

Cultivos transgénicos y sus implicaciones en el mercado mundial de oleaginosas, aceites y grasas

Transgenic Crops and their Implications on the World Market of Oilseeds, Oils and Fats

Quentin B. Kubicek¹

Resumen

Día a día nuevos descubrimientos en las ciencias de la biotecnología son anunciados. Muchos de estos descubrimientos son en la biotecnología vegetal y aunque son pocos los que han sido aplicados sus potenciales son enormes. Hoy en el mundo millones de hectáreas de variedades de algodón, maíz, soya producidas por la biotecnología (también llamadas plantas transgénicas) son sembradas comercialmente. A nivel de investigaciones con plantas transgénicas miles de estudios se llevan a cabo en los laboratorios de universidades, centros nacionales e internacionales y en el sector privado. A nivel comercial ya está bien establecido que las aplicaciones de los descubrimientos de la biotecnología tienen éxito a nivel comercial. No hay razón para que los nuevos descubrimientos no encuentren el mismo éxito. También, los descubrimientos y aplicación de estos en una especie se pueden aplicar a otra. El cultivo y productos de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*) son bien conocidos y compiten a nivel mundial principalmente en el sector de aceites. La competencia es mundial y a nivel de producción entre diferentes aceites vegetales y grasas que son sustituibles. El aceite de palma africana compite con el aceite de soya, un cultivo que ha adoptado la biotecnología. La biotecnología se está aplicando a la Palma Africana a nivel de laboratorio y hoy no existen plantas transgénicas de Palma Africana. ¿Cuál podría ser la contribución de la biotecnología a la palma de aceite? ¿Qué beneficios podría ofrecer la biotecnología a la palma de aceite para diferenciar a ésta de la competencia? ¿Qué descubrimientos se podrían utilizar en la palma de aceite para aumentar su consumo, reducir costos de producción, aumentar rentabilidad, etc.? Esta presentación sugiere que cambiando el perfil de aceites grasos del aceite de palma podría ofrecer una diferenciación al aceite de palma. El aceite de palma de aceite es usado mundialmente en la cocina casera, repostería y en la producción comercial de productos alimenticios. Bioquímicamente y genéticamente ya existe un buen conocimiento de los procesos enzimáticos y fuente de genes responsables por el perfil de ácidos grasos, aminoácidos, vitaminas y otros compuestos orgánicos de las plantas. Conociendo los genes responsables por la producción de ciertos ácidos grasos (saturados e insaturados) es posible cambiar el perfil de un aceite para hacerlo más saludable. Los ácidos grasos esenciales son críticos en la nutrición ya que el metabolismo de humanos los requiere y no pueden ser sintetizados. Las enfermedades

Palabras Clave

Aceite de palma,
Biotecnología,
Cultivos transgénicos.

1. DuPont Ag. y Nutrición. E-mail: quentin.b.kubicek@usa.dupont.com

Dupont está en Colombia hace más o menos cincuenta años en el área de semillas y de insumos agroquímicos.

Nota: Editado por Fedepalma.



cardiovasculares son el principal problema de salud en la población adulta en general, ocupando el primer lugar en el listado de causas de muerte en personas mayores de 45 años en muchos países del mundo. El vínculo entre enfermedades cardiovasculares y la dieta es bien conocido. El consumo de aceites vegetales más saludables podría ayudar a reducir el riesgo de enfermedades vasculares. La biotecnología podría diferenciar al aceite de palma haciéndolo un aceite más saludable para el consumo humano. La palma de aceite podría dejar de competir en el ámbito de producción en aceites vegetales y entrar en el negocio de la salud y nutrición.

Summary

Every day new discoveries are made in the field of biotechnology. Many of these discoveries are related to plant biotechnology and, although few of them have been actually applied, their potential is enormous. Today, millions of hectares throughout the world are planted with cotton, corn and soybean varieties produced by biotechnology (also called transgenic plants). Currently, thousands of studies on transgenic plants are being conducted by universities, national and international research centers and the private sector. It has already been established that the application of these biotechnological advances has been successful at commercial level. There is no reason why the new discoveries can't have the same success. Besides, what applies to one particular species could, and often does, apply to another. Oil palm (*Elaeis guineensis*) crops and products are well known and compete worldwide, mainly in the oil sector. The competition takes place at world level and between different interchangeable vegetable oils and fats. Palm oil competes with soybean oil; a crop that has adopted biotechnology. Biotechnology is being applied to oil palm at laboratory level. Currently, there are no commercial transgenic oil palm crops. How could biotechnology improve oil palm? What does biotechnology has to offer to differentiate palm oil from the competition? What new discoveries can the oil palm industry use to increase consumption, lower production costs, increase profitability, etc? This presentation suggests that changing the fatty acid profile of the palm oil could give palm oil a differentiating advantage. Palm oil is used worldwide as cooking oil, and in the food industry. We already have sufficient biochemical and genetic knowledge of the enzymatic processes and the source of the genes responsible for the profile of fatty acids; amino acids, vitamins, and other plant organic compounds. Identifying the genes responsible for the production of certain fatty acids (saturated and unsaturated) it is possible to change the oil profile to make it healthier. Essential fatty acids are critical in nutrition as they are required in human metabolism and cannot be synthesized. Cardiovascular disease is the main health problem among the adult population in general. It is the number one in the list of causes of death for people over 45 in many countries around the world. The link between cardiovascular diseases and diet is well known. The consumption of healthier vegetable oils could help reduce the risk of vascular diseases. Biotechnology could give palm oil a differentiating advantage, making it healthier for human consumption. Oil palm could stop competing in the vegetable oil production arena and get into the health and nutrition business.

¿Cuál podría ser la contribución de la biotecnología al aceite de palma?

No existe la palma de aceite transgénica en el mundo, puede existir en el laboratorio o en el invernadero, pero no a escala comercial (si bien se están usando nuevas biotecnologías en un avanzado estado). Existen los cultivos transgénicos fuentes de aceite en el comercio como: canola, maíz, soya, algodón, girasoles y maní.

Los avances en la biotecnología se pueden aplicar a la palma de aceite, son biotecnologías que se aplican a través de otros cultivos, a través de sus avances. Las biotecnologías son neutras y son aplicables a cualquier cultivo como por ejemplo del Bt o DT, en algodón, girasol, maíz y tomate.

Por ejemplo el maíz DT, el gen DT, ofrece resistencia a diferentes plagas. Ese es un gen que se puede introducir al maíz, a la soya, a diferentes cultivos, por eso son tecnologías neutras y aplicables para cualquier cultivo.

El caso del algodón con DT es bastante sorprendente, ha bajado por lo menos en Estados Unidos el número de insumos de pesticidas en más de 50%. De igual modo ya se han aceptado los transgénicos en Europa y en algunas partes del mundo.

Se pueden usar biotecnologías sin necesidad de acudir a las plantas transgénicas: se pueden usar

marcadores genético-moleculares, en el uso de tejidos de cultivos (ya en uso en la palma de aceite) y en el uso del genoma de arábidopsis.

Es cierto que los productos de la palma de aceite compiten con productos similares e idénticos de otras plantas y cultivos como: girasol, soya, canola y maíz, pues ya existen plantas transgénicas en España. Y también con las grasas de animales y de pescados. Esta competencia es en producción y es mundial y Colombia compete también con Malasia e Indonesia.

¿Cómo se puede diferenciar la palma de aceite?

Entonces cabe una nueva pregunta sobre ¿cómo se podría diferenciar la palma de aceite de esos otros contricantes que tiene Colombia? No se puede olvidar que está bajando el precio y el costo de producción, y las áreas que se expanden en Brasil y Argentina, y en otros lugares.

Eso nos lleva a un tercer interrogante: ¿cómo se podría usar la metodología para diferenciar la palma de aceite? Esto es un modelo que se está usando en Dupont y en muchos otros países. En la Figura 1 se observan los principales países donde están los cultivos de plantas transgénicas.



Figura 1 Países con cultivos GM 2002

En Estados Unidos, Canadá, Brasil y Argentina ya existen las plantas transgénicas en el comercio, principalmente soya, algodón y maíz.

Otros que recientemente son nuevos como Honduras y Colombia tienen algodón PT. Honduras acaba de aprobar el maíz PT, Uruguay también lo tiene, poco a poco algunos países ya los están introduciendo.

Si bien existen preocupaciones públicas sobre el consumo y la utilización de plantas transgénicas, es motivo de otro debate que no se abordará en esta intervención.

No obstante la resistencia a los herbicidas, la tolerancia transgénica es la que más se está sembrando y es la que siempre se sembrará, para producir soya, maíz PT. El algodón PT se siembra en millones de hectáreas, y ha subido tanto que en Estados Unidos prácticamente es transgénico cerca de 80% del algodón. Otros por la resistencia y por razones públicas han desaparecido, como el maíz CPT, por resistencia de herbicida van a seguir subiendo en el mercado. En la Tabla 1 se pueden observar algunos cultivos de plantas transgénicas tolerantes a algunos herbicidas.

La soya tolerante al herbicida glifosato es la especie GM más sembrada en el mundo, le siguen, lejos, el maíz Bt, canola tolerante a herbicida y el maíz tolerante a herbicida.

Por lo general los beneficios de las plantas transgénicas se traducen en un aumento de productividad por resistencia a los herbicidas que

Tabla 1 Cultivos de plantas transgénicas según su tolerancia a herbicidas

Cultivo	Millones ha	% transgénico
Soya tolerante a herbicida	21,6	54
Maíz Bt	7,5	19
Raps tolerante a herbicida	3,5	9
Maíz tolerante a herbicida/Bt	2,1	5
Algodón tolerante a herbicida	1,6	4
Maíz tolerante a herbicida	1,5	4
Algodón Bt	1,3	3
Papa	< 0,1	< 1
Zapallo	0,0	0
Papaya	0,0	0
Total	40,0	100



se traduce en la reducción de costos de los insumos para los productores y agricultores, pero para el consumidor final, para las amas de casa, sin duda, no conlleva beneficios.

Otros beneficios se refieren al mejor manejo de las malezas, a la reducción de combustibles, energía y uso de maquinaria, a la conservación de suelos y del agua, y a una menor erosión.

De igual modo, otros beneficios en cuanto a la resistencia a las plagas Bt se encuentran por el lado de una mejor calidad de los granos, una reducción de los daños por las plagas y una planta más saludable y eficiente, y en menos riesgos de las micotoxinas.

Primero fue el caso de la soya, ahora se tiene el caso del maíz, entonces el congénito resistencia PT es simplemente un proyecto más, pero resulta un cultivo menos: las plantas son más fuertes, no se tumban, no se caen, tienen raíces más saludables, pueden absorber mejor los nutrientes, la producción no aumenta tanto pero en algunos casos la diferencia entre DPT tiene un mejor rendimiento y un beneficio que no se esperaba.

La plaga como el gusano penetra el maíz, la mazorca, y llegan a ser causa, es una fuente para la producción de micotoxinas, pero en algunos casos se logra el beneficio de un maíz y un grano más saludable, más sano. Pero son beneficios para el agricultor, mas no para los consumidores.

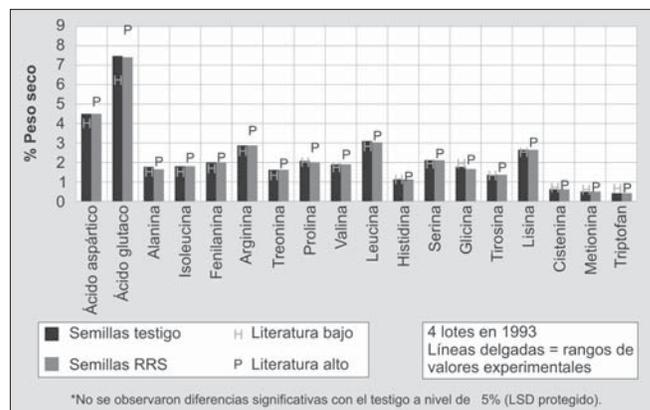


Figura 2 Análisis de aminoácidos de semillas de soya-RR

Análisis de aminoácidos

Los productos transgénicos que hoy en día se consumen no difieren de otros que se están cultivando, pero esa situación no ha cambiado (Figura 2 y Tabla 2), porque la razón por la que se transformó esa planta no fue con la intención de cambiar el perfil de ningún aminoácido y de ningún aceite, sino simplemente para hacer resistencia a la plaga, o bien, para diseñar herbicidas. No difiere de su perfil de otros componentes a los que quiere dar totalmente equivalentes. La intención es la de no cambiar las características agronómicas para las cifras mundiales.

Tabla 2 Las soyas RR son equivalentes en composición a las soyas convencionales

Componente	Granos	Harina T	Harina desgrasada	Aislado	Concentrado	RBDO
Análisis próximo	CE	CE	CE	CE	CE	
Comp. amino ácidos		CE				
Comp. ácidos grasos		CE				CE
Inhibidores tripsina	CE	CE	CE			
Lecitinas	CE	CE				
Fitoestrógenos	CE	CE				
Ureasa	CE	CE	CE			
Estaquiosa, rafinosa		CE				
Fitat		CE				
Solubilidad-N		CE				

CE= Equivalente en composición
 Con base en evaluaciones de más de 400 componentes en 2000 análisis independientes - J. Nutrition, 1996, 126:702-716
 Confirmado con soyas tratadas con herbicida Roundup - J. Agri. Food Chem.
 Macro análisis confirmatorio realizado en 1994, 1996 y 1998 (RU)
 Sin cambios en alérgenos endógenos de soya - J. Allergy Clin. Immunol. 1996, 96:1008-1010

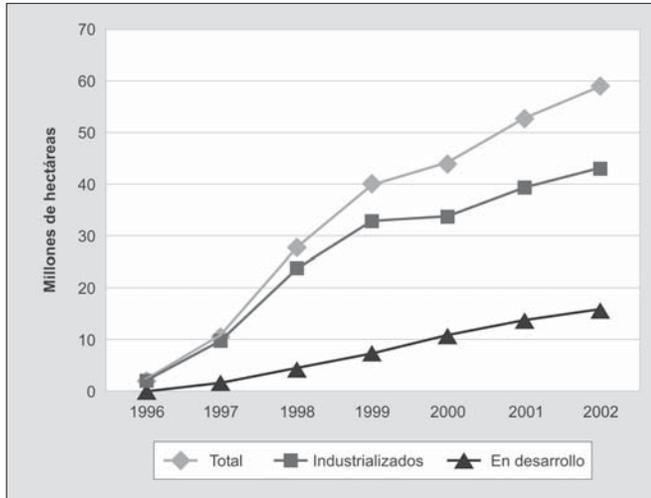


Figura 3 Área global de cultivos transgénicos, 1996- 2002. Países industrializados y en desarrollo (millones de hectáreas)

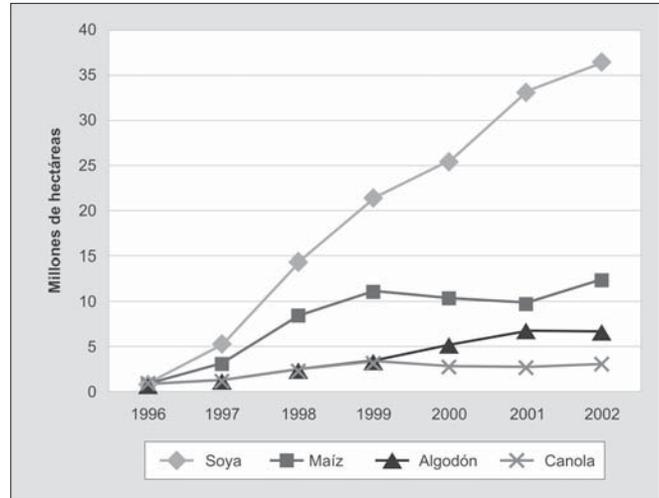


Figura 4 Área global de cultivos transgénicos 1996 - 2002 por cultivo (millones de hectáreas)

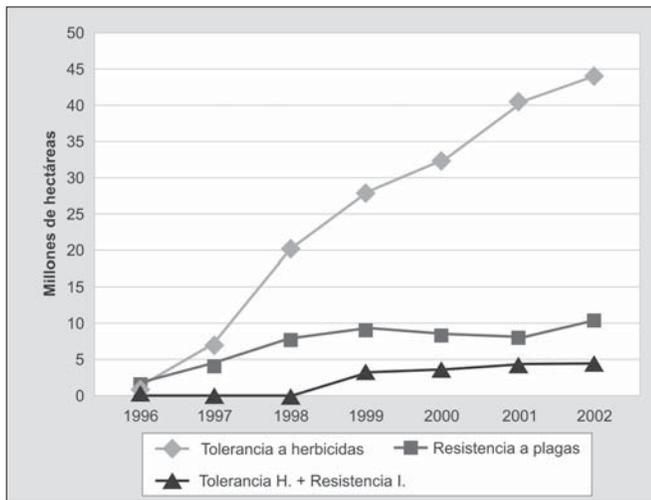


Figura 5 Área global de cultivos transgénicos 1996 - 2002 por rasgo (millones de hectáreas)

La situación global en cifras

Se demuestra en el área total de cultivos transgénicos. Existen en el mundo cerca de unos 70 millones de hectáreas de esos cultivos, en especial en Estados Unidos y Canadá. Esta cifra representa un aumento bastante rápido. La dotación de plantas transgénicas, prácticamente ha sido en algunos casos del día a la noche, casi del 0% al 100% en una campaña.

En las Figuras 3, 4 y 5 se observa el aumento del área global de cultivos transgénicos desde

1996 hasta el 2002, según países industrializados y en desarrollo, por cultivo y por rasgo en millones de hectáreas.

Si bien los otros cultivos han sido menores, su nivel de aceptación ha sido enorme, sobre todo en el caso de la soya transgénica, si bien hay mucha resistencia en Europa y se consumen en otros países como Argentina, el algodón en Estados Unidos y la canola en Canadá. Estos productos se cosechan en Estados Unidos, se utilizan, se comen y se exportan a muchos países. En Italia se importa maíz americano.

Por su parte la Unión Europea recientemente ha sacado nuevas regulaciones donde pide que los productos con componentes transgénicos estén debidamente etiquetados. Aún existe un poco de confusión sobre esas normas, pues no se sabe a ciencia cierta qué se debe etiquetar.

Sin embargo, fuera de Europa no hay esa confusión con las plantas transgénicas. En especial existe la resistencia herbicida por ser la que más se utiliza y la más global, y también hay resistencias con el maíz.

Contribución de la biotecnología

¿Cuál podría ser entonces la contribución de la biotecnología para diferenciar la palma de aceite? (Tablas 3 y 4).



Tabla 3 Proyectos de investigación en biotecnología de la palma de aceite adelantados por Malaysia-MIT Biotechnology Partnership Programme

<p>Proyecto 1: Cultivo de tejidos de palma de aceite</p> <p>Se están llevando a cabo estudios usando métodos de cultivo de tejidos para examinar formas de mejorar la productividad en palma de aceite. Los estudios comprenden métodos y herramientas como bioinformática, robótica, y genética. De acuerdo a las necesidades, se incorporarán otros métodos para lograr la meta de una micropropagación confiable de palma de aceite.</p> <p>Sub-proyectos:</p> <p>TC1: Estudios sobre regulación química de la inducción de embriogénesis somática en cultivos de palma de aceite</p> <p>TC2: Estudio de expresión de genes de callos embriogénicos y no-embriogénicos</p> <p>TC3: Ubicación de los genes involucrados en callogénesis y embriogénesis vía mapeo molecular y la generación</p> <p>TC4: Mejoras en la propagación de palma de aceite a través de la aplicación de tecnologías de cultivo líquido, reconocimiento de patrones y automatización</p> <p>Proyecto 2: Ingeniería metabólica en palma de aceite transgénica</p> <p>Se aplicará ingeniería metabólica para dirigir la síntesis de materiales de más alto valor en palma de aceite. La síntesis puede incluir aceites de varias composiciones o plásticos biodegradables. Es probable que los protocolos incluyan la introducción de nuevas enzimas y la alteración de las actuales vías biosintéticas.</p> <p>Sub-proyectos:</p> <p>ME1: Hacia la biosíntesis de polihidroxibutirato (PHB) en palma de aceite</p> <p>ME2: Aislamiento y caracterización de la región reguladora de b-Ketotiolasa (Acetoacetil CoA Aciltransferasa) en palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i>)</p> <p>ME3: Aislamiento de genes específicos de tejido y su región reguladora</p> <p>ME4: Transferencia de genes polihidroxibutirato (PHB) a palma de aceite para la producción de plásticos biodegradables</p>

Fuente: <http://minihelix.mit.edu/malaysia/research/index.htm>

La biotecnología en Malasia se está usando en tejidos de cultivos tradicionales, pero no la tecnología considerada como ingeniería genética. Se hace en estudios en metabolismo de la planta. Estudian la palma de aceite como un modelo transgénico, como una alternativa para descubrir cuáles nuevas enzimas existen en la palma y su base genética. Descubrir nuevos genes, estudio por demás interesante donde no es necesario crear plantas transgénicas.

Los procesos industriales también siguen más o menos la misma lógica, de cómo se podría aumentar la producción de aceites o sus derivados para usos industriales.

Al área animal seguirá la humana porque aunque no somos de la misma especie, sí somos del mismo reino. Y también se podría utilizar en

áreas para cambiar los oleoquímicos, los combustibles y los lubricantes que pueden existir en la palma de aceite.

Se debe considerar el perfil de lípidos, grasas y aceites, y su contribución en nutrición y salud humana, porque la palma de aceite se utiliza principalmente para aceite, por lo general para consumo humano.

En el ámbito mundial ya se tiene una base para saber cómo son los procesos enzimáticos. En oleoquímica se sabe cómo funcionan y son procesos que ya se han estudiado.

Expectativas de vida

Es importante diferenciar el tratamiento de la palma de aceite al de otros productos, a la cadena de carbonos de los ácidos grasos en otros cultivos.

Tabla 4 Metas para la biotecnología y la palma de aceite

Genómica:	Encimología: descubrimiento de encimas y su base genética Genética: descubrimiento de genes y sus controles, aumentar, reducir, o eliminar expresión de genes/proteínas
Procesos industriales:	Aumentos en productos: aceites, grasas, vitaminas, proteínas, menor oxidación
Ambiente:	Plantas más productivas, más eficientes a insumos agrícolas
Perfil de lípidos/grasas/aceites	
Nutrición y salud humana:	Aumento en productos y sus perfiles: proteínas (AA), aceites, grasas, vitaminas, menor oxidación, mejor digestión, mejor absorción
Nutrición animal:	Aplicable los avances en nutrición y salud humana
Oleoquímicos biocombustibles y biolubricantes procesos analíticos	

Como se observa en las Figuras 6 y 7 se diferencian las regiones donde están los consumidores de los productos, además de que hay una mayor expectativa de vida, se reporta un aumento de enfermedades. Si bien se han resuelto muchas de ellas, aparecen unas nuevas.

Se hace un mayor énfasis en el área de alimentos. Por lo general fuera del África y otros países en el sur de Asia, se presentan más causas de muerte, susceptibles de ser controladas. En esos países existen más problemas por infecciones ambientales, falta de medicina y de vacunas, en tanto el resto de lugares tiene más control sobre ese tipo de problemas sanitarios y de salud.

La Organización Mundial de la Salud hace una división entre países desarrollados y menos desarrollados, presentándose en los segundos más problemas de desnutrición y hambre. Los países desarrollados registran menores causas de mortalidad por esos conceptos. La diferencia está en la calidad y la cantidad de alimento.

La causa principal de muerte en Estados Unidos es la enfermedad del corazón, lo que se debe al estilo de vida y de alimentación en relación con Europa, donde no se registra un índice tan alto. La causa se debe en lo fundamental al alto colesterol, se consumen más grasas y carbo-

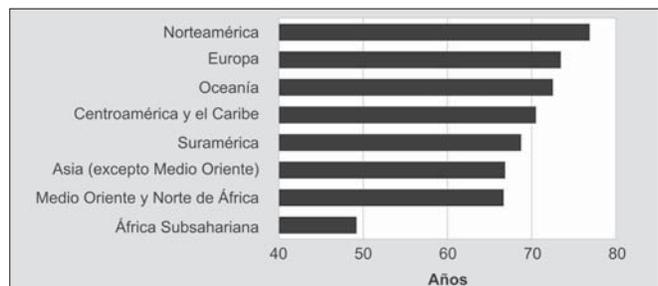


Figura 6 Esperanza de vida por región, 1995 - 2000

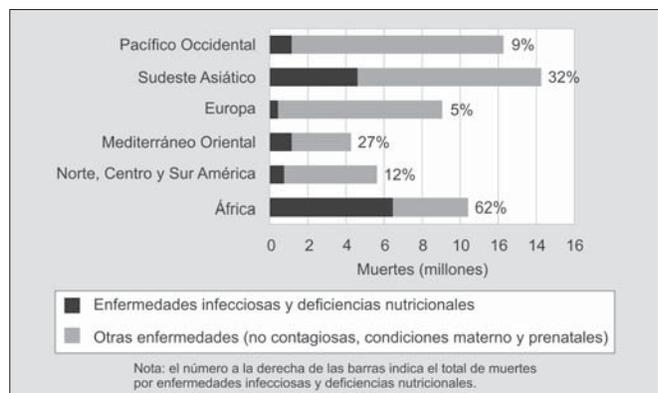


Figura 7 Causa de muerte por región, 1999

hidratos y poca proteína (Figuras 8 y 9). Pero es un hecho: en el mundo desarrollado se registran mayores causas de muertes cardiovasculares que en los países con menos grado de desarrollo.

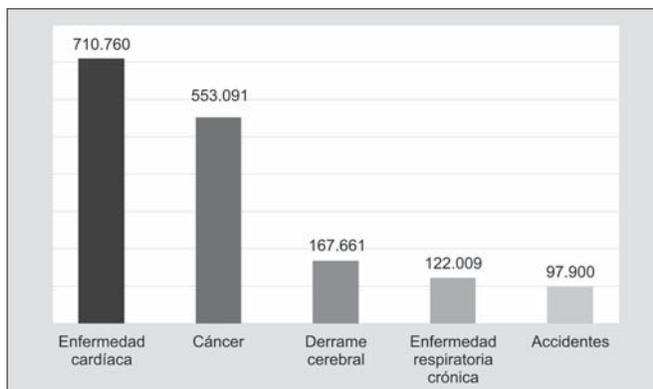


Figura 8 Causas principales de muerte en los Estados Unidos 2000 (total víctimas)

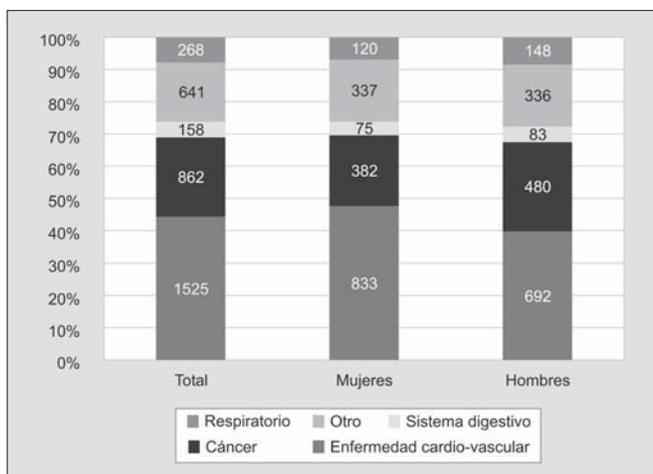


Figura 9 Causas principales de muerte en la Unión Europea 2000 (total víctimas)

La palma de aceite: ¿el negocio del aceite o el de la salud?

De ahí que se debe considerar ese dilema en cuanto al perfil de lípidos y grasas que puede contener la palma de aceite, como se observa en la Tabla 5.

Se conoce tanto el proceso oleoquímico, como los genes que controlan la palma de aceite. Cada enzima que lleva a producir el ácido graso, está producido por un gen, y los genes se pueden

Tabla 5 Composición de ácidos grasos de las cuatro oleaginosas más abundantes

Ácido graso	Soya	Palma	Colza	Girasol
14:0	-	0 - 15	-	-
16:0	8 - 3	22 - 46	3 - 4	5 - 7
16:1	-	0 - 2,5	-	< 0,5
18:0	2 - 5	0,5 - 5	1 - 2	4 - 6
18:1	17 - 26	36 - 68	9 - 16	15 - 25
18:2(n-6)	50 - 62	2 - 20	11 - 16	62 - 70
18:3(n-3)	4 - 10	<1	7 - 12	-
20:0	< 1	< 0,5	-	< 1
20:1	< 0,4	-	7 - 13	< 0,5
22:0	< 0,5	-	-	< 1
22:1	-	-	41	- 52

identificar, clonar y mejorar, así en consecuencia la palma se puede transformar y manipular genéticamente. De ahí que se puede diferenciar de los otros aceites.

Ello se puede hacer gracias a la universalidad del ADN. Se puede transformar la palma de aceite para producir un mejor ácido graso o un aceite diferente, mediante la utilización de su termoplasma. Ese ciclo conduce a lograr que mediante la utilización de la biotecnología se pueda diferenciar la palma de aceite de sus competidores para hacerla más saludable, mediante la metodología que se presenta en la Figura 10.

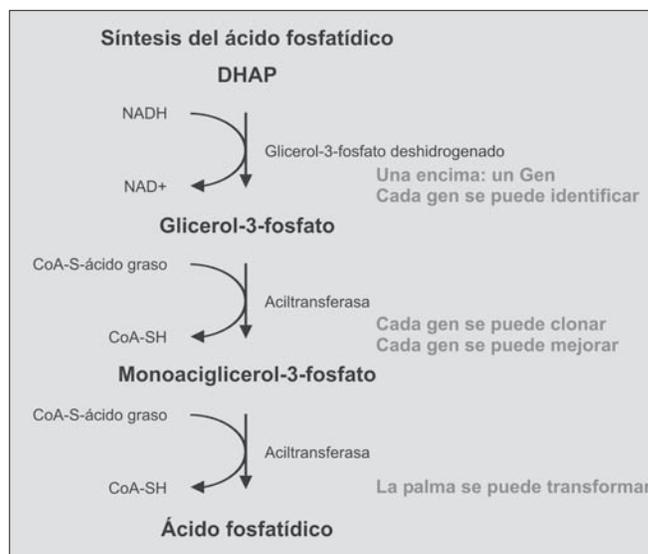


Figura 10 Síntesis del ácido fosfatídico