto las que se ubican por debajo de ese nivel se consideran *Bajo Capital*. Lo mismo se hace en función de los gastos/vaca, donde las firmas que gastan mas de 1.004 U\$S/vaca se consideran *Alto Gasto* y las firmas que gastan menos de ese valor se consideran *Bajo Gasto*.

Luego de realizar las combinaciones entre estos dos conjuntos quedan establecidos 4 grupos:

**AC-BG:** Alto Capital y Bajo Gasto

**AC-AG:** Alto Capital y Alto Gasto

**BC-BG:** Bajo Capital y Bajo Gasto

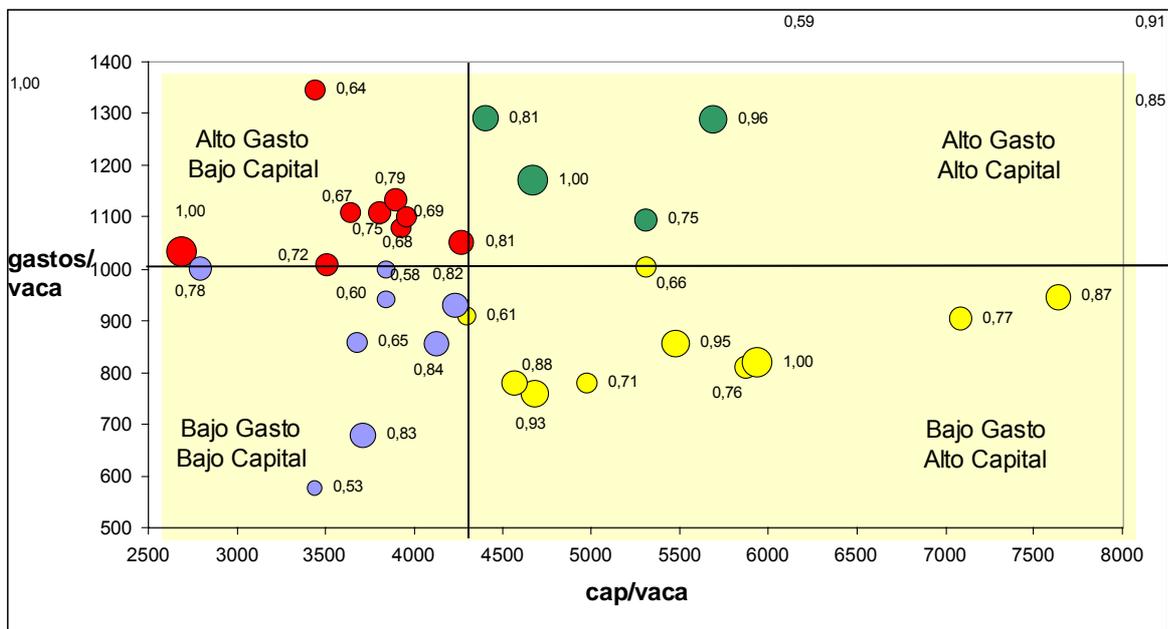
**BC-AG:** Bajo Capital y Alto Gasto

En la Figura 35 se pueden observar las firmas que integran cada grupo, acompañadas de su valor de eficiencia técnica global

En un análisis de largo plazo, se asume que si existen empresas que han destinado mas cantidad de capital por vaca en producción que otras que destinan menos, obedece a que forman parte de estrategias productivas distintas. Lo mismo puede decirse de los gastos totales, tanto directos como de estructura, que si existen empresas que poseen mayor nivel de gastos/vaca que otras, obedecen a estrategias distintas.

Se podría hipotetizar, previo al análisis empírico, que las empresas AC-AG se orientarían hacia altas productividades por vaca y por hectárea, dada los relativamente altos recursos económicos que destinan por unidad del input productivo, que es la vaca. Las empresas BC-BG se orientarían hacia la minimización de costes, ya que destinan los menores recursos económicos por vaca. Las empresas AC-BG y BC-AG se presentarían como estrategias opuestas que persiguen objetivos similares: buenas productividades por vaca y por hectárea, bajos costes y buenos beneficios.

**Figura 35: Clasificación de las 35 explotaciones de Abasto Sur en 4 grupos, de acuerdo a su nivel de gastos/vaca y el capital invertido/vaca. Ejercicio 1997/98.**



Observaciones: se acompaña la representación gráfica de cada firma del valor correspondiente a su ETG.  
Fuente: elaboración propia

---

Debe señalarse que el principal componente del capital total de la empresa está conformado por el valor de la tierra, que representa en término medio el 80 % del capital total. En tanto, el principal componente de los gastos es, como quedó dicho en puntos anteriores, los gastos de alimentación. Por lo tanto, las estrategias también podrían simbolizar lo siguiente:

**Alto Capital/vaca:** indica muchas hectáreas/vaca, con lo que permite entrever su estrategia preferentemente pastoril.

**Alto Gasto/vaca:** hace suponer que los gastos de alimentación también serán altos, lo que indicaría que la estrategia de alimentación se basa en la compra de alimentos concentrados.

A continuación se presentan los resultados:

- Grupo AC-AG: obtiene la mayor productividad por vaca (17,0 lts/vt) y la máxima eficiencia (0,834). Es el grupo de mayor escala, expresada tanto en litros como en tierra, vacas y costes.

- Grupo BC-BG: si bien es el grupo de menores coste/día, sus bajas productividades por vaca y por hectárea impiden que logre el mínimo coste/litro, y queda en un nivel de costes/litro superior que la media de las 35 firmas. Presenta la menor eficiencia y el menor beneficio/ha.

- Grupo AC-BG: es el grupo que obtiene los mejores resultados económicos, logrando el máximo beneficio/ha y el menor coste/litro. Su estrategia es baja carga (mínima vacas totales/ha) y productividades por vaca y por hectárea intermedias.

-- Grupo BC-AG: logra la máxima productividad por hectárea (9,5 lts/ha), dado por una productividad por vaca intermedia y la máxima carga (0,66 vt/ha).

Los dos grupos de alto capital/vaca obtienen mayor eficiencia que los grupos de menor capital/vaca, así como obtienen mejores beneficios/ha.

**Grupo AC-AG:** obtiene la mayor productividad por vaca (17,0 lts/vt) y la máxima eficiencia (0,834). Es el grupo de mayor escala, expresada tanto en litros como en tierra, vacas y costes.

**Grupo BC-BG:** si bien es el grupo de menores coste/día, sus bajas productividades por vaca y por hectárea impiden que logre el mínimo coste/litro, y queda en un nivel de costes/litro superior que la media de las 35 firmas. Presenta la menor eficiencia y el menor beneficio/ha.

**Grupo AC-BG:** es el grupo que obtiene los mejores resultados económicos, logrando el máximo beneficio/ha y el menor coste/litro. Su estrategia es baja carga (mínima vacas totales/ha) y productividades por vaca y por hectárea intermedias.

---

**Grupo BC-AG:** logra la máxima productividad por hectárea (9,5 lts/ha), dado por una productividad por vaca intermedia y la máxima carga (0,66 vt/ha).

**Cuadro 44: Resultados de las diferentes estrategias financieras para producir leche, en base a datos de 35 firmas de Abasto Sur de Buenos Aires, ejercicio 1997/98.**

<b>Estrategias</b>	<b>AC-BG</b>	<b>AC-AG</b>	<b>BC-BG</b>	<b>BC-AG</b>	<b>TOTAL</b>
Casos	10	7	8	10	35
Capital/vaca	5.581	6.341	3.705	3.452	4.684
Gastos/vaca	857	1370	856	1133	1037
ETG	0,812	0,839	0,704	0,776	0,782
Litros/día	2.593	4.570	1.979	2.813	2.911
Tierra	405	665	297	331	411
Vacas totales	189	272	164	193	201
Costes/día	403	815	372	558	523
Litros/ha	6,4	8,3	6,8	9,5	7,8
Litros/vaca total	13,5	17,0	12,0	14,6	14,2
Vacas totales/ha	0,47	0,48	0,57	0,66	0,55
Coste/litro (CMP)	0,164	0,184	0,191	0,202	0,185
Beneficio/ha	127	102	70	87	97

Fuente: elaboración propia

En general, los resultados fueron los esperados, excepto para el grupo de BC-BG, que fracasa en el logro de menor coste/litro.

Si se compara el grupo AC-BG contra el grupo BC-AG se puede concluir que la estrategia acertada, de acuerdo a los datos del ejercicio 1997/98, fue la de AC-BG, dado que fue superior en eficiencia técnica, beneficio económico y minimización de coste por litro.

### **VI.3.6 ANÁLISIS DE LA ESTRATEGIA “MAYOR PRECIO”**

De la base de datos de 35 observaciones de Abasto Sur utilizada hasta aquí se pudo recopilar información mensual de producción de leche para 20 de ellas. Los datos fueron provistos por la entidad de Control Lechero de la Sociedad Rural de Coronel Brandsen. Se investiga sobre ellas si las empresas que se orientan a producir relativamente mayor proporción de leche invernal resultan mas eficientes.

Para ello se subdivide a la base de 20 firmas en dos grupos, utilizando el índice Primavera/Invierno ya comentado anteriormente, donde las 10 firmas con índice inferior se consideran representativas de la estrategia de producción “mas leche invernal, para lograr mayor precio”.

Los resultados indicaron que la estrategia de obtener mayor precio por la leche obtuvo un 84% de eficiencia, resultando mas eficiente que la estrategia de producción primaveral, que obtuvo un 75% de eficiencia media.

	Indice Prim/Inv	ETG
Firmas con mayor Indice Prim/Inv	1,27	0,75
Firmas con menor Indice Prim/Inv	1,01	0,84

Las firmas que producen mas leche en primavera (un 27% mas) obtienen un beneficio/ha de 16 U\$S/ha, en tanto las firmas con menor índice Prim/Inv producen similar cantidad de leche en primavera que en invierno (sólo 1% mas) y obtienen un beneficio/ha mayor, 184 U\$S/ha.

---



Locke, en el siglo XVII, postuló un idioma imposible en el que cada cosa individual, cada piedra, cada pájaro y cada rama tuviera un nombre propio; Funes proyectó alguna vez un idioma análogo, pero lo desechó por parecerle demasiado general, demasiado ambiguo. En efecto, Funes no sólo recordaba cada hoja de cada árbol de cada monte, sino cada una de las veces que la había percibido o imaginado... era casi incapaz de ideas generales, platónicas. No sólo le costaba comprender que el símbolo genérico perro abarcara tantos individuos dispares de diversos tamaños y diversa forma; le molestaba que el perro de las tres y catorce (visto de perfil) tuviera el mismo nombre que el perro de las tres y cuarto (visto de frente).

J.L.Borges (Funes, el memorioso)

## **VII RESULTADOS DE LA SEGUNDA ENCUESTA (21 CASOS)**

**S**e obtuvo información completa, de los ejercicios 1997/98 y 1999/2000, para 21 explotaciones con epicentro en la localidad de Coronel Brandsen. De las 35 explotaciones encuestadas en el primer período, para el segundo ejercicio 14 de ellas no pudieron ser encuestadas ya que 6 se habían vendido o cerrado y en 8 no se logró reunir información completa.

La información se procesó en 3 etapas:

- a) Se realizó un análisis comparado de los resultados técnicos y económicos hallados en ambos ejercicios, a través de indicadores.
  - b) Se aplicó análisis de eficiencia mediante DEA a las 21 explotaciones en los dos períodos.
  - c) Se realizó análisis de segunda etapa, donde se investigó especialmente qué conductas habían mostrado las empresas que habían aumentado relativamente su eficiencia entre un período y el siguiente.
-

## VII.1 ANALISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS GLOBALES

Se calcularon los resultados globales a partir de los datos obtenidos en ambos ejercicios para el conjunto de explotaciones lecheras. Para el análisis se utilizaron las medias aritméticas de cada una de las variables, y cuando las diferencias entre medias resultaron significativas en la comparación 1999/2000 vs 1997/98, ello fue señalado con doble asterisco (\*\*) en los Cuadros 1 y 2.

### VII.1.1 INDICADORES ESTRUCTURALES, PRODUCTIVOS Y TECNOLÓGICOS

En el Cuadro 45 y el Cuadro 46 y el se presentan indicadores que permiten comprender los cambios ocurridos entre ambos períodos. En primer lugar puede señalarse una caída en la producción de leche (7,1 %) (Cuadro 46), la cual se relacionó fuertemente con una disminución de la producción por vaca (12%, Cuadro 47). Esto a su vez, se habría originado en una disminución en la disponibilidad de pasto, de silo y en el suministro de concentrados.

También se puede destacar la disminución de los equivalentes hombres por cada 100 hectáreas y de la productividad de la mano de obra (Cuadro 45) como consecuencia de la fuerte caída de la producción de leche. Se visualiza, además, un aumento de la participación del trabajo familiar que, como se verá más adelante al tratar los aspectos económicos, se vincula con una disminución en los gastos de mano de obra contratada. Ello a su vez, estaría relacionado con una conducta global que habrían adoptado los productores frente a la crisis, que fue la de disminuir los gastos directos.

**Cuadro 45: Indicadores tecnológicos y productividad de la mano de obra de 21 explotaciones de la Cuenca de Abasto Sur de Buenos Aires, en 1997/98 y en 1999/00**

Característica	1997/98	1999/2000
% de explotaciones con control lechero	100,0	95,2
% explotaciones con equipo de frío	76,2	76,2
% explotaciones con inseminación artificial	85,7	85,7
% explotaciones c/ crianza de terneros	81,0	85,7
% explotaciones con tambero mediero	100,0	90,5
% Trabajo familiar (*)	10,7	13,5
Kg GB/ Equivalente Hombre (*)	7.300	7.051
Equivalentes hombre/ 100 ha (*)	1,1	0,9

(\*) promedios ponderados. Fuente: elaboración propia

**Cuadro 46: Indicadores estructurales de 21 explotaciones de la Cuenca de Abasto Sur de Buenos Aires, en 1997/98 y en 1999/00**

<b>Indicadores</b>	<i>1997/98</i>	<i>1999/2000</i>
Superficie analizada	483	507
% de superficie arrendada	16,4	19,3
Superficie Ganadera (ha)	464	483
Vacas en Ordeño (cabezas)	150	159
Vacas Totales (cabezas)	199	202
Litros diarios producidos	2.877	2.673

Referencias del cuadro: ha = hectárea; kg GB = kilogramos de grasa butirométrica; vacas totales = vacas en ordeño más vacas secas; VO = vaca en ordeño. (\*) promedios ponderados. Fuente: elaboración propia

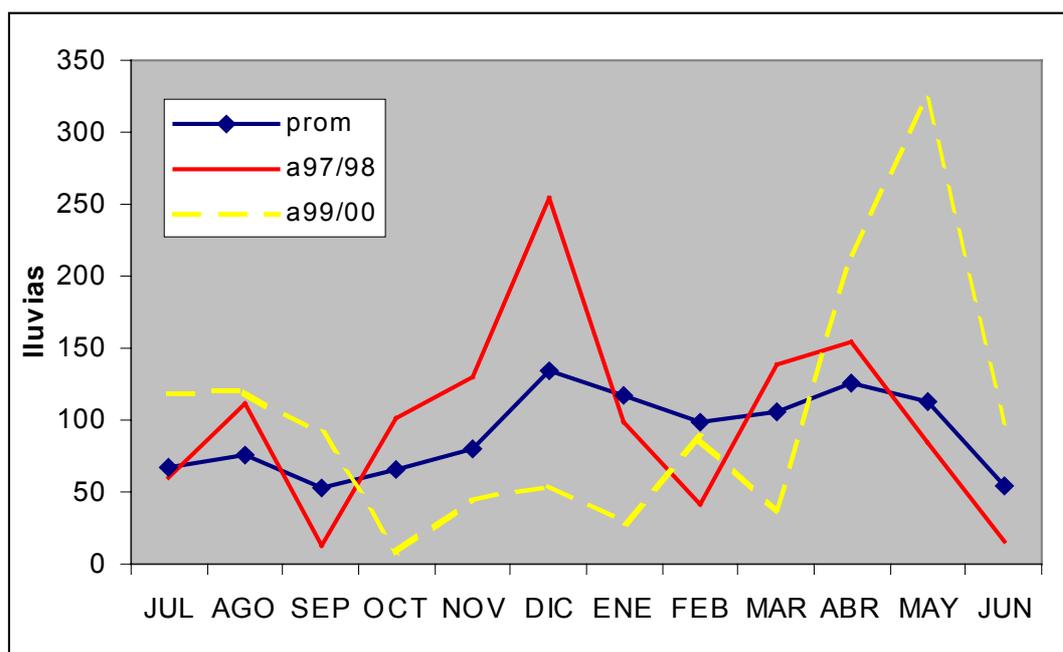
**Cuadro 47: Indicadores productivos de 21 explotaciones de la Cuenca de Abasto Sur de Buenos Aires, en 1997/98 y en 1999/00**

<b>Indicadores</b>	<i>1997/98</i>	<i>1999/2000</i>
Litros/Vaca ordeño/día (*) (**)	19,2	16,9
Kg GB/ha ganadera (*)	79	70
Kg GB/ha Vaca Total (*)	115	104
% superficie ganadera con praderas	28	24
Consumo de concentrados (kg/VO/día) (*)	6,7	6,3
Gramos de concentrado/litro de leche (*)	350	369
Superficie cosechada de silo de maíz (ha) (**)	36	19

Referencias del cuadro: kg GB = kilogramos de grasa butirométrica. (\*) promedios ponderados. (\*\*) significativas ( $\alpha=0,05$ ). Fuente: elaboración propia.

En la Figura 36 se incluye una gráfica de las precipitaciones medias para el período 1995-2000 registradas en la localidad de Coronel Brandsen, y también de las precipitaciones de los ejercicios 1997-98 y 1999/2000. Allí se puede observar que la primavera 1999 y el verano 2000 (meses de octubre a marzo) fueron afectados por una fuerte sequía, a lo cual le siguió un otoño 2000 (meses de abril y mayo) con precipitaciones excesivas. Esta habría ocasionado una menor oferta forrajera y explicaría la reducción de la superficie cosechada para silo y la baja en la productividad de las vacas. También debiera atribuirse al mismo factor el incremento de la superficie arrendada.

Figura 36: Precipitaciones registradas en la Sociedad Rural de Brandsen



Fuente: elaboración propia en base a datos provistos por la Sociedad Rural de Brandsen

Si bien el consumo de alimentos concentrados bajó de 6,7 a 6,3 kg/va/día, en un año con condiciones climáticas normales podría haberse esperado una mayor reducción, debido a que los precios de la leche no incentivaban su compra para aumentar la productividad por vaca. Pero en las condiciones del ejercicio 99/00 los productores tuvieron que recurrir a la compra de alimentos para compensar la disminución de la oferta forrajera y de silaje.

## VII.1.2 RESULTADOS ECONÓMICOS Y COSTES DE PRODUCCIÓN

La disminución de los precios al productor y la disminución de la producción originaron, como se observa en el Cuadro 48, una fuerte disminución de los ingresos, de alrededor de un 27%. No hubo grandes cambios en los gastos de estructura ni en las amortizaciones.

Si bien los gastos directos disminuyeron algo más de un 15%, ello no alcanzó a compensar la baja de ingresos, y en consecuencia el beneficio y la rentabilidad fueron negativos. La cantidad de explotaciones con beneficios negativos pasó de un 14 a un 48% de los casos analizados.

**Cuadro 48: Medidas de resultado económico (en U\$S) de 21 explotaciones del Abasto Sur de Buenos Aires en 1997/98 y en 1999/2000.**

Medidas	1997/98		1999/2000	
	Totales	Por ha	Totales	Por ha
Ingreso bruto (**)	258.505	536	187.441	370
Gastos directos (**)	174.123	361	147.619	291
Gastos estructura	30.906	64	29.837	59
Resultado operativo (**)	53.475	111	9.986	20
Amortizaciones	11.578	24	12.743	25
Beneficio (B) (**)	41.897	87	-2.758	-5
Capital operado	998.189	2.068	1.018.295	2.010
Rentabilidad (%) (**)	3,9		-0,6	
Casos con B negativos	3		10	

Observación: los resultados/ha son valores ponderados, lo mismo que la rentabilidad. Las diferencias de medias, tanto en valores totales como por ha fueron significativas (\*\*) significativas ( $\alpha=0,05$ ).

Fuente: elaboración propia

**Cuadro 49: Comparación de los Gastos Directos y de Estructura de 21 explotaciones del Abasto Sur de Buenos Aires en 1997/98 y en 1999/2000.**

	1997/98		1999/2000	
	(U\$S/ha)	(U\$S/litro)	(U\$S/ha)	(U\$S/litro)
Total de Gastos	425	0,195	350 (**)	0,181 (**)
<i>Gastos de estructura</i>	64	0,029	59	0,030
<i>Gastos directos</i>	361	0,165	291 (**)	0,151 (**)
Gtos concentrados	150	0,069	107 (**)	0,055 (**)
Gtos Mano de obra	96	0,044	77 (**)	0,040
Resto de G.Directos	211	0,052	184 (**)	0,056

Observación: (\*\*) diferencias entre medias de ambos períodos significativas. Todos los valores, expresados por hectárea y por litro, son promedios ponderados. Fuente: elaboración propia

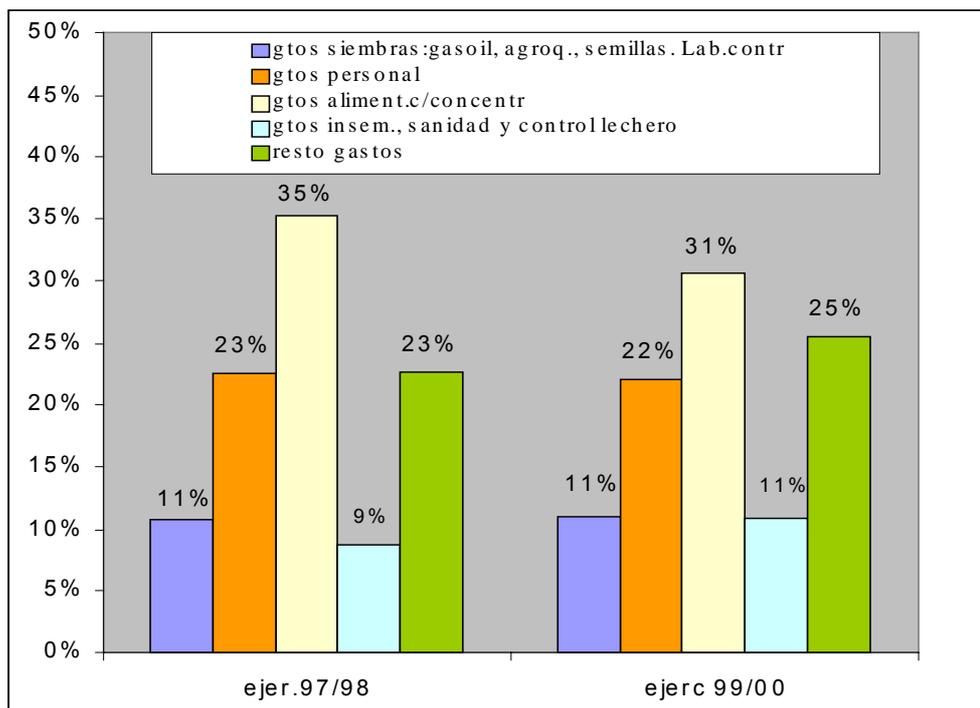
Corresponde aquí destacar que de las 35 explotaciones encuestadas en 1997/98, 6 de ellas habían cerrado o vendido al momento de realizar la encuesta para el período 99/00 y que luego de finalizado ese ejercicio, otras dos explotaciones fueron cerradas. En definitiva, de las 35 explotaciones originales, hacia principios de 2001 un 23% había dejado de funcionar, lo cual refleja la crítica situación del sector.

En el Cuadro 49 puede observarse cómo variaron los gastos, expresados en dólares por hectárea y por litro de leche, en los períodos considerados. Los gastos de estructura se han separado de los gastos directos, y éstos a su vez se subdividieron en 3 componentes, gastos de personal, gastos de alimentación y resto de gastos directos, para apreciar la participación de cada uno en la composición del gasto por litro.

En primer lugar debe señalarse que el gasto de alimentación con concentrados continuó teniendo en el ejercicio 1999/2000 una fuerte incidencia en el gasto por litro, ubicándose en un nivel similar al rubro resto de gastos. Así mismo, si bien hubo una considerable disminución en los gastos totales por hectárea (17,6%), hubo una mayor disminución en los gastos de alimentación con concentrados (28,7%).

Ello puede atribuirse a una conjunción entre una disminución en la cantidad de suplementos (6%) y una mayor disminución en el precio de los concentrados. Al respecto, entre los ejercicios 97/98 y 99/00 hubo una disminución del precio del alimento balanceado, que alcanzó un 18,5% (Revista CAPIA, 2001).

**Figura 37: Composición porcentual de gastos, ejercicios 1997/98 y 1999/00.**



Fuente: elaboración propia

Lo anteriormente comentado se vio reflejado en una disminución de la participación de los gastos en alimentos concentrados, que pasó de representar un 35% en 1997/98 a un 31% de los gastos totales en 1999/20000 (Figura 37).

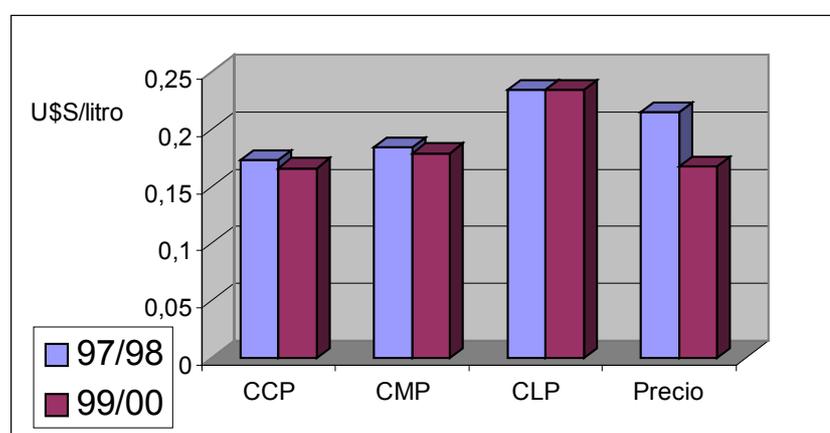
También hubo una considerable reducción del 19,8% de los gastos en mano de obra (tamero mediero y personal contratado), y su participación en los gastos totales bajo de un 23% en el 97/98 a un 22% en el 99/00. Esto se puede asociar principalmente a una baja en los ingresos del tamero mediero, ocasionada por una disminución simultánea del precio de la leche y de los volúmenes de producción. En menor medida, también se puede atribuir a una disminución de los gastos en personal contratado y el consecuente aumento de la participación del trabajo familiar.

**Cuadro 50: Costes de producción de 21 explotaciones del Abasto Sur de Buenos Aires en 1997/98 y en 1999/2000, en dólares por litro.**

	1997/98			1999/2000		
	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min
Coste de Corto Plazo	0,173	0,220	0,132	0,166	0,216	0,129
Coste de Mediano Plazo	0,184	0,230	0,140	0,179	0,234	0,137
Coste de Largo Plazo	0,234	0,284	0,190	0,234	0,326	0,169
Precio Recibido	0,215	0,234	0,200	0,167	0,192	0,135

Observación: Los costes y precios son promedios ponderados. Fuente: elaboración propia

**Figura 38: Costes de producción promedio de 21 explotaciones del Abasto Sur de Buenos Aires en 1997/98 y en 1999/2000, en dólares por litro.**



Fuente: elaboración propia

Sin embargo, los gastos totales por litro de leche producido disminuyeron sólo un 7,2%, lo cual en definitiva, frente a la notoria disminución del precio recibido por el productor, ocasionó una importante disminución en los resultados económicos de las empresas. En el Cuadro 50 se aprecian las distintas categorías de coste de producción unitario que, tal como se anticipó en los comentarios realizados

anteriormente, tuvieron modificaciones bastante reducidas, si se comparada con la disminución del 22,3% en los precios recibidos por la leche (Figura 38).

## VII.2 ANÁLISIS DE EFICIENCIA MEDIANTE DEA

En una perspectiva de largo plazo, la eficiencia económica implica simultáneamente la maximización del beneficio y la minimización del coste. En el corto plazo, los productores eficientes pueden obtener beneficios extraordinarios cuando el precio del producto es mayor que su coste medio. Esto es lo que ha sucedido con la producción lechera durante la mayor parte de los años 90 en Argentina, donde los precios incentivaron a producir aún a costes relativamente altos, como sucedió en la región del Abasto Sur.

En este escenario, puede suceder que existan productores ineficientes que logren beneficios aún cuando tengan altos costes medios relativos. Pero a largo plazo, los productores ineficientes deben convertirse en eficientes o incurrirán en pérdidas que los llevarán a alejarse de la actividad.

De lo expuesto surge la idea de analizar la eficiencia en las explotaciones lecheras para dos periodos de tiempo, investigando si las empresas ineficientes en la primera determinación se reconvirtieron en eficientes o si, por el contrario, persisten como ineficientes en la segunda determinación.

**Cuadro 51: Estadísticas descriptivas de las variables seleccionadas, para las 21 explotaciones, en los 2 periodos. 1997/98 y 1999/2000**

		OUTPUT	INPUTS		
		Leche (lts/día)	Superficie (has)	Vacas (número)	Costes (U\$S/día)
Ejercicio 1997/98	Media	2877	464	199	509
	Desviación estándar	1495	295	88	275
	Coefficiente variación	52%	63%	44%	54%
Ejercicio 1999/2000	Media	2673	483	202	460
	Desviación estándar	1579	300	80	279
	Coefficiente variación	59%	62%	40%	61%

Fuente: elaboración propia

Se calcularon, en primera instancia, los índices de eficiencia de las 21 firmas para ambos periodos, ejercicio 1997/98 y ejercicio 1999/00. Para la determinación de eficiencia se empleó el programa DEAP, versión 2.1. (Coelli, 1996).

En el Cuadro 51 se incluyen algunas estadísticas descriptivas de las variables utilizadas para la determinación de eficiencia en los dos períodos, 1997/98 y 1999/2000.

### Resultados

En el Cuadro 52 se han sintetizados los principales resultados del modelo CCR y del modelo BCC input-orientado, para los ejercicios 1997/98 y 1999/2000.

Se observa que la eficiencia técnica global es del 83.32% para el ejercicio 97/98 y 87.4% para el ejercicio 99/00. Se puede advertir una leve mejoría en los índices medios de eficiencia, no obstante, existe aún un margen para el ahorro de recursos, sin modificar el nivel del output, de un 12.6%.

Las firmas eficientes del último ejercicio (6) se duplicaron respecto al primer análisis (3).

**Cuadro 52: Síntesis de los principales resultados del análisis DEA**

	1997/98			1999/2000		
	ETG	ET	EE	ETG	ET	EE
Media	0,833	0,932	0,893	0,874	0,927	0,943
Desviación estándar	0,11	0,10	0,09	0,11	0,09	0,09
Valor mínimo	0,673	0,675	0,692	0,569	0,680	0,663
Nº de firmas eficientes	3	11	3	6	11	6
% de firmas eficientes	14,3%	52,4%	14,3%	28,6%	52,4%	28,6%
Nº de firmas drs	7			2		
Nº de firmas irs	7			8		

Referencias del cuadro: ETG=eficiencia técnica global, ETP=eficiencia técnica pura, EE=eficiencia de escala, drs= rendimientos decrecientes a escala, irs= rendimientos crecientes a escala. Fuente: elaboración propia

Si se descompone la eficiencia técnica global en sus dos partes, se distingue una mayor ineficiencia técnica de escala (10.7%) con respecto a la ineficiencia técnica pura (7.8%), para el ejercicio 97/98. También existe una menor cantidad de firmas eficientes en escala (3) que las técnicamente eficientes (11).

El incremento de la eficiencia técnica global de 99/00 respecto a 97/98 debe atribuirse al incremento de la eficiencia de escala (94.3% respecto a 89.3%), ya que la eficiencia técnica (92.7%) es prácticamente similar al 97/98 (0.932).

Las ineficiencias de escala estaban equilibradas en cuanto a la cantidad de firmas que producían con rendimientos a escala crecientes (7) y con rendimientos a escala decrecientes (7) para el ejercicio 97/98. Pero, para el ejercicio 99/00, las firmas pasaron a producir por debajo de la escala óptima, dado que se encontraron 8 firmas con rendimientos a escala crecientes (irs) y sólo 2 firmas con rendimientos a escala decrecientes (drs).

Al aplicar el modelo output-orientado sobre la misma base de datos se obtiene una eficiencia técnica media de 92,9% para el ejercicio 97/98 y de 90,9% para el 99/00. Se puede apreciar que hubo una disminución muy leve, en tanto la eficiencia de escala aumentó desde 89,6% en 97/98 hasta 96,1% en 99/00.

### **VII.3 ANÁLISIS DE SEGUNDA ETAPA**

En este apartado se investigan las causas de ineficiencia, siguiendo algunos de los caminos tomados para el análisis de segunda etapa realizada para los 35 casos de 1997/98 e investigando otros, aprovechando la oportunidad de contar con un panel de datos de 21 explotaciones, ejercicios 1997/98 y 1999/2000.

#### **VII.3.1 INFLUENCIA DEL TAMAÑO**

Una de las preguntas que habitualmente surge en las reuniones técnicas y de análisis económico en el sector lácteo es si existe un tamaño de explotación óptimo, o un tamaño mínimo eficiente que deba constituirse para realizar la actividad de manera rentable.

El tema de la dimensión óptima de la explotación agraria, igual que el debate entre grande y pequeña explotación, ha sido ampliamente tratado por varias generaciones de agrónomos y economistas agrarios.

Dada las características especiales de la empresa agraria, que utiliza a la tierra como factor de producción, es habitual que se utilice el criterio de medir la dimensión a través del tamaño expresado como superficie en hectáreas (Caldentey, 1988).

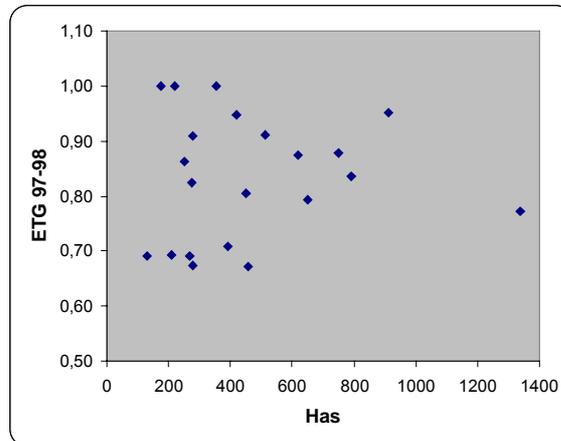
Siguiendo con esta modalidad, investigamos si existe un tamaño óptimo de empresa, a través de relacionar el tamaño de las explotaciones medido en hectáreas ganaderas con la eficiencia técnica global.

Los resultados se han representado en la Figura 39 y en la Figura 40 se puede verificar que la nube de puntos que representa la eficiencia no muestra ninguna tendencia respecto al tamaño. Existen firmas con diferente nivel de eficiencia en todos los tamaños. Si bien en la primer encuesta parecía que la eficiencia se

---

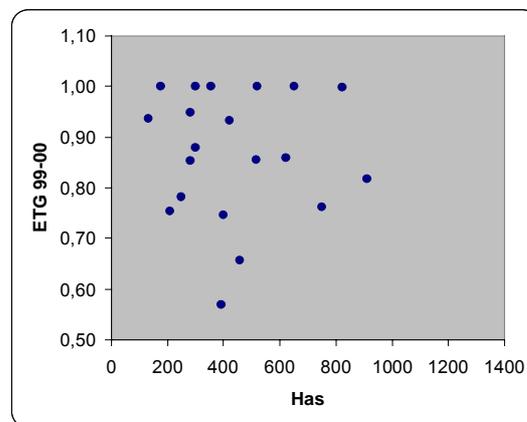
ubicaba aproximadamente en el estrato de 200 a 400 has, en la segunda encuesta aparecen firmas eficientes en los estratos de mayor tamaño (superiores a 400 has).

**Figura 39: Relación entre el tamaño, expresado en hectáreas, y la eficiencia, para 21 firmas de Abasto Sur, ejercicio 1997/98.**



Fuente: elaboración propia

**Figura 40: Relación entre el tamaño, expresado en hectáreas, y la eficiencia, para 21 firmas de Abasto Sur, ejercicio 1999/2000.**

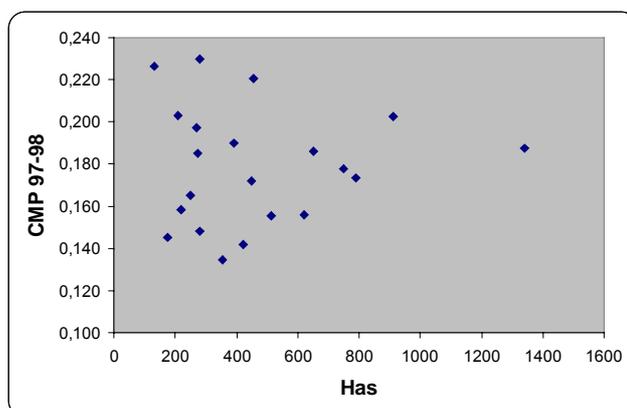


Fuente: elaboración propia

Si nos apartamos por un momento del tema de la eficiencia técnica y nos orientamos hacia el aspecto económico de la actividad, puede estudiarse si existe influencia del tamaño de la explotación en el coste de producción de la leche. Es frecuente que se utilice, especialmente en organización industrial, el concepto conocido como escala mínima eficiente (Minimun Efficient Scale o MES) o escala mínima óptima (Minimun Optimal Scale o MOS), términos que pueden considerarse sinónimos (Caldentey, 1988). Se trata de un concepto empírico, que correspondería a la dimensión de la empresa para la cual los costes son mínimos, considerando la curva de costes medio de acuerdo lo expuesto en el capítulo II.

En la Figura 41 y en la Figura 42 pueden visualizarse los resultados de la relación entre el tamaño, medido en hectáreas, y los costes de producción de mediano plazo, para las 21 firmas de Abasto Sur, ejercicios 1997/98 y 1999/2000.

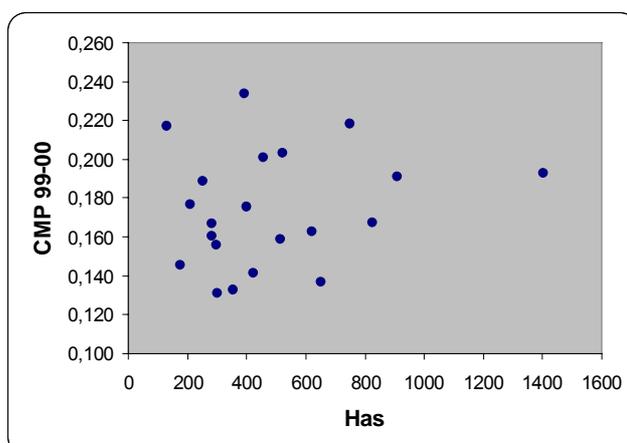
**Figura 41: Relación entre el tamaño, expresado en hectáreas, y los costes de producción, para 21 firmas de Abasto Sur, ejercicio 1997/98.**



Fuente: elaboración propia

Debe inferirse que tampoco ha podido hallarse evidencia de la existencia de una escala óptima en Abasto Sur. Si bien pareciera que se halla entre las 200 y las 400 has, dado que en ambos ejercicios se encuentran los menores costes de producción en ese estrato, también es cierto que es el estrato en el que se ubican la mayor cantidad de firmas, coexistiendo firmas que operan a costes elevados en el mismo tamaño. Por lo tanto, puede concluirse que se presenta una gran dispersión de costes, sin que pueda individualizarse una escala óptima.

**Figura 42: Relación entre el tamaño, expresado en hectáreas, y los costes de producción, para 21 firmas de Abasto Sur, ejercicio 1999/2000.**

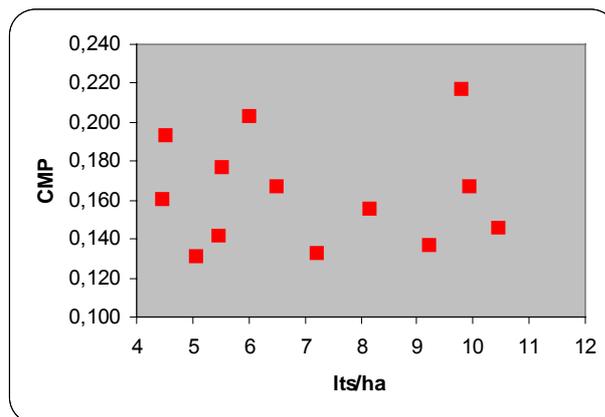


Fuente: elaboración propia

### VII.3.1.1 RELACIÓN ENTRE LA PRODUCTIVIDAD POR HECTÁREA Y LA EFICIENCIA

Del mismo modo que se realizó el análisis entre la productividad por hectárea y la eficiencia en 1997/98, se investigó para en 1999/2000. Se procedió de la misma manera: las firmas con eficiencia técnica (ET) mayor a 0,90 se utilizaron para investigar si había asociación entre la productividad por hectárea y la eficiencia.

**Figura 43: Relación entre la productividad por hectárea y la eficiencia para 21 firmas de Abasto Sur, ejercicio 1999/2000.**



Fuente: elaboración propia

En este caso, no se halló evidencia de que exista un nivel óptimo de productividad, dado que las 13 firmas mostraron una dispersión de costes sin ningún ordenamiento, presentándose firmas con costes altos y firmas con costes bajos en todos los niveles de productividad.

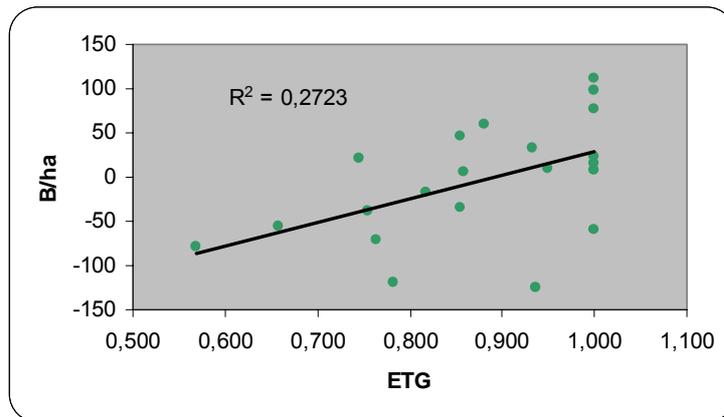
De todas maneras puede advertirse que existen, al igual que en 1997/98, firmas eficientes que presentan costes muy elevados, por encima del nivel medio del precio de la leche (0,167 U\$S/litro).

### VII.3.2 RELACIÓN ENTRE LA EFICIENCIA Y EL BENEFICIO

También se investigó para los datos del ejercicio 1999/2000 la relación entre la eficiencia y el beneficio, expresado en U\$S/ha. Si bien confirma la tendencia evidenciada en el ejercicio anterior, en este caso se encontró una menor relación que la hallada en 1997/98, ya que el coeficiente de correlación de Spearman dio 0,52. En la Figura 44 se puede apreciar la tendencia ( $R^2=0,27$ )

Debe puntualizarse que, considerando las 21 firmas, en 1997/98 el coeficiente de correlación hallado fue de 0,81.

**Figura 44: Relación entre la eficiencia y el beneficio por hectárea, para 21 firmas de Abasto Sur, ejercicio 1999/2000.**



Fuente: elaboración propia

Puede comentarse, respecto a la baja relación hallada en 1999/2000 entre la eficiencia y los beneficios, que estos últimos son consecuencia bastante directa de las modificaciones profundas y rápidas que hubo en los precios de la leche. Al momento de realizarse la encuesta, los sistemas lecheros no habían tenido tiempo de acomodarse a las nuevas condiciones externas. Por tal razón, aparece una gran dispersión en los resultados económicos, pues aunque cada firma se fue acomodando a esta situación para producir eficientemente, los beneficios aún corresponden al período de crisis en el precio.

### VII.3.3 ANÁLISIS DE LAS FIRMAS REFERENTES

Considerando los dos ejercicios analizados, hubo 3 firmas que se mantuvieron eficientes. Las mismas se constituyeron en referentes para el resto de las firmas, fueron las firmas “referentes” (peers). A continuación se presenta un resumen de los principales indicadores de las mismas, intentando hallar algunas características en común que las diferencie del resto; éstas podrían indicar el rumbo hacia la eficiencia.

**Cuadro 53: Indicadores de Estructura de las firmas referentes y del promedio de 21 firmas de Abasto Sur, Ejercicio 1997/98**

Estructura	Unidad	Prom	Firma 3	Firma 9	Firma 21
Litros diarios leche	Litros	2.877	2.792	2.915	2.084
Superficie Ganadera	Has	464	220	354	175
Total vacas	Vacas	199	141	199	107

Fuente: elaboración propia

En primer lugar puede señalarse que, en relación a los indicadores de estructura (Cuadro 53), no existe un tamaño óptimo que determine eficiencia, a juzgar por los indicadores que presentan las firmas referentes. El volumen de producto de las firmas eficientes es similar al promedio de las 21 explotaciones. La superficie, varía desde 175 a 354 has, pero algo en común es que tienen una dimensión inferior a la media. Prácticamente lo mismo puede comentarse respecto al número de vacas.

**Cuadro 54: Indicadores de Gestión Técnica de las firmas referentes y del promedio de 21 firmas de Abasto Sur, Ejercicio 1997/98**

Gestión técnica	Unidad	Prom	Firma 3	Firma 9	Firma 21
% Mano de Obra familiar	%	12,3	12,7	13,8	28,1
Carga	EV/ha	1,0	1,2	1,2	1,1
EH/100 has		1,36	2,80	1,10	2,20
Has de silo	Has	36	34	4	0
% VO	%	76	83	81	91
Concentrados/VO	Kg/día	6,6	7,6	5,1	9,5

Fuente: elaboración propia

Los indicadores de gestión técnica (Cuadro 54) muestran que las firmas eficientes se caracterizan por relativamente alta carga ganadera y elevado porcentaje de vacas en ordeño, superiores a la media en ambos casos.

Contrariamente a lo podría haberse pensado, no muestran uniformidad en la cantidad de alimentos concentrados por vaca: se logra eficiencia con relativamente bajos niveles de concentrados, como la firma 9 (5,1 kg/vo/día), y también con muy altos, como la firma 21 (9,5 kg/vo/día).

Lo mismo puede decirse con respecto a los demás indicadores: la participación de la mano de obra familiar es importante en la firma 21, pero en las otras no lo es; la cantidad de mano de obra contratada por hectárea es alta en las firmas 3 y 21, pero sin embargo la firma 9 parece conformarse con mucho menos.

**Cuadro 55: Indicadores de Productividad de las firmas referentes y del promedio de 21 firmas de Abasto Sur, Ejercicio 1997/98**

Productividad	Unidad	Prom	Firma 3	Firma 9	Firma 21
Kg GB/ha/año		89	162	102	164
Litros /V.O/día		18,9	23,9	18,2	21,9
kg GB/EH		7.201	5.797	8.222	7.426

Fuente: elaboración propia

La productividad por hectárea ganadera es algo en que se distinguen claramente estas firmas (Cuadro 55): todas superan la media general y, en el caso de las firmas 3 y 21, la duplican. La productividad por vaca es alta en las firmas 3 y 21, pero en la firma 9 es similar a la media. Sin embargo, esta última presenta la mayor productividad de la mano de obra.

**Cuadro 56: Indicadores de Decisiones Financieras de las firmas referentes y del promedio de 21 firmas de Abasto Sur, Ejercicio 1997/98**

Decisiones financieras	Unidad	Prom	Firma 3	Firma 9	Firma 21
Gasto/vaca	U\$/vt	1.004	1.125	614	1.103
Capital/vaca	U\$/vt	4.268	5.703	4.844	1.412
Gasto concentrados/vaca	U\$/vt	508	608	400	749
Capital hacienda/ha	U\$/ha	471	738	666	556
Sueldos/EH	U\$/EH	8.812	8.461	7.952	5.056

Fuente: elaboración propia

Si se consideran los indicadores del Cuadro 56, puede percibirse la estrategia de cada firma en relación a la orientación de sus recursos financieros hacia la producción. Se aprecia que el nivel de gastos por vaca no fue alto en ninguna de las tres firmas eficientes, y que en la firma 9 estuvo muy por debajo de la media.

El capital por vaca es elevado para la firma 3 y muy bajo en la firma 21, influenciado porque la totalidad de sus tierras son alquiladas. La firma 9 también se caracteriza por gastar poco en concentrados por vaca, aunque las otras dos gasten por encima de la media. Donde parecen coincidir es el elevado capital hacienda por hectárea, que surge de cargas ganaderas superiores a la media y, seguramente, mayor valor unitario de los animales.

**Cuadro 57: Indicadores de Resultados Económicos de las firmas referentes y del promedio de 21 firmas de Abasto Sur, Ejercicio 1997/98**

Resultados económicos	Unidad	Prom	Firma 3	Firma 9	Firma 21
CMP	U\$/lt	0,186	0,188	0,140	0,173
Precio leche	U\$/lt	0,215	0,210	0,218	0,231
Beneficio/ha	U\$/ha	98	240	235	395

Fuente: elaboración propia

Podemos conocer si los resultados que obtienen las firmas eficientes son mejores que el promedio observando el Cuadro 57. El coste de producción de la firma 9 es muy bajo, pero en la firma 3 es similar a la media. El precio logrado por la

leche de ésta última tampoco es superior. Sin embargo, obtiene altos beneficios. Precisamente, los resultados económicos de las tres firmas son coincidentes: muy superiores a la media.

### **VII.3.4 ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA**

Un método atractivo, que fue usado por primera vez por Willard Thorp en 1924 pero que fue dado a conocer mas tarde por George Stigler en 1958 (ambos citados por Caldentey, 1988), es el denominado método del superviviente. Se basa en el principio de que las dimensiones de establecimientos o de empresas con coste medio mínimo serán las que sobrevivan en el tiempo. Se trata de analizar la importancia de los distintos empresas, clasificados según su dimensión, en dos o mas instantes de tiempo.

La idea central es que las empresas que consiguen mantenerse en producción son las exitosas, las “supervivientes”. Recogemos esa idea y la adaptamos para realizar un análisis de supervivencia con relación a la eficiencia.

Si se analizan las firmas que cerraron comparativamente con las que continuaron en actividad, se podrá contestar a la pregunta ¿Poseen mayor ineficiencia las firmas que cierran?

De las 8 firmas que dejaron de producir, 3 de ellas representan casos especiales que debemos puntualizar:

Una firma vendió la empresa funcionando, con mejoras, maquinaria y animales incluidos. De esta manera, la empresa siguió, pero cambiando de propietario.

Un ganadero dejó el campo donde producía y se mudó a otro establecimiento, alquilándolo para producir. En este caso se trató de la modificación opuesta a la anterior: el ganadero siguió, pero cambió de establecimiento.

Una tercer firma decidió subdividir el campo y vender, concluyendo sus actividades, debido a que era una empresa familiar en la cual se sucedieron disputas internas entre los propietarios.

Estos tres casos, que no podemos considerar en nuestros análisis cuantitativos, tal vez fueran mejor entendidos dentro del marco teórico del Neoinstitucionalismo. Este enfoque ha introducido una perspectiva diferente en los análisis económicos, intentando comprender los procesos de cambios asociados a la evolución de las instituciones.

Asi, North (1995) indica que existen dos componentes fundamentales en el comportamiento de las personas: las motivaciones (que va mas allá de la componente maximizadora de beneficios) y la interpretación del entorno según las construcciones mentales preexistentes de cada individuo. Estos dos elementos

---

son los que explican, conjuntamente, que la interpretación de la realidad sea diferente entre los individuos.

Si excluimos estos 3 casos, los 5 restantes han cerrado debido a que la empresa no les convenía económicamente (iban rumbo a la quiebra) o quebraron. El promedio de eficiencia técnica global de estas firmas fue de 0,685 considerando el ejercicio 1997/98.

Puede concluirse que las firmas que cerraron se ubicaban entre las de menor eficiencia, según la encuesta realizada en 1997/98.

### VII.3.5 ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS ECONÓMICO-FINANCIERAS

Se intentó continuar el análisis realizado en el primer ejercicio con 35 casos, respecto a cuáles constituyeron las estrategias financieras mas exitosas, pero ahora en un período de plena crisis. Para ello se construye el cuadro considerando los cuatro grupos originales, con la cantidad de casos que se obtuvieron de cada uno para el ejercicio 99/00.

**AC-BG:** Alto Capital y Bajo Gasto 7 casos

**AC-AG:** Alto Capital y Alto Gasto 5 casos

**BC-BG:** Bajo Capital y Bajo Gasto 5 casos

**BC-AG:** Bajo Capital y Alto Gasto 4 casos

Lamentablemente, el grupo BC-AG quedó mas reducido proporcionalmente que el resto de los grupos, por lo tanto las conclusiones tendrían un cierto sesgo<sup>12</sup>. Para salvar este defecto hemos optado por comentar únicamente las ideas principales. A continuación se presentan los resultados

**Cuadro 58: Resultados de las diferentes estrategias financieras para producir leche, en base a los datos de 21 empresas lecheras de la Cuenca de Abasto Sur de Buenos Aires, ejercicio 1999/2000.**

	AC-BG	AC-AG	BC-BG	BC-AG	Total
Casos	7	5	5	4	21
ETG	0,839	0,916	0,804	0,970	0,874
Litros /V.O/día	14,7	20,0	15,5	16,8	16,5
Coste/litro	0,169	0,189	0,191	0,168	0,179
Beneficio/ha	9	-4	-60	41	-4

Las conclusiones son las siguientes:

<sup>12</sup> La ETG de estas cuatro firmas en el ejercicio 97/98 fue de 0,864, en tanto el Beneficio/ha fue de 161 U\$S/ha. Como se aprecia, superiores a la media de ambas variables hallados para los 35 casos, donde el grupo BC-AG estaba constituido por 10 firmas.

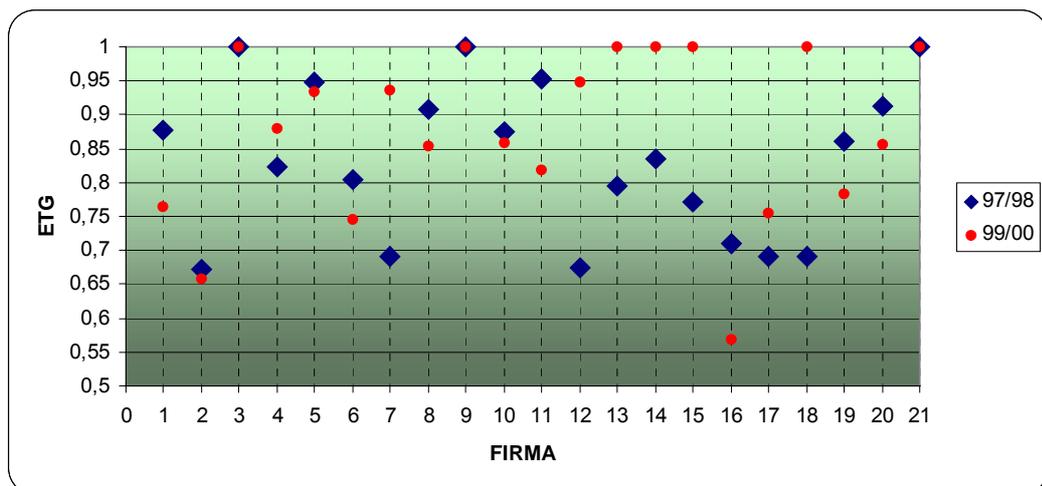
- El grupo AC-BG continuó siendo el de mínimo coste/litro.
- El grupo AC-BG continuó siendo el de mayor eficiencia y el de máxima productividad por vaca (expresado como litros por vaca en ordeño).
- Los grupos AC-BG y BC-AG obtuvieron beneficio/ha positivo, lo que contrasta con los grupos extremos: AC-AG y BC-BG, cuyos resultados económicos medios fueron negativos.
- El peor grupo continuó siendo BC-BG, con la menor eficiencia, el menor Beneficio/ha y el coste/litro mas alto.

Puede terminarse señalando que, tanto en tiempos propicios para la lechería como en épocas de crisis, las estrategias de AC-BG y BC-AG se presentan como alternativas válidas para producir leche en Argentina. En cambio, las estrategias extremas parecen mas vulnerables: el grupo AC-AG, a pesar de su buena eficiencia media, quedó afectado en su resultado económico durante la crisis; en tanto el grupo BC-BG obtuvo los menores índices de eficiencia y los peores resultados económicos tanto en tiempos favorables como en épocas críticas.

### VII.3.6 ANÁLISIS DE LAS FIRMAS QUE INCREMENTARON SU EFICIENCIA

Si bien se produjo un leve aumento medio de la eficiencia técnica global de las explotaciones entre los periodos considerados, se verificó que hubo firmas que aumentaron su eficiencia y otras que la bajaron. Ello se puede visualizar en la Figura 45.

Figura 45: Variación de los índices de eficiencia para cada una de las 21 firmas, desde la primer encuesta (1997/98) a la segunda (1999/00), en Abasto Sur de Buenos Aires.



Fuente: elaboración propia

Se adoptó el criterio de separar las explotaciones lecheras en 2 grupos:

---

Grupo Competitivo: conformado por los que mantuvieron o aumentaron su índice de eficiencia con el modelo CCR, que totalizaron 11 explotaciones.

Grupo Inadaptado: conformado por las que bajaron su índice de eficiencia. Totalizan 10 explotaciones.

De acuerdo a la primer encuesta (1997/98), se han elegido algunos indicadores estructurales, técnicos y económicos, que marcan características distintivas entre ambos grupos (cuadros Cuadro 59 a Cuadro 62). A continuación se sintetizan esas diferencias:

### **VII.3.6.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS GRUPOS EN BASE AL EJERCICIO 1997/98**

#### Características técnicas y de tamaño

**El Grupo Competitivo presenta mayor número de vacas totales y mayor producción de leche que el Grupo Inadaptado, pero menor tamaño en superficie ganadera (**

Figura 46). Podría inferirse que su carga es mayor, lo que se confirma al observar en el Cuadro 59 que el indicador EV/ha (equivalentes vacas por hectárea) es mayor.

Ambos grupos son similares en productividad por vaca (lts/VO/día), pero el Grupo Competitivo presenta mayor productividad por hectárea (Cuadro 60), atribuible a su mayor carga. En cuanto a la productividad de la mano de obra (kg GB/EH), es ligeramente superior en el Grupo Competitivo.

Presentan valores de alimentación con concentrados y de hectáreas de praderas similares. El Grupo Inadaptado realiza mayor cantidad de reservas en rollos, en tanto el Grupo Competitivo realiza mayor cantidad de hectáreas de silo.

#### Características económicas

Ambos grupos reciben similar precio por la venta de su leche y presentan similar rentabilidad (algo mayor en el Grupo2). El Grupo Competitivo presenta menor CCP, pero el Grupo Inadaptado presenta menor CLP.

(Cuadro 61 y Cuadro 62)

El Beneficio/ha es algo mayor en el Grupo Competitivo, aunque no significativo.

El capital invertido en hacienda es mayor en el Grupo Competitivo (cap.hac/EV), en tanto que son similares los niveles de capital fundiario y maquinaria por hectárea

---

El nivel de gastos es mayor en el Grupo Competitivo que en el Grupo Inadaptado; ello puede apreciarse tanto en GD/ha como en gastos siembra/ha. También los gastos de alimentación por vaca y los gastos de concentrados por hectárea y por litro son mayores en el Grupo Competitivo.

La mano de obra está mejor remunerada en el Grupo Competitivo, dado que el sueldo por equivalente hombre es superior (9161 \$/EH respecto a 8428 \$/EH en el Grupo Inadaptado).

**Cuadro 59: Características de los grupos. Indicadores estructurales en base al ejercicio 97/98**

	Grupo Competitivo	Grupo Inadaptado
Litros diarios leche	3.027,0	2.713,0
Capital (miles \$)	855,0	1156,0
EH totales	4,7	5,4
Superficie ganadera (has)	427,0	504,0
Número de vacas	207,0	189,0

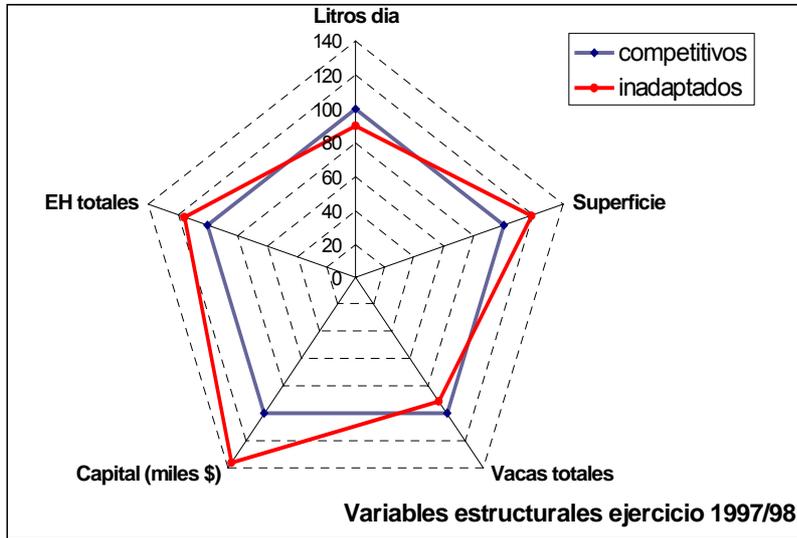
Fuente: elaboración propia

**Cuadro 60: Características de los grupos. Indicadores técnicos en base al ejercicio 1997/98.**

	Grupo Competitivo	Grupo Inadaptado
Litros /VO/día	18,8	19,0
% VO	76,6%	74,6%
EV/ha ganadera	1.09	0.87
Kg GB/ha ganadera/año (*)	105	71
Kg concentrado/VO/día	6,7	6,5
Praderas (%)	29	28
kg GB/EH (*)	7.661	6.695
Hectáreas de silo	46	26
Rollos	60	109
EH/100 has (*)	1,6	1,1

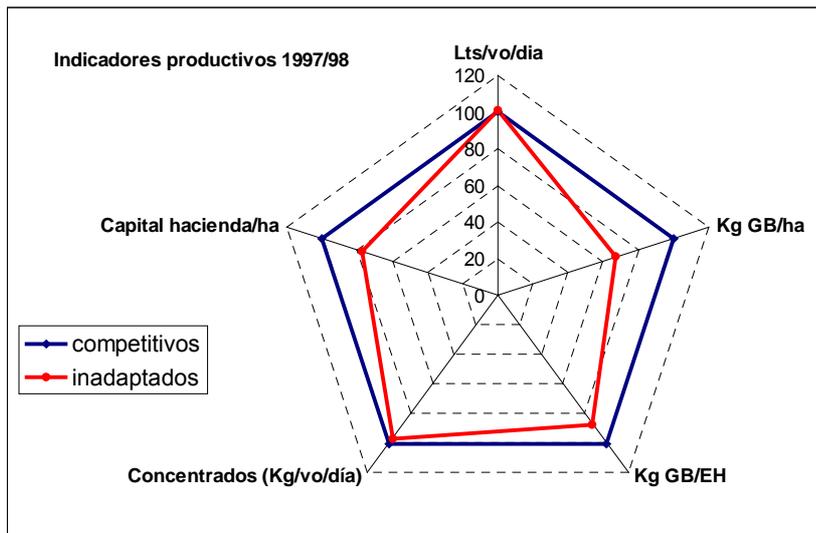
Referencias del cuadro: Litros/VO/día = litros de leche diaria por vaca en ordeño. Kg GB = kilogramos de grasa butirosa; Kg concentrados/VO/día = consumo de concentrados en kilogramos por vaca ordeño por día. EH = Equivalentes hombre. EV = Equivalente Vaca. (\*) Significativa con test t (< 0,05)

**Figura 46: Características estructurales de los dos grupos en base a la encuesta 1997/98, expresados en porcentaje sobre base “grupo competitivo=100”.**



Fuente: elaboración propia

**Figura 47: Características productivas de los dos grupos en base a la encuesta 1997/98, expresados en porcentaje sobre base “grupo competitivo=100”.**



Fuente: elaboración propia

**Cuadro 61: Características de los grupos. Indicadores económicos del ejercicio 97/98.**

	Grupo Competitivo	Grupo Inadaptado
Gastos directos/ha (*)	499	302
Gastos estructura/ha	85	63
Amortizaciones/ha	28	27
Gastos de alimentación/VT	539	474
% del gasto de concentrados	42%	42%
Gastos concentrados/ha (*)	208	128
Gastos concentrados/litro	0,073	0,067
Capital hacienda/EV	496	467
Capital fundiario/ha	1592	1647
Capital maquinaria/ha	189	192
Capital hacienda/ha (*)	527	408
Sueldos/EH	9.161	8.428
Gastos de siembra/ha	56	29

Referencias del cuadro: los costes y el precio de la leche se encuentran en dólares/litro. El resto se encuentran en dólares/año, con excepción de los que han sido expresados en porcentaje (%). El porcentaje de gasto de concentrados está referido a los gastos totales. (\*) Significativa con test t (< 0,05)

Fuente: elaboración propia

**Cuadro 62: Características de grupos. Resultados económicos del ejercicio 97/98.**

	Grupo Competitivo	Grupo Inadaptado
Rentabilidad	3,0%	3,5%
CCP	0,183	0,166
CMP	0,192	0,180
CLP	0,231	0,242
Precio leche	0,214	0,215
Beneficio/ha	108	87

(\*) Significativa con test t (< 0,05). Fuente: elaboración propia

### **VII.3.6.2 ESTRATEGIAS**

Se exploraron las diferencias entre los grupos con el fin de encontrar estrategias diferenciales de los productores que incrementaron su eficiencia técnica y de los que la bajaron entre la primera encuesta y la segunda.

Para ello se utilizaron indicadores técnicos, económicos y de estructura correspondientes a los ejercicios 1997/98 y 1999/2000.

Al realizar el primer análisis de la información se halló que ambos grupos presentaron en común las siguientes conductas: redujeron los ingresos brutos, disminuyeron los gastos totales y disminuyeron los gastos en alimentación con concentrados. Algunos de éstos comportamientos se encuentran asociados a factores externos, como la baja en el precio de la leche que impactó en los ingresos. A su vez, ello habría influido en la decisión de bajar gastos por parte de los productores. Dado que las conductas mencionadas son comunes a ambos grupos, no se incluyen entre las estrategias diferenciales que se mencionarán a continuación.

Desde el Cuadro 63 al Cuadro 68 se podrán encontrar sintetizados los valores de los indicadores estructurales, técnicos y económicos empleados para el análisis.

#### **VII.3.6.2.1 Diferencias técnicas y estructurales entre los grupos**

Si bien se produjo una merma de la producción de leche en toda la región, en los productores analizados se encontró que el Grupo Inadaptado tuvo una merma importante (20%), en tanto el Grupo Competitivo mantuvo su producción durante el ejercicio 99/00. No hubo diferencias en cuanto a la superficie ganadera utilizada y la existencia de vacas totales.

Esto último sugiere que la productividad por vaca sería la causa de la merma en la producción en el Grupo Inadaptado, hecho que comprobamos al observar en el Cuadro 65 una importante baja en el indicador Lts/VO/día (20,5%). La productividad por hectárea también bajó en el Grupo Inadaptado (para el total de firmas), y subió en el Grupo Competitivo.

---

**Cuadro 63: Comparación 1999/00 vs 1997/98 entre los 2 grupos. Indicadores de estructura.**

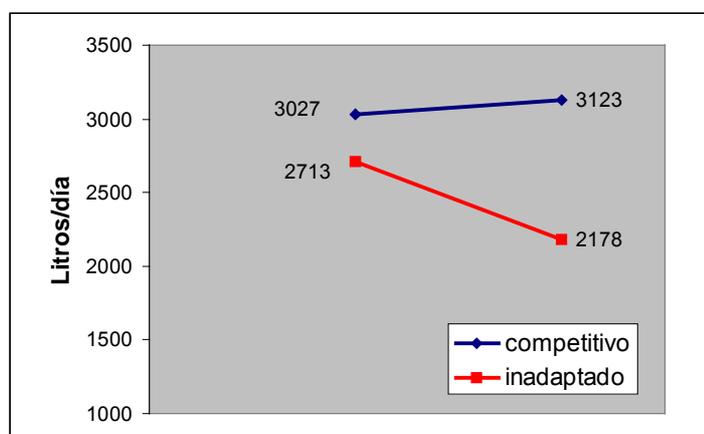
	Características 97/98		Características 99/00	
	Competitivo	Inadaptado	Competitivo	Inadaptado
Litros diario leche (*)	3.027	2.713	3.123	2.178
Superficie ganadera	427	504	468	499
Vacas totales	207	189	207	180
Capital (miles \$)	855	1156	917	1130
EH totales	4,7	5,4	4,0	5,1

Referencias de cuadro: E.H. totales=Equivalentes Hombre totales. (\*) Significativa con test t (< 0,05)

**Cuadro 64: Principales diferencias entre los grupos. Indicadores de estructura**

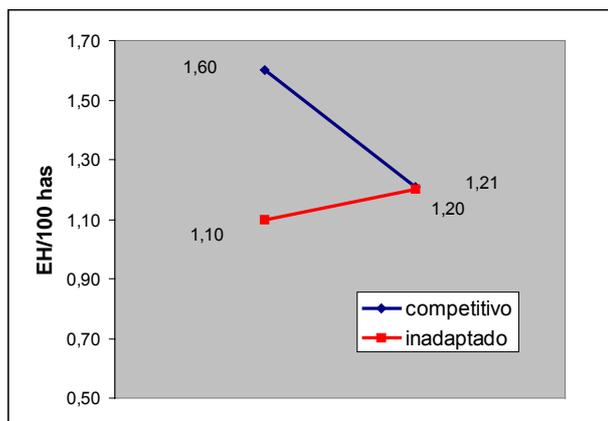
	Diferencias 99/00 vs 97/98		Firmas de cada grupo que subieron o bajaron			
	Competitivo	Inadaptado	Competitivo		Inadaptado	
			Bajaron	Subieron	Bajaron	Subieron
Litros diario leche (*)	96	-535	6	5	9	0
Superficie ganadera	41	-5	0	5	1	0
Vacas totales	-0,3	8,6	4	7	5	5
Capital (miles \$)	61,8	-25,8	1	10	5	5
EH totales	-0.7	0.3	9	2	3	6

Referencias de cuadro: E.H. totales=Equivalentes Hombre totales. (\*) Significativa con test t (< 0,05)

**Figura 48: Evolución de los litros diarios, desde el ejercicio 1997/98 al 1999/2000, para los dos grupos.**

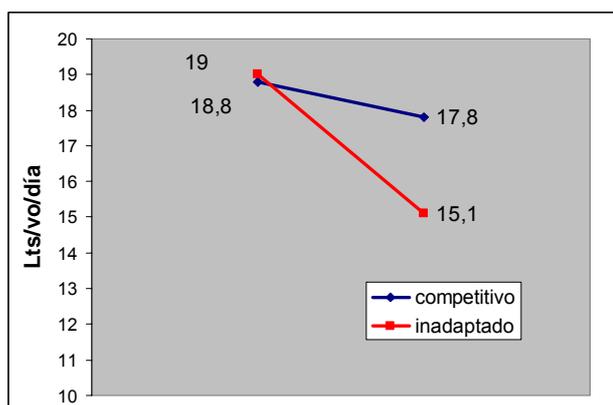
Fuente: elaboración propia

**Figura 49: Evolución de la mano de obra cada 100 has, desde el ejercicio 1997/98 al 1999/2000, para los dos grupos.**



Fuente: elaboración propia

**Figura 50: Evolución de la productividad por vaca ordeñe, desde el ejercicio 1997/98 al 1999/2000, para los dos grupos.**



Fuente: elaboración propia

**Cuadro 65: Comparación 1999/00 vs 1997/98 entre los 2 grupos. Indicadores técnicos**

	Características 97/98		Características 99/00	
	Competitivo	Inadaptado	Competitivo	Inadaptado
Litros /VO/día (*)	18,8	19,0	17,7	15,1
Kg GB/ha/año (*)	105	71	96	60
EH/100 has (*)	1.60	1.09	1,21	1,19
Kg GB/EH (*)	7.661	6.695	9.486	4.494
% VO	77%	75%	81%	73%
Cantidad de rollos	60	109	42	157
Hectáreas de silo	46	26	26	13

Referencias del cuadro: Litros/VO/día = litros de leche diaria por vaca en ordeñe; Kg GB = kilogramos de grasa butirosa; EH = Equivalentes hombre. (\*) Significativa con test t (< 0,05). Fuente: elaboración propia

**Cuadro 66: Principales diferencias entre los 2 grupos. Indicadores técnicos.**

	Diferencias 99/00 vs 97/98		Firmas de c/grupo que subieron o bajaron			
	Competitivo	Inadaptado	Competitivo		Inadaptado	
			bajó	subió	bajó	subió
Litros /VO/día (*)	-1,0	-3,9	8	3	10	0
Kg GB/ha/año (*)	-9	-11	7	4	9	0
EH/100 has (*)	-0,39	0,10	9	2	2	7
Kg GB/EH (*)	1.825	-1.701	3	8	10	0
% VO (*)	+4	-2	7	4	7	3
Cantidad de rollos	-18	48	3	2	4	4
Hectáreas de silo	-20	-13	7	3	6	0

Referencias del cuadro: Litros/VO/día = litros de leche diaria por vaca en ordeño; Kg GB = kilogramos de grasa butirosa; EH = Equivalentes hombre. (\*) Significativa con test t (< 0,05). Fuente: elaboración propia

El porcentaje de vacas en ordeño ha evolucionado en el Grupo Competitivo (+4) en tanto ha involucionado en el Grupo Inadaptado (-2), lo que ha llevado a que se presenten diferencias significativas entre los grupos en el 1999/2000.

La cantidad de hectáreas de silo bajó en ambos grupos, influenciado por las malas condiciones climáticas (lluvias abundantes en la época de confección del silo, febrero-marzo 2000, Figura 36). El Grupo Inadaptado parece haberse orientado a compensar esto aumentando su confección de rollos, en tanto el Grupo Competitivo redujo sus rollos, posiblemente por el mayor consumo de forraje en pastoreo directo.

La mano de obra ocupada, medida como EH/100 has, bajó en el Grupo Competitivo (9 productores de 11) y se incrementó en el Inadaptado. El grupo Competitivo ha logrado un aumento de la productividad de la mano de obra (+1825 Kg GB/EH) que podría explicarse por los mejores sueldos que paga (sueldo/EH, Cuadro 68) en relación con el Grupo Inadaptado.

### VII.3.6.2.2 Diferencias económicas entre los grupos

Debe señalarse en primer lugar que el Grupo Competitivo bajó sus tres costes, de corto, mediano y largo plazo (Cuadro 67), hasta ubicarse en niveles inferiores a los del Grupo Inadaptado. El Grupo Inadaptado, si bien bajó sus gastos por hectárea, incrementó su coste de producción. La explicación podría buscarse en la gran merma de la producción, que produjo una reducción del gasto/litro muy leve (0.007 \$/litro) comparada con el Grupo Competitivo (0.025 \$/litro) y que, simultáneamente, ocasionó el incremento de su amortización/litro (25% respecto al ejercicio 1997/98).

**Cuadro 67: Comparación 1999/00 vs 1997/98 entre los 2 grupos. Indicadores económicos.**

	Características 97/98		Características 99/00	
	Competitivo	Inadaptado	Competitivo	Inadaptado
Coste de Corto Plazo	0,183	0,166	0,163	0,172
Coste de Mediano Plazo	0,192	0,180	0,172	0,190
Coste de Largo Plazo	0,231	0,242	0,216	0,269
Gasto concentrados/lt	0,073	0,067	0,058	0,055
Gastos directos/litro	0,172	0,157	0,147	0,156
Amortizaciones/litro	0,009	0,014	0,010	0,017
Capital hacienda/ha (*)	527	408	553	456
Beneficio/ha	108	87	5	-27
Gastos (miles U\$S)	220	188	202	150
Gasto alimentación/VT	539	474	471	343
Gasto concentrados/ha (*)	208	128	165	84
Sueldos/EH	9.161	8.428	7.893	5.752

Referencias del cuadro: CCP=Coste de producción de corto plazo; CMP=Coste de producción de mediano plazo; CLP=Coste de producción de largo plazo; VT=total de vacas. (\*) Significativa con test t (< 0,05).  
Fuente: elaboración propia

**Cuadro 68: Principales diferencias entre los 2 grupos. Indicadores económicos.**

	Diferencias 99/00 vs 97/98		Firmas de c/grupo que subieron o bajaron			
	Competitivo	Inadaptado	Competitivo		Inadaptado	
			Bajaron	Subieron	Bajaron	Subieron
Coste de Corto Plazo (*)	-0,020	0,0065	8	3	3	7
Coste de Mediano Plazo (*)	-0,020	0,0104	8	3	1	9
Coste de Largo Plazo (*)	-0,015	0,0267	6	5	1	9
Gasto concentrados/lt	-0,015	-0,012	8	3	8	2
Gastos directos/litro (*)	-0,025	-0,007	8	3	6	4
Amortizaciones/litro	0,001	0,003	4	7	1	9
Capital hacienda/ha	527	408	5	5	5	5
Beneficio/ha	-103	-114	9	2	10	0
Gastos (miles \$)	-17,5	-38,7	9	2	9	1
Gasto alimentación/VT	-68	-131	7	4	9	1
Gasto concentrados/ha (*)	-43	-44	9	2	10	0
Sueldos/EH	-1.268	-2.667	9	2	9	1

Referencias del cuadro: CCP=Coste de producción de corto plazo; CMP=Coste de producción de mediano plazo; CLP=Coste de producción de largo plazo; VT=total de vacas. (\*) Significativa con test t (< 0,05).  
Fuente: elaboración propia

La reducción de gastos parece haber sido una estrategia común en ambos grupos; sin embargo, en el Grupo Inadaptado fue mas acentuada (reducción del 20.5% en el Grupo Inadaptado vs 7.9% en el Grupo Competitivo). Uno de los rubros donde se evidenció diferencias en los gastos fue los gastos de alimentación por vaca, que fueron reducidos sensiblemente en el Grupo Inadaptado (27,6%) y mas levemente en el Grupo Competitivo (13,8%).

También, si se observa los gastos en concentrados/ha, la reducción fue mayor en el Grupo Inadaptado (34.3%) que en el Grupo Competitivo (20.9%). Estas podrían ser las causas de la gran caída en la productividad por vaca en el Grupo Inadaptado.

Otro rubro donde pudo notarse la reducción de gastos fue el ya mencionado de los sueldos (sueldos/EH), donde el Grupo Inadaptado bajó sus retribuciones en un 31,6%, siendo mas leve la reducción en el Grupo Competitivo (13,8%), grupo que ya poseía un nivel de sueldos superior respecto al Grupo Competitivo en el ejercicio 97/98. Esto produjo que las diferencias en los sueldos de 1999/2000 fueran significativas entre ambos grupos.

El capital invertido en hacienda, expresado en U\$S/ha, constituyó un indicador que distinguió al grupo Competitivo del Inadaptado en 1997/98. Sin embargo, dicha diferencia no fue significativamente diferente en el siguiente período.

El beneficio por hectárea medio se redujo en ambos grupos hasta constituirse en negativo en el Grupo Inadaptado y prácticamente nulo en el Grupo Competitivo. Ambos, muy influenciados por la importante reducción en el precio de la leche, que fue similar en ambos grupos (23,5%).

## **VII.4 COMPARACIÓN CON OTROS TRABAJOS**

Los trabajos que aplican DEA para estimar eficiencia en explotaciones lecheras durante dos períodos de tiempo son muy escasos. Pueden mencionarse solamente dos referencias:

Un trabajo que tiene bastantes puntos de coincidencia con el nuestro es el de Fraser y Cordina (1999). Aplican DEA para estimar la eficiencia técnica de 50 explotaciones lecheras para dos períodos, 1994-95 y 1995-96. Emplean como output: los kilogramos de grasa y proteína producidos, y seis inputs: vacas en ordeño, área de pasto, cantidad de agua de riego, alimentación suplementaria, fertilizantes y trabajo. Obtienen una eficiencia técnica media muy similar y sin diferencias significativas entre ejercicios: 90.5% para 1994-95 y 90.8% para 1995-96. El mayor grado de eficiencia hallado respecto a nuestro trabajo está influenciado por el mayor número de variables utilizado por estos autores (8 en total).

---

Otro trabajo que estima eficiencia técnica para dos periodos es el de Cloutier y Rowley (1993), que aplican DEA sobre 187 explotaciones lecheras de Quebec, Canadá. Utilizaron tres outputs: producción de leche, ingresos por venta de leche y otros ingresos. Los inputs (5) son: vacas, trabajo, tierra, alimentación y una combinación de otros inputs. El modelo utilizado fue el CRS. La eficiencia media resultó de 88% para el año 1988 y de 91% para el año 1989. El número de explotaciones eficientes fue 15% y 21 %, respectivamente. Sugieren que las explotaciones lecheras de mayor dimensión aparentan ser más eficientes que las pequeñas, hecho que no hemos verificado para nuestro estudio.

Dado que no se han publicado trabajos sobre cálculo de eficiencia en explotaciones lecheras de Argentina utilizando la metodología DEA, sólo se realizan comparaciones con trabajos internacionales.

Debe señalarse que, en un trabajo de Rivas y Bravo-Ureta (2000), los autores revisan los diversos trabajos que aplican eficiencia en el sector lácteo y hallan una eficiencia promedio del 84,2%, considerando un conjunto de 6 trabajos no paramétricos (3 de EEUU, 2 de Canadá y 1 de Australia). De esta manera, los valores hallados en la Cuenca de Abasto Sur de Argentina indicarían que los productores se encuentran operando con un mayor grado de ineficiencia.

Sin embargo este tipo de comparación, que es bastante habitual en trabajos sobre eficiencia, no son correctas dado que los índices de eficiencia están influidos por las variables empleadas, en cuanto a tipo y cantidad, y por la cantidad de observaciones de las bases de datos analizadas.

Por ello comentaremos algunos trabajos sobre eficiencia en el sector lechero, acompañando los índices hallados por las variables empleadas y la cantidad de casos estudiados.

Gonzalez Fidalgo et al. (1996) aplican el análisis de eficiencia a 133 explotaciones lecheras de Asturias, España. Allí se emplea como output a la producción de leche, en litros, y como inputs, unidades de trabajo humano, hectáreas de superficie agrícola, número de vacas, kilogramos de pienso consumido por las vacas y la depreciación de maquinaria e instalaciones en miles de pesetas. Como resultado principal del análisis se obtuvo un índice de eficiencia técnica global medio de 78%. Encuentran que sólo el 5% de las explotaciones son técnicamente ineficientes (descontando el efecto de la escala y el de la congestión<sup>13</sup>), mientras que esta cifra asciende al 20% cuando no se considera ineficiencias de escala.

También en España, para la provincia de Córdoba, Pardo (2001) halla una eficiencia de 74.1% trabajando con una base de 38 explotaciones lecheras.

---

<sup>13</sup> La eficiencia por congestión surge como consecuencia de la división de la eficiencia técnica, una vez descontados los efectos de la escala, en eficiencia técnica pura y eficiencia de congestión. La ineficiencia de congestión es atribuida a la incidencia de un factor que está presente en grandes proporciones y que, su aumento, provoca que el output no pueda permanecer al mismo nivel. Este concepto fue introducido por Farë et al (1985) pero, coincidiendo con Jaforullah y Whiteman (1999), consideramos que no se presenta en los sistemas de producción a campo (no estabulados), motivo por el cual se ha omitido en el presente estudio.

---

Jaforullah y Whiteman (1999) analizan 264 explotaciones ganaderas de Nueva Zelanda, con el objetivo de estimar la eficiencia de las explotaciones lecheras después del incremento en el área de las mismas. Emplean como output a 3 expresiones de la producción lechera, como son la producción de sólidos, de grasa y de proteína, y como inputs a la tierra, trabajo, vacas lecheras y costes en alimentación, fertilizantes, medicamentos y capital en equipamientos y construcciones. Hallan un 83% de eficiencia técnica global, estando el 17% de ineficiencia conformado de 11% de ineficiencia técnica pura y 6% de ineficiencia de escala.

En EE.UU, Tauer (1993), trabajando con 395 firmas, halla una eficiencia de 79,0% para el largo plazo y 74% para el corto plazo.

En Canadá: Weersink et al (1990), trabajando con 105 firmas, obtienen una eficiencia de 91,8 %.

En Portugal, Da Silva (2001) trabaja sobre 125 firmas y encuentra una eficiencia media del 65%.

Mencionaremos también dos estudios de eficiencia realizados para Argentina, que si bien no trabajaron sobre la zona del Abasto Sur de Buenos Aires ni utilizaron DEA, pueden constituir como los referentes más próximos a nuestro análisis.

Cursack de Castignani (1992), halla una eficiencia promedio de 47% para 133 explotaciones de la Cuenca Central (Santa Fe), trabajando con frontera paramétrica. Schilder y Bravo-Ureta (1995), que trabajan con una base de datos constituida con similar metodología que nuestro estudio, realizan el cálculo de la frontera estocástica de costes para 84 explotaciones lecheras de la Cuenca Central (Santa Fe) y encuentran una eficiencia de costes del 83%.

En general y como resumen de este capítulo, nuestros resultados están en línea con los que muestran otros autores, y la aportación de considerar dos periodos diferentes, ha resultado muy enriquecedora para el análisis sobre todo por la posibilidad de ver las razones por un lado de la desaparición de firmas, y por otra las de firmas 'referentes' o excelentes en ambos periodos. No obstante, el próximo capítulo profundizará en estas consideraciones.

---



Como guarda el avaro su tesoro,  
guardaba mi dolor;  
le quería probar que hay algo eterno  
a la que eterno me juró su amor.  
Mas hoy le llamo en vano y oigo al tiempo  
que le acabo, decir:  
¡ah, barro miserable, eternamente  
no podrás ni aun sufrir!

G.A.Becker (Rimas)

## VIII CONCLUSIONES

**S**obre la base de los resultados obtenidos, han podido verificarse las hipótesis planteadas en este estudio:

- Las empresas con mayor eficiencia son las que obtienen mayores beneficios económicos.
- Las empresas eficientes en etapas favorables para la actividad láctea se mantienen eficientes al atravesar períodos de crisis en el sector.
- Existen estrategias diferenciales entre las empresas que determinan diferencias de eficiencia y competitividad de unas empresas sobre otras.

El trabajo permitió conocer características de las explotaciones lecheras de una región que carecía de información técnico-económica: la Región del Abasto Sur de Buenos Aires. Se determinaron los niveles de eficiencia con que se encuentran operando, los resultados económicos y el coste de producción, y se detectaron algunas estrategias que parecen conducir al incremento en los niveles de eficiencia. Pero, fundamentalmente, creemos haber obtenido respuestas para algunos de los interrogantes planteados al inicio de esta investigación.

---

## **VIII.1 CONCLUSIONES EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS**

### **VIII.1.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES**

Las explotaciones lecheras de la Región de Abasto Sur de Buenos Aires presentan un tamaño relativamente grande, buenos indicadores productivos y emplean una alta proporción de concentrados en la alimentación. Su productividad por vaca es alta, pero no así su productividad por hectárea, atribuible a la baja calidad de los suelos predominantes en la región.

Los gastos son altos, aunque los beneficios son positivos como consecuencia de los buenos ingresos, derivados de altas producciones y altos precios medios anuales relativos. Estos debieran atribuirse a la influencia de los sistemas de producción orientados a producir mas leche invernal y a la alta participación de los concentrados en general, que llevan a producir mayor proporción de leche en épocas del año donde los precios son mayores.

El coste de producción es relativamente elevado. Dentro de la estructura de costes, los gastos mas importantes corresponden a la alimentación con concentrados, que representan el 36% respecto al total de gastos.

### **VIII.1.2 CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS EXPLORATORIO**

Se detectó que la productividad por vaca se asocia positivamente con la producción total y en forma negativa con el coste de producción.

La producción total de leche se asoció positivamente con la rentabilidad.

El porcentaje de vacas en ordeño presentó asociación positiva con el beneficio.

No se han hallado evidencias de exista un tamaño óptimo de empresa, representado con la superficie ganadera, debido a que existe una gran dispersión de costes en todos los estratos de superficie (21 casos, ejercicios 1997/98 y 1999/2000).

Al interrogante “*¿Obtienen mejores resultados económicos las empresas de mayor producción invernal?*” estamos en condiciones de responder que sí. Se verificó una asociación positiva entre el incremento de leche en invierno y los beneficios, expresados estos tanto en dólares por hectárea como en dólares por litro de leche.

Por otra parte, se ha encontrado asociación negativa entre la eficiencia y el coste de producción de la leche, como se esperaba, pero la misma es no significativa.

---

### **VIII.1.3 CONCLUSIONES DE LOS ANÁLISIS DE EFICIENCIA**

Con la información de la primera encuesta (35 casos) se han obtenido los índices medios de eficiencia de la Región de Abasto Sur. La eficiencia técnica global hallada fue del 78,2%. Existe, por tanto, un margen para el ahorro de recursos sin modificar el nivel de outputs, de un 21,8%.

Respecto a las causas de ineficiencia pudo constatar que la ineficiencia técnica pura fue mayor (16,5%) que la ineficiencia debido a la escala (6,1%). Las ineficiencias de escala pueden atribuirse al hecho de que las firmas se encuentran produciendo por debajo de la escala óptima.

El empleo del modelo output-orientado permitió determinar cuánto podría incrementarse la producción de leche si todas las firmas produjeran eficientemente. Dado que la eficiencia técnica pura fue del 81,9%, significa que podría esperarse un incremento cercano al 20%, sin incrementar las cantidades de inputs.

Si se establece que la superficie ganadera es un recurso fijo, considerando que en el corto plazo no es fácil reducirla, el análisis de eficiencia arroja una eficiencia técnica mayor: 82,7% respecto a la de largo plazo.

### **VIII.1.4 EVOLUCIÓN DE LAS EMPRESAS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS DOS ENCUESTAS**

Para este análisis se emplea la información comparada de las explotaciones encuestadas en los dos ejercicios (21 casos).

Lo que primero debe señalarse es, producto de la crisis, se verificó una caída en la producción total del 7% y en la productividad por vaca del 12%. Ante esta situación los productores reaccionaron bajando gastos directos (20%). Sin embargo, ello no alcanzó para compensar el efecto que la caída en el precio (22%) tuvo en los ingresos y, como consecuencia, el beneficio medio resultó negativo.

Las malas condiciones climáticas del ejercicio 1999/2000 también incidieron, pues los niveles de suplementación con concentrados bajaron sólo en un 6%; ante la caída en el precio de la leche, si el año hubiese presentado lluvias normales, hubiera sido esperable un menor empleo de este recurso.

A pesar de la reducción en el gasto, total y por hectárea, el coste de producción por litro sólo bajó un 3% (CMP), influido por la fuerte disminución de la producción.

El análisis comparativo de eficiencia determinó que la eficiencia técnica global de 1999/2000 fuera superior (87,4%) al del ejercicio 1997/98 (83,3%). No obstante, ello no debiera interpretarse como que las firmas están produciendo mejor en el

---

segundo ejercicio respecto al primero. Lo que puede decirse es que la dispersión relativa de las firmas entre sí es menor en el segundo periodo que en el primero, en relación a la utilización de los inputs para producir el output. Como la eficiencia que se calcula es siempre eficiencia relativa, la distancia relativa a la frontera eficiente se ha acortado para el promedio de las firmas.

## **VIII.1.5 CONCLUSIONES DE LOS ANÁLISIS DE SEGUNDA ETAPA**

### **VIII.1.5.1 RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES TÉCNICO-ECONÓMICAS Y LA EFICIENCIA**

Se ha verificado que existe una asociación positiva entre la eficiencia y el beneficio. Ello se sostiene en los siguientes análisis:

- Al aumentar la eficiencia por grupos, se incrementa el beneficio (datos 1997/98, 35 casos, dólares/ha).
- Existe una relación positiva entre la eficiencia y el beneficio, tanto en el primer ejercicio ( $R^2=0,55$  con 35 casos) como en el segundo ( $R^2=0,27$  con 21 casos).

### **VIII.1.5.2 RELACIÓN DE LA EFICIENCIA Y LA PRODUCTIVIDAD POR HECTÁREA**

El incremento de la productividad por hectárea no se ha podido constatar que se asocie significativamente a la eficiencia. En el análisis para 35 casos la correlación fue no significativa y en el análisis de 21 casos fue significativa.

La explicación podría buscarse en la dispersión de las firmas eficientes respecto a los niveles de productividad adoptados. Al estudiar las firmas de mayor eficiencia se halló que el incremento de productividad por hectárea producía una curva típica de coste medio de corto plazo en forma de U, donde los valores de menor coste se ubicaron entre los 8 y 9 litros/ha/día. A la vez, se halló una firma eficiente (M) que producía con un coste superior al precio de la leche.

Lamentablemente la firma M no continuó en actividad como tal para el siguiente ejercicio, como para observar su evolución. El propietario había vendido y, aunque el nuevo dueño continuó con la actividad, no se consideró que la empresa fuera la misma.

En el segundo ejercicio, no se verificó un nivel de productividad óptimo debido a que la dispersión de costes de las empresas mas eficientes no siguió ninguna tendencia. Así mismo, se pudo verificar la existencia de otras firmas eficientes (diferentes a la firma M) que producen por encima del precio de la leche.

---

La situación de la firma M, conjuntamente con otras que operan con costes superiores al precio del mercado, lleva a pensar que la intensificación de la producción (altas productividades por hectárea) en Argentina constituye una estrategia que debiera ser considerada con prudencia. Especialmente, si se consideran las etapas de crisis por las que periódicamente afectan al sector lácteo.

### VIII.1.5.3 RELACIÓN ENTRE EL TAMAÑO Y LA EFICIENCIA

De acuerdo a los resultados de nuestro estudio, con análisis de la información para el ejercicio 1997/98 y para el 1999/2000, no se hallaron evidencias de que el tamaño, expresado en hectáreas ganaderas, influya sobre los índices de eficiencia técnica.

Si, en cambio, se considera la escala de producción en litros de leche, se halló que al incrementarse la escala, se incrementa la eficiencia, en un análisis por grupos.

### VIII.1.5.4 ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS ECONÓMICO-FINANCIERAS

**De acuerdo a los datos del primer ejercicio:** Se estudiaron las estrategias económico-financieras a través del análisis por grupos; se hallaron las siguientes conclusiones:

- Las empresas que han destinado mayor capital (por vaca) obtienen mayor eficiencia que las empresas de menor capital/vaca. Así mismo, obtienen mejores beneficios económicos.
  - La estrategia de Alto Capital y Alto Gasto por vaca obtiene la mayor productividad por vaca (17,0 lts/vt) y la máxima eficiencia (ETG=0,834).
  - La estrategia de Bajo Capital y Bajos Costes obtiene la menor eficiencia y el menor beneficio. Si bien presentan los menores coste/día, sus bajas productividades por vaca y por hectárea impiden que logre el mínimo coste/litro, quedando por encima de la media de las 35 firmas.
  - La estrategia de Alto Capital y Bajo Gasto obtiene los mejores resultados económicos, logrando el máximo beneficio/ha y el menor coste/litro. Se destaca por la mínima carga ganadera (vacas/ha) y por presentar productividades por vaca y por hectárea intermedias.
  - La estrategia Bajo Capital y Altos Gastos logra la máxima productividad por hectárea (9,5 lts/ha), dado por una productividad por vaca intermedia y las mayores cargas ganaderas (0,66 vacas/ha).
-

En general, los resultados fueron los esperados, excepto para las empresas de Bajo Capital y Bajo Gasto que, considerado ello como plan de producción para minimizar costes, fracasa en el logro de menor coste/litro.

**De acuerdo a los datos del segundo ejercicio:** Para el ejercicio 1999/2000 se confirmaron las siguientes conclusiones:

- Las empresas de Alto Capital y Bajo Gasto continuaron presentando el mínimo coste/litro.
- Las empresas de Alto Capital y Bajo Gasto continuaron siendo las de mayor eficiencia y máxima productividad por vaca.
- Las peores empresas continuaron siendo las de Bajo Capital y Bajo Gasto, debido a que presentaron la menor eficiencia, el menor Beneficio/ha y el coste/litro mas elevado.
- Las empresas con Alto Capital y Bajo Gasto al igual que las de Bajo Capital y Alto Gasto obtuvieron beneficios positivos, lo que contrasta con los otros dos grupos de empresas cuyos resultados económicos medios fueron negativos

#### **Conclusiones adicionales en base a la comparación de ambos ejercicios:**

Puede señalarse que, tanto en tiempos propicios para la lechería como en épocas de crisis, las estrategias Alto Capital y Bajo Gasto y Bajo Capital y Alto Gasto se mostraron como alternativas válidas para producir leche en Argentina.

En cambio, las estrategias extremas “Alto Capital y Alto Gasto” o “Bajo Capital y Bajo Gasto” parecen mas vulnerables: las primeras porque, a pesar de su buena eficiencia media, quedaron con resultados económico negativo durante la crisis, y las segundas porque presentaron los menores índices de eficiencia y los peores resultados económicos tanto en etapas favorables como en períodos críticos para el sector lácteo.

#### **VIII.1.5.5 ANÁLISIS DE LA ESTRATEGIA “MAYOR PRECIO”**

Los resultados indicaron que la estrategia de obtener mayor proporción de leche invernal (mayor precio anual por la leche) obtuvo un 84% de eficiencia, resultando mas eficiente que la estrategia de “producción primaveral”, que obtuvo un 75% de eficiencia media.

Así mismo, la estrategia “mayor precio” es económicamente mas conveniente: obtuvo un beneficio de 184 dólares/ha, en tanto la estrategia de “producción primaveral” obtuvo 16 dólares/ha.

---

### **VIII.1.5.6 ANÁLISIS DE LAS FIRMAS REFERENTES**

Coincidentemente con otros análisis, las firmas que permanecieron eficientes en los dos ejercicios no mostraron ser diferentes al resto debido a su tamaño, por lo que puede concluirse que el tamaño no incide sobre la eficiencia.

Un indicador que caracteriza a estas firmas es el elevado porcentaje de vacas en ordeño. El nivel de alimentación por vaca, contrariamente a lo esperado, no se evidenció como distintivo.

En cuanto a sus estrategias financieras, se destaca el elevado capital hacienda por hectárea, que surge de las altas cargas ganaderas que posee y, seguramente, del mayor valor unitario de los animales

La productividad por hectárea es algo en que se distinguen claramente estas firmas: las tres superaron a la media y, dos de ellas, la duplicaron. También se destacaron respecto a los resultados económicos, dado por altos beneficios por hectárea, los que duplicaron y hasta triplicaron a la media.

### **VIII.1.5.7 ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA**

De las 35 explotaciones encuestadas en 1997/98, 8 de ellas (un 23%) habían dejado de producir hacia fines del 2000, lo que refleja lo crítica que resultó la situación para el sector.

El análisis comparativo de eficiencia entre las firmas que cerraron y las que continuaron muestra que las firmas que cerraron ( $ETG=0,685$ ) se ubicaban entre las de menor eficiencia del conjunto, según la encuesta realizada en 1997/98.

### **VIII.1.5.8 ANÁLISIS DE LAS FIRMAS QUE INCREMENTARON SU EFICIENCIA**

La primera conclusión que debe mencionarse es que la eficiencia determinada en el primer período se modificó para el segundo, en la mayoría de las firmas. Algunas incrementaron su eficiencia y otras la bajaron. En función de ello se identificaron dos grupos: el Grupo Competitivo, constituido por explotaciones que aumentaron su eficiencia en 1999/2000 respecto a 1997/98, y el Grupo Inadaptado, constituido por explotaciones que bajaron su eficiencia.

Ambos grupos redujeron gastos en 1999/2000 respecto a 1997/98, ante la crisis por la baja en el precio de la leche. Pero el Grupo Competitivo parece haber adoptado una estrategia de reducción moderada de sus gastos. El Grupo Inadaptado, por el contrario, tuvo una fuerte reducción de gastos. El rubro que

---

mejor marca diferencias entre los grupos en este aspecto es la alimentación, tanto expresada en alimentos totales por vaca como en alimentos concentrados por vaca.

La fuerte reducción de gastos implementada en el rubro alimentación por el Grupo Inadaptado, ha impactado negativamente la productividad por vaca. Esta parece ser la mejor explicación de la merma en la producción diaria de leche, pues la cantidad de vacas y de hectáreas ganaderas es similar para ambos periodos.

La merma en la productividad del Grupo Inadaptado ocasionó el aumento en el coste de producción de leche por el mayor impacto de los gastos de estructura y las depreciaciones (ambos, costes fijos) en relación con un menor volumen de litros.

El Grupo Competitivo en tanto, fue mas moderado en la reducción de gastos en alimentación y realizó menor cantidad de reservas en rollos, posiblemente por una mayor utilización del forraje en pastoreo directo.

Podría sugerirse entonces, la necesidad de que los empresarios sean cuidadosos en cuanto a las decisiones a adoptar ante variaciones en el precio de la leche, pues aún cuando la estrategia pueda ser la apropiada (reducción de gastos, en este caso), una implementación demasiado acentuada puede llevar a una situación opuesta al objetivo perseguido (el incremento del coste de producción, en vez de su reducción).

El Grupo Competitivo también se mostró diferente al Grupo Inadaptado en cuanto a su mejor remuneración de la mano de obra, que podría indicar la influencia que posee la incentivación apropiada del personal en los niveles de eficiencia de las empresas.

Esto último podría estar asociado a lo que Leibenstein (1966) llamó *ineficiencia X*, donde el origen de la ineficiencia se atribuye a causas no tecnológicas, y que se encuentran vinculadas al comportamiento de los individuos que trabajan en la unidad productiva. Según este razonamiento, los individuos limitan sus esfuerzos, maximizando su utilidad, en vez de minimizar costes, utilizándose más factores de producción que los necesarios para lograr un determinado nivel de producto.

## **VIII.2 CONCLUSIONES EN RELACIÓN A LA METODOLOGÍA**

Los trabajos que han aplicado DEA en explotaciones lecheras no son numerosos. Pero que lo hayan hecho considerando evaluación de eficiencia sobre dos periodos, conocemos solamente dos (Cloutier y Rowley, 1993; Fraser y Cordina, 1999). De manera que nuestro estudio presenta nuevos elementos de análisis para la eficiencia del sector lácteo.

---

Uno de los objetivos perseguidos en éste estudio consideramos haberlo cumplido, como lo era seleccionar variables que produjeran resultados y conclusiones adecuados para orientar la toma de decisiones con una perspectiva de largo plazo. Se verifica a través de los índices de eficiencia, que no variaron apreciablemente de un periodo de análisis al otro, especialmente en cuanto a la eficiencia técnica pura. Ello prueba la estabilidad de las variables utilizadas para la determinación de la eficiencia, aún para períodos con precios de la leche muy diferentes.

Así mismo, ambicionábamos que compitieran por la eficiencia, en igualdad de condiciones, tanto las empresas con sistemas de producción mas intensivos (alta utilización de concentrados) con las extensivas (poco concentrado y mas praderas) abarcando, simultáneamente, la diversidad de tecnologías presentes en la región.

Dada la escasa uniformidad en las variables seleccionadas por los investigadores en los estudios de eficiencia realizados en el sector lácteo, proponemos la utilización de las variables empleadas en este estudio como inputs (superficie ganadera, número de vacas en la explotación y costes totales) para la realización de los futuros estudios de eficiencia en el sector.

Ello podría acercar las diferencias en las condiciones en que se realizan los estudios y, si bien nunca son totalmente equiparables, permitir establecer algún tipo de confrontación entre ellos para intentar extraer conclusiones desde una mirada global, dado que, de otra manera, no son comparables.

Sabemos que una de estas variables, los costes totales, podría ser objetada en la determinación de eficiencia técnica por incorporar cierta porción de eficiencia asignativa; no obstante, es la imposibilidad de emplear otros inputs homogéneos sin incrementar excesivamente el número de variables lo que nos induce a seguir aconsejando su utilización.

El fundamento es que, en el input coste, se encuentra homegenizada la combinación de inputs intervinientes en el proceso productivo, pues alguna firma puede emplear algún recurso de menor calidad (como en ocasiones, para bajar costes, utilizar alimento concentrado de inferior calidad) pero deberá compensarlo utilizando otro de mayor calidad, si desea mantener la misma producción. Con lo cual, el coste total recogerá el producto de esas decisiones.

Otro aporte que consideramos haber realizado es presentar elementos para la revisión del modelo de Banker y Morey (1986a). Este modelo unietápico para calcular eficiencia considerando algún factor fijo es a veces criticado (Muñiz, 2001) en función de que los resultados que arrojaba eran menores al modelo DEA CRS, tal como lo afirmaba Tauer (1993). Pero nosotros advertimos que esto no es exacto, pues cuando el slack del factor fijo es positivo, el modelo de Banker y Morey produce un índice superior al modelo CRS. Como consecuencia, si la situación se repite para la mayoría de las firmas, como sucede en el caso del Abasto Sur, la eficiencia media del conjunto es mayor en el modelo de Banker y Morey que la obtenida con el modelo CRS.

---

Es importante señalar, también, que esta medida tiende a beneficiar a las firmas que emplean una proporción excesiva del factor fijo para lograr un determinado nivel de output. Por consiguiente, castiga a las firmas que, para obtener el mismo output, recurren al mayor empleo de los inputs restantes. Sin embargo, esto no es objetable, pues es lógico que determine un índice menor ya que concuerda con la llamada "ineficiencia del corto plazo": incrementos marginales decrecientes ante el añadido de cantidades sucesivas de factores variables al factor fijo. Luego, el índice debe ser menor, dado que el corto plazo es más ineficiente que el largo plazo.

### **VIII.3 CONCEPTOS FINALES Y SUGERENCIAS**

En el camino seguido para la consecución de este estudio, desde la revisión bibliográfica hasta las conclusiones, nos vimos tentados por numerosas variantes metodológicas que aparecían interesantes como para ser incluidas en el documento. Algunas de ellas incluso llegamos a procesarlas y a obtener resultados. Finalmente, fue preciso descartarlas para no incrementar el grado de dispersión en la temática abordada.

Entre las líneas que consideramos promisorias para futuros estudios nos permitimos indicar especialmente la combinación del DEA con los métodos multicriterios, como la programación por metas, que presenta perspectivas muy interesantes. Algunos trabajos en ese sentido que merecen comentarse son: Athanassopoulos (1995), Belton y Vickers (1993), Giokas (1997), Green y Doyle (1995), Athanassopoulos y Podinovski (1997), Joro et al (1995) y Stewart (1996). Estos dos últimos, son apropiados para comprender las ligazones matemáticas entre ambas metodologías.

Un enfoque que se presenta sugestivo es la combinación del DEA con la programación difusa, que aplican Kao y Liu (2000a y 2000b).

Otros intentan aportarle al DEA las propiedades estadísticas que le faltan. Ejemplo de ello son los trabajos de Kittelsen (1997) simulando un test de hipótesis por métodos montecarlo, y el trabajo de Banker et al (1993). Simar y Wilson (1998 y 2000) aplican la técnica de bootstrap, lo cual representa una aportación muy importante. Sin embargo, en estos trabajos aún no se ha mencionado cómo resuelven los slacks mayores que cero (Cooper et al, 1999).

Precisamente, consideramos que uno de los puntos a investigar es la resolución de los slacks mayores que cero, que quedó en evidencia en nuestro procesamiento. Ello se debe a que los slacks no radiales no se computan en el índice de eficiencia; por lo tanto, las firmas que hacen un uso excesivo de un input variable (la tierra en nuestro caso pasa a ser variable en el largo plazo), no son penalizadas en el índice como debiera.

---

Consideramos que un camino interesante sería que se investigue en la senda iniciada por Fare y Lovell (1978) cuando introdujeron el índice no radial denominado *Índice de Russell*. A este índice se le atribuye la desventaja de incorporar ineficiencias de carácter asignativo, pero sin embargo representa el mejor camino para determinar la máxima mejora potencial de una empresa ineficiente .

Otro enfoque de interés para profundizar, esta vez para la discusión de ideas sobre las causas de la ineficiencia, es el desarrollado por Leibenstein, quien halló en el DEA la oportunidad para continuar con su teoría de la ineficiencia X. Prueba de ello es su trabajo con Maital (1992).

Sarrico y Dyson (2000) incursionan en un camino sugerido por Boussofiane et al (1991) que hemos intentado aplicar en nuestro estudio pero que debimos descartar debido al tamaño reducido de la base de datos: la combinación del DEA con la matriz del Boston Consulting Group.

Existen muchas otras líneas sugestivas para investigar. Una perspectiva muy completa de los campos y aplicaciones en que puede incursionarse desde el DEA se ofrece en Boussofiane et al (1995), en Cooper (1999) y en Cooper et al (2000). Emrouznejad (2001) presenta una recopilación de 802 trabajos publicados en Journals que han utilizado DEA hasta el 2000 y en Rutcor Research Report (2003) se indican 1259 trabajos publicados en Journals en el período 1978/2002.

Tal como lo señalan en su libro Cooper et al (2000), aún no está todo hecho, dado que a cualquiera de los métodos de análisis de eficiencia se le pueden efectuar objeciones, de acuerdo al estado actual de la herramienta.

El presente documento es el resultado de un proyecto de investigación que comenzó en 1998, con la recogida de información técnico-económica en una región que carecía de ella, la Cuenca de Abasto Sur de Buenos Aires. Consideramos que sería interesante que nuevas líneas de investigación hagan acopio de los elementos sembrados hasta aquí y continúen, no sólo en la citada cuenca, sino que se extiendan hacia otras.

La continuación de los estudios técnicos y económicos en el área podrían abrir las puertas a la región para su incorporación, por ejemplo, a la Red Internacional de Análisis Económico Comparativo a nivel de Granja (FAL-IFCN), la cual ya cuenta con 24 países miembros y numerosas asociaciones de productores que la integran.

La citada Red se encuentra actualmente en fase de implementación, con información de mas de 5 años de estudios sobre explotaciones lecheras. Han elaborado costes de producción comparativos para los diferentes sistemas de producción característicos de cada país. En función de ellos pueden extraerse conclusiones respecto a cuál es el sistema mas conveniente, y también realizar simulaciones sobre los distintos escenarios que se vislumbran para el futuro.

---

Por nuestra parte debemos señalar que la continuación de los trabajos ya la hemos comenzado, aunque ésta vez a instancias de los propios productores de la región, a través de la Sociedad Rural de Coronel Brandsen. Resultado de ella hemos encuestado, recogiendo datos del ejercicio 2001/02, a 15 productores de la misma base. De esta manera, hemos constituido un panel de datos de 3 años, para 15 firmas. Algunos resultados confirman comentarios previos que realizáramos:

- La producción lechera continuó descendiendo: la producción del ejercicio 2001/02 cayó 15 % respecto a 1997/98.
- La productividad por vacas también cayó (a 16,8 lts/vo/día)
- Los productores continuaron reduciendo gastos, especialmente los de alimentación con concentrados (5,4 kg/vo/día).
- La mano de obra contratada se redujo y también el sueldo medio.

Deseamos concluir indicando que en el camino al progreso resultan muy útiles las comparaciones entre empresas, tanto horizontales (corte transversal) y verticales (panel de datos). Las conclusiones y análisis de los resultados del pasado retroalimentarán las planificaciones de otras empresas y organismos los que podrán, a partir de mayor conocimiento, corregir el rumbo y mejorar.

La difusión de las características de las empresas superiores posibilita el mejoramiento de la competitividad, es esta región, en un país y en el mundo. Nuevamente queremos mencionar a Stigler (1976) que indica que es la ignorancia una de las causas de las conductas ineficientes.

Hemos aprendido mucho con esta investigación, y de estas enseñanzas deseamos compartir una reflexión extractada de la realidad: las empresas ineficientes siempre pueden mejorar su eficiencia, cuanto toman decisiones adecuadas. También, se ha visto, no existe un solo camino o una única estrategia que permita a una empresa lograr la eficiencia.

Se trata, al fin, de que cada uno elija su camino y su meta, pues en el contexto de una empresa láctea como en cualquier otro, mejorar cada día es la única forma de sobrevivir en el entorno competitivo que caracteriza al mundo de nuestros días.

---

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afriat, S. (1972):** "Efficiency Estimation of Production Functions". International Economic Review, Vol.3, 568-598.
- Ahmad, M. y B. Bravo-Ureta (1996):** "Technical Efficiency Measures for Dairy Farms Using Panel Data: A Comparison of Alternative Model Specifications". The Journal of Productivity Analysis, 7(1996), 399-415
- Aigner, D. Y S.F.Chu (1968):** "On Estimating the Industry Production Function". American Economic Review 58, 826-839.
- Aigner, D., C.A.K. Lovell y P. Schmidt (1977):** "Formulation and estimation of stochastic frontier production models". Journal of Econometrics 6 (1), 21-37.
- Ali, A.I. y M. Bhargava (1998):** "Marketing capability and performance of dairy cooperatives in India". Information And Software Technology 36 (3), 129-141.
- Ali, A.I. y M.A. Chaudhry (1990):** "Inter-regional Farm Efficiency in Pakistan's punjab: a Frontier Production Function Study". Journal of Agricultural Economics 41, 62-74.
- Ali, A.I., C.S. Lerme y L.M. Seiford (1995):** "Components of Efficiency Evaluation in Data Envelopment Analysis". European Journal of Operational Research, Vol. 80: 462-473.
- Alvarez Pinilla, A. (2001):** "La Medición de la Eficiencia y la Productividad". Ed. Pirámide, Madrid.
- Alvarez, A. Y E. Gonzalez (1999):** "Using cross-section data to adjust technical efficiency indexes estimated with Panel Data". American Journal of Agricultural Economics 81, 894-901.
- Alvarez, A., J. Belnap y W. Saupe (1988):** "Eficiencia Técnica de Explotaciones Lecheras". Revista de Estudios Agrosociales 145, 143-156.
- Aly, H.Y, R. Belbase, R. Grabowsky y S. Kraft (1987):** "The Technical Efficiency of Illinois Grain Farms: an application of a Ray-homotetic Production Function". Southern Journal of Agricultural Economics 19, 69-78.
- Amara, N. y R. Romain (1990)** "Efficiencie Technique dans le Secteur Laitier Quebecois. Serie Recherche, GRAAL, Université Laval, 14.
- Arias, C. y A. Alvarez (1993):** "Estimación de Eficiencia Técnica en Explotaciones Lecheras con Datos de Panel". Investigación Agraria: Economía, Vol.8 (1), 101-109.
-

- Arzubi, A. y E. Schilder (1999):** “*Son altos los costos de producción de la leche en la cuenca de Abasto Sur de Buenos Aires?*” Trabajo presentado en la Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria, Bahía Blanca.
- Athanassopoulos, A.D. (1995):** “*Goal Programming and Data Envelopment Analysis (GoDEA) for Target-Based Multi-Level Planning: Allocating Central Grants to the Greek Local Authorities*”. European Journal of Operations Research, Vol. 87, 535-550.
- Athanassopoulos, A.D. y V.V. Podinovski (1997):** “*Dominance and Potential Optimality in Multiple Criteria Decision-Analysis with Imprecise Information*”. Journal of the Operational Research Society, Vol 48, Iss 2, 142-150.
- Australian Dairy Corporation (1997):** *Página web* [www.dairycorp.com.au](http://www.dairycorp.com.au)
- Australian Dairy Corporation (2002):** *Página web* [www.dairycorp.com.au](http://www.dairycorp.com.au)
- Bailey, Biswass, Khumbakar y Shulties (1992):** “*An Analysis of Technical, Allocative and Scale Inefficiency: the Case of Ecuatorian Dairy Farms*”. Western Journal of Agricultural Economics 14, 30-37.
- Banker, R.D. y R. Morey (1986a):** “*Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs*”. Operations Research 34 (4), 513-521.
- Banker, R.D. y R. Morey (1986b):** “*The use of categorical variables in data envelopment analysis*”. Management Science 32(12), 1613-27.
- Banker, R.D., A. Charnes A. y W.W. Cooper (1984):** “*Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis*”. Management Science. vol.30, N°9, 1078-1092.
- Banker, R.D., Gadh y Gorr (1993):** “*A Monte Carlo Comparison of Two Production Frontier Estimation Methods, Corrected Ordinary Least Squares and Data Envelopment Analysis*”. European Journal of Operational Research 67, 332-343
- Barnard, C.S. y J.S. Nix. (1984):** “*Planeamiento y control agropecuarios*”. El Ateneo, Buenos Aires.
- Battese, G.E. y G. Tessema (1993):** “*Estimation of Stochastic Frontier Production Functions with Time-varying Parameters and technical Efficiencies using Panel Data from Indian Village*”, Agricultural Economics 9, 313-333.
- Battese, G.E. y G.S. Corra (1977):** “*Estimation of a Production Frontier Model: with Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia*”. Australian Journal of Agricultural Economics, 21, 169-179.
-

- 
- Battese, G.E., S.J. Malik y S. Broca (1993):** *“Production Functions for Wheat Farmers in Selected Districts of Pakistan: An Application of a Stochastic Frontier Production Function with Time-varying Inefficiency Effects”*. Pakistan Development Review 32, 233-268.
- Battese, G.E. y T.J. Coelli (1988):** *“Prediction of Firm-Level Technical Efficiencies with a Generalised Frontier Production Function and Panel Data”*. Journal of Econometrics 38, 387-399.
- Battese, G.E. y T.J. Coelli (1995):** *“A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data”*. Empirical Economics 20, 325-332.
- Battese, G.E., T.J. Coelli y T.C. Colby (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.
- Baumol, J.W. y A. Blinder (2001):** *“Microeconomics: Principles and Police”*. Thomson Learning.
- Belton, V. y S.P. Vickers (1993):** *“Demystifying DEA, A Visual Interactive Approach Based on Multiple Criteria Analysis”*. Journal of the Operational Research Society, Vol 44, Iss 9, 883-896.
- Belbase y Grabowsky (1985):** *“Technical Efficiency in Nepalese Agriculture”*. Journal of Developing Areas 19, 515-525.
- Berbel, J. y M. Vitalina Barros (1993):** *“Planificación Multicriterio de Empresas Agroganaderas con Bovino de Leche de Islas Azores (Portugal)”*. Investigación Agraria , Economía vol.8 (2), 197-208
- Bishop, C.E. y W.D. Toussaint (1966):** *“Introducción al análisis de la economía agrícola”*. Limusa-Wiley, Mexico.
- Boles, J.N. (1967):** *“Efficiency Squared, Efficiency Computation and Efficiency Indexes”*. Western Farm Economic Association, Proceedings 1966, Pullman, Washington, 137-142. En Forsund y Sarafoglou (2000).
- Boles, J.N. (1971):** *“The 1130 Farrell Efficiency System, Multiple Products, Multiple Factors”*. Giannini Foundation of Agricultural Economics, February 1971. En Forsund y Sarafoglou (2000).
- Borga, S., E. Schilder y R. Zehnder (1996):** *“Análisis (Versión 1.2): planilla de cálculo para la obtención de resultados técnico-económicos a partir de una encuesta”*. INTA, EEA Rafaela.
-

- 
- Boussofiane, A., R.G. Dyson y E. Thanassoulis (1991):** *“Applied Data Envelopment Analysis*. European Journal of Operation Research, vol.52, 1-15.
- Bravo-Ureta, B. (1986):** *“Technical efficiency measures for dairy farm based on probabilistics frontier function model”*. Canadian Journal of Agricultural Economics, 34 (3), 399-415.
- Bravo-Ureta, B. y E. Schilder (1993)** *“Análisis de la Eficiencia Técnica Mediante Funciones Estocásticas de Fronteras: El Caso de la Cuenca Lechera Central Argentina”*. Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agrícola. Cordoba, Argentina.
- Bravo-Ureta, B. y L. Rieger (1990):** *“Alternative production frontier methodologies and dairy farm efficiency”*. Journal of Agricultural Economics, 41, 215-226.
- Bravo-Ureta, B. y L. Rieger (1991):** *“Dairy Farm Efficiency Measurement Using Stochastic Frontiers and Neoclassical Duality”*. American Journal of Agricultural Economics 73,421-428.
- Bravo-Ureta, B.; L. Rieger y R. Quiroga (1990):** *“Fixed Effects and Stochastic Frontier Estimates of Firm-Level Technical Efficiency”*. July 27, 1990, AAEA Annual Meeting, Vancouver, Canada.
- Brodersen, C.M. y H. Thiele (1999):** *“Comparison of Dairy Farm Efficiency in Market and Transition economies: application of Data Envelopment Analysis to East an West Germany*. 58<sup>th</sup> EAAE Seminar on Nature, Evolution and Efficiency in CEEC’s and FSU.
- Bueno, E. y P. Morcillo (1993):** *“La Dirección Eficiente”*. Ed. Pirámide, Madrid, Cap.1.
- CAPIA (Cámara Argentina de Productos Avícolas) (2001).** *“Evolución del precio del alimento balanceado”*. Revista N° 191. Marzo/Abril. Buenos Aires.
- Caldentey, P. (1988):** *“Organización industrial y sistema agroalimentario”*. Publicaciones E.T.E.A. Córdoba.
- Cañero León, R. (1995).** *“Métodos de Análisis de Eficiencia Productiva Mediante Funciones Frontera: Aplicación a Explotaciones Hortícolas bajo Abrigo en Almería”*. Tesis doctora, ETSIAM, Universidad de Córdoba.
- Chambers, R.G. (1988):** *Applied Production Analysis: A Dual Approach*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Charnes A., W.W. Cooper y E. Rhodes (1978):** *“Measurement the Efficiency of Decision Making Units”*. European Journal of the Operational Research, Vol.2, 429-444.
-

- 
- Charnes, A., W.W. Cooper, A.Y. Lewin y L.M. Seiford (1995):** *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*. Kluwer Nijhoff Publishing, Boston.
- Chavas, J.P. y M. Aliber (1993):** “*An Analysis of Economic Efficiency in Agriculture: a Nonparametric Approach*”. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 18 (1): 1-16.
- Chavas, J.P. y T.L. Cox (1988):** “*A non parametric analysis of Agricultural Technology*”. *American Journal of Agricultural Economics* 70, 303-310.
- CIL (Centro de Industria Lechera) (1999):** “*La lechería Argentina en cifras: una década de expansión, un futuro de desafíos*”. *Industria Lechera*, Nº 718.
- Cloutier, L. y R. Rowley (1993):**. “*Relative Technical Efficiency: Data Envelopment Analysis and Quebec’s Dairy Farms*”. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, Vol.41, July, 169-176.
- Coelli, T. (1996):** “*A guide to DEAP Versión 2.1.: A Data Envelopment Analysis Computer Program. Centre for Efficiency and Productivity Analysis*”. Department of Econometrics, University of New England, Armidale, Australia.
- Coelli, T. (1998):** “*A Multistage Methodology for the Solution of Orientated Dea Models*”. *Operation Research Letters*, Vol 23, Iss 3,5, 143-149.
- Coelli, T. y S. Perelman. (1996):** “*A Comparison of Parametric and Nonparametric Distance Functions: With Application to European Railways*”. CREPP Discussion paper no. 96/11, University of Liege, Liege.
- Coelli, T., R. Prasada y G.E. Battese (1998):** *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Kluwer Academic Publisher.
- Consejería de Agricultura y Pesca (1999):** “*Características técnico-económicas de las explotaciones de vacuno lechero en Andalucía*”. *Información Técnica* 63/99, Junta de Andalucía.
- Cooper, W.W. (1999):** “*Operational Research/Management Science: Where Its Been, Where It Should Be Going*”. *Journal of the Operational Research Society*, Vol 50, Iss 1, pp 3-11.
- Cooper, W.W., L. Seiford L. y K. Tone (2000):** *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Kluwer Academic Publishers.
- Cooper, W.W., S. Kumbhakar, R.M. Thrall y X. Yu. (1995):** “*DEA and Stochastic Frontier Analyses of the 1978 Chinese Economic Reforms*”. *Socio-Economics. Planning Science*, Vol. 29(2): 85-112.
-

- 
- Cursack de Castignani, A.M. (1992):** *“Eficiencia y escala en sistemas de producción de leche de la Cuenca Santafecina Central”*. Trabajo presentado en el Congreso Anual de la Asociación Argentina de Producción Animal, Santa Fe.
- Da Silva, E. (2001):** *“Análisis multicriterio del impacto económico y ambiental en las explotaciones agroganaderas de las Azores”*. Tesis doctoral, Universidad de Córdoba.
- Dawson, P.J. (1987):** *“Farm Specific Technical Efficiency in the England and Wales Dairy Sector”*. *European Review of Agricultural Economics*, 14.
- Dawson, P.J. (1988):** *“Technical Efficiency Relative to a Stochastic Cost Frontier for the England and Wales Dairy Sector”*. *Oxford Agrarian Studies*, 16.
- Dawson, P.J. (1990):** *“Farm Efficiency in the England and Wales Dairy Sector”*. *Oxford Agrarian Studies*, 18.
- Dawson, P.J. y B. White (1990):** *“The Post-Quota Performance of Dairy Farms in England and Wales”*. Chapman and Hall Ltd.
- Dawson, P.J. y C.H. Woodford (1991):** *“Generalized Farm-Specific Technical Efficiency in the England and Wales Dairy Sector”*. *Oxford Agrarian Studies*, 19.
- Dawson, P.J., J. Lingard y H. Woodford (1991):** *“A Generalised Measure of Farm-Specific Technical Efficiency”*. *American Journal of Agricultural Economics* 73, 1098-1104.
- Debreu, G. (1951):** *“The Coefficient of Resource Utilization”*, *Econometrica*, Vol. 19: 273-292.
- Delgado Alvarez, M. y A. Hernandez Roman (1995):** *“Microeconomía”*. Ed. E.T.E.A. Córdoba.
- Ekanayake, S. y S.K. Jayasuriya (1987):** *“Measurement of Firm Specific Technical Efficiency: A comparison Methods”*. *J. Agric. Econ.* 38(1987), 115-122.
- EL-Mahgary, S. (1995):** *“Data Envelopment Analysis. A basic glossary”*. *Operation Research Society*, Vol 8, Issue 4, 15-22.
- Emrouznejad, A. (2001)** *“An Extensive Bibliography of Data Envelopment Analysis (DEA), Volume I - V”*. Página web [www.warwick.ac.uk/~bsrlu](http://www.warwick.ac.uk/~bsrlu) Business School, University of Warwick, England.
- FAO (2001):** Productos lácteos. Web [www.fao.org/aga/agap/lps/dairy/intro.htm](http://www.fao.org/aga/agap/lps/dairy/intro.htm)
-

- 
- FAO (2002):** “*Milk Report*”. [www.fao.org/es/esc/escs/escb/dairy/dairyMMS.htm](http://www.fao.org/es/esc/escs/escb/dairy/dairyMMS.htm). Junio.
- Fare R., R. Grabowski y S. Grosskopf (1985):** “*Technical Efficiency of Phillipini Agriculture*”. *Aplied Economic*, Vol.17, 205-214.
- Fare, R. y G. Whittaker (1995):** “*An Intermediate Input Model of Dairy Production Using Complex Survey Data*.” *Journal Of Agricultural Economics* 46(2):201-13.
- Fare, R., S. Grosskopf y C.A.K. Lovell. (1985):** *The Measurement of Efficiency of Production*. Kluwer,Nijhoff, Boston.
- Fare, R., S. Grosskopf y W.L. Weber (1989):** “*Measuring School District Performance*”. *Public Finance Quartely* 17(4), 409-428.
- Fare, R., S. Grosskopf, and C.A.K. Lovell. (1994):** “*Production Frontiers*”. Cambridge University Press, Cambridge.
- Fare, R.S. y C.A.K. Lovell (1978):** “*Measuring the Technical Efficiency of Production*”. *Journal of Economic Theory* 19, 150-162.
- Farrel M.J. y M. Fieldhouse (1962):** “*Estimating efficient production functions under increasing returns to scale*”. *Journal of Royal Satitistical Society Series A.*, Vol 125, 252-267.
- Farrell, M. J. (1957):** “*The Measurement of Productivity Efficiency*”, *Journal of The Royal Statistical Society, Series A*, Vol.120 (3): 253-281.
- FEPALE (2003):** *Federación Panamericana de la Leche. Sistema Panamericano de Información Lechero. Página Web* [www.infoleche.com/estadisticas/](http://www.infoleche.com/estadisticas/)
- Ferrier, G.D., y C.A.K. Lovell. (1990):** “*Measuring Cost Efficiency in Banking: Econometric and Linear Programming Evidence*”. *Journal of Econometrics*, Vol. 46: 229-245.
- Forsund, F.R. and N. Sarafoglou (1999):** “*The diffusion of research on productive efficiency: The economist’s guide to DEA evolution.*” *Discussion Paper* 02/1999. Department of Economics, University of Oslo
- Forsund, F. R. y N. Sarafoglou (2000):** “*On the Origins of Data Envelopment Analysis*”. Memorandum N°24, Departament of Economics, University of Oslo.
- Forsund, F.R., C.A.K. Lovell, and P. Schmidt. (1980):** “*A Survey of Frontier Production Functions and Their Relationship to Efficiency Measurement*”. *Journal of Econometrics*, Vol. 13: 5-25.
-

- 
- Frank, G. y J. Vanderlin (1998):** “Costos de producción de leche 1997 en 871 tambos del estado de Wisconsin (Estados Unidos)”. Informe preparado para el Seminario sobre Costos de Producción de Leche, A.P.L. Buenos Aires, 24/11/98.
- Fraser, I. y D. Cordina (1999):** “An Application of Data Envelopment Analysis to Irrigated Dairy Farms in Northern Victoria, Australia”. *Agricultural Systems*, Vol 59, Iss 3, 267-282.
- Fried, H y C.A.K. Novell (1996):** “Searching for the Zeds”. Citado en Alvarez Pinilla (2001).
- Galetto, A. y E. Schilder (1993):** “Productividad e ingresos de la mano de obra contratada en un grupo de tambos de la cuenca lechera central”. INTA, EEA Rafaela. Publicación Miscelánea N° 66.
- Galetto (2001)** “La competitividad de la cadena de lácteos en Argentina”. Trabajo presentado en el 1er Congreso Rioplatense de Economía Agraria, 26 de octubre de 2001, Montevideo.
- Giokas, D. (1997):** “The Use of Goal Programming and Data Envelopment Analysis for Estimating Efficient Marginal Costs of Outputs”. *Journal of the Operational Research Society*, Vol 48, Iss 3, 319-323.
- Golany, B. y Y. Roll (1993):** “Some Extension of Techniques to Handle Non-Discretionary Change in UK Universities”. *Journal of Productivity analysis* 4, 119-132.
- Gómez Limón, J.A. y J. Berbel (1995):** “Aplicación de una metodología Multicriterio para la Estimación de los Objetivos de los Agricultores del Regadío Cordobés”. *Investigación Agraria, Economía*, Vol.10 (1), 103-123.
- Gong, B.H. y R.C. Sickles (1992):** “Finite Sample Evidence on the Performance of Stochastic Frontiers and Data Envelopment Analysis Using Panel Data”. *Journal of Econometrics*, 51, 259-284.
- Gonzalez Fidalgo, E., A. Alvarez Pinilla y C. Arias Sampedro (1996):** “Análisis no paramétrico de eficiencia en explotaciones lecheras”. *Investigación Agraria*, vol.11, N°1. Abril, 173-190.
- Green, R. H. y J.R. Doyle (1995):** “On Maximizing Discrimination in Multiple Criteria Decision-Making”. *Journal of the Operational Research Society*, Vol 46, Iss 2, 192-204.
- Greene, W. (1980a):** “Maximum Likelihood Estimation of Econometrics Frontier Functions”. *Journal of Econometrics*, 13(1), 27-56.
- Greene, W. (1980b):** “On the Estimation of a Flexible Frontier Production Model”. *Journal of Econometrics*, 46, 141-163.
-

- 
- Greene, W.H. (1993):** *"The Econometric Approach to Efficiency Analysis"*. En H.Fried, C.A. Lovell y S.Schmidt (eds).
- Greene, W.H. (1999):** *Análisis econométrico*. Prentice Hall.
- Greene, W.H. (2001):** *"La Separación de la Eficiencia Técnica y la Asignativa"*. En Alvarez Pinilla *"La Medición de la Eficiencia y la Productividad"*. Ed. Pirámide, Madrid.
- Hallam, D. y F. Machado (1996):** *"Efficiency Analysis with Panel Data: A study of Portuguese Dairy Farms"*. European Review of Agricultural Economics, 23,79-93.
- Heshmati A. y S. Kumbhakar (1994):** *"Farm Heterogeneity and Technical Efficiency: Some Results from Swedish Dairy Farm"*. The Journal of Productivity Analysis 5.
- Iraizoz, B. y M. Rapún:** *"Eficiencia técnica de la industria agroalimentaria de Navarra"*. Revista Española de Economía Agraria 178, 4, 1996, 115-138.
- Jaforullah, M. y J. Whiteman (1999):** *"Scale efficiency in the New Zealand dairy industry: a non-parametric approach"*. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 43 (4), 523-541.
- Jondrow, J., C.A.K. Lovell, I. Materov y P. Schmidt (1982):** *"On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model"*. Journal of Econometric, 19, 233-238.
- Joro, T., P. Korhonen y J. Wallenius (1995):** *"Structural Comparison of Data Envelopment Analysis and Multiple Objective Linear Programming"*. Working Papers, W-144, Helsinki School of Economics and Business administration.
- Kalirajan, K.P y R.T. Shand (1986):** *"Estimating Location-Specific and Firm-Specific Technical Efficiency: An Analisis of Malasyan Agriculture"*. Journal Economic Development 11, 147-160.
- Kalirajan, K.P y R.T. Shand (1989):** *"A generalised Measure of Technical Efficiency"*. Applied Economics 21, 25-34.
- Kalirajan, K.P (1991):** *"The Importance of Efficient Use in the Adoption of Technology: A Micro Panel Data Analisis"*. Journal of Productivity Analysis 2, 113-126.
- Kalirajan, K.P. (1989):** *"On Measuring the contribution of Human Capital to Agricultural Production"*. Indian Economic Review 24, 247-261.
- Kamakura, W.A. (1988):** *"A Note on the Use of Categorical Variables in Data Envelopment Analysis"*. Management Science 34 (10), 1273-1276.
-

- 
- Kao, C. y S. Liu (2000b):** *"Fuzzy Efficiency Measures in Data Envelopment Analysis"*. Fuzzy sets and systems , Vol 113, Iss 3, 427-437.
- Kao, C. y S. Liu. (2000a):** *"Data Envelopment Analysis with Missing Data , An Application to University-Libraries in Taiwan"*. Journal of the Operational Research Society, Vol 51, Iss 8, 897-905.
- Kittelsen, S.A.C. (1997):** *"Monte Carlo simulations of DEA efficiency measures and hypothesis tests"*. Working paper, Frisch Centre, N-0371 Oslo, Noruega.
- Kopp, R.J. (1981):** *"The Measurement of Productive Efficiency. A Reconsideration"*. En Alvarez Pinilla (2001). Ed. Pirámide, Madrid.
- Koopmans, T.C. (1951):** *"An Analysis of Production an Efficient Combination of Activities"*, en Farrell, J. (1957) *"The Measurement of Productivity Efficiency"*, Journal of The Royal Statistical Society, Series A, Vol.120 (3): 253-281.
- Kumbhakar, S.C. (1994):** *"Efficiency Estimation in a Profit Maximising Model Using Flexible production Funtion"*. Agricultural Economics 10, 143-152.
- Kumbhakar, S.C., B. Biswas y D. Von Bailey (1989):** *"A Study of Economic Efficiency of Utah Dairy Farmers: A System Approach"*. The Review of Economics and Statistics 71, 279-286.
- Kumbhakar, S.C. y A. Heshmati (1995):** *"Efficiency measurement in Swedish Dairy Farms: an application of Rotating Panel Data, 1976-88"*. American Journal of Agricultural Economics, Vol. 77 (3), 660-674.
- Kumbhakar, S.C., S. Ghosh y J.T. McGuckin (1991):** *"A Generalised Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in United-States Dairy Farms."* Journal Of Business & Economic Statistics 9(3), 279-286.
- La Nacion (2003):** *Página Web del periódico "La Nación"*, en [www.lanacion.com.ar](http://www.lanacion.com.ar). Mayo.
- Leibenstein, H. (1966):** *"Allocative Efficiency vs X-Efficiency"*. American Economics Review, Vol.56, 392-415.
- Leibenstein, H. (1978):** *"X-inefficiency Xists - Reply to an Xorcist"*. American Economics Review 68, 203-211.
- Leibenstein, H., y S. Maital (1992):** *"Empirical Estimation and Partitioning of X,inefficiency: A Data Envelopment Approach"*. The American Economic Review, Vol. 82: 428-433.
- Lipsey, R. (1974):** *"Introducción a la economía positiva"*. Ed. Vicens-Vives.
-

- 
- Lovell, C.A.K. (1993):** *"Production Frontiers and Productive Efficiency"*. En Fried, H.O., C.A.K. Lovell y S.S. Schmidt (Ed.), *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*, Oxford University Press, New York.
- Lovell, C.A.K., L. Walters y L. Wood (1994):** *"Stratified Models of Education Production Using Modified"*. En Charnes, Cooper, Lewin y Seiford (eds).
- Maddala, G.S. y E. Miller (1993):** *"Microeconomía"*. McGraw-Hill
- Mbaga, M., R. Romain, B. Larue y L. Lebel (2000):** *Assessing Technical Efficiency of Quebec Dairy Farms*. Research Series SR.00.10, CREA, Université Laval.
- McCarty, T.A. y S. Yaisawarng (1993):** *"Technical Efficiency in New Jersey School Districts"*. En Fried, Lovell y Schmidt (eds), 271-287.
- Meeusen, W. y J. Van den Broeck (1977):** *"Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error"*. International Economic Review, 18, 435-444.
- Millan Gomez, J. (1993):** *"Eficiencia Productiva y Demanda de Madera. Un Análisis con Datos de Panel"*. Investigación Agraria: Economía, Vol.8, 111-122.
- Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción (2002)** Provincia de Buenos Aires . *Página web* <http://www.maa.gba.gov.ar/>
- Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción (2003)** Dirección Provincial de Ganadería y Mercado. Programa Provincial de Política Lechera. *Página web* <http://www.maa.gba.gov.ar/lecheria/index.htm>.
- Mochon, F. (1993):** *"Economía. Teoría y política"*. Mc Graw-Hill.
- Muller, B. (2000):** " *Efficiency measuring in the dairy industry via Data Envelopment Analysis (DEA)*." Kieler Milchw Forsch 52 (4), 355-378.
- Muñiz Pérez (2001):** *"Introducción de variables de control en modelos DEA"*. En Alvarez Pinilla (2001) *"La medición de la eficiencia y la productividad"*. Ed. Pirámide, Madrid.
- Murua, J.R. y L.M. Albisu (1993):** *"Eficiencia Técnica en la Producción Porcina de Aragón"*. Investigación Agraria: Economía, Vol.8, 239-251.
- Neff, D.L., P. García y C.H. Nelson (1993):** *Technical Efficiency: a Comparison of Production Frontier Methods*. Journal of Agricultural Economics 44(3), 479-489.
- Nielsen (2001)** *Página web* [www.acnielsen.co.nz](http://www.acnielsen.co.nz)
-

- 
- North, D. C. (1995):** *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press. New York.
- Ostrowski, B. y T. Hemme (2002)** “La competitividad de la producción lechera en países seleccionados del mercado mundial”. XXXII Congreso de Economía Agraria de la AAEA. Octubre, Buenos Aires.
- Pardo, L. (2001):** “Medidas de eficiencia en la producción de leche: el caso de la Provincia de Córdoba”. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria, Departamento de Producción Animal, Universidad de Córdoba.
- Parellada, G. y E. Schilder (1999):** “Transformaciones cíclicas y estacionales de la producción lechera argentina a partir del plan de convertibilidad”. Documento de trabajo 4, INTA, Buenos Aires.
- Pastor, J. (1994):** “How to Discount Environmental Effects in DEA: an Application to Bank Branches”. Citado en Alvarez Pinilla (2001).
- Pedraja Chaparro, F., J. Salinas Jimenez y P. Smith (1999):** “On the Quality of the Data Envelopment Analysis Mode”. Journal of the Operational Research Society, Vol 50, Iss 6, 636-644.
- Pedraja, F., J. Salinas y J. Suárez (2001):** “La medición de la eficiencia en el sector público”. En Alvarez Pinilla (2001): “La Medición de la Eficiencia y la Productividad”. Ed. Pirámide, Madrid.
- Poppe, K.J. y J.A. Boone (1998):** “Metodología de cálculo de precios y costos de producción lecheras en Holanda y la Unión Europea”. Informe preparado para el seminario sobre Costos de Producción de Leche, A.P.L., Buenos Aires, 24/11/98.
- Porter, M. (1980)** “Competitive Strategy”. Free Press, New York.
- Quiroga, R.E. y B.E. Bravo-Ureta (1996):** “Modelos de beneficio para Explotaciones Lecheras: un Análisis de Formas Funcionales Alternativas”. Investigación Agraria: Economía, Vol.11(3), 521-543.
- Ray, S. (1985):** “Measurement and Test of Efficiency of Farm in Linear Programming Models: A Study of West Bengal Farms”. Oxford Bulletin of Economics and Statistics 47, 371-386.
- Ray, S. (1991):** “Resource Use Efficiency in Public School: a Study of Connecticut Data”. Management Science 37 (12), 1620-1629.
- Reinhard, S., K. Lovell y G. Thijssen (1999):** “Econometric Estimation of Technical and Environmental Efficiency: An Application to Dutch Dairy Farms”, American Journal of Agricultural Economics 81, 44-60.
-

- 
- Reinhard, S., K. Lovell y G. Thijssen (2000):** *“Environmental Efficiency with Multiple Environmentally Detrimental Variables; Estimated SFA and DEA”*. European Journal of Operational Research 121, 287-303.
- Richmond, J. (1974):** *“Estimating the Efficiency of Production”*. International Economic Review, 15 (2), 515-521.
- Rivas, T. y B. Bravo-Ureta (2000):** *“Un análisis de eficiencia técnica para predios lecheros”*. Trabajo presentado en la Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria, Rosario.
- Robinson, G. (1957):** *“La Dimensión Óptima de la Empresa”*. Ed. El Ateneo, Buenos Aires.
- Romero, C. (1980):** *“Modelos Económicos en la Empresa”*. Deusto, Bilbao.
- Romero, C. (1993):** *“Teoría de la Decisión Multicriterio”*. Alianza Universidad Textos, Madrid.
- Rousseau, J.J. y J.H. Semple (1993):** *“Categorical Outputs in Data Envelopment Analysis”*. Management Science 39 (3), 385-386.
- Rutcor Research Report (2003)** *Página web* [www.rutcor.edu/pub/rrr/reports2002](http://www.rutcor.edu/pub/rrr/reports2002)
- SAGPyA (1997):** *“Informe Estadístico de Leche y Productos Lácteos”*. Dirección Nacional de Alimentación, Argentina.
- SAGPyA (2001):** *“Informe de Coyuntura N° 10”*. Dirección de Industria Alimentaria. Febrero 2001.
- SAGPyA (2002):** *“Productos Lácteos”*. [www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/lacteos/01\\_Productos/lacteos/Lacteos\\_02.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/lacteos/01_Productos/lacteos/Lacteos_02.htm). Octubre.
- SAGyP (1992):** *“Atlas de Suelos de la República Argentina”*. Centro de Investigación de Recursos Naturales, INTA, Buenos Aires.
- Sarrico, C.S. y R.G Dyson (2000):** *“Using DEA for Planning in UK Universities , An Institutional Perspective”*. Journal of the Operational Research Society, Vol 51, Iss 7, 789-800.
- Schilder, E y B. Bravo-Ureta (1994):** *“Análisis de Costos en Explotaciones Lecheras de la Región Central Argentina con Algunas Comparaciones Internacionales”*. Revista de Investigación Agraria, Economía. Vol.9, número 2, 199-214.
- Schilder, E., J. Giraud y A. Galetto (1997):** *“Estructura y resultados de empresas tamberas de la zona central de Santa Fe y Entre Ríos”*. Reunión Anual de AAEA 1997, Comunicación N° 39, Santa Fé.
-

- 
- Schmidt, P. (1976):** *“On the statistical Estimation of Parametric Frontier Production Functions”*. Review of Economics and Statistics, 53, 238-239.
- Seiford, L.M. (1996):** *“Data Envelopment Analysis: the Evolution of the State of the Art (1978-1996)”*. Journal of Productivity Analysis 7, 99-137.
- Seitz, W.D. (1970):** *“The Measurement of Efficiency Relative to a Frontier Production Function”*. American Journal of Agricultural Economics 52, 505-511.
- Seitz, W.D. (1971):** *“Productive Efficiency in the Steam-Electric Generating Industry”*. Journal of Political Economy 79, 878-886.
- Shafiq, M. y T. Rehman (2000):** Pakistan’s Punjab: an application of Data Envelopment Analysis. Agricultural Economics 22, 321–330.
- Shapiro, K.H. y J. Muller (1977):** *“Source and Technical Efficiency: The Role and Modernization and Information”*. Economics Development and Cultural Change Vol.25, 293-310.
- Shows, W. y R. Burton (1972):** *“Microeconomics”*. D.C. Heath and Company, London.
- Simar, L. y P. Wilson (1998):** *“Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models”*. Management Science, Vol. 44, No. 1, 49-61.
- Simar, L. y P. Wilson (2000):** *“Statistical Inference in Nonparametric Frontier Models: The State of the Art”*. Journal of Productivity Analysis 13(1), 49-78
- Smith, P. (1997):** *“Model Misspecification in Data Envelopment Analysis”*. Annals of Operations Research, Vol. 73: 233-252.
- Squires, D y S. Taber (1991):** *“Technical Efficiency and Future Production Gains in Indonesian Agriculture”*. The Developing Economies 29,258-270.
- Stewart, T.J. (1996):** *“Relationships Between Data Envelopment Analysis and Multicriteria Decision-Analysis”*. Journal of the Operational Research Society, Vol. 47, Iss 5, 654-665.
- Stigler, G. (1976):** *“The X-istence of X-efficiency”*. American Economic Review 65, 213-216.
- Such, D. y J. Berenguer (1994):** *“Introducción a la economía”*. Ed. Pirámide.
- Sumpsi, J.M., F. Amador y C. Romero (1993):** *“A Research on the Andalusian Farmers’ Objectives: Methodological aspects and Policy Implications”*. En: Aspects of the Common Agricultural Policy. VIIIth EAAE Congress, Stresa Italy, Vol.D.
-

- 
- Tavares, G. (2002):** *“A Bibliography of Data Envelopment Analysis”*. Rutcor Research Report, Rutcor University, Nueva Jersey.
- Tauer, L. (1993):** *“Short-run and Long-run Efficiencies of New York Dairy Farms”*. *Agricultural and Resource Economics Review*, 22, 1-9.
- Tauer, L. (1995):** *“Do New York Dairy Farmers Maximise Profits or Minimise Costs?”* *American Journal of Agricultural Economics* 77, 421-429.
- Tauer, L. y K. Belbase (1987):** *“Technical Efficiency of New York Dairy Farms”*. *Northeastern Journal of Agricultural and Resource Economics* 16, 10-16.
- Taylor, T.G., H.E. Drummond y T. Gomez (1986):** *“Agricultural Credits Programs and Production Efficiency: An Analysis of Traditional Farming in Southeastern Minas Gerais, Brazil”*. *American Journal of Agricultural Economics* 68, 110-119.
- Thomas, A. y L. Tauer (1994):** *“Linear Input Aggregation Bias in Nonparametric Technical Efficiency Measurement”*. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 42, 77-86.
- Timmer, C.P. (1971):** *“Using a Probabilistic Frontier Production Function to Measure Technical Efficiency”*. *Journal of Political Economy*, 79, 776-794.
- Upton, M. (1987):** *“African Farm Management”*. Cambridge University Press.
- USDA (2001):** Dairy: World markets and trade. Web. [www.ams.usda.gov/dairy](http://www.ams.usda.gov/dairy). Agosto.
- Varian, H. (1999):** *“Microeconomía intermedia”*. Antoni Bosch Editor.
- Webb, S. (1981):** *“Economía de la empresa”*. Ed. Limusa.
- Weersink A., C. Turvey C. y A. Godah (1990):** *“Decomposition measures of technical efficiency for Ontario dairy farms”*. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 38, 439-456.
- Wilson, P. (1995):** *“Detecting Influential Observations in Data Envelopment Analysis”*. *Journal of Productivity Analysis* 6: 27-45.
-

**ANEXO**

---

**Cuadro 69: Índices de eficiencia DEA de las firmas para 35 explotaciones de leche de la Región Abasto Sur de Buenos Aires**

Firma	Índices de eficiencia DEA			Escala
	ETG	ET	EE	
1	0,723	0,724	0,998	drs
2	0,655	0,672	0,974	irs
3	0,590	0,624	0,946	irs
4	1,000	1,000	1,000	-
5	0,778	0,785	0,991	lrs
6	0,755	0,793	0,952	lrs
7	0,530	0,878	0,604	lrs
8	0,828	1,000	0,828	irs
9	1,000	1,000	1,000	-
10	0,952	0,955	0,997	drs
11	0,925	0,925	1,000	-
12	0,876	0,930	0,942	drs
13	0,814	0,837	0,972	drs
14	0,751	0,805	0,933	drs
15	0,646	0,779	0,828	irs
16	0,672	0,746	0,901	irs
17	0,612	0,875	0,700	irs
18	0,824	0,827	0,997	drs
19	0,839	0,841	0,998	irs
20	1,000	1,000	1,000	-
21	0,746	0,752	0,992	irs
22	0,604	0,641	0,942	irs
23	0,677	0,679	0,996	irs
24	0,579	0,624	0,928	irs
25	0,791	0,809	0,977	irs
26	0,689	0,710	0,970	irs
27	0,644	0,681	0,946	irs
28	0,914	0,940	0,972	irs
29	0,811	0,835	0,971	drs
30	0,771	0,821	0,939	irs
31	0,959	0,995	0,964	irs
32	0,869	0,881	0,987	drs
33	0,709	1,000	0,709	irs
34	1,000	1,000	1,000	-
35	0,845	0,850	0,994	irs

Donde:

ETG: Eficiencia técnica para el modelo DEA de rendimientos constantes a escala.

ET: Eficiencia técnica para el modelo de rendimientos variables a escala. Eficiencia técnica pura.

EE: Eficiencia de escala en el modelo VRS.

drs: rendimientos decrecientes a escala.

irs: rendimientos crecientes a escala.

**Cuadro 70: Detalle de los índices de eficiencia (ETG) para cada firma de acuerdo al modelo CRS y al modelo de Banker y Morey, considerando la tierra como input fijo. Slacks calculados con el modelo CRS. Abasto Sur, 35 casos, Ejercicio 1997/98.**

No.	DMU	DEA	SLACKS			Tierra fija
		normal ETG	Tierra	vacas	coste	NCN
1	ESPINOSA	0,723	66	0	0	0,770
2	ANTONIETA	0,655	138	0	0	0,720
3	DON LYNN	0,590	19	0	26	0,606
4	ELCARIBEL	1,000	0	0	0	1,000
5	ELPUESTO	0,778	0	0	0	0,768
6	FABRETE	0,755	142	0	0	0,892
7	GIULIANI	0,530	2	5	0	0,712
8	ITURRIA	0,828	62	0	0	0,929
9	eltordillo	1,000	0	0	0	1,000
10	la fe	0,952	27	0	0	0,964
11	LAELITA	0,925	0	34	0	0,891
12	LALINUCHA	0,876	127	0	0	0,951
13	LOSCHARAS1	0,814	206	0	0	0,857
14	LOSCHARAS2	0,751	452	0	0	0,822
15	MAGYARI	0,646	84	0	0	0,862
16	LOSPECANES	0,672	0	0	0	0,673
17	RAFFO	0,612	47	0	0	0,717
18	SANANDRES	0,824	4	0	0	0,839
19	SANTARITA	0,839	71	0	0	0,878
20	TEHO	1,000	0	0	0	1,000
21	S.MARIA1	0,746	15	0	0	0,758
22	S.MARIA2	0,604	0	0	0	0,623
23	S.MARIA3	0,677	15	0	0	0,693
24	S.MARIA4	0,579	0	0	0	0,600
25	S.MARIA5	0,791	26	0	0	0,803
26	S.MARIA6	0,689	17	0	0	0,705
27	ESPINA	0,644	33	0	55	0,662
28	BRETE	0,914	608	0	24	1,000
29	TANDEM	0,811	123	0	0	0,849
30	LACAUTIVA	0,771	132	0	0	0,854
31	BREA	0,959	23	0	0	0,965
32	TATIN	0,869	182	0	0	0,935
33	DONEDUARDO	0,709	29	0	0	0,764
34	CARNEVALI	1,000	0	0	0	1,000
35	ADRIANITA	0,845	306	0	0	0,886
	<b>promedio</b>	<b>0,782</b>				<b>0,827</b>

**Cuadro 71: Eficiencia en Abasto Sur, 21 casos, Ejercicio 1999/2000.**

Firma	ETG	ET	EE	
1	0,763	0,770	0,991	
2	0,658	0,680	0,968	irs
3	1,000	1,000	1,000	
4	0,880	0,905	0,973	
5	0,933	0,938	0,995	
6	0,746	0,781	0,955	irs
7	0,936	1,000	0,936	irs
8	0,854	1,000	0,854	irs
9	1,000	1,000	1,000	
10	0,859	0,877	0,979	
11	0,818	0,893	0,916	irs
12	0,949	1,000	0,949	drs
13	1,000	1,000	1,000	
14	0,999	1,000	0,999	drs
15	1,000	1,000	1,000	
16	0,569	0,858	0,663	irs
17	0,754	1,000	0,754	irs
18	1,000	1,000	1,000	
19	0,783	0,887	0,883	irs
20	0,855	0,886	0,966	
21	1,000	1,000	1,000	

**Cuadro 72: Informe detallado de la eficiencia de cada firma, modelo CRS, con la disminución potencial de inputs. Ejercicio 1999/2000.**

Firma		ETG/datos	Proyección	Reducción	Porcentaje
1	ADRIANITA	0,7631679			
	Has	750	572,37589	-177,6241	-23,68%
	Vt	298	227,42402	-70,57598	-23,68%
	Coste	849,68012	648,44855	-201,2316	-23,68%
	lts	3885,2164	3885,2164	0	0,00%
2	ANTONIETA	0,6579466			
	has	457	277,79091	-179,2091	-39,21%
	vt	224	147,38003	-76,61997	-34,21%
	coste	355,69104	234,02569	-121,6653	-34,21%
	lts	1767,7315	1767,7315	0	0,00%
3	BREA	1			
	has	520	520	0	0,00%
	vt	169	169	0	0,00%
	coste	634,72669	634,72669	0	0,00%
	lts	3124,8521	3124,8521	0	0,00%
4	ELPUESTO	0,8804283			
	has	298	262,36764	-35,63236	-11,96%
	vt	188,5	158,91908	-29,58092	-15,69%
	coste	379,70847	334,30609	-45,40238	-11,96%
	lts	2434,2329	2434,2329	0	0,00%

5	ESPINOZA	0,9327145			
	has	421	392,67282	-28,32718	-6,73%
	vt	255,5	207,22869	-48,27131	-18,89%
	coste	325,5205	303,61771	-21,90279	-6,73%
	lts	2300,8397	2300,8397	0	0,00%
6	FABRETE	0,7459974			
	has	400	285,01204	-114,988	-28,75%
	vt	200	149,19948	-50,80052	-25,40%
	coste	255,27532	190,43472	-64,84059	-25,40%
	lts	1452,0548	1452,0548	0	0,00%
7	GIULIANI	0,9361759			
	has	130	121,70286	-8,297136	-6,38%
	vt	111	91,103287	-19,89671	-17,92%
	coste	276,59446	185,69828	-90,89618	-32,86%
	lts	1272,7671	1272,7671	0	0,00%
8	ITURRIA	0,8542338			
	has	280	136,62074	-143,3793	-51,21%
	vt	95	81,152212	-13,84779	-14,58%
	coste	201,1894	171,86279	-29,32661	-14,58%
	lts	1251,011	1251,011	0	0,00%
9	LA FE	1			
	has	354	354	0	0,00%
	vt	189,5	189,5	0	0,00%
	coste	339,90457	339,90457	0	0,00%
	lts	2556,0932	2556,0932	0	0,00%
10	LALINUCHA	0,8592814			
	has	620	441,93421	-178,0658	-28,72%
	vt	289	248,33233	-40,66767	-14,07%
	coste	630,01168	541,35733	-88,65434	-14,07%
	lts	3872,1041	3872,1041	0	0,00%
11	LOBRETE	0,8180822			
	has	910	288,41792	-621,5821	-68,31%
	vt	141	115,34958	-25,65042	-18,19%
	coste	373,14474	305,26305	-67,88169	-18,19%
	lts	1951,56	1951,56	0	0,00%
12	LOESPINA	0,949206			
	has	280	265,77769	-14,22231	-5,08%
	vt	214	198,95359	-15,04641	-7,03%
	coste	464,63299	405,53244	-59,10055	-12,72%
	lts	2779,5	2779,5	0	0,00%
13	LOTANDEM	1			
	has	650	650	0	0,00%
	vt	390	390	0	0,00%
	coste	821,68385	821,68385	0	0,00%
	lts	6000	6000	0	0,00%
14	LOSCHARAS	0,9994626			
	1				
	has	823,25	822,80757	-0,442432	-0,05%
	vt	309	308,83394	-0,166063	-0,05%
	coste	895,60086	895,11955	-0,481315	-0,05%

	lts	5349,4329	5349,4329	0	0,00%
15	LOSCHARAS	1			
	2				
	has	1403	1403	0	0,00%
	vt	304	304	0	0,00%
	coste	1220,5505	1220,5505	0	0,00%
	lts	6326,1836	6326,1836	0	0,00%
16	MAGYARI	0,5687236			
	has	392	138,65792	-253,3421	-64,63%
	vt	130,5	74,218433	-56,28157	-43,13%
	coste	233,8094	132,97293	-100,8365	-43,13%
	lts	1000	1000	0	0,00%
17	PEREYRA	0,754002			
	has	210	158,34042	-51,65958	-24,60%
	vt	115,5	85,312698	-30,1873	-26,14%
	coste	205,07416	154,62633	-50,44783	-24,60%
	lts	1160,4466	1160,4466	0	0,00%
18	RAFFO	1			
	has	300	300	0	0,00%
	vt	157	157	0	0,00%
	coste	199,32684	199,32684	0	0,00%
	lts	1520,2438	1520,2438	0	0,00%
19	SANANDRE	0,7827089			
	S				
	has	250	195,67723	-54,32277	-21,73%
	vt	135	105,6657	-29,3343	-21,73%
	coste	315,43714	245,50408	-69,93307	-22,17%
	lts	1668,7178	1668,7178	0	0,00%
20	TATIN	0,855264			
	has	514	301,19961	-212,8004	-41,40%
	vt	205,5	175,75674	-29,74326	-14,47%
	coste	417,92489	357,4361	-60,48879	-14,47%
	lts	2626,0822	2626,0822	0	0,00%
21	TEHO	1			
	has	175	175	0	0,00%
	vt	131	131	0	0,00%
	coste	267,02082	267,02082	0	0,00%
	lts	1830,1479	1830,1479	0	0,00%