



Universidad de la República
Facultad de Ciencias Sociales
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

Documentos de trabajo

**Competitividad y eficiencia técnica. Un modelo de datos
panel para la industria láctea uruguaya.**

M. Caño-Guiral

Documento No. 07/95
Agosto, 1995

1 - ANTECEDENTES

1.1.- Introducción

Dentro de los sectores industriales del Uruguay, la industria láctea uruguaya es una de las que aparentemente se encuentran mejor posicionadas frente al desafío de la integración. Es una rama industrial que ha mostrado un gran dinamismo en las dos últimas décadas dedicando cada vez una parte más grande de su creciente producción al exterior y en particular a la región.

En este aspecto interesa destacar que la evolución y el comportamiento de la industria láctea y del consumo de productos lácteos ha tenido y tiene diferentes matices entre Uruguay y sus dos principales socios regionales. Esta diferencia de matices hace que mientras que el consumo interno en Uruguay parecería haber alcanzado un cierto "techo natural", el cual es bastante menor a la potencialidad de crecimiento de la industria láctea y que incentiva a que la misma deba volcar una creciente parte de su producción al mercado foráneo, el consumo interno en Brasil esté muy lejos de la saturación. Esto hace precisamente que Brasil sea hoy el principal demandante potencial de derivados lácteos en la región¹ y que la industria argentina (salvo eventualidades como el "boom de consumo de lácteos" acaecido en 1991 y 1992 y que no le permitió abastecer su propia demanda interna) sea el principal competidor potencial de Uruguay en el mercado brasileño.

Ante esta situación y la amenaza latente del incremento de la competencia externa de países como Nueva Zelandia, Australia y Estados Unidos que desean obtener cuotas de participación mayor en los países del Mercosur -en especial del mercado brasileño- la industria láctea uruguaya depende de su capacidad competitiva, tanto en términos de precios como en su capacidad de adecuarse a producir para una demanda mayor, inclusive para países fuera de la región.

Ahora bien, los precios y los márgenes del mercado mundial están muy lejos del concepto de competitividad real debido a que son el resultado de diversos mecanismos de protección y subsidios de los países desarrollados, en especial de Estados Unidos y de los pertenecientes a la Unión Europea. Estos se han constituido en los "formadores de precios internacionales" dejando al resto de los países que no subsidian sus productos lácteos, como meros tomadores de precios. En este contexto será difícil para Uruguay competir en precios por lo que la competitividad real de las empresas lácteas estará por el lado de los productos diferenciados (Peyrou, 1994) y su capacidad de adecuarse a una mayor producción manejando más eficientemente sus recursos.

Es en este contexto que cobra particular importancia el tema de la eficiencia productiva y con ella las

¹ Según Farina (1994) Brasil tiene una población potencial demandante de productos lácteos de 50 millones de habitantes.

medidas de eficiencia técnica, la que fue inicialmente definida por Farrell (1957) como una medida radial de distancia entre las unidades productivas y la función de producción de frente (o tecnología de mejor práctica)².

En la primera fase de este proyecto de investigación sobre "Competitividad y eficiencia en la industria láctea uruguaya"³ se estudió para el año 1988 la magnitud de las diferencias de los niveles de productividad y eficiencia de nueve unidades productoras exportadoras y representativas de la rama industrial láctea en Uruguay. Para ello se optó por el enfoque paramétrico determinístico estimándose una frontera de eficiencia, basada en una función de producción de tipo Cobb-Douglas que permite rendimientos variables a escala, y en función de la distancia radial de las unidades observadas a dicha frontera se estimó las medidas de eficiencia técnica y de escala para cada una de las empresas incorporadas en el estudio.

El objetivo de este trabajo -tomando como antecedente el estudio mencionado- es medir la eficiencia técnica de la industria láctea uruguaya extendiendo por un lado el período de análisis a 6 años (1988 a 1993) de forma de captar la evolución de los niveles de eficiencia de las unidades productoras en el tiempo, y por otro definiendo a la unidad productora como la planta industrial y no la empresa como se consideró en la investigación anterior⁴.

En este caso las medidas de eficiencia técnica de las plantas se basan en la definición de una función frontera de producción estocástica, que permite que la eficiencia varíe en el tiempo utilizando la técnica econométrica de "datos panel".

En el capítulo 2 se desarrolla el modelo econométrico para dos insumos. En el capítulo 3 se describe la información utilizada y se presentan los resultados empíricos hallados en la estimación del modelo de las dieciséis plantas industriales lácteas incorporadas en el estudio y pertenecientes a siete de las empresas más importantes del país. Finalmente en el capítulo 4 se exponen algunas conclusiones.

² La tecnología de mejor práctica (best practice front) o función de producción de frente se define como el lugar geométrico de los puntos de eficiencia técnica o, lo que es lo mismo, la isocuanta en el espacio de insumos que corresponde a la escala óptima de producción.

³ Caño-Guiral, Maira (1993); Documento 12/93 publicado por el Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de la República.

⁴ Con ello se pretende eliminar el posible sesgo que podría provocar la existencia de la empresa multiplanta frente a las otras empresas de una sola planta incorporadas en el estudio.

1.2.- Breve Reseña Histórica

La teoría de la ineficiencia-X o ineficiencia técnica⁵ es uno de los temas más controvertidos que floreció en las dos últimas décadas. Esta teoría destaca que únicamente la competencia por sí misma - y no el mero deseo de obtener beneficios - puede forzar a los empresarios a optimizar los recursos dentro de la firma y a organizarse eficientemente. De ahí en más la estimación de cualquier tipo de frontera de producción o de costos y de la estimación de la eficiencia en relación a esa frontera se ha convertido en muchas áreas de investigación como un objetivo desafiante.

En la teoría microeconómica el concepto de función de producción sirve para describir las relaciones insumo-producto de las firmas. La función de producción muestra la máxima cantidad de productos que pueden obtenerse combinando varias cantidades de insumos, o visto desde otro punto de vista describe el mínimo monto de insumos requeridos para alcanzar un nivel de producción determinado.

La descripción de la tecnología de producción estaría dada por la función de producción, **si ésta se conociera**. Sin embargo, se tiene información únicamente de un conjunto de observaciones correspondiente a alcanzar niveles de producción dado un determinado conjunto de insumos. El problema por lo tanto es ver cómo se construye una función de producción empírica (o una frontera de eficiencia) basada en los datos observados.

En este sentido existen dos enfoques fundamentales o paradigmas usados para la estimación de esas fronteras en economía. Estos son denominados como los enfoques paramétrico y no paramétrico⁶ (Försund et al, 1979).

El enfoque paramétrico, que ha sido descrito en Lovell y Schmidt (1988) y del cual se encuentran desarrollos más recientes en Bauer (1990), se caracteriza por imponer una forma funcional explícita para la tecnología y en algunos casos también ha de determinarse a priori la distribución de los términos de ineficiencia (o del error compuesto). El enfoque no paramétrico en contraste (ver Charnes, Cooper y Rhodes (1978/1981) y Baker, Charnes y Cooper (1984)), no requiere de supuestos sobre la forma funcional de la tecnología de producción.

Para construir las fronteras de eficiencia se debe optar asimismo por utilizar técnicas de programación matemática o técnicas econométricas. Dentro de la programación matemática una de las técnicas más conocidas y desarrollada en los últimos tiempos es la de Data Envelopment Analysis, denominada comúnmente como DEA. La principal ventaja del DEA, enfoque no paramétrico, es que al no requerir de ningún supuesto a priori de la forma analítica de la función de producción y ser un procedimiento estadístico que no se basa en las tendencias centrales, permite descubrir relaciones funcionales de producción que permanecen escondidas con otras metodologías de estimación. Por otra parte, dado que el DEA es un procedimiento de estimación que descansa

⁵ La contracara de la denominada "ineficiencia-x" es la eficiencia técnica.

⁶ Los enfoques paramétrico y no paramétrico se han caracterizado en el pasado como los enfoques determinístico y estocástico respectivamente. Sin embargo, la integración parcial de los dos enfoques a través de los desarrollos en las técnicas de estimación demuestra que tal caracterización ya no es válida.

en puntos extremos⁷, algunos autores señalan igualmente que el mismo es extremadamente sensible a la selección de las variables, a la especificación de los modelos y a los errores en los datos (ruido estadístico).

Si bien las técnicas econométricas pueden manejar el ruido estadístico, imponen sin embargo una forma funcional explícita y posiblemente demasiado restrictiva a la tecnología (ver Aigner, Lovell y Schmidt (1977), Meeusen y Van der Broeck (1977) y Battese y Cora (1977)). También se debe imponer con el uso de estas técnicas - salvo que se dispongan de "datos panel" - una distribución explícita del término de ineficiencia⁸. Por este motivo se han desarrollado y se continúan haciendo avances de técnicas especialmente diseñadas para el manejo de "datos panel", los cuales tienen ventajas en ese sentido.

⁷ En lugar de ajustar el centro de la información a una regresión, se "hace flotar" una superficie lineal que descansa encima de los puntos observados.

⁸ El enfoque econométrico para estimar fronteras usa una representación paramétrica de la tecnología con un término de error compuesto. Una parte del error compuesto representa el ruido estadístico, el cual se supone generalmente que sigue una distribución normal. La otra parte representa la ineficiencia y se supone que sigue una distribución particular unilateral: media normal y exponencial (Aigner, Lovell y Schmidt (1977)); normal trunca (Stevenson (1980)); gamma doble paramétrica (Greene (1990)).

2.- MODELO ECONOMETRICO PARA 2 INSUMOS

*"Los supuestos más fuertes generan resultados más fuertes,
pero también generan dolores de cabeza más fuertes..."*

Anónimo

2.1.- Eficiencia técnica variable en el tiempo

La mayoría de los estudios en los que se usaron datos panel para estimar la ineficiencia-x de las unidades productoras, trataron a la eficiencia técnica como una variable que permanecía constante en el tiempo (Pitt y Lee (1981), Schmidt y Sickles (1984, Kumbhakar (1987, 1988), Battese y Coelli (1988), Kalirajan y Tse (1989) entre otros).

Sin embargo, Kumbhakar (1990), Cornwell, Schmidt y Sickles (1990) y Battese y Coelli (1991) permiten en sus estudios que la ineficiencia técnica sea variable en el tiempo. En el trabajo de Kumbhakar (1991) en que se desarrolló un modelo para estimar la eficiencia técnica de las granjas lácteas suecas, se utiliza la técnica de datos panel, separándose el tiempo, la ineficiencia técnica de la firma y los efectos específicos, permitiendo con ello que la ineficiencia técnica sea por lo tanto variable en el tiempo.

El supuesto que la eficiencia técnica no varía a medida que transcurre el tiempo, es un supuesto muy fuerte, sobre todo cuando el número de observaciones de las series de tiempo aumentan o, en otras palabras, se considera un período de tiempo durante el cual se sabe que las firmas de la industria en estudio pueden redistribuir o efectivamente redistribuyen sus recursos productivos. Aquí no se admite ese supuesto tan fuerte. Por el contrario el supuesto que se maneja -y a pesar que ello pueda conducir a resultados más débiles- es que la eficiencia técnica varía con el tiempo. En este sentido para estimar el modelo (con eficiencia variable en el tiempo) de las plantas industriales, se convierte en referencia básica el trabajo de investigación anteriormente citado de Kumbhakar (1991) para las granjas suecas.

2.2.- El modelo para 2 insumos

La tecnología de producción de las plantas lácteas se representa de la siguiente forma:

$$(1) \quad X = f(K, L, \exp^T) \cdot \exp^e$$

donde "f" es la tecnología de producción, X es el producto, K es el insumo capital, L es el insumo trabajo, T es la variable tiempo y "e" el término de error compuesto.

Utilizando datos panel y una función de producción translogarítmica⁹ para representar la tecnología "f", la ecuación anterior se puede escribir como:

$$(2) \quad \ln X_{pt} = \beta_0 + \beta_K \ln K_{pt} + \beta_L \ln L_{pt} + \beta_T T_{pt} + 1/2 \cdot \beta_{KK} (\ln K_{pt})^2 + 1/2 \cdot \beta_{LL} (\ln L_{pt})^2 + 1/2 \cdot \beta_{TT} T_{pt}^2 + \beta_{KL} (\ln L_{pt} \cdot \ln K_{pt}) + 1/2 \cdot \beta_{KT} (\ln K_{pt} \cdot T_{pt}) + 1/2 \cdot \beta_{LT} (\ln L_{pt} \cdot T_{pt}) + e_{pt}$$

⁹ La función translogarítmica es una función flexible que impone mínimas restricciones a priori sobre la tecnología.

donde p = número de plantas (1,2,...,P) y
 t = periodos de tiempo (1, 2,...,T).

Por otra parte, e_{pt} es el error compuesto de la planta "p" en el período "t":

$$(3) \quad e_{pt} = u_p + v_t + m_{pt} + w_{pt}$$

El término " u_p " es un componente específico de la planta industrial que captura la heterogeneidad de la firma, que es constante en el tiempo y que se encuentra correlacionado con las variables de insumos del modelo. Por su parte " v_t " es un componente específico del tiempo. El componente " m_{pt} "¹⁰ es un término asimétrico y no positivo que representa la ineficiencia técnica¹¹ de la planta "p" en el período "t". Por último, " w_{pt} " es un ruido blanco¹². Este término -que no es controlado por ninguna unidad productora en particular- captura los shocks exógenos del proceso de producción y contiene los posibles errores de medición del producto o de omisión de variables. A su vez este componente del error compuesto, asegura que tanto las plantas eficientes como las ineficientes se distribuyan aleatoriamente alrededor de la frontera de mejor práctica.

Ahora bien, tal como se mencionó en el punto 2.1., este modelo considera que la eficiencia técnica es variante en el tiempo y por ello incorporó al tiempo T como una variable más del modelo la cual captura el cambio técnico independiente evitando así efectos específicos del tiempo ($v_t = 0$), por lo tanto la ecuación (3) será entonces la siguiente:

$$(4) \quad e_{pt} = u_p + m_{pt} + w_{pt}$$

Dado los insumos K_{pt} y L_{pt} se dice que la planta industrial "p" es completa y técnicamente eficiente en el período "t" si $m_{pt} = 0$. En este sentido, la frontera de producción¹³ se obtiene fijando $m_{pt} = 0$ para todas las plantas y periodos de tiempo considerados en el estudio. Dicha frontera es estocástica debido a la presencia del ruido blanco w_{pt} .

¹⁰ Para estimar la ineficiencia técnica de las plantas se hace el supuesto que los m_{pt} son porciones no-positivas de una variable que se distribuye i.i.d. $N(0, \sigma^2)$ y se suponen independientes de las variables de insumos del modelo.

¹¹ Este desvío está bajo el control de la firma y se produce cuando la planta no alcanza a producir el output que se obtiene en la frontera de mejor práctica.

¹² Se supone independiente e idénticamente distribuido (i.i.d.) dado que $N(0, \sigma_w^2)$ es independiente de m_{pt} .

¹³ La frontera no se construye teniendo en cuenta únicamente a las plantas eficientes. Desde el punto de vista empírico se puede estimar una frontera de producción sin que exista una sola planta que sea eficiente en un 100%, es decir una frontera en la que no se encuentre ninguna planta operando sobre ella.

2.3.- Procedimiento de estimación del modelo

En un panel de datos relativamente pequeño como el nuestro ($T = 6$ años; $P = 16$ plantas industriales) es preferible utilizar un procedimiento de estimación en 2 etapas de los parámetros del modelo, ecuaciones (2) y (4), y no el método de máxima verosimilitud en una etapa que trae aparejado el problema que representa estimar todos los parámetros de una sola vez junto con los efectos fijos¹⁴.

Para aplicar el método en 2 etapas es conveniente realizar en primer lugar las siguientes transformaciones en la ecuación (2) del modelo:

$$\ln x_{pt} = (\ln X_{pt} - 1/T \cdot \sum_t \ln X_{pt})$$

$$\ln k_{pt} = (\ln K_{pt} - 1/T \cdot \sum_t \ln K_{pt})$$

$$\ln l_{pt} = (\ln L_{pt} - 1/T \cdot \sum_t \ln L_{pt})$$

$$t_{pt} = T_{pt} - 1/T \cdot \sum_t T_{pt}$$

$$m_{pt}^* = m_{pt} - 1/T \cdot \sum_t m_{pt}$$

$$w_{pt}^* = w_{pt} - 1/T \cdot \sum_t w_{pt}$$

De la aplicación de estas transformaciones (con las cuales se eliminan los efectos específicos de la planta industrial u_p), la ecuación (2) del modelo se convierte en:

$$(5) \quad \ln x_{pt} = \beta_0 + \beta_K \ln k_{pt} + \beta_L \ln l_{pt} + \beta_T t_{pt} + 1/2 \cdot \beta_{KK} \ln k_{pt}^2 + 1/2 \cdot \beta_{LL} \ln l_{pt}^2 + \beta_{KL} \ln k_{pt} \cdot \ln l_{pt} + 1/2 \cdot \beta_{TT} t_{pt}^2 + 1/2 \cdot \beta_{KT} \ln k_{pt} \cdot t_{pt} + 1/2 \cdot \beta_{LT} (\ln l_{pt} \cdot t_{pt}) + e_{pt}^*$$

donde

$$(6) \quad e_{pt}^* = (m_{pt}^* + w_{pt}^*)$$

Ahora sí se está en condiciones de aplicar la primera etapa de estimación al modelo en la cual se estiman los parámetros β_K , β_L , β_T , β_{KK} , β_{LL} , β_{TT} , β_{KL} , β_{KT} , y β_{LT} , por el método de mínimos cuadrados ordinarios. De hecho estos son estimadores lineales e insesgados debido a que el término de error e_{pt}^* cumple con las hipótesis de media cero, varianza constante e i.i.d.

La segunda etapa se divide en tres partes. En la primera se tienen los residuos (e_{pt}^*) de la ec.(5):

$$(7) \quad e_{pt}^* = \beta_0 + u_p + m_{pt}^* + w_{pt}^*$$

y se hace la regresión por mínimos cuadrados ordinarios de e_{pt}^* respecto a las variables dummies de las plantas

¹⁴ Kumbhakar y Hjalmarsson (1991).

industriales. De esta manera se obtienen estimadores consistentes de u_p (cuando $T \rightarrow \infty$), aunque el estimador de β_0 es todavía inconsistente debido a que $E(\mathbf{m}_{pt} + w_{pt}) \neq 0$.

En la segunda parte de la etapa 2 los estimadores de los parámetros $\beta_K, \beta_L, \beta_T, \beta_{KK}, \beta_{LL}, \beta_{TT}, \beta_{KL}, \beta_{KT}, \beta_{LT}$, y u_p de las etapas previas, se utilizan para calcular los residuos que contienen a la constante β_0 , la ineficiencia técnica \mathbf{m}_{pt} y el ruido blanco w_{pt} .

$$(8) \quad E_{pt} = e_{pt}^* - u_p = \beta_0 + \mathbf{m}_{pt} + w_{pt}$$

La última parte utiliza el método de máxima verosimilitud de los residuos E_{pt} (ecuación(8)) para estimar los parámetros β_0, σ_m^2 , y σ_w^2 . La función de máxima verosimilitud puede escribirse de la siguiente forma¹⁵:

$$(9) \quad \ln V = \text{const} - 1/2 \ln \sigma^2 - 1/2 (\eta_{pt}^2 / \sigma^2) + \ln \phi(-\eta_{pt} \lambda / \sigma)$$

donde:

$$\eta_{pt} = E_{pt} - \beta_0$$

$$\sigma^2 = \sigma_m^2 + \sigma_w^2$$

$$\lambda = \sigma_m / \sigma_w$$

y $\phi(\cdot)$ es la función de densidad acumulada de la variable normal standard.

Maximizando la función de máxima verosimilitud, ecuación (9), se pueden obtener estimadores consistentes de β_0, σ^2 , y λ . Una vez conocidos esos parámetros se pueden obtener, operando con las dos últimas relaciones expuestas más arriba, estimadores consistentes de σ_m^2 y σ_w^2 .

Para estimar la ineficiencia técnica \mathbf{m}_{pt} se demuestra (Kumbhakar 1991) que la distribución condicional de \mathbf{m}_{pt} dado η_{pt} se distribuye $N(u_{pt}^*, \sigma^{2*})$, donde:

$$(10) \quad u_{pt}^* = (\lambda \eta_{pt}) / (1 + \lambda^2)$$

$$(11) \quad \sigma^{2*} = (\lambda^2 \sigma^2) / (1 + \lambda^2)$$

y utilizando la media de \mathbf{m}_{pt} dado η_{pt} (y tal que $\mathbf{m}_{pt} \neq 0$) como el punto estimado de \mathbf{m}_{pt} , se tiene:

$$(12) \quad \mathbf{m}_{pt} = u_{pt}^* - \sigma [\theta(u_{pt}^* / \sigma^*) / \phi(-u_{pt}^* / \sigma^*)]$$

donde $\theta(\cdot)$ y $\phi(\cdot)$ son las funciones de densidad de la variable normal standard y de la variable acumulada normal standard respectivamente.

¹⁵ Aigner et al (1977).

El índice del nivel de eficiencia técnica¹⁶ de la planta industrial en cada año se calcula como:

(13)

$$ET_{pt} = \exp^{\eta_{pt}}$$

¹⁶ El nivel de ineficiencia-x (IX) para cada planta en el tiempo se puede calcular como : $IX_{pt} = 1 - ET_{pt}$.

3. - LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA TECNICA

3.1.- Información utilizada

La información utilizada en este estudio contiene datos para los años 1988-1993 de 16 plantas lácteas de Uruguay pertenecientes a siete de las empresas más importantes del país.

Los datos de las plantas uruguayas provienen de las cifras del Censo de 1988 y de las encuestas industriales realizadas anualmente por el Instituto Nacional de Estadística. La información brindada por este organismo fue utilizada con el único objetivo de investigación respetando la confidencialidad y el secreto estadístico exigido por dicha institución.

De las siete empresas incorporadas en este estudio 5 son uniplantas, de forma que los valores declarados por ellas se corresponden directamente con los de sus plantas. Con las otras dos se entablaron contactos de manera de depurar la información y distribuir los valores de las variables por plantas. Vale destacar que de una de esas dos empresas elegimos sólo 1 planta (que funcionó en todo el período) y de la otra elegimos 10.

Las variables utilizadas en la estimación del modelo son el Valor Bruto de Producción de las plantas (producto), y el capital físico y el total de horas trabajadas en tareas productoras (los dos insumos básicos). La nomenclatura que describe esas variables es la siguiente:

X = Valor Bruto de Producción en pesos uruguayos (VBP)

L = Total de horas trabajadas por los obreros en tareas productoras (THT)

K = stock de capital en pesos uruguayos

El Valor Bruto de Producción para las plantas uruguayas surge, como ya se mencionara previamente, de las declaraciones realizadas por las empresas en los respectivos Censo y encuestas industriales.

El Total de Horas Trabajadas en tareas productoras de las plantas uruguayas surge directamente de la suma de horas trabajadas ordinarias y horas trabajadas extraordinarias por obreros en tareas productoras según surge directamente de las declaraciones en las encuestas industriales anuales.

El Capital fijo (formación bruta de capital fijo) es el stock de capital declarado por las empresas, medido según valores contables (valores de libros). La formación bruta de capital fijo está construida en base a la suma de fabricación y construcción por cuenta propia de cualquier activo fijo, de las compras importadas de cualquier activo fijo, y de las compras en plaza de activos fijos nuevos y usados a lo que se le resta las ventas de activos fijos realizados por las empresas. Cabe aclarar que dentro de los activos fijos se encuentran los edificios y construcciones, maquinarias y equipos, vehículos y equipos de transporte y muebles y utensilios.

Por último cabe decir que las variables a precios corrientes de VBP y de K de las plantas fueron deflactadas respectivamente por el Índice de Precios mayoristas de Productos Lácteos con base 1992=100 (Fuente BCU) y por el deflactor implícito de Formación Bruta de Capital Fijo del sector privado de Maquinarias y Equipos con base 1992=100 (Fuente BCU).

3.2.- Resultados Empíricos¹⁷

En el cuadro 1 se presentan los parámetros del modelo estimados por el método en dos etapas descrito en el capítulo anterior. Pero como los coeficientes de la función translogarítmica no tienen una interpretación directa se calculan a continuación las elasticidades del producto respecto a cada uno de los insumos básicos.

CUADRO 1

| Estimadores de los parámetros - Período 1988-1993 | | |
|--|--------------------|------------------------|
| Parámetros | Estimadores | Desvío Standard |
| β_0 | -0.2138 | 0.0488 |
| β_K | 0.2507 | 0.0594 |
| β_L | -0.8579 | 3.5669 |
| β_T | -0.3327 | 0.2692 |
| β_{KK} | 0.0008 | 0.0020 |
| β_{LL} | 0.1311 | 0.3174 |
| β_{TT} | 0.0304 | 0.0225 |
| β_{KL} | -0.0011 | 0.0020 |
| β_{KT} | 0.0364 | 0.0288 |
| β_{LT} | -0.0131 | 0.0402 |
| σ | 0.3205 | 0.0247 |
| λ | -1.6615 | 0.5059 |
| Nº observaciones | 96 | ----- |

Fuente: Elaboración propia

¹⁷ La estimación del modelo se realizó en Datos Panel del software TSP Internacional Versión 4.2.B con un programa de ejecución de la autora.

3.3.- Elasticidades de los insumos capital y trabajo

Las elasticidades del producto respecto a cada uno de los dos insumos capital y trabajo son:

$$(14) \quad E_{xK} = (\hat{\Gamma} \ln X_{pt} / \hat{\Gamma} \ln K_{pt}) = \beta_K + \beta_{KK} \ln K_{pt} + \beta_{KL} \ln L_{pt} + 1/2 \cdot \beta_{KT} \cdot T$$

$$(15) \quad E_{xL} = (\hat{\Gamma} \ln X_{pt} / \hat{\Gamma} \ln L_{pt}) = \beta_L + \beta_{LL} \ln L_{pt} + \beta_{KL} \ln K_{pt} + 1/2 \cdot \beta_{LT} \cdot T$$

Estas elasticidades son específicas de cada planta industrial y del tiempo. En el cuadro siguiente se presentan las elasticidades promedio de todas las plantas por año para los dos insumos de capital y trabajo.

CUADRO 2

| Elasticidades de los insumos capital y trabajo en promedio anual | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|
| Años | Nº de plantas | E_{xK} | E_{xL} |
| 1988 | 16 | 0.2721 | 0.7020 |
| 1989 | 16 | 0.2909 | 0.6934 |
| 1990 | 16 | 0.3090 | 0.6899 |
| 1991 | 16 | 0.3275 | 0.6876 |
| 1992 | 16 | 0.3459 | 0.6803 |
| 1993 | 16 | 0.3643 | 0.6685 |
| Promedio Período | 16 | 0.3183 | 0.6869 |

Fuente: Elaboración propia

De las elasticidades promedio anuales del producto respecto a estos dos insumos se puede observar que si bien la elasticidad de trabajo en 1988 era 2,6 veces superior a la elasticidad de capital y que al final del período era sólo 1,9 veces superior, igual se detecta que la elasticidad de mano de obra es siempre mayor que la de capital en todos los años del período analizado. Esto último estaría indicando que existe una importancia muy clara de la flexibilidad de la mano de obra en todo el período en la determinación de la frontera de producción de mejor práctica. Por otro lado también se puede observar que existen tendencias opuestas entre ambas elasticidades en el tiempo. Mientras que la elasticidad de la mano de obra descende entre 1988-1993, la elasticidad de capital muestra por cierto, una tendencia creciente en ese período. Ambos resultados (caída de la elasticidad mano de obra, aumento de la elasticidad de capital) se podrían deber a la incorporación de nueva tecnología, maquinarias y equipos de las empresas lácteas sustentada con una política gubernamental de apoyo a la importación de maquinarias y equipos en esos años.

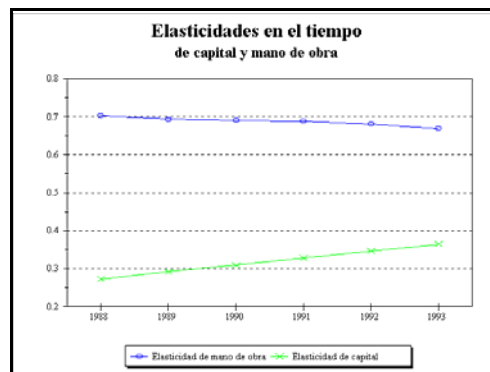


Gráfico 1

3.4.- Elasticidad de escala

La suma de las elasticidades del producto respecto a los insumos es la elasticidad de escala :

$$E_c = E_{xK} + E_{xL}$$

En el cuadro siguiente se presenta por lo tanto la elasticidad de escala de la función frontera de producción de la industria láctea uruguaya para los años 1988-1993, observándose que prácticamente en todo el período de estudio ésta se aproxima a los retornos constantes a escala.

CUADRO 3

| Elasticidad de escala en promedio anual | | |
|---|---------------|----------------|
| Años | Nº de plantas | E _c |
| 1988 | 16 | 0.97 |
| 1989 | 16 | 0.98 |
| 1990 | 16 | 0.99 |
| 1991 | 16 | 1.02 |
| 1992 | 16 | 1.03 |
| 1993 | 16 | 1.03 |

Fuente: Elaboración propia

Desde el punto de vista de la función de producción los rendimientos constantes a escala indican que si se multiplican todos los factores (insumos) por una cantidad "t" entonces se obtendrá una cantidad de producción "t" veces superior: $t.f(K,L) = f(tk,tL)$; en otras palabras indican cuando la cantidad utilizada de todos los factores y la cantidad obtenida de producto varía en la misma proporción¹⁸.

En este caso se destaca que aunque las plantas industriales puedan no estar funcionando individualmente con economías constantes a escala, sí lo están haciendo en conjunto en un rango de $\pm 3\%$. Esto indicaría por lo tanto que el sector industrial lechero habría alcanzado -con la tecnología que dispone- un punto óptimo de producción en el período considerado¹⁹; un punto a partir del cual las empresas del sector no tendrían motivos para salirse de él en tanto no cambie la tecnología prevaleciente o la dotación de insumos que tienen. De este análisis surge en consecuencia que las empresas de esta rama habrían alcanzado aparentemente un techo tecnológico el cual no tendrían incentivos para sobrepasar, salvo que se diera una política de acción individual

¹⁸ Existen rendimientos o economías de escala crecientes cuando al variar la cantidad utilizada de todos los factores en una determinada proporción, la cantidad obtenida del producto varía en una proporción mayor. Asimismo existen rendimientos de escala decrecientes o deseconomías de escala cuando, al variar la cantidad utilizada de todos los factores en una proporción determinada, la cantidad obtenida de producto varía en una proporción menor.

¹⁹ Recuérdese que los rendimientos constantes a escala se determinan donde el costo medio de producción iguala al costo marginal indicando el punto óptimo de producción.

o conjunta de las firmas para realizar nuevas inversiones en tecnologías que les permitieran alcanzar eventualmente otro punto óptimo de producción.

3.5.- Tasa de cambio tecnológico

La elasticidad del producto en relación al tiempo (t):

$$(16) \quad E_{xt} = (\hat{\ln X}_{pt} / \hat{\ln t}) = \beta_T + \beta_{TT} \cdot T + 1/2 \cdot \beta_{KT} \cdot \ln K + 1/2 \cdot \beta_{LT} \cdot \ln L$$

se puede interpretar como la tasa de cambio tecnológico exógeno. En el cuadro 4 se presentan las estimaciones de las elasticidades del producto respecto al tiempo de la tecnología implementada en la frontera de producción.

Observando el valor promedio de la elasticidad del producto respecto al tiempo para todos los años, se detecta la existencia de progreso técnico (6,2%) en la industria láctea uruguaya en el período 1988-1993. Las tasas de cambio técnico son positivas (salvo en 1988) y crecientes en el tiempo destacándose en particular, importantes tasas de crecimiento de la productividad del 11,5% y 15% en 1992 y 1993 respectivamente.

CUADRO 4

| Estimación de la elasticidad del producto respecto al tiempo | | |
|--|---------------|----------|
| Años | Nº de plantas | E_{xt} |
| 1988 | 16 | -0.030 |
| 1989 | 16 | 0.015 |
| 1990 | 16 | 0.043 |
| 1991 | 16 | 0.081 |
| 1992 | 16 | 0.115 |
| 1993 | 16 | 0.150 |
| Media | 16 | 0.062 |

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico siguiente se presenta la tendencia creciente en el tiempo del progreso técnico del sector lácteo.

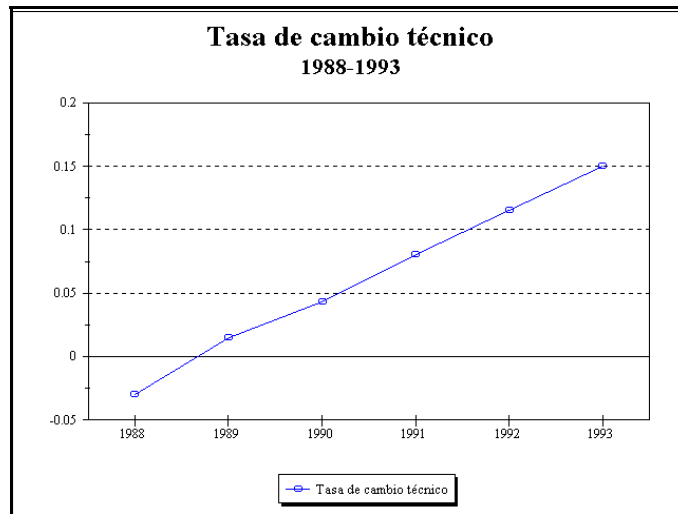


Gráfico 2

Por otro lado la significación y el signo de los parámetros del cambio técnico evidencian la existencia de un cambio técnico neutral²⁰, es decir cambios en la tecnología que obedecen por ejemplo a la capacitación

²⁰ Por cambio tecnológico neutral se entiende todo proceso que permite producir una mayor cantidad de producto reduciendo los costos pero sin alterar la proporción óptima entre los factores productivos. En contraposición al cambio técnico neutral se encuentra el cambio técnico ahorrador de capital y el cambio técnico ahorrador de mano de obra.

gerencial, incorporación de know-how, diversificación o especialización de la producción, shocks exógenos, etc., y que no son captados por el modelo. Estos cambios se recogen en los parámetros β_T y β_{TT} los cuales son significativos al 90% e independientes de los factores capital y trabajo. Vale agregar que el cambio tecnológico neutral podría tener un sesgo utilizador de capital si se tiene en cuenta que el parámetro β_{KT} es significativo al 85%; no tendría sesgo sin embargo, respecto a la mano de obra cuyo coeficiente β_{LT} no es significativo.

En este sentido el sesgo que evidencia una mayor intensidad en el uso de capital podría indicar de alguna manera cierta independencia de la incidencia de los precios²¹ en el crecimiento del sector lácteo; esto implicaría por lo tanto que la rama debería ser abordada para su desarrollo mediante políticas específicas referidas a la incorporación de nuevas tecnologías, a la importación de maquinarias y equipos y a la compra de know-how entre otros.

3.6.- Medidas de eficiencia técnica de 16 plantas industriales lácteas

La estimación de la eficiencia técnica²² ($ET_{pt} = \exp^{\eta_{pt}}$) para cada planta industrial en cada año se determina con los estimadores de λ , σ , y $(\mathbf{m}_p + w_{pt})$. La eficiencia técnica anual para cada planta mide la distancia de la planta observada a la frontera de producción estimada para cada año en particular. Vale recordar en este sentido que la técnica de datos panel, tal como se dijo en el capítulo 2, permite obtener una función frontera de producción **móvil** en el período 1988-1993.

En el cuadro 5 se ordenaron en forma creciente los siguientes rangos de las tasas o niveles de eficiencia técnica: 0%-20%; 20%-40%; 40%-60%; 60%-80%; 80%-100% y se registraron -para cada año- el número de plantas cuyo nivel de eficiencia técnica estimado se encontraba enmarcado dentro de uno de los cinco rangos expuestos. El cuadro nos permite leer que por ejemplo en 1988 existen dos plantas industriales cuyos niveles de eficiencia técnica entre 0%-20% están alejadas de la frontera de mejor práctica en de más de un 80%; en otras palabras que estas dos plantas podrían aumentar su producción en más de un 80% con la misma dotación de insumos si usaran la tecnología de la frontera. De igual forma se puede leer en la misma columna (1988) que existen ocho plantas (cuyos niveles de eficiencia se encuentran entre 20%-40%) que podrían aumentar su producción en más de un 60% con la misma dotación de insumos si usaran la tecnología de la frontera; etc. Por último cabe destacar que en ese año la única planta con nivel de eficiencia entre 80%-100% estaría produciendo con la tecnología de mejor práctica si su tasa de eficiencia técnica hubiera sido exactamente 100%.

²¹ Se recuerda que en este estudio no se tiene en cuenta en forma directa el tema de precios.

²² La eficiencia técnica mide el ahorro de insumos o el aumento del producto si se utilizara la tecnología de mejor práctica con los coeficientes de insumos observados.

CUADRO 5

| Distribución de la frecuencia de la eficiencia técnica por año | | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Nivel de eficiencia | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 |
| 0% - 20% | 2 plantas | 1 planta | 4 plantas | ---- | 3 plantas | 2 plantas |
| 20% - 40% | 8 plantas | 2 plantas | 6 plantas | 4 plantas | 1 planta | 1 planta |
| 40% - 60% | 1 planta | 11 plantas | 4 plantas | 8 plantas | 9 plantas | 9 plantas |
| 60% - 80% | 4 plantas | 2 plantas | 1 planta | 3 plantas | 3 plantas | 3 plantas |
| 80% - 100% | 1 planta | ---- | 1 planta | 1 planta | ---- | 1 planta |
| Total Plantas | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior surge por lo tanto, que mientras que en 1988 alrededor de 10 plantas industriales tenían un nivel de eficiencia técnica por debajo del 40% (que mostraban signos de ineficiencia de más del 60% respecto a la función de frente), sólo 3 plantas industriales registraban esos niveles tan bajos respecto a la frontera estimada en 1993. La mayoría de las plantas se ubican en los niveles de eficiencia técnica entre el 40% y 60% y una cantidad menor de plantas lo hacen entre el 60% y 100% en esos años.

Por otro lado de los gráficos 3 a 8 que se exponen en la página siguiente, donde se distribuyen para cada año las plantas lácteas según sus niveles de eficiencia, se puede seguir la evolución de cada unidad productora en el período 1988-1993.

Así, si se toma a manera de ejemplo la planta "1", la cual se alejaba de la frontera de mejor práctica en 1988 en más de un 80%, se puede ver que ésta mejoró su nivel o tasa de eficiencia técnica alejándose de las funciones de frente de 1989 y de 1990 en un 60%, y en menos del 50% en 1991, 1992 y 1993. Pero lo interesante a rescatar aquí, no es únicamente que esta planta mejoró su nivel de eficiencia técnica en términos absolutos sino que teniendo en cuenta que las fronteras de producción son móviles de un año a otro, también mejoró la tasa en términos relativos; tasa a la cual denominamos "tasa de eficientización". En otras palabras existió una tasa de "eficientización" de la unidad observada "1" respecto a las funciones de frente estimadas, que superó la mejora -en términos absolutos- de los niveles o tasas de eficiencia alcanzadas en esos años.

Este tipo de análisis se generalizó a las otras 15 unidades productoras, encontrándose que no sólo en las plantas cuyos niveles (tasas) de eficiencia habían aumentado de un año a otro sino también en las que los niveles se habían mantenido o incluso disminuido en términos absolutos, se dió una tasa de "eficientización" importante al interior de las mismas en relación a la frontera móvil de mejor práctica.

3.7.- Tendencia del nivel de eficiencia, tamaño, diversificación de productos y ubicación geográfica de las plantas lácteas

Si se analiza ahora la tendencia al interior de cada unidad productora, es decir como ha evolucionado el nivel de eficiencia técnica por planta entre 1988-1993, se detecta que 10 de las 16 plantas presentan una tendencia creciente en ese período (ver gráficos 9 a 24). A los efectos de este estudio interesa encontrar alguna variable determinante del manejo eficiente que se haga de los recursos productivos, y por ello se cruza la tendencia con otras variables como tamaño, especialización productiva y ubicación geográfica de las plantas (cuadro 6).

CUADRO 6

| Tendencia de la eficiencia técnica, tamaño, diversificación de productos y ubicación geográfica de las 16 plantas lácteas | | | | |
|--|------------------|---------------|------------------------|------------------|
| Plantas | Tendencia | Tamaño | Diversificación | Ubicación |
| 1 | + | grande | varias líneas | Cuenca Sur |
| 2 | + | pequeña | una línea | Cuenca Sur |
| 3 | + | grande | una línea | Cuenca Sur |
| 4 | + | pequeña | una línea | no cuenca |
| 5 | + | pequeña | una línea | Cuenca Sur |
| 6 | + | grande | una línea | Cuenca Sur |
| 7 | - | pequeña | varias líneas | Cuenca Sur |
| 8 | + | pequeña | una línea | Cuenca Sur |
| 9 | - | pequeña | una línea | no cuenca |
| 10 | - | pequeña | una línea | no cuenca |
| 11 | + | pequeña | una línea | Cuenca Sur |
| 12 | - | grande | varias líneas | Cuenca Sur |
| 13 | - | grande | varias líneas | no cuenca |
| 14 | + | pequeña | varias líneas | Cuenca Sur |
| 15 | - | grande | varias líneas | no cuenca |
| 16 | + | pequeña | una línea | Cuenca Sur |

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el tamaño de las plantas se pueden elegir diferentes unidades de medidas; en este caso

se hace a través del número de personal ocupado. Las plantas industriales se clasifican en "grandes" si el número promedio de personal ocupado en el período supera la media de personal ocupado del conjunto de las 16 plantas; y en "pequeñas" si están por debajo de esa media. De las 16 unidades productoras 6 son grandes y 10 son pequeñas. Un 67% de las plantas grandes muestran una tendencia creciente de sus niveles de eficiencia mientras que un 60% lo hace en las pequeñas. De esto aparentemente surge que es indistinto el tamaño que tengan las unidades productoras respecto al manejo eficiente de los recursos productivos.

La competitividad de las empresas lácteas, tal como se mencionara en el capítulo 1, no está precisamente -según algunos especialistas en el tema- en los precios de los bienes sino en la capacidad que tengan las mismas de diversificar los productos y conseguir con ello otros nichos del mercado internacional. En este sentido es que interesa entonces analizar la relación existente entre la diversificación de productos²³ y la eficiencia técnica de las unidades productoras. De 10 plantas que operan con una sola línea de productos (quesos o leche en polvo) 70% de ellas muestran una tendencia positiva en sus niveles de eficiencia, mientras que de las otras 6 plantas que producen más de una línea de productos, un 50% lo hace. Si bien las plantas con especialización productiva estarían en su mayoría manejando más eficientemente los recursos que las que tienen más de una línea de producción, no parece ser ésta una conclusión obvia.

Respecto a la ubicación geográfica, se ha clasificado a las plantas lácteas en dos grupos: aquellas que están ubicadas en la cuenca lechera del sur y aquellas que no lo están. De las plantas incorporadas en este estudio, 11 se encuentran en la cuenca y las otras 5 fuera de ella. De las 11 plantas ubicadas en la cuenca del sur, 9 de ellas (un 82%) muestran una tendencia creciente en sus niveles de eficiencia técnica en el período 1988-1993. De las 5 plantas que no están en la cuenca, sólo 1 de ellas (un 20%) muestra una tendencia positiva. Analizando estos últimos resultados surge que podría haber aquí sí, cierta relación positiva entre las plantas lácteas ubicada geográficamente en la cuenca lechera del sur y un mejor manejo de los recursos productivos por parte de las mismas.

²³ Por "producto" se debe entender "línea de producto" (quesos, manteca, leche en polvo, etc.). No se hace referencia al número de productos genéricos o específicos dentro de una misma línea (por ejemplo, dentro de los quesos, el queso rallado, el queso muzzarella, el fundido, etc.).

4. - CONCLUSIONES

En este estudio se estimaron para el período 1988-1993, las medidas de eficiencia técnica de dieciséis plantas industriales correspondientes a siete empresas lácteas del Uruguay. El método de estimación de las mismas fue en dos etapas: primero se estimaron los parámetros de una función de producción translogarítmica transformada y luego se estimaron la constante y los componentes del error compuesto (efectos específicos de las plantas, la ineficiencia-x y el ruido blanco).

Los principales resultados que se pueden extraer (1988-1993) surgen de observar las elasticidades del producto respecto al capital y al trabajo. En una primera instancia se detecta que la elasticidad del trabajo es siempre superior que la elasticidad de capital en todos los años del período analizado; esto reflejaría por lo tanto la importancia que tiene la flexibilidad de la mano de obra en la determinación de la función frontera de producción de las plantas lácteas uruguayas. En una segunda instancia se observa además que existen tendencias opuestas entre ambas elasticidades: por un lado cae la elasticidad mano de obra y por otro aumenta la elasticidad de capital en el tiempo. Esto se podría deber a la incorporación de nueva tecnología, maquinarias y equipos de las empresas lácteas sustentada con una política gubernamental de incentivos a la importación de maquinarias y equipos en esos años.

Con respecto a la elasticidad de escala se encontró que ésta se aproxima a los retornos constantes a escala en cada año, destacándose por lo tanto que el sector industrial lechero habría alcanzado un punto óptimo de producción en el período considerado. Es decir, que con la tecnología y la dotación de recursos que disponen las plantas, el sector habría alcanzado un techo el cual no tendría incentivos para sobrepasar salvo que se diera una política de acción individual o conjunta de las firmas para realizar nuevas inversiones en tecnologías que les permitieran alcanzar eventualmente otro punto óptimo de producción. En este sentido la aplicación de políticas estatales que promovieran inversiones en la industria podría ser muy importante para el futuro desarrollo de las empresas lácteas.

Por otro lado se encontró que en la etapa estudiada se dió cierto progreso técnico en la rama industrial lechera, destacándose en particular importantes tasas de crecimiento de la productividad en 1992 y 1993. Por otro lado la significación y el signo de los parámetros del cambio técnico evidencian la existencia de un cambio técnico neutral, es decir cambios en la tecnología que no son captados por el modelo. También se encontró que el cambio tecnológico neutral podría sin embargo tener cierto sesgo utilizador de capital; lo que indicaría de alguna manera cierta independencia de la incidencia de los precios en el desarrollo del sector lácteo implicando con ello que la rama podría ser abordada mediante políticas específicas referidas a la incorporación de nuevas tecnologías, a la importación de maquinarias y equipos y a la compra de know-how entre otros.

La estimación de las medidas de eficiencia técnica para cada planta industrial en el período 1988-1993 permite concluir que la mayoría de las unidades productoras lácteas incorporadas en este trabajo se ubican en los niveles de eficiencia técnica entre el 40% y 60%²⁴ y una cantidad menor de plantas lo hacen entre el 60% y 100%

²⁴ En otras palabras, las plantas podrían haber aumentado sus niveles de producción entre un 60% y 40% dados los coeficientes de insumos observados en ellas.

en esos años. También se puede concluir que en conjunto se observa una cierta tendencia creciente en los niveles de eficiencia técnica alcanzados por las distintas plantas lácteas entre el comienzo y el final del período de análisis así como se percibe que existió una importante tasa de "eficientización" al interior de las unidades productoras en dicho período de tiempo.

Para encontrar alguna variable determinante de los niveles de eficiencia técnica se cruzó la tendencia de eficiencia con otras variables como tamaño, especialización productiva y ubicación geográfica de las plantas.

En ese sentido se encontró que el tamaño no sería un factor determinante en el manejo eficiente de las plantas lácteas de sus recursos productivos²⁵: tanto las plantas grandes como las pequeñas podrían aumentar sus niveles de producción con los recursos que disponen si así se lo propusieran dado que otras plantas de similar tamaño muestran un desarrollo en esa dirección.

Por otra parte, si bien se halló que las plantas con especialización productiva estarían en su mayoría manejando más eficientemente los recursos que las que diversifican su producción no es ésta una conclusión definitiva. Por el contrario, dada la relevancia que tiene el tema de la diversificación de productos -esencial para la inserción en los mercados locales, regionales e internacionales- este punto trata de marcar ante todo la importancia que tiene el profundizar en futuros trabajos de investigación sobre este aspecto en particular.

Por último se encontró que la ubicación geográfica de las plantas lácteas en la cuenca lechera del sur podría ser sí, determinante de alguna forma, en el manejo eficiente de los recursos productivos de las unidades productoras.

Cabe destacar finalmente que todos estos comentarios están enmarcados dentro de una muestra -del universo de plantas lácteas existentes en el país- de dieciséis unidades productoras y que por lo tanto estas conclusiones pretenden, más que cualquier otra cosa, ser "pistas" de investigación futura sobre donde descansan realmente las razones fundamentales de la eficiencia técnica en la industria lechera del Uruguay.

Bibliografía

Aigner, Lovell and Schmidt (1977): "Formulation and estimation of stochastic frontier production function models". Journal of Econometrics 6; North Holland.

Atkinson, Scott E. y Cornwell, Christopher (1993): "Measuring technical efficiency with panel data. A dual approach". Journal of Econometrics 59; North Holland.

Banker, R.D; Charnes A.y Cooper, W.W. (1984): "Some methods for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis". Management Science 30.

²⁵ Esta conclusión estaría reforzando de alguna manera aquella extraída en la primera fase de esta investigación (Caño-Guiral,1993) donde se encontró también que el tamaño de las "empresas" no sería clave para alcanzar altos niveles de eficiencia técnica.

Battese, George y Coelli, Tim (1988): "Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data". *Journal of Econometrics* 38.

Battese, George y Corra, Greg (1977): "Estimation of a production frontier model with application to the pastoral zone of eastern Australia". *Australian Journal of Agricultural Economics* 21.

Bauer, Paul W. (1990): "Recent developments in the econometric estimation of frontiers". *Journal of Econometrics* 46, 39-56; North Holland.

Caño-Guiral, Maira (Diciembre, 1993): "Competitividad y eficiencia en la industria lácea uruguaya". Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Sociales, Documento N°12/93; Universidad de la República.

Caño-Guiral, Maira (Noviembre, 1994): "La estructura industrial en el Uruguay y el proceso de apertura económica". *Revista de Economía Vol.1-N°2-Segunda Epoca*, Banco Central del Uruguay.

Charnes, A.; Cooper, W.W. y Rhodes, E. (1978): "Measuring the efficiency of decisions making units". *European Journal of Operational Research* 2.

Charnes, A.; Cooper, W.W. y Rhodes, E. (1978): "Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to program follow through". *Management Science* 27.

Chamberlain, Gary (1984): "Panel Data". *Handbook of Econometrics*, Vol.2, North Holland.

Cornwell, Christopher; Schmidt, Peter y Sickles, Robin (1990): "Production frontiers with cross-sectional and time-series variation in efficiency levels". *Journal of Econometrics* 46, North Holland.

- Farina, Elizabeth (Diciembre, 1993): "La trascendencia de los mercados regionales". Foro Crea; Lechería, el desafío de la próxima década, Parte II.
- Farrell, M.J. (1957): "The measurement of productive efficiency". Journal of the Royal Statistic Society 120.
- Forsund, Finn R. and Hjalmarsson, Lennart (July, 1979): "Frontier production functions and technical progress. A study of general milk processing in Swedish dairy plants". Econometrica Vol.47, Nº4.
- Gourieroux, Christian and Monfort, Alain (1993): "Simulation-based inference. A survey with special reference to panel data models". Journal of Econometrics 59, 5-33; North Holland.
- Greene, William H. (1990): "A Gamma-distributed stochastic frontier model". Journal of Econometrics 46, 141-163; North Holland.
- Greene, William H. (1994): "Econometric Analysis". MacMillan.
- Heshmati, Almas and Kumbhakar, Subal C. (August 1991): "Farm Heterogeneity and technical efficiency: a panel data model of Swedish dairy farms". Memorandum Nº155, Gothenburg University, School of Economics and Legal Science, Department of Economics.
- Hsiao, Cheng (1986): "Analysis of panel data". Cambridge University Press, Cambridge.
- Hsiao, Cheng; Appelbe, Trent W. and Dineen, Christopher R. (1993): "A general framework for panel data models with an application to Canadian customer-dialed long distance telephone service". Journal of Econometrics 59, North Holland.
- Hall, Bronwyn H. (March 1994): "Times Series Processor, Version 4.2.B". TSP International.
- Instituto de Economía (Abril, 1990): "Informe de Coyuntura". Facultad de Ciencias Económicas y Administración, Universidad de la República.
- Kamecke, Ulrich (1993): "The role of competition for an X-inefficiently organized firm". International Journal of Industrial Organization 11, 391-405.
- Kopp, Raymond J. and Mullahy, John (1990): "Moment-based estimation and testing of stochastic frontier models". Journal of Econometrics 46, 165-183; North Holland.
- Kumbhakar, Subal C. (November, 1988): "On the estimation of technical and allocative inefficiency using stochastic frontier functions: the case of the U.S. Class 1 Railroads". International Economic Review, Vol.29, Nº4.
- Kumbhakar, Subal C. (1990): "Production frontiers, panel data and time-varying technical inefficiency". Journal of Econometrics 46, North Holland.

Kumbhakar, Subal C. y Hjalmarsson, Lennart (1991): "Estimation of technical efficiency and technical progress free from farm specific effects: an application to swedish dairy farms".

Lovell, Knox and Schmidt, Peter (1988): "A comparison of alternative approach to the measurement of productive efficiency". Prepared for the fourth Annual Conference on Current Issues in Productivity.

Maindiratta, Ajay (1990): "Largest size-efficient scale and size efficiencies of decision-making units in data envelopment Analysis". Journal of Econometrics 46, North Holland.

Meeusen and Van der Broeck (1977): "Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error". International Economic Review, Vol.18, June N°2.

Mochón, Francisco y Pajuelo, Alfonso (1989): "Microeconomía". McGraw Hill.

Peyrou, Juan (1993): "Competencia en los mercados de productos lácteos se incrementará fuertemente en los próximos años". Foro Crea; Lechería, el desafío de la próxima década, ParteI.

Schmidt, Peter y Sickles, Robin (1984): "Production frontiers and panel data". Journal of Business and Economic Statistics 2.

Seiford, Lawrence M. and Thrall, Robert M. (1990): "Recent developments in DEA. The mathematical Programming approach to frontier analysis". Journal of Econometrics 46, North Holland.

Sterner,T; Tansini,R; Zejan,M (1990): "Un análisis de la adaptación tecnológica en la industria lechera". Mimeo, Department of Economics, University of Gothenburg.

Sterner,T; Tansini,R (1994): "Transfer and adaptation of technology; the dairy industry in Sweden and Uruguay". The Journal of Productivity Analysis, 5. Kluwer Academic Publishers, Boston.

Stevenson, Rodney (1980): "Likelihood functions for generalized stochastic frontier estimation". Journal of Econometrics 13, North Holland.

Tansini, Ruben Luis (1989): "Technology transfer: dairy industries in Sweden and Uruguay"; Department of Economics, University of Gothenburg.

Tansini,R; Zejan,M (1990): "Una modelización del sector manufacturero con factores cuasifijos." Suma 5 (8), Montevideo, Uruguay.

Varian, Hal.R. (1994): "Microeconomía intermedia. Un enfoque moderno". 3a. edición Antoni Bosch, editor.

RESUMEN*

En este estudio se estimaron para el período 1988-1993 las medidas de eficiencia técnica -basadas en la definición de una función frontera de producción estocástica- de dieciséis plantas industriales correspondientes a siete empresas lácteas del Uruguay. Para ello se utilizó la técnica econométrica de "datos panel". El método de estimación fue en dos etapas: primero se estimaron los parámetros de una función de producción translogarítmica transformada y luego se estimaron la constante y los componentes del error compuesto (efectos específicos de las plantas, la ineficiencia-x y el ruido blanco).

Dentro de los principales resultados que se pueden extraer figura que existe una importante flexibilidad de la mano de obra en la determinación de la función frontera estocástica. Asimismo, se detecta la existencia de cambio tecnológico neutral en el sector lácteo. También se concluye que en conjunto se observa una cierta tendencia creciente en los niveles de eficiencia técnica alcanzados por las distintas plantas lácteas entre el comienzo y el final del período de análisis. Por otro lado, se encontró que el "tamaño" no sería determinante en el manejo eficiente que las plantas lácteas hacen de sus recursos productivos; sí lo sería en cambio la "ubicación geográfica" de las mismas.

ABSTRACT*

On this paper, technical efficiency measures -based on the definition of a stochastic production frontier- for sixteen industrial plants belonging to seven of the most important dairy firms in Uruguay were estimated for the period 1988-1993. The econometric technique of "panel data" was used for that purpose. The estimation method took two steps: first, the parameters of a translog production function containing a within transformation were estimated, and second, the constant and the error components (plant specific-effects, x-inefficiency and the white noise) were estimated.

Some of the most important results of this study show that there exists significant labor flexibility on the determination of the stochastic production frontier. The existence of neutral technological change in the dairy industry is also shown. Another conclusion is that the efficiency technical levels achieved by the different plants point out an increasing trend between the beginning and end of the sampling period. On other side, it was found that the "size" of the plants wouldn't be determinant of their efficiency levels but their "geographical location" might be.

*Deseo agradecer a Ruben Tansini sus valiosos aportes, comentarios y críticas de cada una de las versiones que le presenté y que me permitieron enriquecer la versión final; a Carlos Grau por ayudarme a resolver aspectos metodológicos del modelo y de la aplicación de la técnica econométrica de "datos panel"; a Marcia Rama quien me asistió en el proyecto trabajando con dedicación en la recopilación y procesamiento de la información de la base de datos. Los conceptos vertidos en este trabajo son, sin embargo, de mi estricta responsabilidad, no comprometiéndome con ello la opinión institucional de la Universidad de la República ni del Banco Central del Uruguay.