

Perspectivas y posibilidades a futuro de los emulsificantes (E-471 y E- 476) con aplicación en chocolatería

Jimena ríos

Universidad nacional de Colombia-Manizales, jriosr@unal.edu.co

Carlos Orrego

Universidad nacional de Colombia-Manizales, corregoa@unal.edu.co

Johnny Tamayo

Universidad nacional de Colombia-Manizales, jatamayoar@unal.edu.co

Resumen

El exceso de glicerina y la creciente producción de aceite de palma hacen urgente la búsqueda de productos que den valor agregado a estas materias primas, con el fin de incrementar la sostenibilidad de la cadena de oleaginosas colombiana. En este contexto la producción de monoglicéridos y diglicéridos (E-471) y de poliglicérol poliricinoleato (E-476), es una opción viable. En este trabajo se muestra un ejercicio de vigilancia estratégica para validar esta hipótesis en una primera aproximación. Se empleó el método STEEPV en el que se analizó información social-cultural, tecnológica, económica, medioambiental y aspectos normativos para identificar factores críticos destinados al planteamiento de escenarios probables y además se estructuró una matriz DOFA. Entre 2001 y 2013 se identificó que los países que han publicado más artículos científicos son Bélgica, Países Bajos e Inglaterra. En el caso de patentes los líderes son Estados Unidos, Japón, Países Bajos, Suiza y Reino Unido. Las empresas con mayor número de invenciones son Nestec S.A., y Unilever N.V. Es de destacar el interés creciente en el patentamiento de métodos no convencionales de producción, como los procesos enzimáticos. Como resultados de análisis de tendencias de los mercados de aceite de palma, chocolate y emulsificantes se estima que todos ellos presentarán un crecimiento sostenido en el mediano plazo lo que sumado a los resultados de la otra información analizada hace que esta circunstancia sumada a la opción de producción de estos emulsificantes en Colombia sea en general recomendable.

Palabras clave

Perspectiva, vigilancia, emulsificantes.

1 Introducción

El Gobierno de Colombia ha puesto en marcha un conjunto de instrumentos y políticas que han estimulado el cultivo de la palma aceitera para usos alimenticios y como materia prima de biocombustibles. En 2013 este país fue el cuarto productor mundial de aceite de palma (AP) después Indonesia, Malasia, Tailandia y Nigeria (Indexmundi, 2014a). Con una superficie cultivada de 452.435 Ha, en Colombia se produjeron un poco más de 900.000 toneladas de aceite crudo de palma, con una generación aproximada de 150.000 empleos directos (Fedepalma, 2013). Un poco más de la mitad del AP se usa como materia prima en la producción de biodiesel lo que ha incrementado de manera importante la oferta de glicerina- subproducto de su fabricación- en el país. El resto de la oferta de AP se usa en el sector de alimentos luego de procesos simples de refinación. El exceso de glicerina y las expectativas de una mayor producción futura hacen urgente la búsqueda de productos que den valor agregado a estas materias primas, con el fin de incrementar la sostenibilidad de la cadena de oleaginosas colombiana. En este contexto los emulsificantes derivados del AP, resultan ser una opción atractiva para éste propósito.

Los emulsionantes hacen parte de un segmento creciente en el mercado de ingredientes, en parte debido que pueden sustituir los lípidos en formulaciones alimenticias, con un menor aporte calórico (Parker, 2010). Buena parte de los emulsificantes alimentarios se fabrican a partir de materias primas o derivados de oleaginosas tales como aceites vegetales, fosfolípidos, glicerol y lecitinas. En los productos derivados del chocolate, los principales emulsificantes son la lecitina (E-322), los mono y di-glicéridos y sus derivados (E-471), los lactilatos de estearoilo - AMP (E-422), el triestearato de sorbitan (E-492), el polirricinoleato de poliglicerol - PGPR (E-476) y otros ésteres de poliglicerol (PGE) (Hasenhuettl, 2008; Whitehurst, 2004). Los clasificados como E471 y E476 son producidos a partir de materias primas que se pueden obtener como producto y subproducto de la cadena de oleaginosas, como el aceite de palma y la glicerina respectivamente.

2. Metodología

La metodología empleada se esquematiza en la Figura 1:

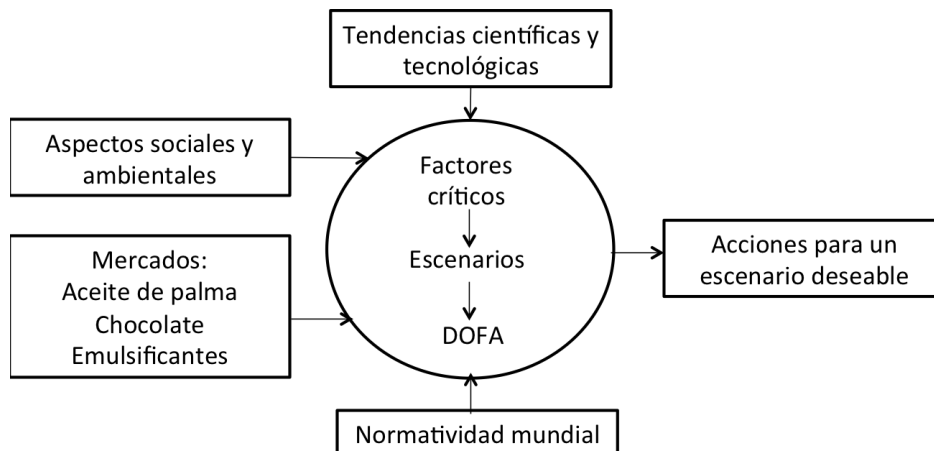


Figura 1. Metodología para la identificación de acciones que permitan contribuir a la construcción de un escenario deseable de la producción de emulsificantes en el contexto colombiano.

La información que sirvió de base para la identificación de los factores críticos, escenarios y análisis DOFA asociados al montaje de una o varias unidades de producción de emulsificantes E-471 y E-476 incluyó ejercicios de vigilancia tecnológica que permitieron identificar y filtrar las tendencias de los mercados de aceite de palma, chocolate y emulsificantes a nivel global. El estudio de publicaciones y patentes para estimar el interés de investigadores e inventores en estos aditivos. También se analizaron las normativas respecto de características de calidad y uso de dichos emulsificantes. Finalmente se tuvieron en cuenta algunos aspectos relacionados con factores sociales y ambientales.

Se identificaron los factores críticos por medio del análisis de la información respecto a seis tópicos tenidos en cuenta en el método STEEPV (Social-cultural, tecnológico, económico, ecológico-medioambiente, aspectos normativos). Con estos factores identificados se plantearon los escenarios probables, se estructuró una matriz DOFA (Eurofound, 2013). Finalmente se propusieron algunas acciones para superar los aspectos negativos encontrados con estas herramientas para proporcionar la configuración del escenario más deseable identificado.

3. Tendencias tecnológicas

Para la recopilación de documentos relevantes en cuanto a publicaciones y patentes, se seleccionaron las bases de datos ScienceDirect, SpringerLink, Wiley, Scopus, ISI Web of Knowledge y Patentscope –WIPO. Para la identificación de las tendencias en investigación se utilizaron como palabras clave los nombres de los emulsificantes más usados en chocolatería ((lecithin* OR phospholipid* OR ammonium phosphates) AND (chocolate OR cocoa OR "theobroma cacao")) y se restringió la búsqueda al periodo de tiempo comprendido entre Enero 1 de 2001 a Diciembre 31 de 2013. De este trabajo se encontró que entre los emulsificantes que se usan en chocolatería, la lecitina concentra la mayor parte de la atención de los investigadores y sobre la que se han otorgado mayor número de patentes. Siguen en importancia los monoglicéridos y los diglicéridos que, aunque en conjunto no llegan a alcanzar la producción de artículos que se hallaron para la lecitina, presentan un número cercano – pero inferior- de patentes. El PGPR y el triestearato de sorbitan son estudiados y reportados en patentes en una cantidad comparativamente baja.

De 581 patentes analizadas, los años de mayor y menor otorgamiento fueron 2008 (76) y 2001 (17) respectivamente. De estas patentes 389 son internacionales, 99 estadounidenses, 87 europeas, mientras que las demás corresponden a patentes canadienses y japonesas.

El país con mayor participación en la publicación de artículos es Bélgica con un 31, seguido de los Países Bajos (22) e Inglaterra (18). En el caso de las patentes el orden de importancia según país es Estados Unidos (297), Japón (65), Países Bajos (63), Suiza y Reino Unido (50). Se observa que las empresas con mayor número de invenciones han sido de Nestec S.A., consultora de investigación para el grupo Nestlé, y Unilever N.V. con una participación de 33 y 28 del total de patentes respectivamente.

Es de destacar el interés creciente en el patentamiento de métodos no convencionales de producción, como son los procesos enzimáticos. Respecto de las tecnologías emergentes para la producción de estos emulsificantes, y según el análisis respectivo de artículos y patentes se hizo evidente que el uso de enzimas atrae últimamente la atención de investigadores e inventores. El tipo de reacciones catalizadas por enzimas incluye hidrólisis, esterificación, interesterificación y acidólisis, y las enzimas que han sido probadas son principalmente las de *Rhizomucor miehei*, *M. javanicus*, *R. arrhizus*, *R. oryzae*, *Ricinodendron heudelotii* y *Pseudomonas sp*, comúnmente inmovilizadas en resinas de intercambio aniónico. En las reacciones se utilizaron reactores por lotes a presión atmosférica y a altas presiones, PBR, de lecho fluidizado y CSTR. En la Figura 2 se evidencia la tendencia de producción de artículos y patentes sobre emulsificantes que se emplean en chocolatería.

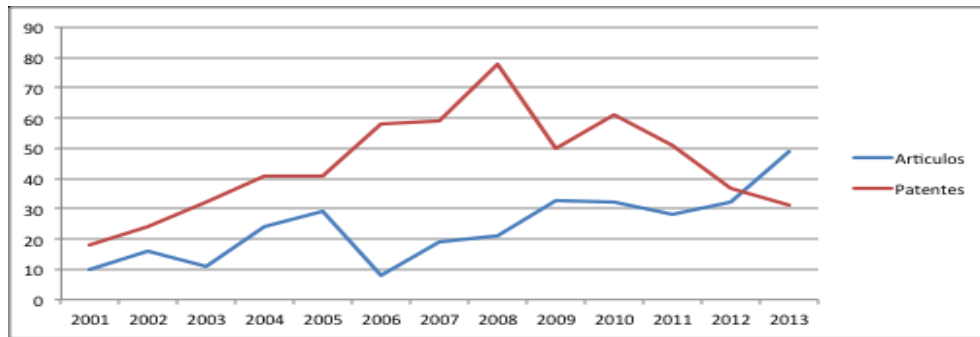


Figura 2. Publicaciones e Invenciones

4. Tendencias de los mercados de interés

4.1. Tendencias del mercado del aceite de palma: Esta materia oleaginosa es uno de los aceites de mayor consumo en todo el mundo por su relación coste-eficacia, accesibilidad y atributos de grasas *no-trans*. Además del sector alimentario el aceite de palma es ampliamente utilizado en aplicaciones de salud, energía y cosméticos. Adicionalmente, el rendimiento promedio por hectárea de una plantación de palma es más alto que otros cultivos comparables, Consecuentemente la demanda de aceite de palma se prevé que crezca en un futuro próximo, principalmente desde las economías emergentes. En la Figura 3 se puede observar el incremento en las hectáreas sembradas con aceite de palma en Colombia

Aunque Malasia ocupa el primer puesto como mayor productor de aceite de palma en el mundo, tiene una gran población de árboles viejos, que producen menores volúmenes. Este aspecto en particular podría obstaculizar el futuro del mercado hasta cierto punto. Existe una oportunidad adicional de incremento de su consumo en países como China e India, donde se prevé que el crecimiento económico será fuerte. Todo ello sumado a que a medida que se desarrollen nuevas aplicaciones de aceite de palma para el sector de cosméticos y el sector energético (en forma de biocarburantes), permite pronosticar que este mercado puede presentar un crecimiento sostenido en los próximos años.

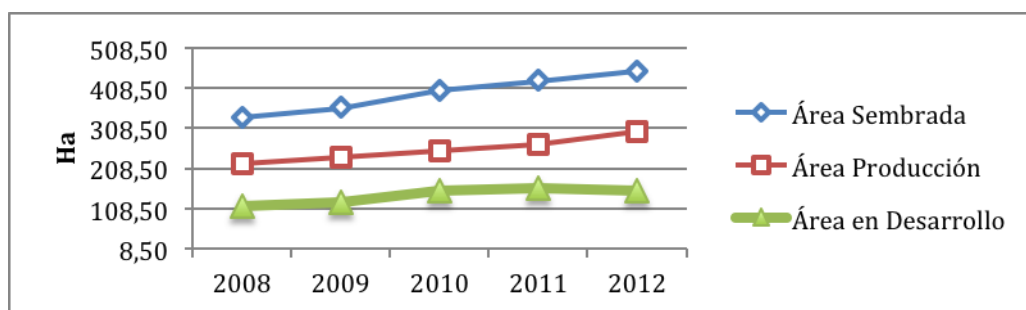


Figura 3. Siembra de aceite de palma en Colombia (Fedepalma, 2013).

En el contexto colombiano se identificó que entre las empresas con mayor capacidad de producción de biodiesel y por ende glicerina, están BIO D, Ecodiesel de Colombia y Aceites Manuelita, siendo esta última junto a Biocastilla S.A. extractoras de aceite de palma. El sector palmero está impulsado por el gobierno y consecuentemente, presenta un gran acompañamiento en inversión del sector, mientras que para el caso de los derivados generados a partir de aceite de higuera o ricino (materia prima para el PGPR), el panorama no está tan claro ya que sólo se cuenta con dos empresa que le apuntan a este proceso en Colombia como son Incorp S.A.S y Colombiana de Biocombustibles S.A.

Entre los principales destinos de exportación de aceite de palma colombiano en el 2013 se encuentran Holanda, Alemania México, Reino unido y Brasil.

4.2. Tendencias del mercado de chocolate: La perspectiva de la industria del chocolate en el mundo es cada vez más promisorio por su crecimiento, que es un reflejo del también creciente apetito por el chocolate especialmente en los mercados emergentes.

La cadena mundial de suministro del cacao y chocolate está dominada por 9 empresas, de éstas 3 son molineras (Cargill, Barry Callebaut y ADM) y 6 empresas chocolateras y/o productoras de repostería de chocolate (Mars Incorporated, Nestlé, Hershey, Kraft Foods, Cadbury Schweppes y Ferrero), de estas Cargill y ADM sólo producen productos semielaborados, pero rara vez chocolate industrial para consumo. Entre las molineras de cacao, Cargill, ADM y Barry Callebaut, las dos primeras empresas con poseedores de patentes para la producción de monoglicéridos.

Según los datos publicados por la asociación de industrias de chocolate, y dulcería de los Estados Unidos (CAOBISCO) en julio de 2012 el consumo de chocolate en estas industrias en los 19 países en los que había información disponible entre 2002 y 2010 se incrementó en un 10%. En valor el mercado detallista mundial de productos de chocolatería se elevó en ese periodo desde US\$ 52.000 millones en 2012 hasta US\$ 102.000 millones en 2011, según Euro monitor (8% por año) (Icco, 2013).

Entre los mercados con mayor potencial se encuentran India (que se espera que crezca un 22% para el 2104), Brasil (13%) y China (11%). El potencial de crecimiento a largo plazo también se espera en las economías emergentes, por la creciente población de clase media. Un ejemplo de esto se refleja en el consumo per cápita del chocolate en China, el cual es sólo una décima parte del de Suiza (Ver Figura 4). Por este motivo la preocupación inmediata es el equilibrio entre la oferta de cacao y la demanda de la industria del chocolate. Para esto los fabricantes ya se están enfrentando a este problema realizando inversión en el desarrollo de los granos con mayor rendimiento, fomentando prácticas más sostenibles con la colaboración de los agricultores, para mejorar la eficiencia y la exploración de posibles nuevas fuentes de cacao en países como Australia y Vietnam. Australia tiene su primer y único productor de chocolate con denominación origen, (Daintree Estates) que por su marca de gama alta produce granos caros, ricos en polifenoles y antioxidantes (Caobisco 2013; Morris, 2014).

Otro de los retos a los cuales se enfrenta la industria chocolatera es que los consumidores actuales están seleccionando productos que les ayuden a envejecer de manera más saludable, lo que hace del chocolate un producto especialmente atractivo por su contenido de bioactivos. Además los productos de chocolate son bien recibidos por los consumidores con alergias o intolerancias al gluten, la soya, los lácteos y en general por aquellas personas que desean evitar los alimentos altamente procesados y prefieren consumir aquellos que sean más "naturales". En respuesta a esto, las compañías de chocolate están cambiando al uso de términos como "aditivo" por "sin conservantes" y "contiene azúcares naturales".

Mientras que los principales países productores de chocolate para el 2011 fueron USA, Alemania, Reino Unido y Brasil. En el caso de los países con mayor consumo se encuentran Alemania, Reino Unido, Francia, Países Bajos, Bélgica, España, Italia entre otros (Caobisco, 2013).

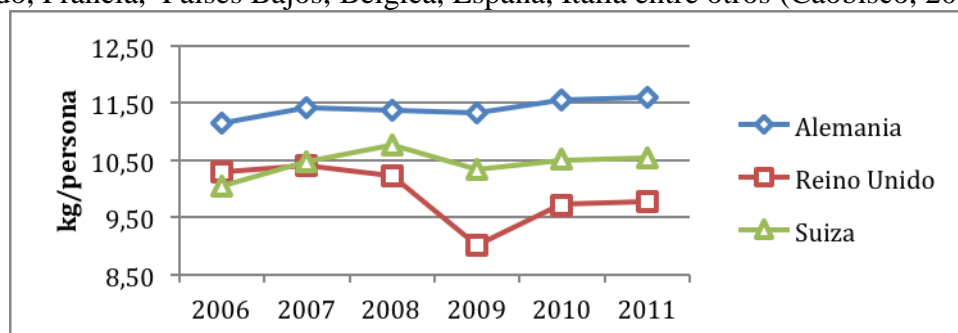


Figura 4. Consumo per cápita de chocolate en Alemania, RU y Suiza (2006-2011).

4.3. Mercado de los emulsificantes: El sector de emulsificantes se considera el de más rápido crecimiento del segmento de los aditivos de alimentos, debido a la creciente tendencia hacia la reducción del contenido de grasa en los productos alimenticios. La demanda mundial de emulsionantes alimentarios proviene principalmente de Asia-Pacífico y otras economías en desarrollo, y se espera que estas regiones dominen el mercado mundial en los próximos años. Los mercados europeos se están acercando a la madurez en esta industria. Los fabricantes se han centrado en las diversas inversiones en innovación para lanzar nuevos productos emulsionantes, gracias a su naturaleza multifuncional.

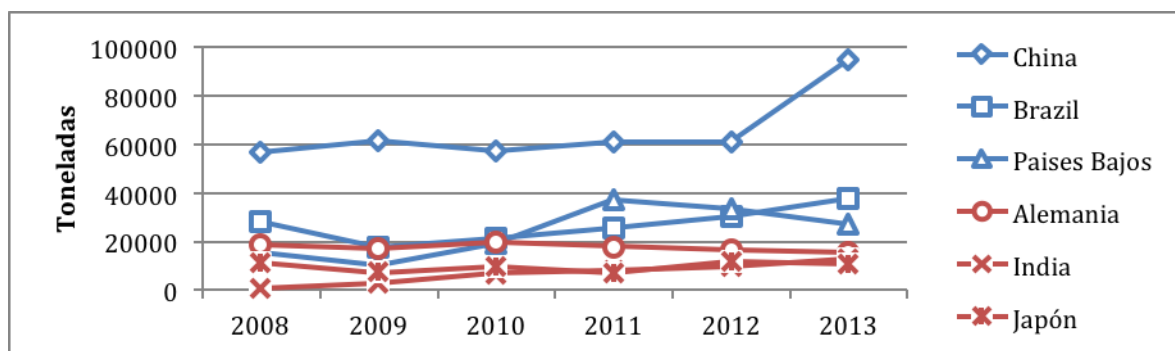


Figura 5. Volúmenes de Importación y exportación de emulsificantes en algunos países.

En cuanto a las exportaciones de emulsificantes los tres países que más exportaron en el 2013 y representan el 96% de esta operación, fueron China (29%), Corea (39%) y Países Bajos (28%). Para este mismo año los países con más importación fueron Alemania (16%), India (13%) y Japón (11%) los cuales representan el 55.90% del total de importaciones (Ver Figura 5).

Aunque el mercado de emulsionantes es impulsado en gran medida por los mono, di-glicéridos y sus derivados, la lecitina, el estearoil-lactilatos y otros emulsionantes tales como ésteres de poliglicerol (PGE), polirricinoleato de poliglicerol (PGPR), y muchos otros sintéticos y naturales

se espera que ganen impulso en el futuro cercano. Se prevé que el mercado global de emulsificantes alcance 933.4 KT en 2018, previéndose que los di-glicéridos y sus derivados dominarán tanto en términos de valor como en volumen (Marketreport, 2013).

5. Normatividad

A continuación se analiza la normatividad relevante respecto de los emulsionantes que pueden derivarse de la transformación del aceite de palma y/o la glicerina (E-471 y E-476). De acuerdo a la legislación actual existente en países como Estados Unidos, Suiza, Canadá, Sur África, Arabia Saudí, Argentina, Colombia y los 15 miembros de la Comunidad Europea se permite el uso de PGPR o E-476 hasta un máximo 5 (g/l o g/kg) en chocolate. Hungría y Australia sólo permiten un máximo de 4, Turquía hasta 3, India hasta 2, mientras que Nueva Zelanda modificó sus leyes para que fueran acordes a las de Australia pero sólo permitiendo un máximo de 1,25. En el caso de países como Kenia, Malasia y Sambia es permitido el uso de PGPR pero no especifican un contenido máximo, mientras que Chile presenta un máximo de 10, Japón. Para el caso de los mono y diglicéridos o E-471 la cantidad máxima permitida es *quantum satis* o la cantidad adecuada hasta 15 g/kg límite de emulsificante solo o combinado autorizado en chocolate (Eurlex, 2014b; FDA, 2014a).

En el caso de Estados Unidos, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) por sus siglas en inglés, ha considerado oficialmente seguro el PGPR para el consumo humano, estableciendo la ingesta diaria permitida entre 0 y 7,5 mg/kg de peso corporal (FDA, 2014b). En la última década los grandes productores de chocolate han ido sustituyendo el uso de la manteca de cacao con el fin de disminuir los costos, para lo cual han encontrado como alternativa el PGPR. Por la misma razón han intentado sustituir la lecitina de soya como emulsificante ya que su valor se ha incrementado, empleando para ello aceite de palma o ácidos grasos derivados de este como sustituto. Actualmente y aunque los grandes empresarios estén buscando sustitutos a estas dos materias primas, en mercados como Estados Unidos la FDA establece que los productos de chocolatería que no cuenten con un 10% mínimo de manteca de chocolate en su formulación, no pueden ser identificados en sus etiquetas como chocolate; para el caso de Europa se requiere un 25% como mínimo (FDA, 2014c, Codex, 2003).

En 2006, la FDA solicitó a los procesadores de alimentos declarar la cantidad de grasas *trans* en la etiqueta de información nutricional de sus productos, para velar por la conciencia pública creciente sobre las amenazas para la salud. Muchos procesadores de alimentos ya han reformulado sus productos para reducir o eliminar las grasas *trans*, pero existe un número considerable de productos que aún usan aceites parcialmente hidrogenados (PHOs). La FDA citando evidencia científica, dijo que la eliminación de PHOs del suministro de alimentos podría prevenir hasta 7.000 muertes por enfermedades del corazón cada año (FDA, 2013).

6. Aspectos ambientales y sociales

La producción de emulsificantes a partir de productos y subproductos obtenidos de la cadena de palma colombiana produciría impactos ambientales indirectos provenientes principalmente del posible incremento de una siembra de palma. Aunque algunos de los terrenos empleados para la plantación de palma de aceite se usan anteriormente para plantaciones de banano, arroz o algodón, también se ha presentado la expansión de cultivos en áreas de conservación, causando degradación de ecosistemas y recursos naturales, esto agravado por la baja conciencia de respeto de la normativa ambiental y la poca acción de las autoridades para vigilar y controlar a las empresas en sus prácticas, lo que genera afectación y/o modificación de fauna y flora (Seeboldt, et al., 2010).

En contraste, el uso adecuado de la plantación de palma de aceite puede representar un impacto positivo, ya que las raíces de esta planta dan una aeración a la tierra, lo que mejora sus atributos de calidad, principalmente si el terreno se usó anteriormente como pastizal. Además, con estas plantaciones se puede contribuir a la disminución de la huella de carbono ya pueden eliminar aproximadamente 40 toneladas de CO₂ por hectárea (Seeboldt, et al., 2010; Ruiz, et al., 2009). En cuanto al procesamiento o beneficio de la palma de aceite, las plantas procesadoras en el país en su mayoría usan sistemas anaeróbicos para el tratamiento de residuos y tecnologías avanzadas que capturan la energía liberada durante el proceso de tratamiento de residuos. Son 32 empresas con plantas de beneficio en el país, la que participan en el Proyecto Sombrilla MDL impulsado por Fedepalma, que tiene como fin la captura, mitigación y aprovechamiento del gas metano liberado en las lagunas de tratamiento de aguas residuales. Este proyecto podría permitir que Colombia participe en la oferta del servicio de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero con un potencial superior a los 500.000 Certificados de Emisión Reducida (CER) por año (Mazorra, 2008; Fedepalma, 2007).

La puesta en marcha de empresas productoras de emulsificantes generaría impactos ambientales directos positivos, ya que su producción a partir de oleaginosas colombianas busca el aprovechamiento de subproductos de esta cadena como la glicerina. En cuanto a los impactos sociales generados por una planta de producción de emulsificantes, éstos podrían ser de dos tipos, impactos directos como generar empleo en la región de interés lo que podría dinamizar y potencializar la siembra de higuera en el caso de que se produzca PGPR con esta materia prima. Los impactos indirectos pueden ser asociados al sector agroindustrial de la cadena de oleaginosa Colombiana algunos de cuyos integrantes han estado bajo sospechas de estar involucrados en problemas por la apropiación de tierras de forma ilegal debido a la falta de títulos de propiedad, pues se han presentado casos donde empresas del sector desarrollan sus cultivos en regiones donde las comunidades fueron obligadas a abandonar sus tierras por el conflicto o en donde grupos armados se apoderaron de las tierras. Sin embargo, los proyectos de pequeños productores que se han puesto en marcha con empresas palmeras establecidas, han servido para consolidar dichos derechos derivados de procesos anteriores sobre reformas agrarias (Seeboldt, et al., 2010).

Otras problemáticas que se presentan en la cadena de oleaginosas son el desarrollo de proyectos en territorios étnicos sin consulta previa, como es el caso en Guapi (Cauca). Además de precariedad en las condiciones laborales, expansión a gran escala no planificada, que incluye áreas de alto valor de conservación, como los humedales del río Magdalena y el Chocó Biogeográfico, esto sin prever requerimientos de infraestructura, investigación y transferencia tecnológica, lo cual atenta contra la competitividad y la productividad (Seeboldt, et al., 2010).

Un aspecto desfavorable es que a la palma de aceite se le ha culpado de causar deforestación. Por lo cual empresas y gobiernos a nivel mundial se están preocupando por adquirir sus productos y derivados con denominación certificada.

7. Factores críticos

A partir de la información mencionada durante todo este trabajo, se identificaron algunos factores críticos que se muestran en la Tabla 4.

8. Escenarios

El ejercicio para la construcción de escenarios consistió en hacer converger los tópicos principales del esquema STEEPV en dos fuerzas impulsoras (drivers). Esta metodología permitió establecer cuatro escenarios, la ubicación de la situación actual y el desarrollo de estrategias para obtener un futuro probable. Esta metodología, que es una adaptación de técnicas globalmente utilizadas para el diseño de escenarios, se esquematiza en la Figura 6 en la que se ubicaron los escenarios denominados como deseable, tendencial, factible o catastrófico. Se identificaron dos fuerzas, la fuerza 1, el desarrollo tecnológico y la fuerza 2, el entorno (en sus económico, social, político, normativo, ambiental y social). En la Tabla 5 se muestra la interacción de fuerzas para cada escenario.

		Chocolate	Aceite de palma*	Emulsificantes
Entorno	Tecnológico	Se requiere de emulsificantes que mejoren el rendimiento en las formulaciones	<p>Costo de procesamiento</p> <p>Enfermedades de importancia económica que afectan al sector</p> <p>Innovación en cultivo de palma de aceite</p> <p>Logística de transporte</p> <p>Requerimientos ecofisiológicos</p> <p>Disponibilidad de semillas con adaptación a las condiciones locales</p> <p>Diversidad de la base genética</p> <p>Eficiencia en el uso de energía</p> <p>Estacionalidad de la producción de aceite de palma</p> <p>Implementación de planes de producción para obtener productos a partir de la biomasa</p>	Desarrollos y Transferencia tecnológica de producción de emulsificantes a partir de enzimas
	Econ.	Creciente demanda y el poder adquisitivo de la población	<p>Precio de fertilizantes</p> <p>Sostenibilidad de la actividad agrícola</p>	Apertura de nuevos mercados por la creciente población que tiene un interés grasas <i>no-trans</i> .
	Político (Regulación)	Exigencia de etiquetado con reporte de contenidos Sustitución de grasas trans	<p>Existe una política fuerte que apoya el crecimiento y desarrollo del sector</p> <p>Existencia de libre comercio en donde la importación de aceite de palma cuenta con cero aranceles.</p>	<p>Para el caso del E-471, no existe un tope límite diferente a la cantidad máxima permitida de estos aditivos para uso en chocolatería.</p> <p>Para el caso del E-476 existe un límite de uso para su aplicación en chocolatería.</p>
	Social	<p>Productos con mayor beneficios para la salud</p> <p>Temor del consumidor por el riesgo para la salud que pueda tener el uso de algunos emulsificantes (Ej. PGPR)</p> <p>Críticas por la explotación infantil en la agroindustria cacaotera</p>	<p>Disponibilidad de mano de obra calificada</p> <p>Conflicto armado interno</p> <p>Propiedad de las tierras</p> <p>Cambio en los hábitos de consumo de aceites vegetales</p> <p>Apropiación indebida de tierras</p>	Preocupación de los consumidores por el impacto en su salud al consumir este tipo de aditivos. Para el caso del PGPR existe preocupación por parte de los consumidores ya que si cuenta con un máximo permitido en formulaciones de chocolate, lo cual motiva la inquietud de los consumidores sobre los efectos cancerígenos que pueda tener ya que por los hábitos de consumos crecientes de chocolate se puede superar fácilmente la recomendación de consumo de este aditivo
	Amb.	Deforestación y/o invasión de zonas con diversidad biológica que deberían ser protegidas	Deforestación y/o invasión de zonas con diversidad biológica que deberían ser protegidas	Impacto positivo por el aprovechamiento de un subproducto de la cadena de oleaginosa

Tabla 4. Factores críticos que pueden afectar directa o indirectamente la producción de emulsificantes en Colombia. *Modificado de (Mosquera, 2009).

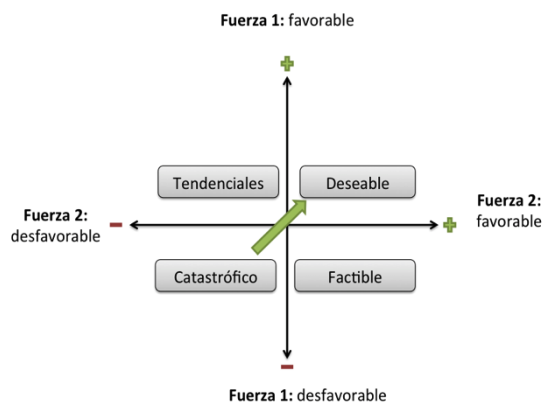


Figura 5. Factores críticos y escenarios para el establecimiento de unidades de producción de emulsificantes en Colombia

Escenario \ Fuerza	Deseable	Tendencial	Factible	Catastrófico
Fuerza 1	Favorable	Favorable	Desfavorable	Desfavorable
Fuerza 2	Favorable	Desfavorable	Favorable	Desfavorable

Tabla 5. Interacción de fuerzas respecto a los diferentes escenarios

8.1. Deseable: El escenario ideal en el cual el desarrollo tecnológico y el entorno cuentan con un panorama viable y prometedor se caracteriza porque se dispone de una tecnología identificada, amigable con el medio ambiente (que para el caso de emulsificantes es la que usa procesos enzimáticos), con costos de procesamiento favorables. Adicionalmente el entorno también es favorable pues existe regulaciones que no limitan el uso de los emulsificantes pues está comprobado que no tienen efectos secundarios sobre la salud del consumidor, lo que redundaría en aceptación generalizada sobre el uso de estos productos en formulaciones de chocolate. Aún más, su consumo representa beneficios a la salud pues son de estructura semejante a la grasa *no-trans* de menor aporte calórico. Este escenario el aspecto social también se ve beneficiado por la existencia de políticas públicas que velan por los intereses de las poblaciones autóctonas y sus propiedades, además porque se regula con rigurosidad el manejo de los suelos asociados a las plantaciones de palma, presentando un impacto positivo sobre los agentes de la cadena de oleaginosas ya que se da valor agregado a un producto y se utiliza un subproducto agroindustrial de dicha cadena, se genera empleo mejorando en forma global las condiciones de vida de la sociedad. Por último existe una solución negociada del conflicto interno y los costos de producción se mantienen estables por regulación sobre insumos y control de la inflación.

8.2. Tendencial: Acá el desarrollo tecnológico es favorable pero el entorno es desfavorable, se tiene una tecnología identificada, ambientalmente correcta y costeable, pero

el entorno está restringido por regulaciones que limitan el uso de los emulsificantes debido a que se encontraron efectos adversos en la salud de los mismos cuando se usan después de cierto umbral, lo que ha generado una aceptación desfavorable sobre el uso de estos ingredientes en productos formulados de chocolate. Se ha deteriorado la imagen mundial de las plantaciones de palma de aceite Colombianas porque se ha demostrado que han generado efectos ambientales adversos, están asociadas a problemas de expropiación violenta o fraudulenta de tierras con problemas de desplazamiento de población. Igualmente grandes explotaciones de cacao en el África persisten en utilizar niños como parte de su fuerza de trabajo y hay una gran presión social por parte del consumidor de productos de chocolatería para que se utilice cacao certificado que garantice que en su producción no se utilizan esas prácticas, lo que finalmente ha ocasionado un déficit creciente de la oferta mundial de cacao, con el consecuente encarecimiento y reducción del consumo de productos de chocolatería. Por último el conflicto interno Colombiano se ha agravado y los costos de producción son altos impulsados por los sobrecostos de materia prima, problemas logísticos e inseguridad.

8.3. Factible: En este se presenta un escenario en el cual el desarrollo tecnológico es desfavorable pero el entorno es favorable. No se ha logrado desarrollar una tecnología enzimática confiable para la producción de emulsificantes por lo que la catálisis química es aún la única opción para la producción de estos ingredientes, con problemas negativos de impacto ambiental y pureza de producto. Como en el primer escenario, el entorno es favorable y el consumo de los emulsificantes no está limitado por aspectos regulatorios que controlen posibles riesgos de su consumo. La demanda del chocolate y productos de chocolatería es creciente lo mismo que la de otros sectores industriales que utilizan los mono y diglicéridos y el PGPR. Por el lado de la oferta de aceite de palma, glicerina y aceite de higuera se han consolidado, los programas de siembra y control de plagas de estas plantaciones, lo que ha generado un volumen de producción suficiente de las materias primas para estos emulsificantes, con el consecuente beneficio de pequeños y grandes productores, sin tensiones sociales asociadas a la posesión de la tierra y la equidad en la distribución de los beneficios económicos que se han generado al aprovechar integralmente la cadena agroindustrial de la palma de aceite, y en el marco de una paz negociada que ha traído mejoras sustanciales en la seguridad de todos los agentes de la cadena.

8.4. Catastrófico: En este se presenta un escenario en el cual el desarrollo tecnológico y el entorno son desfavorable. En el cual no se tiene una tecnología identificada, que sea sostenible y sustentable como son los procesos enzimáticos, consecuentemente los costos de procesamiento e impactos ambientales son altos. En cuanto al entorno existen regulaciones que limitan el uso de los emulsificantes, los cuales están afectados por restricciones pues está comprobado que si tienen efectos secundarios sobre el consumidor, por lo cual este tiene una aceptación desfavorable sobre el uso de este en productos formulados de chocolate. En este escenario el aspecto social también se ve perjudicado por la poca o nula existencia de políticas públicas que velen por los intereses de las poblaciones autóctonas y sus propiedades, además porque no se regula con rigurosidad el manejo de los suelos causando un impacto ambiental desmesurado, lo cual se ve reflejado en un impacto negativo, no se generan

empleos directos suficientes como para mejorar la calidad de vida de la población. Por último existe un panorama negativo respecto al conflicto interno y los costos de producción son altos impulsados por los costos de materia prima, que regulado internamente sin un control.

9. Análisis DOFA

Con el fin de aportar al análisis de la viabilidad de tener una planta de producción de emulsificantes (E-471 o E-476) en Colombia, se realizó previamente un análisis DOFA el cual se muestra en la Tabla 6.

DOFA	E-471	E-476
Fortalezas	Fácil adquisición de materia prima Valor agregado del aceite de palma Regulación existente que no limita su uso como emulsificante	Fácil adquisición de materia prima Valor agregado para el aceite de ricino o higuierilla producido en Colombia. Aprovechamiento de glicerina como subproducto de la producción de biodiesel
Debilidades	Optimización de producción enzimática Optimización de tecnología de purificación Poca estructura logística que facilite una rápida u oportuna adquisición del producto	Optimización de producción enzimática La producción por polimerización de glicerina con un catalizador básico sería una alternativa, pero es un proceso químico cuyo consumo energético sería mayor al enzimático.
Oportunidades	Exigencia de sustitución de grasas <i>trans</i> por grasas <i>no-trans</i> Estructuración del sector que permita vender aceite de palma 100% certificado, en donde se garantice que fue cultivado con el mínimo impacto ambiental	El uso de este en chocolatería representa una disminución en grasa de la formulación. La producción enzimática de PGPR en una tecnología que es relativamente nueva por lo que presenta un panorama desconocido y con mucho por investigar. Estructuración de políticas y proyectos que impulsen el crecimiento de producción de oleaginosas a partir de aceite de ricino que este no compite como suministro alimenticio, como si lo hace el maíz
Amenazas	Enfermedades del cogollo la palma de aceite Conflicto armado Importación de aceite de palma Problemas climáticos (temporadas de intenso calor o pluviosidad) que afectan la productividad de los cultivos y el sistema vial afectando la logística de transporte de materias primas y productos	La percepción de los consumidores por el uso de este en chocolatería y su efecto en la salud Posible restricciones de uso por efectos secundarios en la salud humana La producción enzimática por medio de hidrólisis de aceite de ricino está limitada por el abastecimiento de esta materia prima en Colombia, ya que este es un país importado de esta materia prima y sólo se cuentan con dos empresas productoras de éste.

Tabla 6. Análisis DOFA para producción en Colombia de emulsificantes E-471 y E-476.

10. Lineamientos y o acciones a tomar para llegar a un escenario deseable

Con el fin de pasar de un escenario que por la mayoría de las condiciones puede considerarse catastrófico y moverse a un escenario deseable, con este análisis prospectivo se busca movilizar los diferentes actores sociales para generar visiones compartidas de futuro, orientar políticas de largo plazo y tomar decisiones estratégicas en el presente, dadas las condiciones y las posibilidades locales, nacionales y globales (Colciencias, 2008). en consecuencia con lo anterior, en la Tabla 7 se plantean algunas de las líneas de acción, necesarias y pertinentes para lograr el desarrollo en el cual se logre llegar a un escenario deseable.

Entorno	Tecnológico	<p>Más investigación sobre propiedades de emulsificantes que mejoren el rendimiento en las formulaciones de chocolate</p> <p>Existencia y/o desarrollo de tecnologías con costos de procesamiento moderados</p> <p>Más investigación y transferencia de tecnologías que permitan mitigar las enfermedades de la palma de aceite con el fin de garantizar su producción constante</p> <p>Desarrollo adecuado de logística de transporte de insumos</p> <p>Disponibilidad de semillas con adaptación a las condiciones locales</p> <p>Desarrollos y Transferencia tecnológica accesibles de producción de emulsificantes a partir de enzimas</p> <p>Desarrollo de fertilizantes con bajo impacto ambiental y bajo impacto sobre el producto final</p>
	Económico	<p>Economía favorable por la creciente demanda y el poder adquisitivo de la población</p> <p>Precios de aceite de palma moderados</p> <p>Sostenibilidad de la actividad agrícola</p> <p>Apertura de nuevos mercados</p> <p>Nuevos convenios e interés de producción de aceite de palma desde Colombia por existencia de árboles jóvenes que garanticen una mayor producción a largo plazo.</p> <p>Alianzas con productores internacionales de partes para ampliar capacidad de inversión y de transferencia tecnológica.</p> <p>Convenios para la estructuración y trabajo conjunto del sector de oleaginosas en los cuales se desarrollen proyectos en los cuales se apoye y acompañe a los diferentes actores</p>
	Político (Regulación)	<p>Mayor exigencia por la sustitución de grasa trans</p> <p>Existe una política fuerte que apoya el crecimiento y desarrollo del sector</p> <p>Existencia de libre comercio en donde la importación de aceite de palma cuenta con cero arancel, tratados de libre comercio</p> <p>Para el caso del E-471 y E-476, no existe un tope límite diferente a la cantidad máxima permitida de estos aditivos para uso en chocolatería.</p> <p>Regulación que favorezca el derecho sobre las tierras de las personas de la región</p> <p>Beneficios tributarios por creación de empresas que dinamicen el sector de oleaginosas</p>
	Social y ambiental	<p>Investigación sobre el efector del PGPR en la salud del consumidor</p> <p>Mayor consumo de emulsificantes por sus características como grasas no-trans, por su mejor aporte calórico</p> <p>Disponibilidad de mano de obra calificada</p> <p>Disminución del Conflicto armado interno, apoyo de las entidades del gobierno para mejorar la seguridad</p> <p>Expedición de títulos de propiedad de las tierras que garanticen las condiciones de las personas</p> <p>Cambio en los hábitos de consumo de los aceites vegetales</p> <p>Incremento de la seguridad en las zonas de cultivo lo cual permita un acompañamientos y asegure las condiciones de integridad de los trabajadores del sector de oleaginosas</p> <p>Planeación objetiva de nuevos cultivos de aceite de palma con los cuales se evite la deforestación desmedida y/o invasión de zonas con diversidad biológica que deberían ser protegidas.</p>

	Mejoramiento del sistema vial del país. Impacto positivo por el aprovechamiento de un subproducto de la cadena de oleaginosa
--	---

Tabla 7. Lineamientos y o acciones a tomar para llegar a un escenario deseable.

11. Conclusiones

De acuerdo a lo presentado en este trabajo es posible concluir que la producción de emulsificantes a partir de aceite de palma cuenta con un panorama favorable, ya que el sector palmero está siendo impulsado para su crecimiento directamente desde el Gobierno Nacional por lo que está alineado a las políticas públicas que han llevado a Colombia a convertirse en el cuarto productor de aceite de palma en el mundo. De igual forma el mercado de chocolate también es un mercado creciente y los emulsificantes E-471 y E-476 son aditivos con gran oportunidad en este sector industria ya que el primero de estos aditivos no cuenta con límite de uso como emulsificante en productos de chocolate, por lo que está siendo usado con más frecuencia por los grandes productores de chocolate y es además un sustituto de las grasas trans, las cuales se deberán suprimir de las formulaciones del chocolate. Adicionalmente, y para el caso del E-476 es un componente que puede representar grandes beneficios de rendimiento en formulaciones con chocolate. Ya que existe una demanda potencial creciente de estos emulsificantes y se espera que los volúmenes de producción se incrementen en el contexto colombiano es aconsejable la potencialización de la siembra de esta oleaginosa, si se considera la disponibilidad en el mediano plazo de este aceite para la producción de PGPR.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Colciencias (programa Jóvenes investigadores-2013-617) y a la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales (programa Hermes código 21164) por la financiación de las actividades descritas en este artículo.

Referencias

- Caobisco. (2013). *Statistical Bulletin*. Brussels, Belgium. www.caobisco.eu. [Fecha de Acceso: Mayo 22 de 2014].
- Codex, 2003. *Codex Alimentarius: Standard for chocolate and chocolate products* (codex stan 87-1981, rev. 1 - 2003). www.codexalimentarius.org. [Fecha de Acceso: Marzo 15 de 2014].
- Colciencias, F.J.D.C.-. (2008). *Sinergia entre la prospectiva tecnológica y la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva*. Departement Bogotá, D.C., .
- Eurofound. (2013). *Handbook of Knowledge Society Foresight*. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. Wyattville Road, Loughlinstown, Dublin 18, Ireland. <http://www.eurofound.europa.eu/publications/htmlfiles/ef0350.htm>.
- Eur-lex. (2014a). *Directiva 2008/84/CE de la Comisión, de 27 de agosto de 2008 , por la que se establecen criterios específicos de pureza de los aditivos alimentarios distintos de los colorantes y edulcorantes*. <http://eur-lex.europa.eu/>. [Fecha de Acceso: Marzo 21 de 2014].
- Eur-lex. (2014b). *Official Journal of the European Union*, L 295, 12 November 2011. <http://eur-lex.europa.eu/>. [Fecha de Acceso: Marzo 21 de 2014].
- Fda. (2013). *FDA takes step to further reduce trans fats in processed foods*. <http://www.fda.gov/newsevents/newsroom/pressannouncements/ucm373939.htm>. [Fecha de Acceso: Enero 17 de 2014].
- Fda. (2014a). *GRAS Notification, Quest International, Report 9. The safety of polyglycerol polyricinoleic acid emulsifier for use in chocolate*. Received 08/22/1998; Closure 03.03/1999. [Fecha de Acceso: Marzo 21 de 2014].
- Fda. (2014b). *GRAS Notification, Palsgaard A/S, Report 266. The safety of polyglycerol polyricinoleic acid emulsifier for use in vegetable fat coatings*. Received 11/13/2008; Closure 01/20/2009.[Fecha de Acceso: Marzo 21 de 2014].
- Fda. (2014c). *"Title 21 — Food and Drugs, Chapter I, Sub chapter B — Food for Human Consumption, Part 163 — Cocoa Products"*. [Fecha de Acceso: Marzo 21 de 2014].
- Fedepalma. (2013). *Minianuario estadístico 2013 - Principales cifras de la agroindustria de palma de aceite en Colombia*. www.fedepalma.org/. [Fecha de Acceso: Abril 28 de 2014].
- Fedepalma. (2007). *Los Rostros de la Palma*. Bogotá, Colombia.
- Indexmundi. (2014a). *Palm oil production by country in 1000 MT*. <http://www.indexmundi.com/> [Fecha de Acceso: Enero 20 de 2014].
- Jukes, D. (2013). *Food Additives in the European Union*. <http://www.foodlaw.rdg.ac.uk>. [Fecha de Acceso: Enero 15 de 2014].
- Mazorra V., M. Á. (2008). *Proyecto Sombrilla MDL para la captura de metano, desplazamiento de fuentes fósiles y cogeneración de energía renovable en el sector de la palma de aceite en Colombia*. *Palmas*. 29 (1). 67-68. <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/viewFile/1379/1379>. [Fecha de Acceso: Junio 13 de 2014].

- Marketreport. (2013). *Food emulsifiers market by types (mono, di-glycerides & derivatives, lecithin, sorbitan esters, stearoyl lactylates & others), applications (bakery & confectionery, convenience foods, dairy products, meat products & others) & geography - global trends & forecast to 2018*. <http://marketreports.com/>. [Fecha de Acceso: Noviembre 23 de 2013].
- Morris, J.A. (2014). *Consumer Markets – June 2014: A taste of the future the trends that could transform the chocolate industry*. KPMG International Cooperative. UK.
- Mosquera M., M. (2009). *Prospectiva tecnológica para el sector palmero*. *Palmas*. 30(2). 153-161. <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/viewFile/1442/1442>. [Fecha de Acceso: Junio 20 de 2014].
- Parker, P. M. (2010). *The 2009-2014 World Outlook for Emulsifiers*. EBSCO Publishing. <http://connection.ebscohost.com/>. [Fecha de Acceso: Abril 03 de 2014].
- Ruiz M., M.P, Montoya O., H., Urueña V., M.A. 2009. *Situación actual y perspectivas del mercado del aceite de palma colombiano, Economic Research Service –ERS– ABC USAID/MIDAS Crops*. 81-100
- Seeboldt, S., Salinas A., Y. (2010). *Responsabilidad y sostenibilidad de la industria de la palma: ¿Son factibles los Principios y Criterios de la RSPO en Colombia?*. Oxfam Novib. Bogotá D.C. – Colombia.