DINÁMICA DE LA AGROINDUSTRIA DE ACEITE DE PALMA EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA

RAÚL RODRÍGUEZ LUNA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
EN CONVENIO CON LA UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
MAESTRÍA EN CIENCIAS ECONÓMICAS
BOGOTÁ D.C. DICIEMBRE DE 2008

DINÁMICA DE LA AGROINDUSTRIA DE ACEITE DE PALMA EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA

TESIS DE MAESTRÍA

RAÚL RODRÍGUEZ LUNA

Director

RAFAEL VIANA BARCELÓ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
EN CONVENIO CON LA UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS ECONÓMICAS
BOGOTÁ D.C. DICIEMBRE DE 2008

Todos mis triunfos los dedico con todo mi amor

a mis padres, a mi hermana, a mi esposa Iris Martha

mis hijas Daniela y Laura y a ti que desde lo infinito me has acompañado.

RAÚL RODRÍGUEZ LUNA

Resumen: Este trabajo explora la dinámica, la productividad y la eficiencia técnica de la agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena. Se investigó la magnitud y los factores que determinan y explican la producción y la eficiencia técnica de la agroindustria, mediante la estimación de una función de producción del tipo Cobb-Douglas para una serie de tiempo de diez años (1992-2001). La evidencia sugiere que al menos el stock de capital explica el nivel de producción, al tiempo que la agroindustria de aceite de palma mostró niveles aceptables de eficiencia técnica.

Palabras clave: Aceite de Palma, Productividad, Eficiencia Técnica, Fronteras Estocásticas.

Abstract: This paper explores the performance of the palm oil agribusiness in the department of Magdalena, their dynamics, their productivity and technical efficiency. We investigated the extent and the factors that determine and explain production and technical efficiency of the agribusiness palm oil, by the estimate of a function of the type of production Cobb-Douglas for a range of time of 10 years (1992-2001). The evidence suggests that at least the stock of capital explains the level of production, while agribusiness palm oil showed acceptable levels of technical efficiency

Key words: Palm Oil, Productivity, Technical Efficiency, Stochastic Frontier

Codes JEL: D23, D24, R13, C2

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1. Introducción 8
2. Marco conceptual 9
2.1 Revisión de literatura antecedente 9
2.2 Agroindustria de aceite de palma en el contexto nacional e internacional 13
2.3 Experiencias asociativas en la agroindustria de aceite de palma 16
2.4 La agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena y en la Zona Norte 17
3. Hechos estilizados 23
4. Aproximación microeconométrica 35
4.1 Tratamiento y fuente de la información 38
4.2 Especificación del modelo 40
5. Resultados empíricos 42
5.1 La eficiencia técnica 45
6. Conclusiones 49
7. Bibliografía 54
ANEXOS 59

LISTA DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico 1. Extracción de aceite de palma Zona Norte en miles de toneladas 22
Gráfico 2. Producción bruta de aceite 25
Gráfico 3. Crecimiento de la producción nacional, el consumo aparente, las exportaciones y las importaciones 27
Gráfico 4. Evolución de las exportaciones de aceite crudo de palma 28
Gráfico 5. Costo Laboral Unitario 33
Gráfico 6. Indicador de productividad laboral 1992-2001 34
Gráfico 7. Frontera de producción 37
Gráfico 8. Eficiencia técnica de la agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena (1992 - 2001). 47
Gráfico 9. Eficiencia técnica de la agroindustria de aceite de palma en la Región Caribe colombiana (1992-2001). 47

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Conceptos de productividad y Costo Laboral Unitario..... 59

Anexo 2. Estimaciones de la productividad y eficiencia productiva de la agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena..... 62

Anexo 3. Estimaciones de la productividad y eficiencia productiva de la agroindustria de aceite de palma en la Región Caribe..... 63

Anexo 4. Resultados de la estimación de una frontera de producción Cobb-Douglas para la agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena..... 64

Anexo 5. Resultados de la estimación de una frontera de producción Cobb- Douglas para la agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena..... 65

Anexo 6. Resultados de la estimación de una frontera de producción Cobb-Douglas para la agroindustria de aceite de palma en la Región Caribe (1992 - 2001).....66

1. Introducción

El cultivo de palma de aceite ha aumentado en la última década, de acuerdo con Corredor (2007), el análisis de mercado indica que su consumo ha crecido de forma más rápida que su producción. En este sentido, el departamento del Magdalena se caracteriza por tener actividades económicas agroindustriales, donde se destaca el cultivo y procesamiento de palma de aceite[1], siendo este departamento junto con el norte del Cesar, una de las cuatro áreas de producción de aceite de palma en Colombia[2].

Según Fedepalma (2007) la expansión del cultivo en Colombia ha mantenido un crecimiento sostenido, a mediados de la década del sesenta, existían 18.000 hectáreas en producción y hoy existen más de 150.000 hectáreas en cincuenta y cuatro municipios del país. De acuerdo con la agenda de competitividad del Magdalena se espera que para el año 2020 el departamento cuenta con una extensión de 118.000 hectáreas cultivadas (Gobernación del Magdalena, 2008).

De acuerdo con el DANE entre 1990 y 2001 la economía del Magdalena creció a una tasa de 3,1%, superior a la economía nacional (2,6%). Los años de auge fueron 1992, 1993 y 1995, con crecimientos superiores al 8%. La fase recesiva comenzó en 1998 y se profundizó en el siguiente año cuando el PIB cayó 4,8%. Sólo a partir de 2001 se cambió ésta tendencia, al incrementarse 3,1% el PIB departamental, de esta manera el departamento del Magdalena aportó en 1,6% al PIB nacional. Además su PIB per cápita es uno de los más bajos en el país $936.466 en 2000 (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2004).

Durante la década de los noventa y principios de la actual, se mantuvo la estructura del PIB

[1] También conocida como palma africana, para efectos del documento se trabajarán los dos conceptos en el desarrollo del mismo.

[2] Zona Norte comprendida por: Magdalena (Ariguaní, Fundación, Aracataca, El Retén, Pivijay, Zona Bananera, Ciénaga, Pueblo Viejo), Guajira (Dibulla), Norte del Cesar (Chiriguaná, La Jagua de Ibirico, Becerril, Codazzi, La Paz, San Diego, Valledupar, Bosconia, El Copey), Atlántico (Repelón)

del Magdalena, ganando participación el sector servicios Sociales, Comunales y Personales, mientras que perdieron participación los sectores Agropecuario, Silvicultura, Caza y Pesca, Comercio, Reparación, Restaurantes y Hoteles y Construcción (Ibíd).

Ésta investigación pretende analizar la dinámica de los productores de palma de aceite, los factores que determinan y explican la producción y la eficiencia técnica de la agroindustria de aceite de palma [3] en el departamento del Magdalena, mediante: la estimación de una frontera de posibilidades de producción del tipo Cobb-Douglas para una serie de tiempo de 10 años (1992-2001), el cálculo de la eficiencia técnica utilizando fronteras estocásticas de producción. El trabajo se divide en esta breve introducción, seguida por el marco conceptual que realiza una revisión de la literatura, la tercera sección comprende los hechos estilizados, en la cuarta sección se realiza una aproximación micro-econométrica, seguido por los resultados empíricos, para cerrar con las conclusiones arrojadas por la investigación.

2. Marco conceptual

2.1 Revisión de literatura antecedente

En el plano internacional se han adelantado estudios que abordan la temática de la agroindustria de aceite de palma, destacándose los realizados en África y Asia por Bakoume (2007), Chandran (2007) y Williams (2007).

Bakoume (2007) analiza como en África el cultivo de palma de aceite pasó de ser un cultivo de pequeños productores que tenían la característica de pan coger a plantaciones industriales de aceite de palma que aportan con una contribución significativa a la producción de aceite en África.

[3] Esta clasificación corresponde a la especificada por el observatorio de Agrocadenas.

Chandran (2007) analiza los retos y perspectivas de la agroindustria en Malasia. Muestra que la agroindustria es intensiva en capital, infraestructura, administración, mano de obra y conocimiento, además encuentra que las compañías palmeras han apalancado las economías de escala, superando las expectativas iníciales.

Williams (2007) realiza una breve revisión de los antecedentes del cultivo de palma de aceite a la empresa *PT Socfindo* en Indonesia, analizando como esta empresa ha podido mantener su ventaja competitiva en términos de costo, rentabilidad y producción, a través del mecanismo de mejoramiento de la productividad de los factores internos, externos y de su tecnología.

En Latinoamérica sobresalen estudios como el realizado por Autino (2007), quien analizó la caracterización de la agroindustria en Argentina, encontrando que este país posee grandes fortalezas, como son: economía de escala, fuerte incremento de la producción y participación en el mercado mundial, concentración geográfica de la producción (industrial y primaria), uso de modernas tecnologías al servicio de la producción y el procesamiento de granos y oleaginosas. Lo cual marca la diferencia con sus competidores y además poseen alta eficiencia de sus plantas de producción.

Por otro lado, Cascante (2007) muestra que Brasil es un país con gran potencial para la producción de aceite de palma, afirma que en ésta economía existe poca inversión de largo plazo, explicando que entre otros factores, los problemas de inseguridad, poseen gran relevancia para que se presente dicha situación.

Corredor (2007) afirma que la evolución de la agroindustria de aceite de palma en América Latina en el periodo 1996-2005, presentó una tendencia creciente, así como un incremento en los rendimientos en la producción de fruta de palma de aceite, logrando promedios del orden de los 11,87 toneladas por hectárea cosechada, destacándose que para 1999 alcanzó el mayor rendimiento con un promedio de 12,7 toneladas por hectárea.

En Colombia, se destacan los estudios de Castellano y Beltrán (2001), Bromberg (2004) y Balcázar (2005).

Castellano y Beltrán (2001) analizan el sector agroindustrial en esta economía, a través del modelaje de los precios del aceite de palma africana, estimando que la obtención de información del mercado internacional le permite a los proveedores protegerse de los diferentes factores que afectan el comportamiento de los precios.

Bromberg (2004) construyó y analizó los costos de producción del fruto y aceite crudo de palma, como un mecanismo para evaluar la competitividad del aceite de palma dentro del marco de las negociaciones del Tratado de Libre Comercio (TLC) y el Acuerdo de Libre Comercio para las Américas (ALCA), encontrando que los costos de producción están afectando la productividad y competitividad de la agroindustria de aceite de palma.

De acuerdo con Balcázar (2005) en Colombia los pequeños productores de palma de aceite han establecido esquemas de alianzas estratégicas con empresas de gran escala, lo que tiene efectos positivos en la competitividad de la cadena de valor y en la equidad distributiva de los beneficios y de la propiedad de dicho sector. Esto hace viable la vinculación de pequeños y medianos agricultores al cultivo, logrando que se resuelvan las fallas que caracterizan a los mercados financieros en gran medida.

Con respecto a la Región, se destacan los estudios de Rodríguez y Obredor (1979), Barro, Díaz, y Velásquez (1979), Pérez, Robles, Sierra y Andrade (1985), Aguilera (2002), Rodríguez (2005):

Rodríguez y Obredor (1979) realizaron el cálculo aproximado de los costos en que incurre un palmicultor a la hora de establecer y mantener una hectárea de palma, establecieron que los costos fijados en un periodo de un año abarcan el establecimiento y mantenimiento del vivero, el trasplante y sostenimiento del cultivo hasta obtener la primera cosecha.

Barro, Díaz, y Velásquez (1979) analizaron las variables de producción (rendimientos promedios y volumen global), la utilización (en la industria y consumo) y el mercadeo (funciones de comercialización) de los diferentes productos y subproductos de palma de aceite en el departamento del Magdalena y algunas áreas de influencia de la Región Caribe. Exponen que la palma de aceite ofrece la posibilidad de utilizar áreas donde es difícil otro tipo de explotación agropecuaria, además que este cultivo es favorable gracias a su alta producción permanente en un largo período de explotación económica, ayudando a ahorrar divisas que se gastan al importar aceites y grasas.

Pérez, Robles, Sierra y Andrade (1985) afirman que el cultivo de palma puede sustituir al cultivo de banano si se tiene en cuenta que este genera trabajo permanente, que su demanda es creciente y los precios son remunerativos para los productores tanto en el ámbito nacional como internacional. Esto podría evidenciarse en las estadísticas de los años 1988 y 1990 donde el cultivo generó a los productores mejores ingresos por hectárea, fluctuando alrededor de los $894.126.020 y $910.007.800 respectivamente (Ibíd).

Para el caso de la Región Caribe se destaca el trabajo de Aguilera (2002), el estudio demuestra que la Costa Caribe colombiana es una de las regiones del país con mayor crecimiento en el cultivo de palma de aceite, utilizando el 2% de sus tierras para este cultivo, lo que permite mayor explotación de la tierra para tal fin.

El mismo estudio encuentra que las alianzas estratégicas de los medianos y pequeños productores con grandes empresas y con el Estado, han integrado los factores productivos en un modelo de desarrollo solidario. En este sentido, con la creación de múltiples asociaciones convierten a los campesinos en propietarios de las tierras, insertándolos en el mercado financiero para que estos posiblemente maximicen sus beneficios (Aguilera, 2002).

Rodríguez (2005) analizó como la Zona Norte colombiana registra una disminución generalizada en la tasa de extracción de aceite (TEA) en las plantas de beneficio de fruto de palma en determinados meses del año. Encontrando que hasta el momento no se cuenta con una explicación de lo ocurrido, lo que induce a especular sobre las posibles causas que pueden afectar la disminución en la TEA. Este estudio propone que los factores que intervienen en el proceso de formación de aceite y composición física del racimo[4], podrían estar relacionados con factores climáticos.

2.2 Agroindustria de aceite de palma en el contexto nacional e internacional

El cultivo de palma de aceite en la última década registró una creciente dinámica, mostrando un consumo superior al de su producción. Según Fedepalma, la expansión del cultivo en Colombia ha mantenido un crecimiento sostenido pasando de 18.000 hectáreas en producción durante 1960 a 185.000 hectáreas en el 2002, las cuales se encuentran distribuidas en cincuenta y cuatro municipios del país, que conforman cuatro zonas productivas:

1. Zona Norte:
    - Magdalena: Ariguaní, Fundación, Aracataca, El Retén, Pivijay, Zona Bananera, Ciénaga, Pueblo Viejo.
    - Guajira: Dibulla.
    - Norte del Cesar: Chiriguaná, La Jagua de Ibirico, Becerril, Codazzi, La Paz, San Diego, Valledupar, Bosconia, El Copey.
    - Atlántico: Repelón.
2. Zonas Central: Santander, Norte de Santander, sur del Cesar, Bolívar.
3. Zona Oriental: Meta, Cundinamarca, Casanare, Caquetá.
4. Zona Occidental: Nariño.

[4] De acuerdo con FEDEPALMA un racimo es un conjunto de flores o de frutos sostenidos por un eje común, como en las uvas, la grosella, los plátanos.

La producción del cultivo inicia entre los 20 y 26 meses después de su siembra definitiva y su vida útil es 25 años aproximadamente. La palma de aceite cuenta con 6,03 millones de hectáreas en el mundo y en Colombia su extensión es de 39.678 hectáreas, con una producción promedio de 21 toneladas de fruto seco por hectárea y una productividad de 4 toneladas de aceite crudo por hectárea al año.

La producción de aceites en el país se desarrolla principalmente alrededor del fruto de palma de aceite (Fedepalma, 2007), la producción obtenida varía de acuerdo con el proceso al que es sometido el aceite extraído. Por su parte el aceite crudo de palma produce 94% o más de aceite refinado, dependiendo del nivel de acidez del aceite crudo, utilizando el resto en la industria de alta tecnología.

Tabla 1.Producción de fruto y aceite de palma 1998-2004

Productos	Zonas	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Crec. %
Fruto de Palma	Oriente	714	842	817	952	878	798	1.024	3,7%
	Norte	617	694	748	763	697	786	898	4,7%
	Centro	512	567	573	609	624	622	771	5,3%
	Occidente	249	319	328	325	360	374	414	6,9%
	Total	2.090	2.428	2.465	2.648	2.558	2.579	3.107	4,8%
Aceite de palma	Oriente	150	181	178	197	186	167	207	3,0%
	Norte	121	138	153	156	143	160	184	5,3%
	Centro	98	114	118	122	124	123	156	5,7%
	Occidente	55	68	74	73	76	77	84	5,5%
	Total	424	501	523	548	529	527	631	4,6%

Fuente: Agrocadenas.

Según la tabla 1 entre 1998 y 2004 la producción en toneladas de fruto de palma creció en promedio 4,8% para el total nacional, sólo 0,1% más que el crecimiento registrado por la Zona Norte. La Zona con mayor crecimiento en todo el país fue la occidental con 6,9%, dos puntos porcentuales (2%) por encima de la cifra nacional. En lo que respecta al aceite

crudo, la producción del país creció en promedio 4,6%. Por su parte la Zona Norte registró un crecimiento de 5,3%.

Según cifras del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, para el 2004 en el país existían 157.328 hectáreas (Ha) cultivadas con palma de aceite, representando el 4,1% del total del área cultivada en el país y 7,4% del área cultivada con productos permanentes.

Para atender las labores propias del cultivo (tabla 2), se emplearon de manera directa treinta y cinco mil (35.000) personas, esto representa el 1,5% de los individuos contratados en la agricultura y el 2% de las personas contratadas en los cultivos permanentes (Agrocadenas 2005).

Tabla 2. Estructura de la cadena en la agroindustria de aceite de palma.

Extracción	**Transformación**	
Eslabón primario	Eslabón industrial	Bienes finales
Fruto de palma de aceite	Aceite de palma	Aceites líquidos comestibles
	Aceite de palmiste	Margarinas y mantecas
	Torta de palmiste	Grasas para panadería y pastelería
		Grasas para confitería y galletería
		Salsas y emulsificantes

Fuente: Agrocadenas

De acuerdo con Aguilera (2002) el área sembrada del cultivo de palma en el contexto internacional experimentó una senda de expansión, explicado por el consumo y el aumento de la población. En este sentido, Martínez (2005) plantea que Malasia se ha favorecido, llegando a ser el primer productor de palma de aceite en el mundo y junto con Indonesia concentran el 80% de la superficie cultivada.

Es así como la industria de la palma de aceite en Malasia, a pesar de presentar limitaciones de desarrollo agrícola, es una economía con activos fijos del orden de los 70.000 millones de dólares, representando el 27% de la oferta mundial de aceites y grasas comestibles de recursos renovables, a su vez para los años 2004, 2005 y 2006 las exportaciones de aceite en el país, en promedio han estado en el rango de los 7.000 a 8.000 millones de dólares.

Por su parte Indonesia esta posicionada como la segunda economía con mayor producción de palma de aceite y exportadora del mundo, de hecho, la producción en Indonesia para el período 1999 – 2003 creció 29%, mientras que Malasia creció 12,6% para el mismo periodo (Fedepalma, 2007).

En América Latina se destaca Ecuador como el segundo productor de palma de aceite después de Colombia. Según Rodríguez (2005), este hecho se explica por la inserción temprana de esa economía en el mercado de la palma de aceite.

2.3 Experiencias asociativas en la agroindustria de aceite de palma

En un reciente estudio Balcázar (2005), planteó que en Colombia los pequeños productores de aceite han venido estableciendo esquemas de alianzas estratégicas con empresas de gran escala, los cuales tienen efectos positivos en la competitividad de la cadena de valor y en la equidad distributiva de los beneficios y de la propiedad de dicho sector. Por su parte este mecanismo permite la inserción de los pequeños y medianos productores a este mercado.

Por otra parte el estudio demuestra que para el año 2005, 4.586 pequeños agricultores de Colombia, dedicados al cultivo de palma de aceite estaban asociados en ochenta y tres (83) alianzas estratégicas, lo que permitió que el 25% del área nueva sembrada de palma correspondiera a plantaciones de pequeños productores. Estas alianzas permitieron que el número de hectáreas cultivadas ascendiera en 50 mil, de las cuales el 43% se encuentra en la Zona Norte (Balcázar, 2005).

2.4 La agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena y en la Zona Norte

Con base en información obtenida en el DANE (2004), durante los años noventa y principios de la actual década, el departamento del Magdalena mantuvo constante la estructura del PIB, mostrando como primer renglón de su economía el sector Agropecuario, cuya participación dentro de la producción departamental comprendía para 2001 más del 33% (tabla 3).

Sin embargo, el sector con mayor dinamismo ha sido el de servicios Sociales, Comunales y Personales (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2004), ganando participación frente a los demás (Agropecuario, Comercio, Reparación, Restaurantes y Hoteles), pasando de 17,6 % entre 1990 y 1992 al 27% en el 2001.

Tabla 3. Participación de las Ramas de Actividad en el Producto Interno en el departamento del Magdalena.

RAMAS DE ACTIVIDAD	1990-1992	1993-1995	1996-1998	1999-2001
Agropecuario, silvicultura, caza y pesca	33,7	35,6	33,5	33,3
Explotación de minas y canteras	0,3	0,3	0,3	0,3
Electricidad, gas y agua	2,3	2,6	2,1	1,8
Industria manufacturera	4,1	3,8	4,0	3,0
Construcción	5,2	6,5	3,9	2,3
Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	16,8	14,9	13,8	13,0
Transporte, almacenamiento y comunicación	8,1	8,6	10,4	9,6
Establecimientos. Financieros, seguros, inmuebles y servicios a las empresas	7,0	6,9	7,6	7,6
Servicios sociales, comunales y personales	17,6	19,0	22,9	26,9
Servicios de intermediación financiera medidos indirectamente	1,8	2,1	2,7	1,5
Subtotal Valor Agregado	97,4	96,1	95,8	96,5
Derechos e impuestos	2,6	3,9	4,2	3,5
PRODUCTO INTERNO BRUTO	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Fuente: DANE-Cálculos Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

En lo que respecta al sector Agropecuario, más del 65% de la superficie cultivada en el departamento del Magdalena se dedica a cultivos permanentes, entre los cuales se destacan en su orden la Palma de Aceite, el Banano y el Café. Para el año 2003, la producción de palma africana destacó al Magdalena como el cuarto departamento productor a nivel nacional seguido por el Meta, Santander y Cesar, con una producción estimada de 90.715 toneladas, es decir, el 56,7% del total producido en la Zona Norte y el 14% de la producción nacional.

En lo que corresponde al comercio exterior del Magdalena, según la clasificación industrial, las exportaciones departamentales corresponden a doce actividades representativas, de estas, la Producción agropecuaria (CIIU 1110 Rev. 2) y la Fabricación de aceites y grasas (CIIU 3115 Rev. 2) representan más del 70% del total de las ventas al exterior realizadas por el departamento. Durante la década de los noventa (excepto 1995), el Magdalena reportó una balanza comercial superavitaria, particularmente por el crecimiento de las exportaciones de frutas y grasas a países como Alemania, Bélgica, Estados Unidos y Venezuela. Entre los años 1991 y 2003, las exportaciones significativas fueron Bananos o plátanos y Aceite de palma y sus fracciones, incluso sin refinar, con una participación de 90% y 3% respectivamente (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2004).

Como se puede apreciar en la tabla 4, la fabricación de aceites y grasas vegetales y animales fue uno de los sectores que más incrementó su participación dentro del total exportado, pasando de 0,04% a principios de la década de los noventa, a 10,28% para principios de la década actual, mientras que la producción agropecuaria redujo su contribución entre 1991 y 2003, con cifras cercanas al 97% en el primer subperiodo a 81,92% en el último.

Tabla 4. Departamento del Magdalena - Exportaciones según CIIU 4 dígitos Participación promedio en el total departamental

CIIU	Descripción	1991-1993	1994-1996	1997-1999	2000-2003
1110	Producción agropecuaria	96,9	96,48	91,53	81,92
3115	Fabricación de aceites y grasas vegetales y animales	0,04	1,29	3,7	10,28
2100	Explotación de minas de carbón		0,05	0,87	1,74
3826	Fabricación de maquinaria no clasificada	0,48	0,17	0,06	1,16
3114	Elaboración de pescado, crustáceos y otros productos marinos	0,06	0,1		0,94
3699	Fabricación de productos minerales no metálicos			0,01	0,92
1130	Caza ordinaria y mediante trampas, reprobación de animales	0,03	0,3	0,29	0,61
1220	Extracción de madera	0		0	0,49
3831	Construcción de máquinas y aparatos industriales eléctricos	0,12	0,02	0,02	0,19
2901	Extracción de piedra, arcilla y arena	0,04	0,07	0,05	0,18
3710	Industrias básicas de hierro y acero			0,02	0,18
3113	Envasado y conservación de frutas y legumbres	0,14	0,2	0,17	0,17

Fuente: DANE-Cálculos Ministerio de comercio, Industria y Turismo.

El departamento del Magdalena hace parte de la Zona Norte, junto con los departamentos de Atlántico, Guajira y norte del Cesar. Ésta zona aporta el 36% del área apta para las plantaciones palmíferas. Colombia cuenta con 3,5 millones de hectáreas sin ninguna restricción para la plantación de palma de aceite.[5] La Zona Norte tiene una participación importante en el total nacional explicada por el aumento en las hectáreas cultivadas y la extracción de aceite. Entre 1995 y 1999 el área sembrada creció a una tasa anual del 3,2% pasando de 44.545 hectáreas a 52.165 hectáreas cultivadas. Según Aguilera (2002), estas hectáreas presentaron rendimientos promedio de fruto de palma de 15 a 20 toneladas por hectáreas entre los años 1993 y 2005.

El área de producción en la Zona Norte es clasificada como bosque seco tropical y sus ventajas productivas están sustentadas en la alta fertilidad de sus suelos, al igual que la alta luminosidad que posee, adicionalmente esta zona cuenta con vías de acceso que facilitan

[5] Corpoica define suelos con restricciones a aquellas tierras planas con pendientes menores del 3%, precipitación de 2.000 a 4.000 mm anuales, bien drenadas, de profundidad efectiva mayor de 75 cm.

el transporte y una infraestructura portuaria que favorecen el comercio exterior (Martínez, 2005).

En particular, la Zona Norte produce cerca del 30% del aceite de palma en Colombia, con un rendimiento promedio de 3,48 Ton/Ha al año (Martínez, 2005).

El cultivo de palma de aceite se estableció en el departamento del Magdalena con fines comerciales[6] en 1945, desde este período en el departamento las áreas de producción de este cultivo han aumentado, mostrando un significativo crecimiento en la segunda mitad de la década de los noventa y llegando a alcanzar niveles de producción importantes en el ámbito nacional a partir del año 2000, consolidándose como una de las actividades económicas más importantes en el departamento (Aguilera, 2002).

Según Fedepalma (1997) la Zona Norte presentaba un área bruta total de 39.678 hectáreas y además se consideraba la segunda zona productora en el país con un 26,8% del total. De estas, Magdalena contaba con 18.710 hectáreas. Para 2006, el departamento incrementa las hectáreas cultivadas, alcanzando un total de 32.369 (tabla 5).

Tabla 5. Hectáreas cultivadas en el departamento del Magdalena

Año	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
área cultivada	18.710	20.230	24.450	25.960	27.480	29.000	30.090	30.530	31.620	32.369

Fuente: Datos Fedepalma

El departamento del Magdalena para 1999 se considera como primer productor con 24.541 hectáreas brutas sembradas de palma, de las cuales el 35,2% pertenecen a los municipios de Ciénaga y Zona Bananera[7] (8.612 hectáreas) y el 64.8% restante estaba distribuido en

[6] El cultivo de palma en este departamento inicia alrededor del año 1945 en la Hacienda Patuca cerca al corregimiento de Tucurinca (Zona Bananera).
[7] Municipio creado el 9 de agosto de 1999 mediante Ordenanza N° 11.

los municipios de Aracataca (4.749 hectáreas), Ariguaní (953 hectáreas), El Retén (4.469 hectáreas), Algarrobo (1.268 hectáreas), y Pueblo Viejo (3.393 hectáreas). A partir del año 2002 el cultivo de palma se ha incrementado significativamente pasando de 29.002 hectáreas a 32.369 hectáreas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2001).

El cultivo de palma de aceite en el país genera alrededor de 90 mil empleos, de estos el 33% se generan en la Zona Norte del país, en los departamentos del Magdalena y norte del Cesar, el 23% en toda la zona del sur de Cesar, sur de Bolívar y el Magdalena Medio, el 32% lo generan Meta y Casanare, alrededor del 12% se producen en la zona occidental (Fedepalma, 2006).

En el departamento del Magdalena la industria de aceites se especializa en la extracción de aceites a partir del fruto de la palma, cultivada en siete municipios del departamento.

Según Fedepalma, dependiendo de la actividad a la cual se dediquen las empresas locales ubicadas en el área de influencia de la zona palmífera pueden ser clasificadas como, productoras, extractoras y refinadoras de aceites y grasas. Las firmas localizadas en el departamento dedican su capacidad instalada al procesamiento del aceite de palma africana (Ibíd).

La Zona Norte cuenta con catorce plantas de beneficio y los productos obtenidos se destinan para el mercado nacional e internacional de aceites y grasas (tabla 6). Dentro de estas plantas, se destacan C.I Robles quien siembra, produce y exporta aceite de palma crudo y a su vez lidera el desarrollo de alianzas estratégicas con pequeños y medianos cultivadores de palma y C.I Tequendama quien produce y comercializa aceite orgánico.

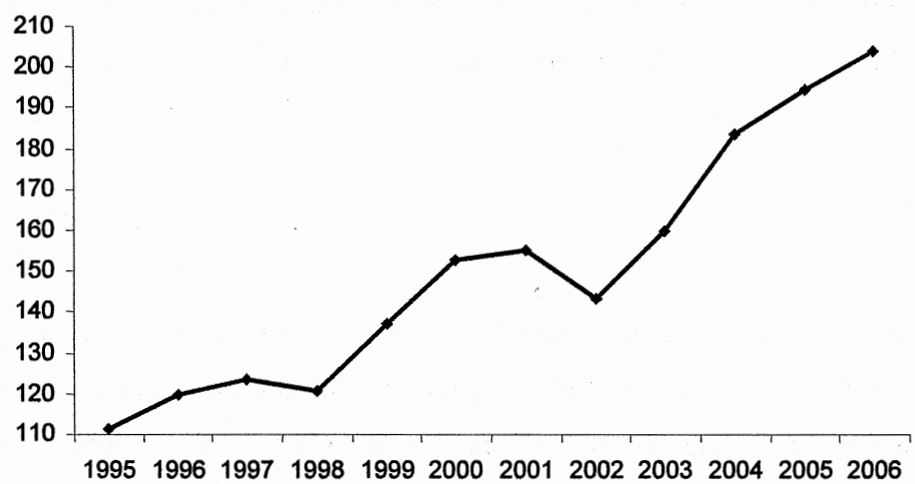
Durante el período comprendido por los años 1998 a 2004, la Zona Norte aumentó los niveles de extracción de aceite de palma de 121.000 toneladas en 1998, pasó a producir 184.000 toneladas para el año 2004 (gráfico 1).

Tabla 6. Plantas de beneficio ubicadas en el departamento del Magdalena.

Nombre de Planta de Beneficio	Ubicación
C.I Robles	Tucurinca (Zona Bananera)
Extractora Bella Esperanza	Prado Sevilla (Zona Bananera)
Frupalma	Guamachito (Zona Bananera)
Padelma	Guamachito (Zona Bananera)
Aceites S.A	Vía principal (Retén)
C.I Tequendama	Aracataca
Extractora La María Ltda.	Aracataca
Grasas y Derivados S.A (Gradesa)	Ciénaga
Extractora Tucurinca	Pueblo Viejo

Fuente: Datos obtenidos por el autor (2007), con base en información de las plantas de beneficio en el departamento del Magdalena

Gráfico 1. Extracción de aceite de palma Zona Norte en miles de toneladas



Fuente: Fedepalma, Cálculos Observatorio de Agrocadenas.

Según DANE (2005) el departamento del Magdalena presentó un comportamiento similar al nacional en los rendimientos promedios de aceite crudo de palma, los cuales fueron crecientes pasando de tres (3) toneladas por hectáreas en el año 1993 a cuatro (4) toneladas por hectárea en el 2005, estos incrementos han sido el resultado de la

incorporación de modernas tecnologías[8], para el año 2005 los costos de extracción de aceite por tonelada a nivel nacional se distribuyeron de la siguiente forma, 46,2% para los costos fijos, 35% de factores como: Mano de obra, combustible, mantenimiento y repuestos, los costo administrativo fluctuaron alrededor del 18,8%.

El aceite de palma es un producto cuyas características especiales permiten que su uso se diversifique, por lo que su demanda es muy elevada y creciente, precisando mayores esfuerzos por parte de los productores, en cuanto a aumentos en la oferta, mayor productividad y más altos niveles de eficiencia técnica con miras a conquistar nuevos mercados, tanto locales como internacionales, teniendo en cuenta que el aceite de palma es el aceite con más altos índices de comercialización en el mundo.

En este sentido Colombia ocupa una posición destacada dentro del mercado internacional de aceites y grasas, este resultado es explicado tanto por el crecimiento del volumen de sus exportaciones como por su participación en el mercado mundial, durante 2004 Colombia ocupó el sexto lugar entre los mayores exportadores mundiales de aceite de palma (Agrocadenas, 2007).

3. Hechos estilizados

Para el desarrollo de esta parte del trabajo la fuente de datos empleada se obtuvo de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) para el periodo 1992-2001, publicada en el Anuario de Industria Manufacturera del DANE; aunque la encuesta constituye una información completa del sector industrial del país, deben considerarse algunas limitaciones, entre estas el hecho de que no todas las fabricas o plantas industriales hacen parte de la base de datos oficial del DANE, debido a que este exige que deben reportar, por lo menos diez (10) empleados a una escala mínima de producción. Además, el nivel de agregación (es posible

[8] Las modernas tecnologías hacen referencia al uso de materiales (semillas) de siembra, adecuado manejo agronómico y mayores tasas de extracción.

que las series presenten saltos debido a la omisión de información por parte de algunas firmas) también supone dificultades puesto que encubre diferencias en la eficiencia de las industrias que no son de fácil observación.

Para establecer algunos indicadores de productividad se utilizaron los datos de la encuesta correspondientes al sector 311 según CIIU segunda revisión y al sector 15 CIIU tercera revisión, tal como se puede apreciar en la tabla 7.

Para deflactar las series se recurrió al índice de precios al productor (IPP) del sector alimentos año base 1994, los cuales se tomaron del Banco de la República. Los resultados obtenidos a partir de las series correspondientes al sector Alimentos son representativos del comportamiento de la agroindustria de aceite de palma del departamento del Magdalena, en tanto la producción de alimentos recae significativamente en la agroindustria de aceite de palma, la cual para el año 2000 se encontraba alrededor del 71% (DANE, 2000).

Tabla 7. Clasificación CIIU según Encuesta Anual Manufacturera

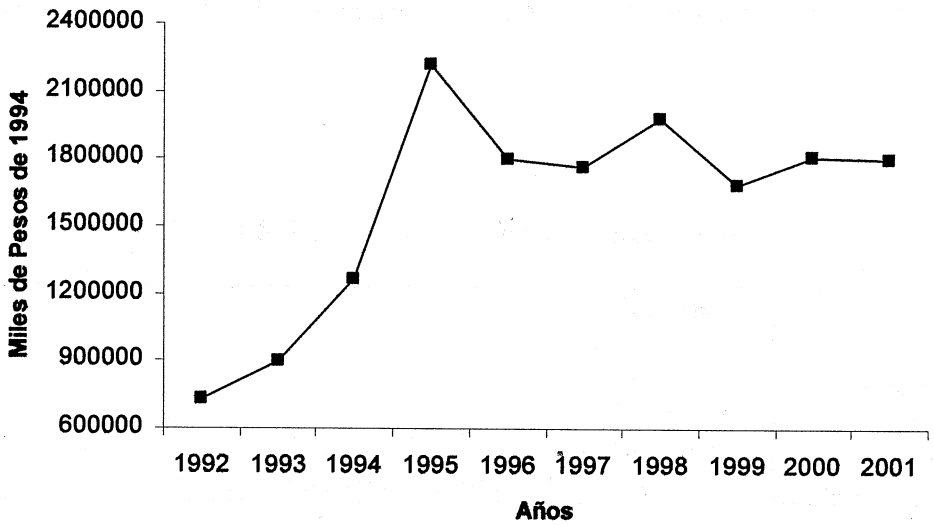
Código CIIU	Actividad
311 Rev. 2	Fabricación de productos alimenticios excepto bebidas
15 Rev. 3	Elaboración de productos alimenticios y de bebidas

Fuente: DANE

Entre 1992 y 1996 la producción bruta de aceite de palma en el departamento del Magdalena registró un crecimiento promedio anual de 25,4%, por encima de la dinámica anual de crecimiento del 10,5% entre 1992 y 2001, pasando de una producción inicial de 730.734 miles de pesos a unos 2.220.167 miles de pesos en 1995 (gráfico 2). Sin embargo, esta tendencia presentada en los cuatro primeros años del subperiodo analizado no pudo sostenerse, por el contrario, la producción en los años posteriores se redujo considerablemente con una leve recuperación en 1998. No obstante, a partir del año 2000

la agroindustria entró en una senda de crecimiento que para el 2001 registró 1.800.833 miles de pesos en producción.

Gráfico 2. Producción bruta de aceite



Fuente: Cálculos del autor con base en EAM-DANE

Para el 2005, según la Encuesta Anual Manufacturera del mismo año, la producción bruta registró 2.208.260 miles de pesos, cifra significativa si se tiene en cuenta el valor de la producción de 1992.

La tabla 8 muestra que la agroindustria de aceite de palma creció a un promedio anual de 10,5% entre 1992 y 2001, demostrando que durante la década de los noventa la agroindustria tuvo ganancias en eficiencia, lo que no coincide con los resultados calculados para la región, cuyo crecimiento anual fue de 7,6%. Este comportamiento se respalda en el crecimiento de la producción bruta, que pasó de 730.734 miles de pesos 1992 a 1.800.833 miles de pesos en 2001 y en el incremento promedio anual de su consumo intermedio (9,9%).

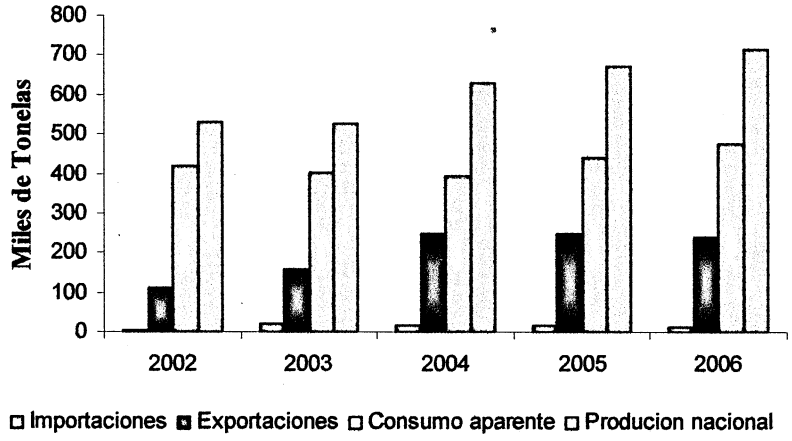
Tabla 8. Indicador de eficiencia productiva

Años	Producción. Miles de pesos del año 1994	Consumo de Materias primas. Miles de pesos del año 1994	Eficiencia Productiva (%) Producción/Consumo
1992	730.734	535.765	1,36
1993	906.235	699.029	1,30
1994	1.265.879	880.700	1,44
1995	2.220.167	1.631.883	1,36
1996	1.805.590	1.330.983	1,36
1997	1.768.527	1.340.347	1,32
1998	1.978.431	1.359.672	1,46
1999	1.689.749	1.241.381	1,36
2000	1.815.885	1.258.950	1,44
2001	1.800.833	1.254.366	1,44
Crec. % 1992-1996	25,4%	25,5%	-0,1%
Crec. % 1997-2001	0,5%	-1,6%	2,1%
Crec. % 1992-2001	10,5%	9,9%	0,6%

Fuente: Cálculos del autor con base en EAM-DANE

Como puede percibirse en el gráfico 3, el consumo aparente presentó un crecimiento anual en términos porcentuales de tres puntos, con un total mínimo de 391.800 toneladas consumidas y un máximo de 475.000 toneladas. Con respecto a las importaciones nacionales de aceite de palma, la tendencia mostrada durante los años en cuestión señalan un comportamiento variable, con alzas y bajas que no sobrepasaron las 21.500 toneladas, evidenciando que el país no es un importador neto de aceites, por el contrario, la mayor parte de su producción está destinada a los mercados internacionales, cabe anotar que la producción nacional de aceites en 2006 fue de 713.300 toneladas, creciendo al 8% anual desde el 2002.

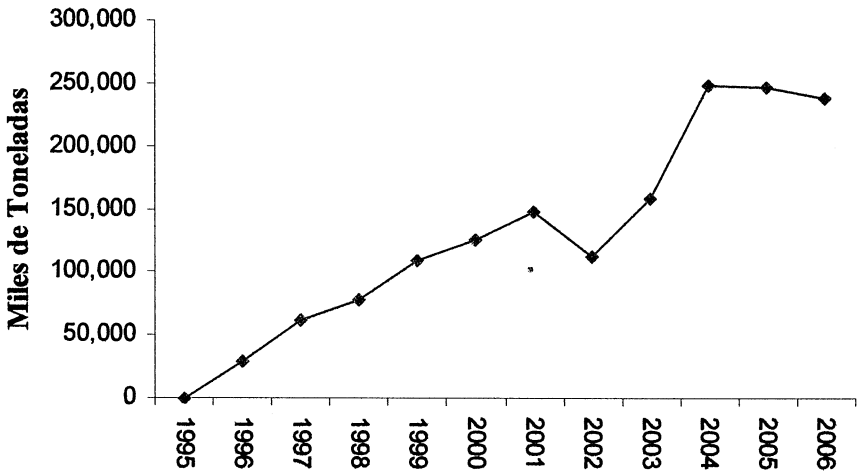
Gráfico 3. Crecimiento de la producción nacional, el consumo aparente, las exportaciones y las importaciones



Fuente: Cálculos del autor con base en series estadísticas- Fedepalma

Para el caso de la Zona Norte, el gráfico 4 modela como las exportaciones crecieron a una tasa del 23% anual, según Fedepalma las exportaciones pasaron de cero en el año de 1995 a 237.537 toneladas en 2006, muy por encima de las cifras reportadas por la misma fuente en relación con las importaciones, que registraron su mejor dinámica en 2003 con 18.000 toneladas de aceite crudo de palma importadas, descendiendo en 2006 a 22 toneladas.

Gráfico 4. Evolución de las exportaciones de aceite crudo de palma de la Zona Norte de Colombia



Fuente: Cálculos del autor con base en Fedepalma

La tabla 9 muestra que para el periodo 1992-2001, el valor generado por el consumo intermedio en la agroindustria de aceite de palma decreció en promedio 10,3%, el mayor crecimiento se reportó en 1995 con 2,46% en generación de valor, mientras que los menores resultados fueron generados en 2001 con 0,78%.

Tabla 9. Indicador de consumo intermedio/Valor agregado

Años	Consumo de Materias primas Miles de pesos de1994	Valor Agregado Miles de pesos de 1994	Consumo en la generación de valor agregado (%)
1992	535.765	257.507	2,08
1993	699.029	401.411	1,74
1994	880.700	512.366	1,72
1995	1.631.883	664.168	2,46
1996	1.330.983	905.408	1,47
1997	1.340.347	871.071	1,54
1998	1.359.672	826.525	1,65
1999	1.241.381	972.460	1,28
2000	1.258.950	999.472	1,26
2001	1.254.366	1.600.022	0,78
Crec. % 1992-1996	25,5%	36,9%	-8,3%
Crec. % 1997-2001	-1,6%	16,4%	-15,5%
Crec. % 1992-2001	9,9%	22,5%	-10,3%

Fuente: Cálculos del autor con base en EAM-DANE

La tabla 10 muestra la evolución de la productividad del capital y la productividad laboral, cuyos crecimientos respectivos mostraron tasas de 9,2% y 13,9% entre 1992 y 2001, para el caso de la productividad del capital el resultado obtenido está por debajo del registrado en el subperiodo 1992 -1996, el cual presenta una tasa de crecimiento de 9,6%.

El año en el cual el capital registró los mayores índices de productividad fue 2001 con 2,93%, es decir, que por cada cien unidades de capital empleada en los procesos de producción, se generaron por lo menos 2,93 unidades de valor agregado. En cuanto a los resultados obtenidos para la productividad laboral en el mismo año, el aporte que cada unidad de trabajo hizo al valor agregado fue de 11,62%. La tabla evidencia además que el crecimiento promedio anual de la productividad del capital es positivo en el periodo 1992-2001, comportamiento similar al presentado por la productividad laboral para el mismo periodo.

Tabla 10. Comportamiento de la productividad del capital y la productividad laboral

Años	Productividad del capital (%)	Productividad laboral (%)
1992	1,32	3,60
1993	1,94	5,25
1994	1,33	5,72
1995	1,13	6,82
1996	1,91	8,48
1997	2,03	7,74
1998	1,34	7,28
1999	2,17	8,24
2000	1,79	8,64
2001	2,93	11,62
Crec. % 1992-1996	9,6%	23,9%
Crec. % 1997-2001	9,5%	10,7%
Crec. % 1992-2001	9,2%	13,9%

Fuente: Cálculos del autor con base en EAM-DANE

La tabla 11 permite analizar el aporte que el valor agregado hace a la producción bruta de la agroindustria de aceite de palma para el periodo 1992-2001, donde el crecimiento anual de la relación (Valor Agregado / Producción Bruta) es 10,8%, lo que demuestra que el sector está generando el valor agregado esperado dado el ritmo de crecimiento de su producción y productividad laboral, sin embargo, este crecimiento es menor al compararlo con el subperiodo 1997-2001, donde este fue de 15,9%.

Tabla 11. Valor agregado/Producción bruta

Años	Valor Agregado Miles de pesos de 1994	Producción Miles de pesos de 1994	VA/PB (%)
1992	257.507	730.734	0,35
1993	401.411	906.235	0,44
1994	512.366	1.265.879	0,40
1995	664.168	2.220.167	0,30
1996	905.408	1.805.590	0,50
1997	871.071	1.768.527	0,49
1998	826.525	1.978.431	0,42
1999	972.460	1.689.749	0,58
2000	999.472	1.815.885	0,55
2001	1.600.022	1.800.833	0,89
Crec. % 1992-1996	36,9%	25,4%	9,2%
Crec. % 1997-2001	16,4%	0,5%	15,9%
Crec. % 1992-2001	22,5%	10,5%	10,8%

Fuente: Cálculos del autor con base en EAM-DANE

La tabla 12 presenta la evolución de la producción, la productividad laboral, el valor agregado y el empleo del sector alimentos. El comportamiento de la productividad laboral ha sido originado fundamentalmente por las variaciones en el empleo. En el subperiodo que comprende 1992 y 1996, se observa un incremento favorable en todas las variables: producción (25.4%), la productividad laboral (23.9%), el valor agregado (36.9%), y el empleo (1.3%) respectivamente.

Entre los años 1997 y 2001, la producción, la productividad laboral y el valor agregado registraron un crecimiento moderado con respecto al registrado en el subperiodo 1992-1996, con tasas aproximadas de 0.5%, 10.7% y 16.4% respectivamente. Mientras que el empleo creció significativamente en cuatro puntos porcentuales (4%).

Entre tanto, el crecimiento anual de todas las variables para 1992 y 2001 fue favorable en relación con el subperiodo 1997-2001, excepto en el número de trabajadores permanentes, cuyo comportamiento pasó de 5,4% a 2,2%.

Tabla 12. Comportamiento de la producción, la productividad laboral el valor agregado y el empleo permanente

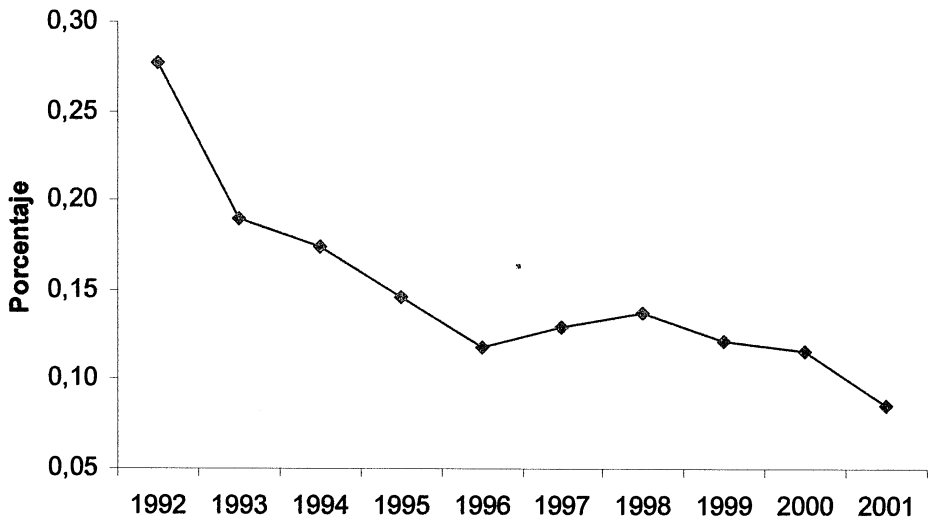
Años	Producción Miles de pesos de 1994	Productividad Laboral (%)	Valor Agregado Miles de pesos de 1994	Número de Trabajadores Permanente
1992	730.734	3,60	257.507	1.168
1993	906.235	5,25	401.411	1.336
1994	1.265.879	5,72	512.366	1.050
1995	2.220.167	6,82	664.168	1.418
1996	1.805.590	8,48	905.408	1.229
1997	1.768.527	7,74	871.071	1.156
1998	1.978.431	7,28	826.525	1.292
1999	1.689.749	8,24	972.460	1.274
2000	1.815.885	8,64	999.472	1.274
2001	1.800.833	11,62	1.600.022	1.425
Crec. % 1992-1996	25,4%	23,9%	36,9%	1,3%
Crec. % 1997-2001	0,5%	10,7%	16,4%	5,4%
Crec. % 1992-2001	10,5%	13,9%	22,5%	2,2%

Fuente: Cálculos del autor con base en la EAM-DANE

El gráfico 5 denota la dinámica del CLU[9] en el sector de alimentos para el departamento del Magdalena en el periodo 1992-2001, los costos laborales registraron una tendencia decreciente, alcanzando en 1992 un 28% y para el 2001 decrece a 9%.

Esta reducción de los CLU se ha visto reflejada en el incremento de la producción bruta, lo que se evidencia en 1995, cuando la producción alcanzó 2.220.167 miles de pesos, creciendo a una tasa promedio de 44,8% anual en sólo tres años.

Gráfico 5. Costo laboral unitario



Fuente: Cálculos del autor con base en EAM-DANE

Los indicadores de productividad del trabajo son estimados a través de la capacidad productiva por persona ocupada y por el valor que agrega cada trabajador al proceso de producción.

Existen dos metodologías que se pueden utilizar para evaluar los indicadores de productividad laboral y los indicadores de aporte laboral: la primera señala cuantos pesos

[9] El Costo Laboral Unitario se calculó (CLU) como la razón (Remuneraciones reales por trabajador) / (Valor agregado real por trabajador)

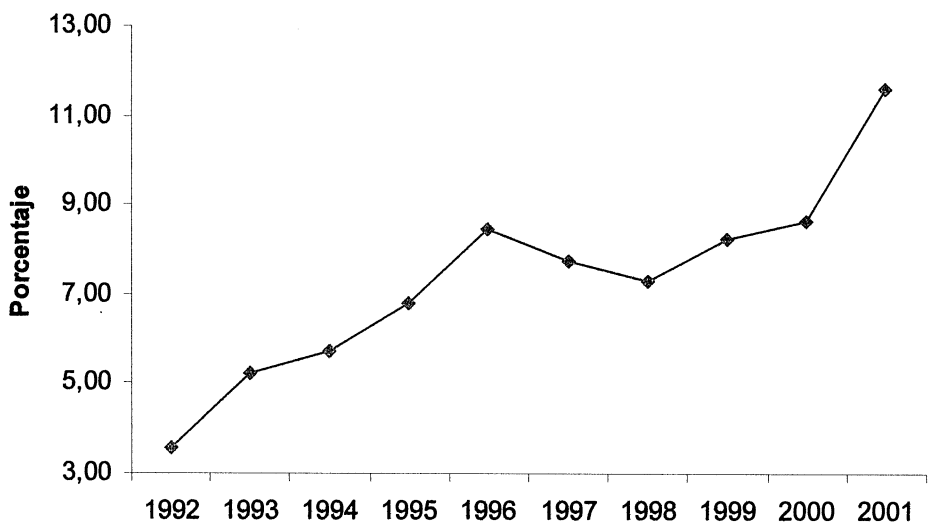
de valor se agregan a la actividad productiva por cada trabajador ocupado que participa en el proceso agroindustrial, y es posible estimarlo a través de una relación entre el valor agregado y el número de trabajadores empleados en la agroindustria de aceite de palma.

La segunda metodología permite establecer cuál es la capacidad de producción por cada persona ocupada, calculado por medio de una división entre la producción bruta y el personal total. Si este indicador es significativamente alto implica que la capacidad de producción del sector es elevada, lo cual puede responder además a un alto grado de uso de tecnología en el proceso de producción.

Sin embargo, también es posible estimar la productividad laboral como la razón valor agregado sobre total de salarios y prestaciones sociales pagados a los trabajadores.

En este documento se siguió este último procedimiento.

Gráfico 6. Indicador de productividad laboral 1992-2001



Fuente: Cálculos del autor con base en EAM-DANE

De acuerdo con el gráfico 6 se puede inferir que para el periodo comprendido entre 1992 y 2001, la productividad laboral mostró una tendencia creciente, la producción máxima se alcanzó en 1995 con 2.220.167 miles de pesos, es decir, cada trabajador fue 6,82% más productivo ese año, lo que se puede contrastar con el incremento de la producción bruta, no obstante, la producción bruta cayó en los años subsiguientes a tasas promedio anual de 0,1%.

4. Aproximación microeconométrica

Según Koopmans (1951), un productor es técnicamente eficiente si un incremento de cualquier *output* requiere una reducción en al menos otro output o un incremento de al menos un *input,* y si una reducción en al menos un *input* requiere un incremento en al menos otro *input* o una reducción en al menos un *output.*

De acuerdo con Farell (1957), la eficiencia de una firma puede clasificarse de dos formas: eficiencia técnica y eficiencia asignativa. La primera permite observar cual es el grado de habilidad de una empresa para obtener el máximo nivel de producto dado un nivel de insumos. Por su parte, la eficiencia asignativa refleja la habilidad que tiene una firma para usar sus insumos en una proporción óptima dado el nivel de precios y el nivel de tecnologías empleadas dentro del proceso productivo.

En este sentido, una firma es técnica y asignativamente eficiente si consigue obtener una determinada producción minimizando las cantidades de los factores empleados en las actividades productivas y reduciendo sus costos.

Las fronteras de posibilidades de producción, reflejan la máxima producción alcanzada dado un conjunto de combinaciones de factores productivos y tecnología (insumos) utilizados en un determinado periodo, es decir, la frontera que determina el límite superior de las posibilidades de producción de una firma y su combinación insumo-producto, puede

ser construida a través de dos diferentes técnicas de estimación conocidas en la literatura económica como aproximaciones paramétricas y aproximaciones no paramétricas.

En las primeras la función de producción debe especificarse a través de un modelo econométrico del tipo:

$$Y = \beta * x + \varepsilon \qquad (1)$$

Imponiendo una forma funcional que corresponda a la tecnología y en donde la variable ε recoge las diferencias presentadas entre los valores esperados y los valores observados, es decir, las perturbaciones estocásticas.

Las aproximaciones no paramétricas o de programación lineal que aplican la técnica de Análisis Envolvente de Datos (DEA), que no suponen ninguna especificación funcional de relación entre los *inputs* y los *outputs* y tampoco incorporan la presencia de ruido blanco dentro del modelo, facilita la construcción de una función de producción empírica a partir de los datos disponibles de una entidad objeto de estudio.

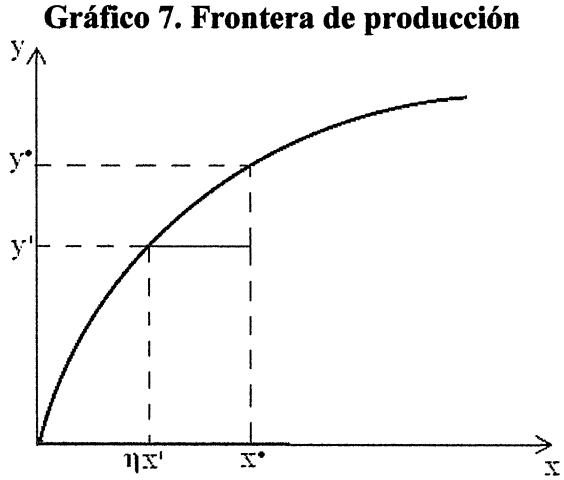
Para desarrollar el análisis de la frontera de posibilidades de producción de una empresa o industria existen diversas metodologías o aproximaciones generales, estas aproximaciones son clasificadas en tres categorías: técnicas de estimación estocástica, determinísticas y probabilísticas. Las aproximaciones estocásticas y probabilísticas permiten que la variable error (ε) recoja las ineficiencias del sector, pero además suponen la existencia de otra fuente de error incluida dentro de la variable ε, que no puede ser controlada por los agentes que integran el sector. Por lo tanto se asume que la variable ε se genera como la diferencia entre el término estocástico v y el término de ineficiencia μ.

Siguiendo a Barrios (2003), quien se basa en los análisis hechos por Seiford y Thrall (1990), las fronteras estocásticas permiten la incorporación de una variable ruido blanco que impregna todo dato económico y permite además, la realización a través de deducciones estadísticas, el contraste de hipótesis relacionadas con la tecnología y significancia estadística de los índices de eficiencia.

La aproximación determinística destaca que las diferencias entre la producción (Y) observada y la correspondiente se deben únicamente a ineficiencias, planteando además que la variable error solo debe tomar valores negativos y en consecuencia la frontera siempre estará por encima de los valores observados, exceptuando a la firma eficiente que en todo momento su producción se encontrará sobre la producción.

Si una firma no alcanza el límite de su frontera, es decir, si está por debajo de su frontera de posibilidades de producción, entonces la teoría económica define tal circunstancia como ineficiencia técnica, descrita como las diferencias que surgen entre lo que debería producir una firma y lo que realmente produce. Estas diferencias son el resultado de la incapacidad de las empresas para reducir sus costos al no elegir de forma adecuada las proporciones de los distintos insumos utilizados en los procesos productivos.

Gráfico 7. Frontera de producción



Fuente: Elaboración del autor, basado en el trabajo de Koopmans (1951).

Del gráfico 7 se puede notar el comportamiento de una firma que utiliza x (insumos) para producir y' (producto), lo que la convierte en una firma técnicamente ineficiente, dado que opera muy por debajo de su frontera de producción (x^*-y^*). Entonces, el termino definido como η representa el nivel de ineficiencia técnica en que incurre la empresa en la contratación de x' que le permite conseguir una producción de y'.

4.1 Tratamiento y fuente de la información

Para la realización del análisis de la frontera de producción de la agroindustria de aceite de palma, se definieron las variables que podrían explicar con mayor veracidad la producción bruta de la industria, teniendo en cuenta que estas tienen participación activa dentro de los procesos productivos. Las variables consideradas son las siguientes:

El stock de capital: esta variable recoge la capacidad instalada de la agroindustria de aceite de palma. Un mayor stock de capital genera una mayor producción y aumentos significativos en la productividad. Como variable *Proxy* se utilizó el valor de los activos en miles de pesos, tomado de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE 1992-2001. Se utilizó el deflactor de Precios al Productor del sector alimentos a precios de 1994.

Los salarios: estos constituyen gran parte de los costos en que incurre la agroindustria, por lo tanto, a mayores salarios, se espera mayor productividad y eficiencia técnica. Esta variable fue deflactada utilizando el índice de precios al productor del sector alimentos.

Las prestaciones sociales: debido a que la agroindustria es poco intensiva en trabajo, mayores prestaciones pagadas a los empleados podría aumentar los costos y disminuir el nivel de producción esperado. Esta variable se deflactó haciendo uso del índice de precios al productor del sector alimentos.

Consumo de materias primas: la producción puede ser explicada de manera positiva por el comportamiento del consumo en materias primas, esto es, a mayor consumo se espera que la producción aumente. Se deflactó utilizando el índice de precios al productor del sector alimentos.

Consumo de energía eléctrica: de igual forma, el mayor consumo de energía (medido en pesos) implica que la agroindustria está requiriendo de esta variable para obtener el nivel de producción. La cual se deflactó con el índice de precios al productor del sector alimentos.

Número de trabajadores permanentes: se espera que la planta de personal permanente de la agroindustria de aceite de palma se refleje en una mayor producción.

Número total de trabajadores: esta variable permite determinar el grado de dependencia que posee la industria del factor trabajo, así como su contribución real a la producción.

Rendimientos (toneladas por hectárea): Esta es una variable auxiliar del clima que afecta la producción de aceite de palma, se espera que esta tenga incidencia en el nivel de producción final.

Haciendo uso de estas variables explicativas se estimó un modelo de serie de tiempo tomando los valores en miles pesos de las variables (Producto) Producción, (Insumos) Capital y Salarios, Prestaciones sociales, Consumo de materias primas, Consumo de energía eléctrica, Número de trabajadores permanentes y Número total de trabajadores de la agroindustria de aceite de palma arrojados por la Encuesta Anual Manufacturera para el período 1992-2001 (CIIU 311 Rev. 2 Fabricación de productos alimenticios excepto bebidas y CIIU 15 Rev. 3 Elaboración de productos alimenticios y de bebidas). Los resultados arrojados por las regresiones (Anexos 4,5 y 6) se admiten como validos para la agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena.

4.2 Especificación del modelo

Este trabajo estima una función de producción de tipo Cobb-Douglas[10] que permite obtener las elasticidades correspondientes de los insumos respecto al producto, y en consecuencia, respecto a la frontera de producción. Además, ha sido la forma funcional empleada en estudios previos de función de frontera de producción de Álvarez, Belknap y Saupe (1988), y Acevedo y Rodríguez (2005).

La función de producción Cobb-Douglas se representa de la siguiente forma:

$$Ln\,(Q_t) = \beta_0 + \beta_1 Ln(K_t) + \beta_2 Ln(W_t) + \beta_3 Ln(P_t) + \beta_4 Ln(C_t) + \beta_5 Ln(E_t) + \beta_6 Lp_t + \beta_7 Lt_t + v_t - u_t \quad \textbf{(2)}$$

Donde v_t representa los errores aleatorios independientes e idénticamente distribuidos, de la forma $N(0,\sigma^2)$ a lo largo de todo el periodo de estudio; es decir, los v_t son completamente independiente de los errores u_t, y de cada variable explicativa del modelo.

Por otra parte, los errores u_t son los parámetros que explican la ineficiencia técnica con distribución Normal[11].

---

[10] La forma de la función de producción Cobb-Douglas representa las combinaciones de los factores capital y trabajo, y satisface las propiedades de:

1. Rendimientos constantes a escala (homogeneidad de grado 1): aumento del producto cuando todos los factores aumentan en la misma proporción.
2. Productividad marginal positiva y decreciente, postulado básica de la economía clásica.

Una revisión precisa de este tema se encuentra en Padilla y García 2005.

[11] Una variable X, sigue una distribución normal cuando sus parámetros tienen la forma μ y σ^2, lo que se representa como $X \sim N(0,\sigma^2)$.

La variable dependiente (Q_t) representa la producción anual de aceite crudo de palma del periodo 1992-2001 medida en miles de pesos de 1994, donde t representa el año.

Para este modelo las siguientes variables están medidas en miles de pesos de 1994 y expresadas en logaritmo: el capital (K_t), los salarios pagados a los trabajadores (W_t), las prestaciones sociales pagadas (P_t), el consumo de materias primas (C_t) y el consumo de energía eléctrica (E_t).

Las demás variables se presentan medidas en unidades: número de trabajadores permanentes (Lp_t), número total de trabajadores (Lt_t), y rendimiento de aceite de palma por hectárea (R_t)

Respecto a los β, son los parámetros a ser estimados en el modelo, y corresponden a las elasticidades del producto-frontera con respecto a los insumos usados en el proceso productivo de extracción de aceite crudo de palma.

5. Resultados empíricos

Con la variable dependiente y las variables explicativas mencionadas se estimó un modelo de serie de tiempo para el periodo 1992-2001. Los resultados obtenidos se pueden apreciar en la tabla 13, estos resultados permiten afirmar que todos los determinantes propuestos teóricamente (excepto las prestaciones sociales y el número de trabajadores temporales) presentaron signos positivos, la variable rendimientos resultó no ser estadísticamente significativo al 5%.

En particular, la regresión estimada permite indicar que al incrementarse en 1% el stock de capital, la producción se incrementa en 0.27%.

Por su parte, los resultados obtenidos permiten afirmar que el consumo de materias primas, indica que aumentos de 1% incrementan la producción en 0.72%, por lo tanto dicha variable es la más representativa según la estimación realizada en la producción de aceite de palma.

Respecto a la variable salarios se puede decir que incrementos de 1% en la misma, representan mejoras del 0.09% en el total producido.

La última variable logarítmica del modelo es el consumo de energía, indica que por cada incremento del 1% en esta variable la producción aumenta en 0.003%.

Llama la atención que, por cada trabajador nuevo que ingrese a la planta de personal permanente, la producción tiene un incremento de 0.0006%.

Los coeficientes de todas las variables mencionadas arrojaron el signo esperado y son estadísticamente significativas. Las variables prestaciones sociales y número total de trabajadores presentaron signos negativos, y no son estadísticamente significativas a un

nivel de confianza de 95%. Por su parte, el parámetro que acompaña la variable rendimientos (toneladas por hectárea) no es estadísticamente significativa (tabla 13).

Tabla 13. Resultados de la estimación de la frontera de producción estocástica.

Variable Explicada: LN Producción				
Variables	**Coeficiente**	**Error estándar**	**t**	**Probabilidad**
LN Capital	0.273907	0.0004857	563.91	0.001
LN Salarios	0.096574	0.0019973	48.35	0.013
LN Prestaciones	-0.058016	0.0012381	-46.86	0.014
LN Consumo	0.724914	0.0005754	1259.93	0.001
LN Energía	0.003989	0.0002387	16.72	0.038
N° de Trabajadores permanente	0.000059	1.97e-06	30.03	0.021
N° de Trabajadores temporales	-0.000065	2.56e-06	-25.43	0.025
Rendimientos	0.001952	0.0009474	2.06	0.288
Constante	0.099331	0.0111683	8.89	0.027

Fuente: Cálculos del autor con base en EAM-DANE

Tal como lo sugiere el principio de parsimonia, se elaboró un modelo, en el cual se excluyó la variable rendimientos debido a que no presentó significancia estadística, por consiguiente disminuyen los grados de libertad.

Tabla 14. Resultados de la estimación de la frontera de producción estocástica.

Variable Explicada: LN Producción				
Variables	**Coeficiente**	**Error estándar**	**t**	**Probabilidad**
LN Capital	0.2738222	0.0006938	394.67	0.000
LN Salarios	0.0963371	0.0034331	28.06	0.001
LN Prestaciones	-0.0580821	0.0020912	-27.77	0.001
LN Consumo	0.7257965	0.0005508	1317.64	0.000
LN Energía	0.0038738	0.0005454	7.10	0.019
N° de Trabajadores permanente	0.0000571	2.87e-06	19.91	0.003
N° de Trabajadores temporales	-0.0000632	3.54e-06	-17.87	0.003
Constante	0.099803	0.0201182	4.96	0.038

Fuente: Cálculos del autor con base en EAM-DANE

Los resultados del segundo modelo econométrico estimado (tabla 14) en el cual se excluye la variable rendimientos, no distan demasiado de los obtenidos en el primer modelo. Los signos obtenidos son los mismos y los coeficientes son prácticamente iguales, por lo cual se puede inferir que la variable rendimiento como variable auxiliar para estimar la incidencia del clima en la agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena, no es una variable que cause efecto sobre la productividad promedio en este sector industrial.

5.1 La eficiencia técnica

Para calcular la eficiencia técnica[12] se procedió de acuerdo con Koopmans (1951) y Farell (1957), tal como se planteó en la aproximación microeconométrica, así: se estableció la función de producción Cobb-Douglas, a partir de las variables del modelo econométrico propuesto en la ecuación (2).

Posteriormente, se determinó el índice de eficiencia técnica de la industria de aceite de palma del Magdalena así:

$$ET_t = \frac{Y_t}{Y} \quad (3)$$

Donde Y_t representa la producción real alcanzada por la industria, en tanto Y es la máxima producción posible que podría obtener la agroindustria.

Una vez realizado los cálculos se evalúa el termino error, si este término es cero $(u_i = 0)$ en el modelo econométrico planteado entonces la agroindustria es técnicamente eficiente.

De la ecuación (1) se pueden extraer las siguientes expresiones:

$$Y_t = e^{(\beta_0+\beta_1 Ln(K_t)+\beta_2 Ln(W_t)+\beta_3 Ln(P_t)+\beta_4 Ln(C_t)+\beta_5 Ln(E_t)+\beta_6(Lp_t)+\beta_7(Lt_t)+\beta_8(R_t)+v_t-u_t)} \quad (4)$$

$$Y = e^{(\beta_0+\beta_1 Ln(K_t)+\beta_2 Ln(W_t)+\beta_3 Ln(P_t)+\beta_4 Ln(C_t)+\beta_5 Ln(E_t)+\beta_6(Lp_t)+\beta_7(Lt_t)+\beta_8(R_t)+v_t)} \quad (5)$$

[12] En este trabajo la eficiencia técnica se debe entender como un concepto análogo de la eficiencia económica, en términos de Koopmans (1951) y Farell (1957).

Reemplazando las ecuaciones (4) y (5) en (3,) se obtiene la eficiencia técnica.

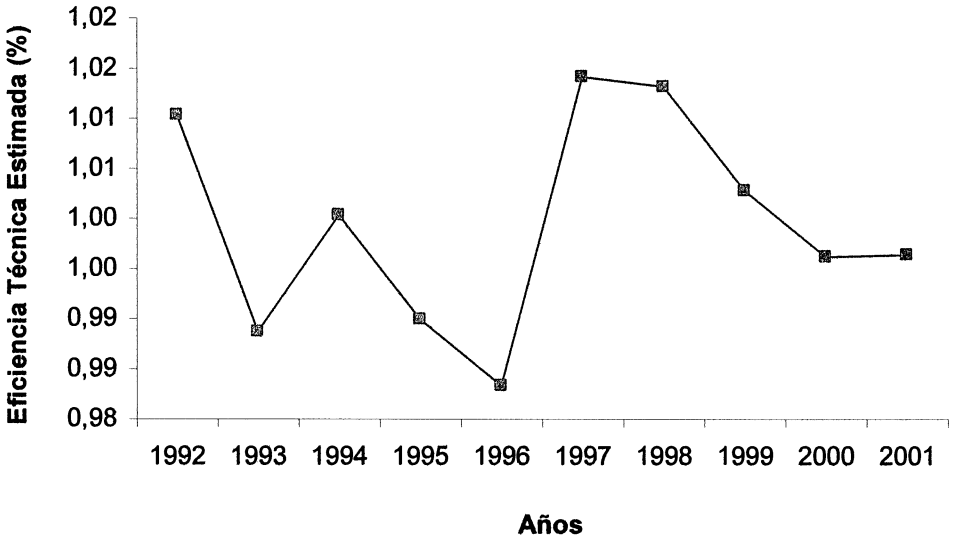
Una vez estimada la regresión que implica como variable dependiente a la producción bruta de aceite de palma y como variables explicativas el stock de capital, los salarios, las prestaciones sociales, el consumo de materias primas, el consumo de energía eléctrica, el número de trabajadores permanentes, el número total de trabajadores y los rendimientos (ton/ha), se procedió a calcular los residuos y posteriormente se aplicó exponencial a estos, de tal forma que se obtuviera el grado de eficiencia de la agroindustria así:

$$ET_t = \exp(-u_t)$$

Los estimadores de la eficiencia técnica obtenidos a partir del modelo econométrico a calcular, se interpretarán como la habilidad de minimizar el empleo de los insumos en los procesos de producción de un nivel de producto determinado, o la habilidad de maximizar el producto dado un nivel de insumos.

Como consecuencia de esto, los resultados estimados de la eficiencia técnica deberán oscilar entre 0 y 1. La industria será más eficiente en tanto sus marcadores se hallen más cerca de la unidad. Para ilustrar esta situación tanto para el departamento como para la región Caribe colombiana se ilustra la situación en los gráficos 8 y 9.

Gráfico 8. Eficiencia técnica de la agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena (1992 - 2001).



Fuente: Cálculos del autor con base en la EAM-DANE

Gráfico 9. Eficiencia técnica de la agroindustria de aceite de palma en la región Caribe colombiana (1992-2001).

Fuente: Cálculos del autor con base en la EAM-DANE

En el ejercicio realizado, la eficiencia técnica de la agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena (gráfico 8) no presentó una tendencia marcada durante el periodo 1992-2001, comportamiento similar al mostrado por la Región (gráfico 9); es de resaltar que los años con mayores niveles de eficiencia fueron 1992, 1997 y 1998, con niveles cercanos a 1,02%; a partir de entonces, las ganancias en eficiencia disminuyeron ubicándose finalmente en 1%.

Por su parte para 1996 fue el año donde la eficiencia de la agroindustria obtuvo un comportamiento deficiente, coincidiendo con la caída en la producción, que para ese año se ubicó en 1.805.590 miles de pesos.

En conclusión, tanto el departamento del Magdalena como la Región Caribe han mantenido aceptables desempeño de eficiencia técnica y producción, particularmente durante 1995 y 1999.

Para el caso del Magdalena, esto podría ser el resultado de las economías de escala que obtiene la agroindustria de aceite de palma, su alta capacidad instalada y sus intensivos niveles de capital.

6. Conclusiones

En el campo de la eficiencia, al igual que en la mayoría de los temas de productividad, el desarrollo teórico alcanzado, ha resaltado la importancia de la realización de trabajos empíricos como única vía para la comprobación de la pertinencia de diferentes modelos teóricos. Con ese marco, el presente trabajo constituye una primera aproximación al estudio de la dinámica de la agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena.

Para abordar el tema fue necesario recurrir a diferentes fuentes de información estadística, tal es el caso de Fedepalma, Agrocadenas y Ministerio De Agricultura y desarrollo rural, datos que fueron relevantes para la primera parte del trabajo en relación con la expansión del cultivo en Colombia, la producción de aceites en el país, extracción de aceite de palma, crecimiento de la producción nacional, el consumo aparente, las exportaciones y las importaciones, así como la evolución de las exportaciones de aceite crudo de palma de la Zona Norte de Colombia, entre otros factores relevantes en las actividades de los productores.

Para el desarrollo de la segunda parte del trabajo la fuente de datos empleada se obtuvo de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) para el periodo 1992-2001, publicada en el Anuario de Industria Manufacturera del DANE; aunque la encuesta constituye una información completa del sector industrial del país, deben considerarse algunas limitaciones, entre estas el hecho de que no todas las fabricas o plantas industriales hacen parte de la base de datos oficial del DANE, debido a que este exige que deben reportar, por lo menos diez (10) empleados a una escala mínima de producción. Además, el nivel de agregación (es posible que las series presenten saltos debido a la omisión de información por parte de algunas firmas) también supone dificultades puesto que encubre diferencias en la eficiencia de las industrias que no son de fácil observación.

Por medio de la información suministrada por la EAM, se establecieron aproximaciones del comportamiento de algunas variables o factores, como son: la producción bruta de aceite, Indicador de eficiencia productiva, la relación de consumo intermedio sobre el valor agregado, el comportamiento de la productividad de los factores y la producción, así como también el tema de la productividad laboral, el valor agregado, el empleo permanente y los costos laborales unitarios.

Para establecer algunos indicadores de productividad se utilizaron los datos de la encuesta correspondientes al sector 311 según CIIU segunda revisión y al sector 15 CIIU tercera revisión, tal como se puede apreciar en la tabla 7. Para deflactar las series se recurrió al índice de precios al productor (IPP) del sector alimentos año base 1994, los cuales se tomaron del Banco de la República. Los resultados obtenidos a partir de las series correspondientes al sector Alimentos son representativos del comportamiento de la agroindustria de aceite de palma del departamento del Magdalena, en tanto la producción de alimentos recae significativamente en la agroindustria de aceite de palma en 71% (DANE 2000).

Lo anterior podría conllevar a que pudiera existir discrepancia en los resultados presentados a nivel nacional con los obtenidos en la región.

Los argumentos expuestos considerarían que este trabajo podría ser uno de los primeros en abordar el tema de la productividad y eficiencia utilizando fronteras estocásticas para la región.

En el sentido que los trabajos hasta la fecha realizados frente al sector palmicultor, como son los de Aguilera (2002) y Rodríguez (2005). Que explican ciertos comportamientos de la producción, pero no desde el enfoque que desarrolla el presente documento.

En este sentido los hechos estilizados muestran que la agroindustria de aceite de palma creció a un promedio anual de 10.5% entre 1992 y 2001, demostrando que durante la década de los noventa la agroindustria tuvo ganancias en eficiencia, lo que no coincide con los resultados calculados para la región, cuyo crecimiento anual fue de 7.6%. Este comportamiento se respalda en el crecimiento de la producción bruta, que pasó de 730.734 miles de pesos en 1992 a 1.800.833 miles de pesos en 2001 y en el incremento promedio anual de su consumo intermedio (9.9%). la evolución de la productividad del capital y la productividad laboral, cuyos crecimientos respectivos mostraron tasas de 9.2% y 13.9% entre 1992 y 2001, para el caso de productividad del capital el resultado obtenido está por debajo del registrado en el subperiodo 1992 -1996, este presenta una tasa de crecimiento de 9.6%.

El año en el cual el capital registró los mayores índices de productividad fue 2001 con 2.93%, es decir, que por cada cien unidades de capital empleada en los procesos de producción, se generaron por lo menos 2.93 unidades de valor agregado. En cuanto a los resultados obtenidos para la productividad laboral en el mismo año, el aporte que cada unidad de trabajo hizo al valor agregado fue de 11.62%., además el crecimiento promedio anual de la productividad del capital es positivo en el periodo 1992-2001, comportamiento similar al presentado por la productividad laboral para el mismo periodo.

Los determinantes del crecimiento de la producción de aceite de palma presentan un cambio fundamental en las condiciones de desarrollo de esa industria al comparar el patrón de crecimiento de la década de los ochenta con el que tuvo en la década de los noventa.

Los resultados obtenidos a través de la regresión estimada indican que el stock de capital, el consumo de materias primas, la variable salarios y el consumo de energía explican, que por cada incremento porcentual que tengan, la producción aumenta en (0.27%), (0.72%), (0.09%) y (0.003%) respectivamente.

Sin embargo, por cada trabajador nuevo que ingrese a la planta de personal permanente, la producción tiene un incremento de 0.0006%. Los coeficientes de todas estas variables mencionadas arrojaron los signos esperados y son estadísticamente significativas.

Las variables prestaciones sociales y número total de trabajadores tuvieron relación inversa respecto a la producción.

El estudio, encuentra que el clima en la agroindustria resultó no ser estadísticamente significativo. Por tanto el clima no es una variable que cause efecto sobre la producción promedio en este sector industrial (plantas extractoras específicamente), esto podría ser explicado posiblemente porque el departamento mantiene pocos niveles de volatilidad en esta zona del país.

Otros resultados importantes de este trabajo de investigación, se pueden notar en el cálculo del índice de la eficiencia técnica de la agroindustria de aceite de palma, que para el departamento del Magdalena no presentó una tendencia marcada durante el periodo 1992-2001.

En este sentido se puede inferir que tanto el departamento del Magdalena como la Región Caribe han mantenido un aceptable desempeño en productividad y eficiencia, particularmente durante los años 1995 y 1999. Para el caso de este departamento, esto podría ser el resultado de las economías de escala.

Por último se puede decir, que la dinámica de los costos laborales unitarios (CLU), en el sector de alimentos para el departamento del Magdalena en el periodo 1992-2001, registraron una tendencia decreciente, alcanzando su nivel más alto en 1992 con 28% y más bajo para 2001 con 9%.

Esta reducción de los CLU se ha visto reflejada en el incremento de la producción bruta, lo que se evidencia claramente en 1995, cuando la producción alcanzó 2.220'167 miles de pesos, creciendo a una tasa promedio anual de 44.8% en sólo tres años.

Como se anotó anteriormente, este trabajo representa un primer intento por evaluar el comportamiento de la agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena, sin embargo, es preciso realizar nuevos trabajos que tomen en consideración otros aspectos de estudio con el objeto de profundizar en el análisis y comprensión del tema, como son, agro combustibles y la seguridad alimentaria.

7. Bibliografía

Aguilera, M. (2002). Palma africana en la costa Caribe: un semillero de empresas solidarias. Banco de la República. Documentos de trabajo sobre economía regional, Cartagena, Colombia.

Álvarez, A. (2002). La medición de la eficiencia y la productividad. Ed. Pirámide. Madrid.

Autino, H. (2007). Nuevas oportunidades para un posicionamiento estratégico del aceite de palma en el mercado mundial: Determinantes de la competitividad de las semillas oleaginosas y los aceites vegetales en Argentina. Modulo 3, Volumen 28. Pág. 242 - 251.

Bakoume, C. (2007). Nuevas oportunidades para un posicionamiento estratégico del aceite de palma en el mercado mundial: Sector palmero en África. Modulo 3, Volumen 28.

Balcazar, A. (2005). Nuevas oportunidades para un posicionamiento estratégico del aceite de palma en el mercado mundial: Experiencias asociativas con pequeños productores para la expansión del cultivo de palma de aceite en Colombia. Modulo 3, Volumen 28. Pág. 297 – 320.

Barrios, G. (2003). La medición de la eficiencia técnica mediante el análisis envolvente de datos. Universidad Central Marta Abreu.

Barros, M., Díaz, R & Velásquez, O. (1979). Producción, mercadeo y utilización de los productos de la palma en el Magdalena. Santa Marta. Tesis Administración Agrícola. Universidad tecnológica del Magdalena del Magdalena. Facultad de Administración Agrícola. Pág. 149.

Bromberg, L. (2004). Estudio de Competitividad de la cadena de la palma de aceite. Memorias XXXII Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite.

Bonet, J. (1999). Documentos de economía regional. La agricultura del Caribe Colombiano, 1990-1998, No.12 Diciembre, 1999.

Cámara de Comercio de Santa Marta. (2001). Cadena productiva de oleaginosas, aceites y grasas; acuerdo regional de competitividad, núcleo empresarial Costa Atlántica Norte.

Cascante, H. (2007). Nuevas oportunidades para un posicionamiento estratégico del aceite de palma en el mercado mundial: Retos de la palma de aceite en Brasil: Amazonas y Biodisel. Modulo 3, Volumen 28. Pág. 236 - 241.

Castellano, C & Beltrán, F. (2001). Modelaje del precio del aceite de palma como mecanismo de cobertura de riesgo. Universidad de los Andes, Bogotá. Colombia.

Coelli, T., Prasada Rao, D.S & Battese, G. E. (1997), "An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis". Kluwer Academic Publishers.

Consejo Nacional de Política Económica y Social (Documento 3477). (2007). Estrategia para el desarrollo competitivo del sector palmero colombiano. DNP. Colombia.

Corredor, A. (2007). Nuevas oportunidades para un posicionamiento estratégico del aceite de palma en el mercado mundial: Evolución de la agroindustria de aceite de palma de 1996 a 2005. Modulo 3, Volumen 28. Pág. 217- 235.

Echavarría, J. J., Arbeláez, M. A & Rosales M. F. La productividad y sus determinantes: el caso de la industria colombiana. (2006).

Farrel, M. (1957). The meausrement of productive efficiecy. Jouenal of the royal Statical Society (Series A). Parte III. Pág. 253-290.

Chandran, MR. (2007). Nuevas oportunidades para un posicionamiento estratégico del aceite de palma en el mercado mundial: La industria del aceite de palma en Malasia. Modulo 3, Volumen 28. Pág. 252 – 256.

Koopmans, T.C. (1951). Analysis of Production as an Efficiency Combination of Activities", en T. C. Koopmans (ed.), Activity Analysis of Production and Allocation, Wiley, New York.

Escobar, G., Peralta, R & Alpízar, F. (1994). Perspectivas para el desarrollo de la industria de la palma de aceite a nivel mundial. Pág. 51-59. Estadísticas Fedepalma, 1996 y 1999. Consultado en: http://www.fedepalma.com/palma.htm.

Fedepalma, (2007). Consultado en: http://www.fedepalma.com.

Martinez, A. (2000). *Economic Grow and Quality of Life: Threshold Hypotheses*, Ecological Economics, vol. 15, 1995, pp. 115.

Martínez, H. & González, E. (2005). *La cadena de oleaginosas, grasas y aceites en Colombia: Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005*. Documento de trabajo N° 93. Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural – Observatorio Agro cadenas. Colombia.

Mingorance, F., Minelli, F & Le Du, H. (2004). El cultivo de la palma de aceite en el Chocó: legalidad ambiental, territorial y derechos humanos. Human Rights Everywhere-Derechos humanos para todos (HRVE). Pág. 50.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2001). Cadena Productiva de Oleaginosas, Aceites y Grasas. Acuerdo Regional de Competitividad Núcleo Empresarial Costa Atlántica Norte. Cámara de Comercio. Santa Marta.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio Agrocadenas Colombia. La cadena de oleaginosas, grasas y aceites en Colombia: Una mirada de su estructura y dinámica 1991-2005. Documento de trabajo Nº 93, Diciembre de 2005.

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Estructura productiva y de comercio exterior del departamento de Magdalena. Diciembre de 2004.

Ministerio de Medio Ambiente. (2002). Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes. Bogotá.

Pérez, C., Robles, N., Sierra, D & Andrade, Z. (1985). Incidencias socioeconómicas de la sustitución del banano por la palma africana. Tesis Economía Agrícola. Universidad Tecnológica del Magdalena. Facultad de Economía Agrícola. Santa Marta. Pág. 120

Porter, M. (1990). The competitive advantage of nations. New York: Basic Books.

Quintero, J. (2006) Competitividad en la industria de Cartagena: Un análisis de eficiencia técnica en el periodo 2001-2004. Series de Estudios sobre Competitividad de Cartagena. Observatorio del Caribe. Cámara de Comercio de Cartagena.

Rodriguez, E & Obredor, E. (1979). Costos e incidencias del cultivo de palma africana en la Zona Bananera. Tesis Economía Agrícola. Universidad Tecnológica del Magdalena. Facultad de Economía Agrícola. Santa Marta. Pág. 120.

Rodríguez, R. (2005). Desarrollo del racimo y formación de aceite en diferentes épocas del año según las condiciones de la Zona Norte. Palmas Volumen 26 No. 4.

Romero, J. (2006). Movilidad Social, Educación y Empleo: Los retos de la política económica en el departamento del Magdalena. Cartagena de Indias. Banco de la República, Centro de Estudios Económicos Regionales. Pág. 9 – 12.

Sarria, P., solano, A & Preston, T. (1990). Utilización de jugo de caña y cachaza panelera en la alimentación de cerdos. Livestock Research for Rural Development Volume 2, Number 2. Cali. Colombia.

Seiford, L & Thrall, R. (1990). Recent develoments in DEA. The mathematical programming approach to frontier analysis. Journal of econometrics. Págs. 7-38.

Solow, Robert. (1957). "Technical Change and the Aggregate Production Function". *The Review of Economics and Statistics.* Volume 39, Issue 3.

Universidad Nacional De Colombia. (2005). La academia y el sector rural. Bogotá. Facultad de Ciencias Económicas Investigaciones para el Desarrollo. Primera edición. Octubre de 2005. 189 p.

Williams, (2007). Nuevas oportunidades para un posicionamiento estratégico del aceite de palma en el mercado mundial: Competitividad del aceite de palma; PT Socfindo como un ejemplo de indonesia. Modulo 3, Volumen 28. Pág. 308 – 32

ANEXOS

Anexo 1. Conceptos de productividad y costo laboral unitario

Según la teoría económica, la productividad puede ser calculada a través de tres procedimientos:

- La productividad del capital [Valor agregado / Capital]

- La productividad laboral [Valor agregado / Remuneraciones totales]

- La productividad total de los factores [Valor agregado / Remuneraciones totales + Capital]

La primera estima la eficiencia del capital y demuestra que tanto contribuye cada unidad de capital empleado en el proceso productivo en el valor agregado y por tanto en la producción bruta.

La segunda hace alusión a la eficiencia del trabajo en las actividades correspondientes a la producción, señalando el aporte que cada unidad de trabajo hace al valor agregado, y en última instancia a la producción bruta.

Por último, la productividad de los factores asocia tanto la eficiencia de los trabajadores, como la inversión en maquinarias, equipos y tecnologías y la efectividad en las actividades productivas, incorporadas en la generación del producto bruto o el valor agregado.

Para construir un indicador que muestre la cantidad de salidas (producto) con relación a la cantidad de entradas (materias primas) totales en el proceso de producción y que demuestre el rendimiento de todas las operaciones de la industria, es necesario establecer una división entre la producción bruta y el consumo intermedio. Si la relación obtenida es baja,

entonces la eficiencia en las actividades productivas y en la combinación de los factores será igualmente baja, y por consiguiente también se dará una menor eficiencia en la combinación de todos los recursos existentes empleados.

Para este caso, un indicador superior a 1, significa que por cada peso gastado en insumos y materias primas (consumo intermedio), entonces se obtendrá más de 1 peso en producción bruta.

La productividad de una empresa está claramente determinada por el uso efectivo que esta haga de sus recursos. Cuanto más eficiente sea una empresa en la asignación de sus recursos y factores, mucho más productiva y competitiva será.

En este sentido, una empresa será mucho más competitiva en tanto consiga producir a bajos costos y logre suministrar los bienes y servicios que produce mucho más eficaz y efectivamente que sus competidores en la industria.

Esto implica que dentro de cada empresa se debe dar un fuerte interés por ejecutar procesos continuos de cambio y mejoras técnicas, que aseguren su permanencia en el mercado.

De modo que el análisis de la productividad es de suma importancia si se entiende que es un indicador de la eficiencia en la utilización de los insumos y factores en los procesos de producción de bienes y servicios, y que además, se convierte en un elemento relevante al momento de afrontar los desafíos que implican la globalización y el libre comercio y la creciente aparición de nuevos competidores.

En consecuencia, los efectos de un incremento en la productividad laboral se ven reflejados en firmas mucho más competitivas, gracias a una alta eficiencia en sus procesos de producción.

El costo laboral unitario se calculó (CLU) como la razón (Remuneraciones reales por trabajador) / (Valor agregado real por trabajador). Las remuneraciones incluyen las prestaciones formales e informales, tales como las primas, vacaciones, cesantías, entre otras. Pero no se incluyen las cotizaciones a la seguridad social realizadas por los empleadores.

El (CLU) representa entonces el costo en el cual incurren las empresas para remunerar el trabajo de cada empleado participante en las actividades productivas. De forma que el costo laboral disminuye en tanto el aporte que cada empleado hace al proceso de producción aumenta, manteniéndose constantes las remuneraciones que se les paga.

En tal sentido, la reducción de los costos laborales cobra gran importancia si se tiene en cuenta que su papel es trascendental cuando trata de enfrentar los rigores de un mercado competitivo.

Anexo 2. Estimaciones de la productividad y eficiencia productiva de la agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena

Años	Productividad del capital	Productividad laboral	Eficiencia productiva	Consumo en la generación de valor	Costo Laboral Unitario	Eficiencia técnica
1992	1,32	3,60	1,36	2,08	0,28	1.000.057
1993	1,94	5,25	1,30	1,74	0,19	.9999716
1994	1,33	5,72	1,44	1,72	0,17	.9999961
1995	1,13	6,82	1,36	2,46	0,15	1.000.041
1996	1,91	8,48	1,36	1,47	0,12	100.014
1997	2,03	7,74	1,32	1,54	0,13	1.000.287
1998	1,34	7,28	1,46	1,65	0,14	.9998099
1999	2,17	8,24	1,36	1,28	0,12	.9993016
2000	1,79	8,64	1,44	1,26	0,12	1.000.101
2001	2,93	11,62	1,44	0,78	0,09	1.000.296
Crec. % 1992-1996	9,6	23,9	-0,1	-8,3	-19,3	-43,8
Crec. % 1997-2001	9,5	10,7	2,1	-15,5	-9,6	0,0
Crec. % 1992-2001	9,2	13,9	0,6	-10,3	-12,2	0,0

Fuente: cálculos del autor, datos del DANE.

Anexo 3. Estimaciones de la productividad y eficiencia productiva de la agroindustria de aceite de palma en la Región Caribe

Años	Productividad del capital	Productividad laboral	Eficiencia productiva	Consumo en la generación de valor	Costo Laboral Unitario	Eficiencia técnica
1992	1,37	3,75	1,39	2,54	0,27	1,029
1993	0,77	2,41	1,27	3,69	0,42	0,9738094
1994	0,79	3,40	1,40	2,53	0,29	0,9364942
1995	0,87	4,33	1,46	2,16	0,23	1,022
1996	0,60	3,65	1,40	2,50	0,27	0,9738635
1997	0,66	3,70	1,44	2,27	0,27	1,025
1998	0,63	3,94	1,43	2,31	0,25	1,041
1999	0,62	4,08	1,46	2,19	0,25	1,0389
2000	0,59	3,93	1,45	2,20	0,25	0,9855564
2001	0,39	4,64	1,62	1,61	0,22	0,9789179
Crec. % 1992-1996	-18,8	-0,7	0,1	-0,3	0,7	-1,4
Crec. % 1997-2001	-12,1	5,9	3,0	-8,1	-5,5	-1,1
Crec. % 1992-2001	-12,9	2,4	1,7	-4,9	-2,3	-0,6

Fuente: cálculos del autor, datos del DANE.

Anexo 4. Resultados de la estimación de una frontera de producción Cobb-Douglas para la agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena

Primer modelo:

Linear regression

Number of obs	= 10
F(8, 1)	= 38.22
Prob > F	= 0.0002
R-squared	= 0.8442
Root MSE	= .00012

ln_producc~n	Coef.	Robust Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
ln_capital	.2739073	.0004857	563.91	0.001	.2677355	.280079
ln_salarios	.0965742	.0019973	48.35	0.013	.0711967	.1219518
ln_prestac	-.0580169	.0012381	-46.86	0.014	-.0737487	-.0422851
ln_consumo	.724914	.0005754	1259.93	0.001	.7176034	.7322246
ln_energia	.0039899	.0002387	16.72	0.038	.0009573	.0070225
lp	.0000592	1.97e-06	30.03	0.021	.0000342	.0000843
lt	-.0000651	2.56e-06	-25.43	0.025	-.0000976	-.0000325
rendimientos	.0019523	.0009474	2.06	0.288	-.0100857	.0139904
_cons	.0993316	.0111683	8.89	0.071	-.042575	.2412382

Estimación propia con base en el modelo:

$$Ln\,(Q_t) = \beta_0 + \beta_1 Ln(K_t) + \beta_2 Ln(W_t) + \beta_3 Ln(P_t) + \beta_4 Ln(C_t) + \beta_5 Ln(E_t) + \beta_6 Lp_t + \beta_7 Lt_t + v_t - u_t$$

Anexo 5. Resultados de la estimación de una frontera de producción Cobb- Douglas para la agroindustria de aceite de palma en el departamento del Magdalena

Segundo modelo:

Linear regression

Number of obs	= 10
F(7, 2)	= 68.57
Prob > F	= 0.0004
R-squared	= 0.8173
Root MSE	= .00019

ln_producc~n	Coef.	Robust Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
ln_capital	.2738222	.0006938	394.67	0.000	.270837	.2768074
ln_salarios	.0963371	.0034331	28.06	0.001	.0815655	.1111087
ln_prestac	-.0580821	.0020912	-27.77	0.001	-.0670799	-.0490842
ln_consumo	.7257965	.0005508	1317.64	0.000	.7234265	.7281665
ln_energia	.0038738	.0005454	7.10	0.019	.001527	.0062207
lp	.0000571	2.87e-06	19.91	0.003	.0000448	.0000695
lt	-.0000632	3.54e-06	-17.87	0.003	-.0000784	-.000048
_cons	.099803	.0201182	4.96	0.038	.0132413	.1863646

Estimación propia con base en el modelo:

$$Ln\,(Q_t) = \beta_0 + \beta_1 Ln(K_t) + \beta_2 Ln(W_t) + \beta_3 Ln(P_t) + \beta_4 Ln(C_t) + \beta_5 Ln(E_t) + \beta_6 Lp_t + \beta_7 Lt_t + v_t - u_t$$

Anexo 6. Resultados de la estimación de una frontera de producción Cobb-Douglas para la agroindustria de aceite de palma en la Región Caribe (1992 - 2001)

Linear regression

Number of obs	= 10
F(7, 2)	= 33.56
Prob > F	= 0.0008
R-squared	= 0.9641
Root MSE	= .04081

ln_producc~n	Coef.	Robust Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
ln_capital	.2738222	.0005744	476.70	0.000	.2713507	.2762937
ln_salarios	.0963371	.0052808	18.24	0.003	.0736156	.1190585
ln_prestac	-.0580821	.0030114	-19.29	0.003	-.0710389	-.0451252
ln_consumo	.7257965	.0006366	1140.03	0.000	.7230572	.7285358
ln_energia	.0038738	.0009242	4.19	0.052	-.0001026	.0078502
lp	.0000571	3.85e-06	14.84	0.005	.0000406	.0000737
lt	-.0000632	4.80e-06	-13.17	0.006	-.0000838	-.0000425
_cons	.099803	.0343896	2.90	0.013	-.0481635	.2477694

Estimación propia con base en el modelo:

$$Ln\,(Q_t) = \beta_0 + \beta_1 Ln(K_t) + \beta_2 Ln(W_t) + \beta_3 Ln(P_t) + \beta_4 Ln(C_t) + \beta_5 Ln(E_t) + \beta_6 Lp_t + \beta_7 Lt_t + v_t - u_t$$