Cambio del patrón de energía para producir carne: Las dietas altas en grasas basadas en aceite de palma, una oportunidad para los países tropicales

Changing the Energy Pattern to Produce Meat: High Fat-Diets Based on Palm Oil, an Opportunity for Tropical Countries

Álvaro Ocampo D.[1]
Ian J. Lean[2]

Resumen

El uso de aceite de palma como principal fuente para el suministro de energía (en vez de cereales para producir carne de cerdo) ofrece a los países tropicales en vía de desarrollo la oportunidad de crear un sistema de producción de carne de cerdo basándose en un recurso disponible localmente. Se estima que para suministrar el alimento (elemento energético) requerido para producir un peso vivo similar (en kg) en cerdos en engorde, al comparar un sistema con otro, el de alimentación con aceite de palma requiere entre 42 y 76% menos superficie de terreno y entre 63 y 85% menos consumo de energía que el de alimentación a base de maíz. Un estudio de la utilización de productos de palma de aceite en la cría de cerdos demuestra que todos los productos y subproductos obtenidos como resultado del proceso de extracción del aceite de palma pueden considerarse como sustituto de los cereales en las dietas para engordar cerdos. Se ha observado que la composición de los ácidos grasos del tejido del gordo del lomo y la grasa intramuscular en el *Longissimus dorsi* es similar en los animales alimentados con una dieta a base de maíz y en los que reciben otra a base de aceite de palma. Se han utilizado en la cría de cerdos dietas altas en grasa sin que se observe aumento en la acumulación de grasa. Es posible producir igual calidad del gordo del lomo y de la carne si se sustituye una dieta rica en carbohidratos (maíz) por otra con alto contenido de lípidos basada en aceite de palma y en la que el contenido de vitamina E de la carne es mayor en la dieta con aceite que con la de maíz.

Palabras Clave

Usos aceite de palma,
Carne de cerdo,
Alimentación animal.

Summary

The use of palm oil as the main energy supply source instead of cereals to produce pigmeat, offers the opportunity for developing tropical countries to develop a pigmeat production system based on a locally available resource. It is estimated that to supply the feed (energy component) required to produce a similar live-weight (kg) of growing-fattening pigs, between 42 and 76 % less land area and between 63 and 85% lower energy input to produce this feed are required, in the palm oil feeding system compared to the maize feeding system. A review of the use of oil palm products in pig production, demonstrates that all the

1 . Investigador, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, km 12 vía Apiay, Villavicencio, Colombia. E-mail: aocampo@andinet.com
2. Senior Lecturer, Department of Agricultural Sciences, Imperial College London, Wye Campus, Ashford, Kent TN25 5AH, United Kingdom. E-mail: I.lean@imperial.ac.uk
Nota: Traducido por Fedepalma.

products and by-products produced as a result of the palm oil extraction process might be used as substitutes for cereals in growing-fattening pig diets. The fatty acid composition of backfat tissue and marbling fat in the *Longissimus dorsi* has been found to be similar in animals fed a maize based diet compared to a palm oil based diet. High fat diets have been used in pig production without an increase in fat deposition. It is possible to produce similar backfat and meat quality by substituting a carbohydrate (maize) based diet with a high lipid content diet based on palm oil, and in which the vitamin E content of the meat is higher in the oil diet.

Introducción

El siglo XXI enfrenta el reto de acrecentar cada vez más la producción de alimentos a fin de satisfacer la demanda en aumento que existe debido a una población siempre más numerosa y, asimismo, para reducir el número de personas que sufre de desnutrición. Los objetivos deben alcanzarse a través del desarrollo de sistemas de producción convenientemente ambientales, los cuales exigen menos insumos y máximos rendimientos y secuestro de carbono. Esto debería ofrecer beneficios sociales y económicos a todos los miembros de la sociedad.

En los países en desarrollo, 792 de sus 4.400 millones de habitantes no tienen suficientes medios para comer (FAO, 2000), lo que constituye un gran reto a enfrentar. Paradójicamente, en esos países la competencia entre los cereales consumidos por el hombre y los utilizados para alimentar a los animales ha aumentado durante la última década. Al hacer una comparación con el período anterior, en éste las importaciones de cereales y de maíz han crecido en los países en vía de desarrollo, por uno de dos o tres factores. Aproximadamente 50% de la producción total de grano se utiliza en la nutrición de animales y, de acuerdo con los aumentos previstos para el futuro en cuanto al consumo de carne en el mundo en vía de desarrollo (Delgado *et al.*, 1999), la demanda de cereales podría aumentar sustancialmente, ya que las carnes más consumidas (cerdo y aves de corral) se producen empleando los cereales como principal fuente de energía.

Se requieren alternativas para desarrollar sistemas de producción que saquen partido de las condiciones geográficas y biofísicas en los países en vía de desarrollo, especialmente en aquellos que se encuentran en áreas tropicales. En particular, la producción de carne de cerdo basada en fuentes de energía distintas a los cereales podría ofrecer la oportunidad de aumentar la producción de carne y al mismo tiempo reducir la competencia que hay en el consumo de cereales por hombres y animales.

En los países tropicales en vía de desarrollo los productos y subproductos obtenidos del cultivo de la palma de aceite (como por ejemplo el fruto entero, el aceite de palma el residuo fibroso rico en aceite, el efluente de las plantas de aceite de palma y la harina de palmiste) representan fuentes alternativas que bien podrían utilizarse en la nutrición de animales, como sustituto de los cereales, para producir carne de cerdo (Ocampo, Lean, 1999).

La utilización de productos principales y derivados del cultivo de la palma de aceite como principal fuente de energía (en vez de los cereales en los sistemas de producción de carne de cerdo) implica la creación de un sistema productivo basado en las ventajas geográficas y geofísicas de las regiones tropicales. Esta alternativa satisface también los criterios básicos correspondientes al desarrollo de sistemas apropiados y sostenibles en los trópicos y que llenen los requisitos de eficacia en cuanto a energía, integración (reciclado de cultivos y cría de animales y nutrientes), así como una alta producción de biomasa.

Países en vía de desarrollo ante el reto de la demanda de alimento y nutrición

Se espera que en el año 2050 la población mundial llegue a ser cercana a los 10 mil millones de personas (FAO, 2000). La demanda de alimento, energía y otros recursos aumentará año tras año en un mundo en el que 4.400 millones de personas viven en países en vía de desarrollo y de los cuales hay 792 millones que no tienen suficientes medios para procurarse comida (FAO, 2000), dichos países en vía de desarrollo se encuentran ante el gran reto de satisfacer sus necesidades (Brown, Kane, 1994).

Los últimos cálculos indican que 826 millones de personas estaban desnutridas en el período 1996-1998, lo que representa que no hubo ningún cambio durante los años 1995-1997. En

la India presentaron desnutrición 208 millones de personas y esa cifra ascendió a 186 millones en el subsahara africano, 167 millones en otros países de Asia y del Pacífico, 140 millones en China, 55 millones en Latinoamérica y el Caribe, así como 36 millones en el norte y noreste de África (FAO, 2000).

Se consideró que un aumento anual de la población correspondiente a 80 millones anuales requiere de un aumento anual de aproximadamente 26 millones de toneladas en la producción de grano (Crosson, Anderson, 1994). Para satisfacer la demanda mundial de cereales el promedio mundial de la producción de dicho alimento deberá aumentar de las 2,9 toneladas actuales a alrededor de 4,2 toneladas por hectárea en 2025 (Gregory, Ingram, 2000). Tal aumento debe hacerse cargo del desafío que implica una disminución en la disponibilidad de tierras de cultivo por persona, la cual es ahora inferior a la de hace una década (0,25 vs. 0,22 hectáreas *per cápita*, World Resources Institute *et al.*, 1998). Por otra parte, el aumento en el promedio anual de la producción total de arroz, trigo y maíz en cáscara en los países en vía de desarrollo disminuyó entre los períodos 1963/83 y 1983/93 de 3,3, 5,1 y 3,8% a 1,8, 2,5 y 3,4%, respectivamente (FAO, 1999).

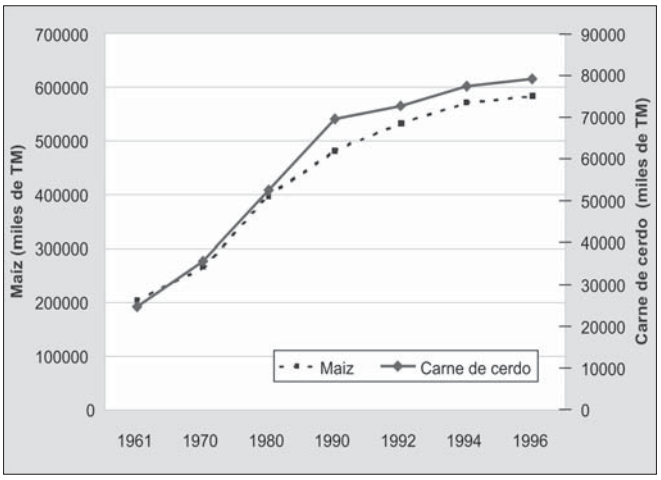
La creciente demanda de alimentos trae consigo nuevos retos para los proyectos de investigación y desarrollo, así como para la investigación científica. De acuerdo con Gregory e Ingram (2000) los principales retos científicos son:

- Mejorar las plantas de cultivo para aumentar la producción y disminuir la dependencia de los agroquímicos.
- Mejorar los sistemas de producción de cultivos y bosques para minimizar la ineficacia del empleo de insumos (especialmente químicos) y lograr un máximo secuestro de carbono.
- Desarrollar mejores modelos de análisis de sistemas y métodos de mejoramiento.

En el caso de los países en vía de desarrollo los retos parecen ser más complejos, debido a la creciente competencia observada en la demanda de cereales destinados al consumo por el hombre o a la alimentación del ganado. En este último caso, particularmente en lo que se refiere a la demanda de maíz, en los países en vía de desarrollo se ha observado un crecimiento de manera exponencial con respecto a la década anterior, durante la cual aproximadamente 50% de la producción total de granos se utilizó en la nutrición de animales, en tanto que en los países desarrollados la proporción destinada a ese fin correspondió al 64% (World Resources Institute *et al.*, 1998). El saldo líquido entre producción y demanda de granos en trece países densamente poblados (países tropicales en su mayoría) es negativo (Brown, Kane, 1994).

La producción mundial de carne de cerdo y de maíz muestra las mismas tendencias. En ambos sistemas la producción aumentó rápidamente entre 1960 y 1990, pero a partir de entonces la tasa de crecimiento ha disminuido (Figura 1). Tomado como función del aumento de población y tasa decreciente de la producción mundial de maíz, lo cierto es que el consumo *per cápita* de este cereal ha disminuido a escala mundial (FAO, 1998).

La producción de cereales durante el período transcurrido entre 1990 y 2001 mostró una baja tasa de crecimiento. En algunos casos, como en los países latinoamericanos y del Caribe, ha aumentado debido principalmente a una mejora en la producción de maíz (Tabla 1). El déficit de cereales y de maíz existente en los países en vía de desarrollo resulta claramente observable por el aumento en las importaciones de cereales y



Fuente: FAO, 1998.

Figura 1 Tendencias de la producción mundial de carne de cerdo y maíz en el período 1960-90

Tabla 1 Producción de cereales y de maíz entre 1990 y 2001

	Total cereal Toneladas (millones)				Total maíz Toneladas (millones)			
Región	1990	1994	1998	2001	1990	1994	1998	2001
Desarrollada	913,3	857,6	858,2	854,8	272,8	334,1	333,1	327,1
En vía de desarrollo	1.038,0	1.099,0	1.224,0	1.189,0	210,4	235,0	281,7	272,3
África	92,7	110,8	118,7	112,9	37,6	44,0	39,8	41,6
Asia	—	923,5	1.006	973,4	—	135,8	174,7	153,2
Unión Europea	188,3	176,2	213,7	205,2	24,2	29,6	36,4	40,9
Latinoamérica y Caribe	99,1	119,9	130,5	149,3	49,6	69,6	75,8	85,6
Oceanía	23,9	16,3	33,4	31,9	0,39	0,35	0,46	0,57
Estados Unidos	312,4	355,8	349,4	320,5	201,5	255,3	247,8	235,0

Fuente: FAO, 2001.

de maíz, las cuales en algunos casos han llegado a ser dos o tres veces mayores que las de hace una década (Tabla 2).

En África y los países de Latinoamérica y del Caribe el valor en dólares de este aumento es alto en las importaciones de cereal y de maíz. Entre 1991 y 1999 en África el valor aumentó de 4,5 a 5,5 y de 0,6 a mil millones de dólares estadounidenses para los cereales y el maíz, respectivamente. El aumento fue mayor en los países de Latinoamérica y el Caribe (de 3,5 a 5,5 y de 0,6 a 1,6 miles de millones de dólares estadounidenses para los cereales y el maíz, respectivamente). Los países desarrollados, por el contrario, tuvieron una reducción de c. 20% en las importaciones durante ese mismo período.

Esta situación es atribuible, en parte, a un aumento en la utilización de cereales (principalmente maíz) en la alimentación de los animales, lo cual indica un aumento también en la producción de carne obtenida de animales no rumiantes. La producción de carne en los países en vía de desarrollo aumentó 60% entre 1991 y 1999, pero disminuyó 0,5% en los países desarrollados (FAO, 2001).

De acuerdo con Delgado *et al.* (1999), las proyecciones establecidas para la demanda mundial de alimentos en el futuro, especialmente en los países en vía de desarrollo, generará una gran demanda de productos derivados del ganado. Dichos autores le han dado el nombre de "próxima revolución alimenticia" por las

Tabla 2 Importaciones de cereales y de maíz entre 1993 y 1999

	Total cereal Toneladas (millones)				Total maíz Toneladas (millones)			
Región	1993	1995	1997	1999	1993	1995	1997	1999
Países desarrollados	108,1	92,4	94,6	98,2	37,1	31,6	29,9	31,9
África	35,3	35,0	37,2	38,7	7,7	6,8	7,6	8,5
Asia	103,4	123,2	112,7	117,6	36,5	46,5	41,1	39,3
Unión Europea	33,5	39,1	39,7	41,7	9,4	11,0	10,0	10,9
Latinoamérica y Caribe	27,8	30,7	31,1	40,6	5,9	10,0	10,4	14,4
Oceanía	0,87	1,2	0,98	1,06	0,02	0,04	0,01	0,02
Estados Unidos	4,6	4,9	5,9	5,6	0,35	0,29	0,30	0,46

Fuente: FAO, 2001.

Tabla 3 Tendencias estimadas en el consumo de carne, 1993-2020

Región	Aumento anual de consumo total previsto para el período 1993-2020 (porcentaje)	Consumo total en 2020 (toneladas)	Consumo *per cápita* en 2020 (kilogramos)
China	3,0	85	60
Otros países del oriente asiático	2,4	8	67
India	2,9	8	6
Otros países del sur asiático	3,2	5	10
Sudeste asiático	3,0	16	24
Latinoamérica	2,3	39	59
Occidente asiático y norte de África	2,8	15	24
Subsahara africano	3,5	12	11
Mundo en vías de desarrollo	2,8	188	30
Mundo desarrollado	0,6	115	83
Mundo	1,8	303	39

Fuente: Delgado, *et al*. 1999.

implicaciones que como resultado de esos cambios podría tener en los sistemas de cría de animales y en la demanda de alimentos.

Los cambios previstos sugieren que China, otros países asiáticos y de Latinoamérica serán responsables de la mayor proporción del aumento en el consumo de carne (Tabla 3). Aproximadamente 90% del aumento en la demanda mundial de carne surgirá de los países en vía de desarrollo (Delgado *et al.*, 1999).

Para satisfacer el aumento previsto en la demanda mundial de carne, en 2002 deberán utilizarse como alimento 292 millones adicionales de toneladas de cereales, es decir, aproximadamente 46% más que en 1993. En el mundo en vía de desarrollo el total de cereales empleados como alimento se calcula que aumentará de 194 (en 1993) a 409 (en 2020) millones de toneladas.

De acuerdo con Delgado *et al.* (1999) los países en vía de desarrollo serán responsables del 82% del aumento en el consumo mundial de cereales y en 2020 esos países representarán 65% de la demanda mundial de dicho alimento.

Es muy poco probable que los países en vía de desarrollo lleguen a ser autosuficientes en la producción de cereales. La creciente demanda de cereales por los sistemas de cría de ganado (de no rumiantes) aunada a la demanda de una población cada vez más numerosa aumenta la dependencia de esos países a aquellos otros que sí son verdaderos productores de cereales y que forman parte del mundo desarrollado.

En consecuencia, los países en vía de desarrollo necesitan encarar los retos de la demanda de alimentos (cereales), la demanda actual y la prevista de carne (desarrollo de la ganadería), la presión ambiental en las actividades agrícolas y los recursos naturales, la estabilidad económica (balanza comercial) y aumentar su seguridad alimenticia, un cambio en el patrón de energía basado en los cereales para alimentar a los animales, en particular a aquellos que se utilizan para la producción de los tipos de carne de mayor consumo (cerdo y aves de corral).

Se requieren alternativas para aumentar la producción de carne de cerdo en los países en vía de desarrollo, especialmente en los países tropicales. Una de esas alternativas es el aceite de palma, que se obtiene del cultivo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* y *Elaeis oleifera*).

La palma de aceite es el principal cultivo que proporciona energía para la producción de carne en condiciones tropicales

El desarrollo del cultivo de la palma de aceite ha estado dirigido a aumentar la productividad de aceite en condiciones tropicales. Considerar el

cultivo de la palma de aceite como una posibilidad de suministrar la energía necesaria para la cría de ganado extenderá su uso potencial y apoyará la autonomía de los países tropicales que intentan crear y aumentar los sistemas de cría de animales (Ocampo, 1995a; Ocampo, 1995c; Ocampo, 1996a; Ocampo, 1998).

La producción de aceite de palma ha aumentado de manera continua durante las últimas cuatro décadas, especialmente entre 1970 (3,7 millones de hectáreas) y 1990 (5,8 millones de hectáreas) (FAO, 1998). En cuanto a la producción mundial de aceites y grasas (109,12 millones de toneladas anuales), el aceite de palma con un aporte de 20,47 millones de toneladas al año (aproximadamente 18,8%) ocupa un segundo lugar, sólo superado por el aceite de soya (24,73 millones de toneladas anuales) (Fedepalma, 2000). Se calcula que el total de la producción mundial de aceites y grasas después de 2005 llegará a ser de 120 millones de toneladas al año, con una contribución del aceite de palma correspondiente a alrededor de 25 millones de toneladas, en tanto que la producción anual de aceite de soya será de 24 millones de toneladas (MPOPC, 1997). En 1999 el consumo anual de aceite vegetal fue de 8,5 y 16,6 kilogramos *per cápita* en los países en vía de desarrollo y ya desarrollados, respectivamente (FAO, 2000).

En lo que a producción se refiere, el cultivo de palma de aceite (3.200 kg de aceite/ha/año) es el más efectivo con un volumen 9 veces superior al de la soya (351 kg de aceite/ha/año), 6,3 veces más que el de girasol (504 kg/de aceite/ha/año) y 5,6 toneladas más que el de colza (556 kg de aceite/ha/año). Si se considera una demanda mundial de aceite y grasa de aproximadamente 105 millones de toneladas, bien podría satisfacerse con 30 millones de hectáreas sembradas con palma de aceite, pero se requerirían en cambio 189 millones de hectáreas de colza y 209 millones de hectáreas de soya (MPOPC, 1997).

El rendimiento promedio de aceite de palma dado como equivalencia de energía de producción de biomasa es significativamente mayor que el de otros cultivos. El promedio de la palma de aceite es de 156.000 MJ/ha/año, comparado con 57, 49 y 41 MJ/ha/año de *Hipomoea batatas* (raíz), *Manihot esculenta* (raíz) y *Zea mays* (grano), respectivamente (Figueroa, 1996).

La gran producción de biomasa de palma de aceite demuestra una efectiva utilización de la energía solar, que se asocia con el área total de follaje verde permanente disponible para captar y sintetizar energía. El área de follaje por cada palma en el cultivo de palma de aceite se ha estimado entre 200 y 350 m^2 (Corley *et al.*, 1971).

El balance energético (valor de energía en GigaJoules por hectárea) de la palma de aceite es evidentemente más alto que el de otros cultivos de aceite. Wood y Corley (1991) calcularon el balance energético del cultivo de palma de aceite y lo compararon con otros sistemas agrícolas. Con base en un rendimiento promedio de 20 toneladas de racimos de frutas frescas por hectárea, se hizo un cálculo de la proporción costo rendimiento, tomando en consideración los costos causados por fertilizantes, químicos, mano de obra, transporte y maquinaria, requisitos de procesamiento y auxiliares. El aceite de palma, el aceite de palmiste y el pastel de palmiste se consideraron egresos. La proporción es de 1:9,5 para la palma de aceite, mientras que para el aceite de semilla de colza es 1:3,0 y de 1:2,5 para el de soya.

De acuerdo con los datos provistos anteriormente, es evidente que la palma de aceite representa una ventaja para los países en vía de desarrollo que se encuentran en regiones tropicales. Es un cultivo característico del trópico húmedo, tiene el mejor rendimiento en áreas ubicadas entre 10° al norte y al sur de la línea ecuatorial. Requiere de temperaturas entre 22 y 32°C, alta precipitación pluvial (2.500 y 3.500 mm por año), y se adapta a una amplia gama de suelos. La palma de aceite tiene una expectativa de vida útil de aproximadamente 25 años. Tres fases muy bien definidas caracterizan el ciclo vital de este cultivo: joven inmadura (0-3 años), joven madura (4-8) y la fase de cultivo madura (más de 8 años) (Hardter *et al.*, 1997).

Uso de la ventaja comparativa del cultivo de palma de aceite para suministrar la energía requerida para la producción de carne de cerdo

La necesidad de mejorar la eficiencia ambiental y de la energía en los sistemas de producción agrícola es bien conocida por todos. El reto que

presenta un aumento en la producción de alimentos tiene que incorporar estos criterios, si se tienen un objetivo a largo plazo y una expectativa de producción estable. En este sentido, el uso de las ventajas regionales y locales desempeñará una importante función y mejorará la seguridad alimentaria de los países. Es preciso que los países en vía de desarrollo enfrentados a escasez de alimentos, aprovechen sus recursos y potenciales, tanto regionales como locales.

Al tomar en consideración la eficiencia ambiental y energética, las ventajas naturales y geográficas, y los recursos de que se dispone en los países tropicales, la oportunidad para aumentar la producción de energía (como componente alimentario) para los sistemas ganaderos, especialmente los de la producción de porcina (cerdos en crecimiento y engorde), es más viable utilizar el cultivo de palma de aceite que el de cereales (grano de maíz).

En la Tabla 4 se presenta un análisis comparativo de la demanda de cereal o de aceite de palma (como fuentes de suministro de energía), y el área requerida para producir 1 millón de kilogramos de peso vivo de cerdo. El análisis se hace para cerdos en engorde (25 a 90 kg peso vivo) y toma en cuenta estándares promedio para los sistemas porcinos con base en dietas de cereales (maíz) y dietas con lípidos (aceite de palma).

Para suministrar el alimento (componente de energía) requerido para producir un millón de kilogramos de peso vivo de cerdo en un sistema porcino de animales en crecimiento y engorde, se requiere 42, 66 o 76% menos área en el sistema alimentario con aceite de palma que en el sistema a base de maíz, de acuerdo con las condiciones respectivas de los países desarrollados y de los países en vía de desarrollo. Más importante aún, el insumo de energía necesario para producir este alimento es 63, 79 ó 85% menor en el sistema alimentario de aceite de palma que en el sistema de maíz, para las condiciones mundiales, de los países desarrollados y de los países en vía de desarrollo, respectivamente.

Tabla 4 Análisis comparativo del maíz o del aceite de palma requerido para producir un millón de kilogramos de peso vivo de cerdo, en un sistema porcino de animales en engorde basado en dietas que utilizan carbohidratos o lípidos como principal fuente de energía

Detalle	Dieta de maíz (Carbohidratos)	Dieta de aceite de palma (Lípidos)
Ingesta diaria de alimento, kg (a)	2,1	0,480
Ganancia diaria de peso, kg	0,780	0,600
Ganancia de peso vivo: alimento/, kg (a)	2,7	0,8
Total de alimento requerido para producir 1 millón de kilogramos de peso vivo de cerdo, ('000.000) kg	2,7	0,8
Producción de maíz, tonelada por hectárea (b)		
Mundo	4,3	
Países desarrollados	7,2	
Países en vía de desarrollo	2,9	
Producción de aceite de palma, tonelada por hectárea (c)		3,7
Área requerida para producir la cantidad total de alimento, ha (a)		
Mundo	628	
Países desarrollados	375	
Países en vías de desarrollo	931	216
Energía requerida como insumo para producir el alimento total, GJ (a) (d)		
Mundo	18.840	
Países desarrollados	11.250	
Países en vía de desarrollo	27.930	4.147

a. Se incluye únicamente el componente de la dieta. Se supone que el maíz corresponde a 70% de la ingesta total de una dieta típica de maíz y soya. Las ganancias diarias se calculan con base en el Anuario Porcino 2000 (Pig yearbook, 2000), NRC (1998 y Ocampo y Lean, 1999) y los resultados presentados en este trabajo.
b. Promedio de los años 1999, 2000 y 2001 basado (a) en FAO, 2002.
c. Fedepalma, 2000.
d. Basado en Wood y Corley, 1991. Para los cálculos de maíz, se empleó un valor de insumo de energía similar para todas las categorías.

Tabla 5 Análisis comparativo de costos de alimento (componente energético) para producir 1 millón de kilogramos de peso vivo de cerdo en un sistema porcino de animales en crecimiento y engorde basado en dietas en las que se utilice maíz o aceite de palma, como la principal fuente de energía en escenarios internacionales y colombianos

	Escenario internacional (a)		Escenario colombiano (b)	
Detalle	Maíz	Aceite de palma	Maíz	Aceite de palma
Precio promedio, US$ por tonelada	90	310	177	483
Alimento total requerido para producir 1 millón de kilos de peso vivo, miles de toneladas	2,7	0,8	2,7	0,8
Costo total del alimento miles de US$	243	248	477,9	386,4

a. Precio del maíz basado en National Agricultural Statistic Service, 2002 - USA; precio del aceite de palma basado en Fedepalma, 2000.
b. Precio del maíz importado basado en Fenalce, 2002; precio del aceite de palma basado en Fedepalma, 2000.

En la Tabla 5 se hace una comparación de costos entre el escenario mundial y el colombiano, para producir 1 millón de kilogramos de peso vivo de cerdo. El costo de la alimentación (maíz o componente de aceite de palma a precios del año 2000) es muy similar en un escenario internacional. El empleo de aceite de palma en el escenario colombiano reduce el costo en 19% en comparación con el maíz, reflejando el precio de maíz importado en este país. En el año 2000, Colombia importó 1,9 millones de toneladas de maíz, lo que implica un aumento del 8,5% comparado con las importaciones hechas en 1999 (Fenalce, 2002). En 2000 se sacrificó en Colombia 1,24 millones de cerdos. Un aumento del 3,5% sobre el año anterior (Asociación Colombiana de Productores de Carne de Res, 2001, Colombian Association of Pig Producers, 2001).

Aceite de palma como fuente eficaz de energía en la cría de cerdos

La incorporación de aceite entre 2 y 8% del total de la material seca reduce las impurezas, mejora el sabor e incrementa la densidad de energía de las raciones de cerdo. De igual manera, se obtiene una mejora en la ganancia diaria, la eficiencia alimentaria y el desarrollo muscular, y no se afectan las características del animal muerto (Babatunde *et al.*, 1974; Devendra y Fong, 1978; Devendra y Hutagalung, 1978; Balogun y Fetuga, 1984).

Ocampo y Lean (1999) publicaron un amplio estudio acerca de los usos del aceite de palma y de los productos derivados de la palma de aceite que se utilizan en la cría de cerdos. Los autores indicaron la conveniencia de incluir un alto porcentaje de aceite de palma (45 a 50% de la material seca total) en las dietas de los cerdos, demostrando que esta fuente de energía podría sustituir total o parcialmente el uso de cereal en las dietas para cerdos en crecimiento y engorde.

Todos los productos y los subproductos que resultan del proceso de extracción de aceite (fruta, aceite, efluente del aceite de palma, residuos fibrosos ricos en aceite y alimento a base de harina de palmiste) podrían incorporarse a dietas para cerdos. Se podrían utilizar en los sistemas tradicionales de producción porcina o en un sistema integrado con base en el cultivo de la palma de aceite (Ocampo, 1995a; Ocampo, 1995b; Ocampo, 1995c; Ocampo, 1996a). Los resultados estudiados por Ocampo y Lean (1999) tienden a indicar que una proporción estratégica de la energía en dietas para cerdos basadas en aceite de palma y en productos derivados de aceite de palma, debería provenir de una fuente de carbohidratos (c.10%). El resto de la energía viene de una fuente de lípidos (c.65%) y de proteína (c.25%).

Una ingesta de proteínas de aproximadamente 230 gramos diarios parece ser la apropiada para obtener un rendimiento más eficaz de los animales (índice de crecimiento, eficacia alimentaria y calidad del animal muerto), empleando dietas altas en lípidos con base en aceite de palma o en productos derivados de palma de aceite. Esa proteína se puede administrar utilizando una fuente tradicional de alta calidad como por ejemplo, harina de soya, una mezcla de harina de soya (70 a 90%) y proteína

de forraje verde tal como *Trichanthera gigantea*, *Manihot esculenta* y *Azolla filiculoides* (10 a 30%), o una mezcla de harina de soya (25 a 50%) ensilados de vísceras de pescado (50 a 75%).

Un resumen completo de los resultados obtenidos con el empleo de dietas de alto contenido de lípidos, basadas en aceite de palma y en productos derivados de la palma de aceite para todo el período de crecimiento (20 a 90 kilogramos) sugiere: una tasa de crecimiento de 550 gramos diarios, una conversión del alimento de energía de 45 MJ digestiva/ganancia en kg MJ/kg, una ingesta de alimento de materia seca 1 y 2 kilogramos por día (2,5 y 4 en dietas con residuos fibrosos ricos en aceite –ORFR), a una ingesta digerible de energía de 23 MJ por día (35 MJ por día en ORFR), una ingesta de proteína cruda de aproximadamente 230 gramos diarios y una proporción de energía digerible: proteínica de 0,1MJ/g de proteína (Ocampo y Lean, 1999).

Se evaluaron los aceites de palma, maíz y soya como sustitutos del maíz en grano en lechonas producto de razas distintas en crecimiento y engorde, basándose en el índice de crecimiento y las características del animal muerto, utilizando para ello medidas ultrasónicas. Los resultados indicaron tasas similares de crecimiento, P_2 (grasa del lomo) y profundidad muscular independientemente de la dieta de aceite o maíz. Los cerdos alimentados con dietas a base de aceite tuvieron una ingesta de grasa c.4,5 veces mayor que los alimentados con maíz, en los que la ingesta de grasa correspondió c.42% de la ingesta total de las dietas a base de aceite (Tabla 6). El uso de aceites no aumentó la deposición de grasa, y los procesos de desintegración de la energía de un carbohidrato (maíz) y una fuente de grasa (aceites) fueron igualmente eficaces para la descomposición del desarrollo muscular.

En la Tabla 6 se muestra la composición ácida de los tejidos grasos de la grasa del lomo y la grasa muscular (*Longissisum dorsi*) de acuerdo con el tipo de aceite empleado en lechonas producto de razas distintas en crecimiento y engorde. La composición de ácido graso fue similar en los tratamientos con maíz y aceite de palma (A), y entre tratamientos a base de aceite de maíz y de soya (B). Entre A y B, la composición de ácido graso fue estadísticamente diferente para la mayoría de los ácidos grasos ($P \leq 0,05$). Se observó una diferencia importante entre los cerdos alimentados con dietas de aceites y de maíz. El contenido de vitamina E fue mayor en los tratamientos con aceite ($P \leq 0,001$) que en los

Tabla 6 Resultados biométricos generales de los cerdos alimentados con una dieta a base de maíz o una de tres dietas para lechonas en crecimiento y engorde a base de aceites

	Tratamiento				
	Maíz	Aceite de palma	Aceite de maíz	Aceite de soya	SED
Peso vivo, kg					
Inicial	47,3	46,2	47,6	46,6	
Final	90,0	89,0	89,0	87,0	
Tasa de crecimiento g/d	677	682	661	643	23,8
Ingesta diaria					
Grasa, g	108 [a]	524 [b]	479 [c]	486 [c]	6,55
Proteína cruda, g*	285	237	243	241	
Lisien, g*	15,0	15,0	15,3	15,2	
DEMJ*	24,7	25,1	25,7	25,6	
Alimento total, kg	1.75	1,19	1,18	1,17	
FC (DM)	2,3 [a]	1,6 [b]	1,7 [b]	1,7 [b]	0,08
Ganancia DE /kg MJ	37,0	36,9	39,1	40,2	1,16
Animal muerto, mm					
Profundidad de la grasa P_2	11,8	13,2	14,1	12,9	1,0
Profundidad muscular	52,5	54,1	53,9	53,1	1,56

Los promedios que aparecen en las columnas con diferentes letras en superíndice fueron estadísticamente diferentes ($P<0,001$).
* Datos estimados.
Fuente: Ocampo y Lean, 2001.

tratamientos con maíz, en los que el aceite de palma presentó una mayor concentración de vitamina E.

Los resultados presentados en las Tablas 6 y 7 demuestran que es posible producir una calidad similar de grasa del lomo y de carne, sustituyendo una dieta basada en una fuente de carbohidratos (maíz) por una dieta con alto contenido de lípidos basada en el aceite de palma. Esto resulta además, en el enriquecimiento del contenido de vitamina E de la carne, debido al tipo de dieta empleado (Ocampo *et al.*, 2001; Ocampo y Lean, 2001).

Recientemente se criaron ochocientos cerdos en crecimiento y engorde en una unidad porcina comercial en Palmeras Santana Ltda. (Colombia), en donde se empleó un programa de alimentos con base en dietas con alto contenido de lípidos a base de aceite de palma. En la Tabla 8 se presentan los resultados generales de los cerdos criados con fines comerciales (cerdos a los que se les hizo un estrecho seguimiento y sobre los que se presentaron informes), alimentados con efluente de aceite de palma *ad libitum*, aceite de palma y suplemento proteínico basado en harina de soya con vitaminas y minerales. Uno de los grupos se crió utilizando un sistema con base en ramaje vacío (raquis) y fibra de palma de aceite (Chavarro *et al.*, 2003, datos sin publicar). El uso de efluente de aceite de palma como fuente de energía en la nutrición de cerdos representa una oportunidad para integrar la producción de palma de aceite en la cría de cerdos, produciendo carne de cerdo y evitando así los problemas de contaminación por deposición de efluentes de aceite de palma, así como también abono de cerdo que se puede utilizar como fertilizante orgánico para el cultivo de palma de aceite.

Tabla 7 Composición del ácido graso de tejidos de grasa del lomo, grasa muscular y contenido de vitamina E *Longissimus dorsi* de acuerdo con la fuente de energía y el tipo de aceite utilizado en lechonas en crecimiento y engorde (mg/100 g de tejido)

	Tejidos de la grasa del lomo (mg/100 g del total de ácidos grasos)					Grasa muscular (mg/100 g de tejido)				
	Maíz	Aceite de palma	Aceite de maíz	Aceite de soya	SED[1]	Maíz	Aceite de palma	Aceite de maíz	Aceite de soya	SED
14:0	12,1^{a}	9,5^{a}	2,4^{b}	2,4^{b}	0,006	11,2^{a}	9,1^{a}	3,3^{b}	2,8^{b}	1,4
16:0	228,3^{a}	263,9^{a}	124,4^{b}	112,2^{b}	0,024	290,0^{ab}	350,1^{b}	192,2^{a}	161,5^{a}	67,7
16:0 ald						26,6^{a}	24,3^{a}	14,2^{b}	13,4^{b}	3,5
16:1	19,4^{a}	18,5^{a}	5,9^{b}	4,4^{b}	0,008	26,7^{a}	24,7^{a}	10,8^{b}	6,8^{b}	5,5
18:0	99,8^{a}	72,0^{b}	46,6^{c}	56,0^{bc}	0,019	107,9^{a}	99,3^{ab}	86,5^{b}	88,2^{b}	6,0
18:1	427,1^{a}	452,4^{a}	307,4^{b}	284,2^{b}	0,017					
18:1 ald						12,4^{a}	9,9^{b}	9,1^{b}	10,5^{b}	0,8
18:1 *trans*						5,3^{a}	6,9^{a}	24,0^{b}	19,5^{b}	3,8
18:1 cis 9						330,0^{ab}	404,4^{a}	238,8^{ab}	206,9^{b}	77,1
18:1 cis 11						34,2^{a}	30,5^{ab}	20,4^{c}	26,3^{bc}	3,2
18:2	202,4^{a}	175,4 ^{a}	501,9^{b}	499,0^{b}	0,029	207,9^{a}	219,9^{a}	479,9^{b}	435,4^{b}	30,1
18:3	8,5^{a}	6,8^{a}	11,3^{b}	41,6^{c}	0,009	3,7^{a}	3,7^{a}	6,8^{a}	23,6^{b}	1,5
CLA						0,7	0,6	0,5	0,8	0,2
20:4						53,8^{a}	55,9^{a}	47,5^{ab}	40,5^{b}	4,6
22:4						6,5^{a}	4,8^{b}	3,1^{c}	2,0^{d}	0,5
22:5						5,2^{ab}	6,1^{b}	4,3^{a}	7,8^{c}	0,5
Proporc, U:S	0,6	0,5	2,9	3,2		0,6	0,7	1,8	1,9	
Ácidos grasos totales (grasa muscular)				1.169		1.295	1.189	1.097	187,8	
Tejido con vitamina E α-tocoferol µg/g					1,9^{a}	4,0^{c}	2,8^{b}	3,6^{c}	0,3	

1. Errores estándar de diferencias en los promedios. (Se empleó transformación Arcsin para el análisis de anova de tejidos de la grasa del lomo). Los datos para el ácido graso del tejido <5 mg/100 g ácido graso total o <5 mg/100 g no se han incluido.
Fuente: Ocampo et al., 2001.

Tabla 8 Resultados biométricos generales de cerdos en crecimiento y engorde para fines comerciales, alimentados con efluente de aceite de palma, y suplemento alimenticio a base de harina de soya, minerales y vitaminas

	Dietas			
	Efluente con 3,5% de aceite y alta inclusión de aceite en la dieta	Efluente con 3,5% de aceite y baja inclusión de aceite en la dieta	Efluente con 3,5% de aceite y alta inclusión de aceite en la dieta	Efluente con 3,5% de aceite y baja inclusión de aceite en la dieta utilizando cama profunda
Número de cerdos	23	24	72	12
Número de días	91	91	87	70
Peso vivo en kg				
Inicial	34,2	38,1	35,0	34,2
Final	95,0	97,3	92,0	77,5
Tasa de crecimiento g/d	670	651	654	619
Ingesta diaria aceite de palma kg	0,4	0,3	0,4	0,2
Efluente de aceite de palma	11,3	11,5	11,8	10,5
Suplemento proteínico kg	1,0	1,0	1,0	0,9
Total alimentos DM kg	2,2	2,1	1,8	1,8
Proteína cruda, g	255	277	258	233
Lisina g	15,3	16,5	15,5	14,0
Grasa g	800	662	466	580
DEMJ	36,8	33,0	25,7	28,6
Lisina/proporción DE	0,4	0,5	0,6	0,5
FC (DM)	3,3	3,3	2,8	3,0
Ganancia MJ DE/kg	54,6	50,8	40,8	46,1

Fuente: Chavarro, P.; Quintero, D.; Ocampo, A. 2003, datos sin publicar.

Conclusiones

Como se ha señalado en este estudio, existen aspectos especiales relacionados con la utilización de dietas con alto contenido de lípidos basadas en aceite de palma y subproductos de éste, en cerdos en crecimiento y engorda, aspectos que conjuntamente constituyen un soporte para realizar cambios en el patrón de suministro para la producción de carne de cerdo en países tropicales en vía de desarrollo. A continuación se enumeran los principales aspectos:

1. El uso de aceite de palma en vez de cereales, como la principal fuente de suministro de energía para producir carne de cerdo ofrece a los países tropicales en vía de desarrollo, la oportunidad de desarrollar un sistema de producción de carne de cerdo basado en una fuente local de energía, aprovechando las condiciones geográficas y biofísicas para el crecimiento de palma de aceite.

2. También es posible utilizar en las dietas para cerdos en crecimiento y engorde, todos los productos y subproductos resultantes del proceso de extracción de aceite (fruta, efluente de aceite de palma, residuos ricos en fibra y harina de palmiste), como sustitutos de cereales.

3. En dietas basadas en aceite de palma, se puede sustituir hasta 30% de la proteína aportada por la harina de soya con proteínas de follaje verde tales como *Trichanthera gigantea*, *Manihot esculenta* (hojas) y *Azolla filiculoides* y el ensilado de vísceras de pescado (*Piaractus brachyponum*) también podría utilizarse para sustituir 70% de la proteína obtenida de la harina de soya (Ocampo y Lean, 1999).

4. El uso de dietas con alto contenido de lípidos empleadas en cerdos en crecimiento y engorde, produce cerdos en los que la composición de ácidos grasos de los tejidos de grasa del lomo y grasa intramuscular es similar a la obtenida en

cerdos alimentados con una dieta a base de maíz. El grosor total de grasa intramuscular y de lomo es también similar en los cerdos alimentados con dietas de maíz y en los que recibieron una dieta a base de aceite de palma.

5. Se observó que la concentración de vitamina E en cerdos alimentados con una dieta alta en lípidos y basada en aceite de palma, es tres veces más alta que la obtenida en carne de cerdo de animales alimentados con una dieta de maíz.

Bibliografía

BABATUNDE *et al.* 1974. Comparative studies on the effects of feeding different types of oils at two levels on the performance and carcass characteristics of growing pigs in the tropics. Animal-Production. v.18 no.3, p. 301-308.

BALOGUN, O.O.; FETUGA, B.L. 1984. Influence of methionine and palm oil supplementation of cassava flour-soybean meal diets on performance, nitrogen retention and rate of tissue deposition in weanling pigs. Livestock Production Science, v.11 no.3, p.315-327.

BROWN, L.R.; KANE, H. 1994. Full house: reassessing the earth's population carrying capacity. 1st ed., The worldwatch environmental alert series. New York: W.W. Norton & Co. p.261.

COLOMBIAN ASSOCIATION OF PIG PRODUCERS. 2001. Economic indicators of the pig industry in Colombia during 2000. Bogotá, Colombia.

CORLEY, R.H.V.; GRAY, B.S., *et al.* 1971. Productivity of the Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jack.) in Malaysia. Experimental Agriculture. v.7, p.129-136.

CROSSON, P.; ANDERSON, J.R. 1994. Demand and Supply - Trends in Global Agriculture. Food Policy, v.19 no.2, p.105-119.

DELGADO, C. *et al.* 1999. Livestock to 2020: the next food revolution. Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper 28. International Food Policy Research Institute, U.S.A. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italy and International Livestock Research Institute, Kenya, p.74.

DEVENDRA, C.; FONG, H.V. 1978. The utilisation of varying levels of dietary palm oil by growing-finishing pigs. MARDI Res Bull Malays Agric Res Dev Inst. Serdang, Selangor, Malaysian Agricultural Research and Development Institute, v.6 no.1, p.76-87.

DEVENDRA, C.; HUTAGALUNG, R.I. 1978. Utilization of alimentoingstuffs from the oil palm (review). Alimentoing stuffs for livestock in South East Asia, p.116-131.

FAO. 1998. Faostat Statistics Database - Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. 1999. Faostat Statistics Database - Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. 2000. Faostat Statistics Database - Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. 2000. The state of food insecurity in the world - Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. 2001. Faostat Statistics Database - Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. 2002. Faostat Statistics Database - Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FEDEPALMA. 2000. Statistical yearbook 2000. The oil palm crop in Colombia and the world. Bogotá, Colombia, Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, p.120.

FENALCE. 2002. National Federation of Cereal Growers, on line database, Colombia.

FIGUEROA, V. 1996. Producción porcina con cultivos tropicales y reciclaje de nutrientes. Fundación Cipav, Cali, Colombia.

GREGORY, P.J.; INGRAM, J.S. 2000. Global change and food and forest production: future scientific challenges. Agriculture, Ecosystems & Environment, v.82 no.1-3, p. 3-14.

HARDTER, R.W. *et al.* 1997. Intensive plantation cropping, a source of sustainable food and energy production in the tropical rain forest areas in southeast Asia. Forest Ecology and Management, v.91 no.1, p.93-102.

MPOPC. 1997. Future Directions for Palm Oil. Palm Oil link, Malaysian Palm Oil Promotion Council, v.6.

NATIONAL AGRICULTURAL STATISTIC SERVICE. 2002. On line statistics, United States of America. January 2002.

NRC. 1998. National Research Council, Nutrient requeriments of swine, Tenth Revised Edition, p.189.

OCAMPO, A. 1995a. La palma aceitera africana, un recurso de alto potencial para la producción animal en el trópico. Revista Mundial de Zootecnia, no. 1.

OCAMPO, A. 1995b. The African Palm: a Strategic Resource for Integrated Systems of Tropical Production. Agricultural Science for Biodiversity and Sustainability in Developing Countries. The Danish Agricultural and Rural Development Adivsers Forum, Tune Landboskole, Denmark.

OCAMPO, A. 1995c. La palma africana, recurso estratégico en sistemas integrados de producción tropical. Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios, Convenio Universidad Javeriana, Instituto

Mayor Campesino y Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, p. 260.

OCAMPO, A. 1996a. The African oil palm in integrated farming systems in Colombia: New development. Second FAO Electronic Conference on Tropical Alimentos Livestock Alimento Resoruces within Integrated Farming Systems, Food and Agriculture Organisation of United Nations, FAO.

OCAMPO, A. 1998. Las palmas, una estrategia de vida tropical. Conferencia electrónica sobre agroforestería en América Latina, Food and Agriculture Organisation of United Nations - FAO.

OCAMPO, A. *et al.* 2001. Effects of substitution of a carbohydrate source by highly polyunsaturated or partially saturated oil on the fatty acid composition of backfat tissues, marbling fat and vitamin E content of meat in growing-fattening pigs. Proceedings of the British Society of Animal Science 2001, no. 150.

OCAMPO, A.; LEAN, I.J. 1999. Palm oil (*Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*): an efficient and sustainable energy source in pig production. A Review. Pig News and Information, v.20 no.3, p.89N-96N.

OCAMPO, A.; LEAN, I.J. 2001. Effects of a high-fat diet based on palm oil, soybean or maize oil on growth performance and carcass characteristics in growing-fattening pigs. Proceedings of the British Society of Animal Science 2001, no. 152.

PIG YEARBOOK. 2000. Published by Meat and Livestock Commmission, Great Britain.

WOOD, B.J.; CORLEY, R.H.V. 1991. The energy balance of oil palm cultivation. Proceedings 1991 PORIM international oil palm conference, Kuala Lumpur, Palm Oil Research Institute of Malaysia.

WORLD RESOURCES INSTITUTE *et al.* 1998. 1998-99 World Resources: A Guide to the Global Environment, Environment Change and Human Health, Published by Oxford University Press.