

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA PRODUCCIÓN EFICIENTE DEL ACEITE DE PALMA AFRICANA *ELAEIS GUINEENSIS***LA PRODUCCIÓN EFICIENTE DEL ACEITE DE PALMA AFRICANA *ELAEIS GUINEENSIS***AUTORES: Teresa de Jesús Llerena Guevara¹Pedro Intriago Zamora²Rosa Llerena Guevara³Mirian Patricia Cárdenas Zea⁴Milton Peralta Fonseca⁵DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: tllerena@uteq.edu.ec

Fecha de recepción: 09-10-2016

Fecha de aceptación: 18-11-2016

RESUMEN

Se evaluó el porcentaje del contenido de sólidos del aceite crudo de palma (*Elaeis guineensis* J) mediante la interesterificación con látex de babaco sobre la acción enzimática que contiene el látex. En la acción de modificación de sólidos se controló tres parámetros importantes en la acción de la enzima lipasa en el aceite como es la temperatura, tiempo y agitación. Se utilizó un diseño factorial AxBxC bajo un diseño en bloques completamente aleatorio (DBCA), compuesto de ocho tratamientos y tres replicas. Recurrió a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Se midió el contenido de sólidos del aceite de palma luego de aplicar los parámetros antes mencionados a nivel de laboratorio. El contenido de sólidos se logró una disminución considerable en el tratamiento 1, ya que según las interacciones existe diferencia significativa.

PALABRAS CLAVE: Interesterificación; aceite de palma; sólidos; látex; babaco.

TECHNOLOGICAL INNOVATION IN THE EFFICIENT PRODUCTION OF AFRICAN PALM OIL *ELAEIS GUINEENSIS***ABSTRACT**

¹ Ingeniera en Alimentos. Magister en Gestión de la Educación Mención en Educación Superior. Coordinadora de Área Facultad. Unidad de Estudios a Distancia. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Los Ríos. Ecuador.

² Ingeniero Industrial. Magister en Investigación para el desarrollo Educativo. Coordinador de la Carrera de Ingeniería Industrial. Facultad: Unidad de Estudios a Distancia. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Los Ríos. Ecuador. E-mail: pintriago@uteq.edu.ec

³ Ingeniera en Sistema. Economista. Master Universitario en Desarrollo Económico y Políticas Públicas. E-mail: mayrallerena@gmail.com

⁴ Abogada de la República. Licenciada en Informática. Magister en Educación Abierta y a Distancia. Cargos: Coordinador de la Carrera de sistemas. Facultad: Unidad de Estudios a Distancia. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Los Ríos. Ecuador. E-mail. mcardenas@uteq.edu.ec

⁵ Ingeniero Industrial. Magister en Administración de Empresas. Coordinador de. Área. Coordinador Carrera de Ingeniería Industrial Facultad.: Unidad de Estudios a Distancia. Facultad: Ciencias de la Ingeniería. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Los Ríos. Ecuador. E-mail. mperalta@uteq.edu.ec

The percentage of solids content of crude palm oil (*Elaeis guineensis* J) by interesterification with latex on the enzymatic action babaco containing latex was evaluated. In the modification action solid three important parameters was controlled in the action of the enzyme lipase in oil such as the temperature, time and agitation. AxBxC factorial design under a randomized complete block design (DBCA) composed of eight treatments and three replicates was used. He resorted to Tukey test at 5% probability. The solids content of palm oil after applying the aforementioned parameters at laboratory level was measured. The solids content of a considerable decrease in treatment 1 was achieved, since according to the interactions there are significant differences.

KEYWORDS: Interesterification; palm oil; solids; latex; babaco.

INTRODUCCIÓN

La palma aceitera, conocida también como palma africana, es una palmera nativa de numerosos países del África tropical; ésta palmera ha visto muy incrementada su área de distribución al ser cultivada por los seres humanos, debido a la importancia económica de los aceites de gran calidad que se extraen tanto de la pulpa como el de la semilla. Estos aceites se exportan a países industrializados, y se emplean en manufacturas y lubricantes. Tanto el aceite de pulpa como el de almendra se emplean para producir margarina, manteca, aceite de mesa y de cocina y jabones (Cala & Bernal, 2008).

La agroindustria de la palma aceitera tiene un importante peso productivo en el Ecuador, pues representa el 14.1% en el PIB agrícola, y exporta al año alrededor de 260 mil Tm de productos de palma africana por un valor que alcanza los 250 millones de dólares, que incluye aceite crudo, oleína, estearina, grasas y aceites comestibles y otros productos (Bonilla, 2015).

Los aceites que resultan del proceso de fabricación de la palma africana no tienen una aplicación industrial en su forma natural, por este motivo existe la necesidad de realizar modificaciones químicas y físicas. Los procesos conocidos son la hidrogenación y el fraccionamiento, en este caso para la obtención de grasas bases para fabricar margarinas. Estos procesos tienen en común que todos ellos cambian las propiedades físicas de los aceites; el fraccionamiento por medio de una separación física se modifica la composición de las dos fases formadas de triacilglicéridos (TG); la hidrogenación por alteración de los grupos insaturados y la utilización de la interesterificación que por reacción catalítica redistribuye los ácidos grasos (AG) en las moléculas de los TG (Legua, 2010).

Actualmente son pocos los estudios enfocados a la evaluación nutricional y propiedades funcionales de materias primas alimentarias de consumo masivo, las cuales podrían tener un gran potencial en la industria de alimentos, convirtiéndose en alternativas para coadyuvar en la búsqueda de soluciones a la seguridad alimentaria (Marrugo *et al.*, 2012: 403 – 405).

El proceso actual que utiliza la industria aceitera a nivel local para la producción de derivados de palma africana, carece de una adecuada innovación tecnológica en la obtención de aceites saludables, originándose así problemas en la salud en las personas por el consumo de aceites con ácidos grasos trans, por lo que se requiere disponer de otras alternativas de proceso como el uso de reactivos vegetales, el objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido de sólidos grasos en el aceite de palma mediante la interesterificación utilizando el látex del babaco, que permitirá obtener grasas con propiedades físicas regulares y saludables.

DESARROLLO

Se realizaron tres réplicas simultáneas en el mismo lugar para analizar cada uno de los tratamientos. El estudio se desarrolló en el laboratorio de control de calidad de la empresa EPACEM del cantón Santo Domingo de Los Colorados, Ecuador. Su ubicación geográfica es 0° 20' 00" de latitud y 79° 15' 00" de longitud, temperatura promedio de 24.15°C, humedad relativa de 87,83 %, precipitación anual de 2701.9 mm, altura de 625 msnm y de topografía irregular.

Para las pruebas de laboratorio se utilizó aceite de palma, proporcionado por la empresa aceitera, con características físico químicas promedios con que se reciben en las fábricas aceiteras y que necesariamente requieren de un tratamiento preliminar de depuración.

Materiales

- Recipiente de acero inoxidable con serpentín de 1000 ml
- Vasos de metal 250 ml
- Termómetro de 100°C
- Termómetro de 150°C
- Tubos de vidrio 10 mm de minispec

Equipos

- Minispec BrukerMq 20 NMR Analyzer
- Ultra-termostato
- Batidora
- Balanza analítica capacidad 160 g
- Balanza analítica capacidad 6000 kg
- Bomba de agua
- Cronometro
- Calentador de agua

Reactivos e insumos

- Látex de babaco
- Alcohol industrial
- Agua

Tratamientos y diseño experimental

Se empleó un experimento factorial $A \times B \times C$, bajo un diseño de bloques completamente aleatorio (DBCA), compuesto de ocho tratamientos y tres réplicas. Estos consistieron en la temperatura como factor A (50 °C y 60 °C), tiempo como factor B (8 horas y 16 horas) y porcentaje de látex como factor C (0.33 % y 0.66 %), Cuadro 1, y para el proceso de modificación del contenido de sólidos en el aceite de palma se desarrolló mediante la interesterificación con el látex del babaco, cuadro 2.

Cuadro 1. Tratamientos para la modificación y evaluación de sólidos del aceite de palma

Tratamientos	Combinación	Simbología
T1	a1b1c1	[T1] [t1] [L1]
T2	a1b1c2	[T1] [t1] [L2]
T3	a1b2c1	[T1] [t2] [L1]
T4	a1b2c2	[T1] [t2] [L2]
T5	a2b1c1	[T2] [t1] [L1]
T6	a2b1c2	[T2] [t1] [L2]
T7	a2b2c1	[T2] [t2] [L1]
T8	a2b2c2	[T2] [t2] [L2]

Cuadro 2. Descripción de unidades experimentales

Tratamientos	Unidades experimentales	Repeticiones	Interesterificación Horas	Sólidos Horas
T1	3	3	24	3
T2	3	3	24	3
T3	3	3	48	3
T4	3	3	48	3
T5	3	3	24	3
T6	3	3	24	3
T7	3	3	48	3
T8	3	3	48	3
Total	24	24	288	24

El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante el análisis de varianza; para el establecimiento de rangos, los promedios de los tratamientos fueron contrastados mediante la prueba de significación Tukey al 5 % de confianza. Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de varianza para un experimento factorial AxBxC bajo un DBCA

Fuente de Variación	Fórmulas	g.l.
Tratamientos	t-1	7
Repeticiones	r-1	2
A (Temperatura)	a-1	1
B (Tiempo)	b-1	1
C (Porcentaje de látex)	c-1	1
A x B	(a-1)(b-1)	1
A x C	(a-1)(c-1)	1
B X C	(b-1)(c-1)	1
A x B x C	(a-1)(b-1)(c-1)	1
Error	(abc-1)(r-1)	14
Total	abcr-1	23

Mediciones Experimentales

La determinación del contenido de grasa sólida en los tratamientos fue realizada según la ISO 8292 – 1 (2012). Se utilizó el método directo, en donde las lecturas de las muestras fueron realizadas en serie a las temperaturas de 10, 20, 30, 35 y 40°C. El equipo utilizado fue un analizador de resonancia magnética nuclear Minispec BrukerMq 20 NMR Analyzer.

Procedimiento experimental

Para el T1 y T3 se calentó la muestra en recipiente de acero inoxidable con el serpentín a 50 °C, adicionando 2.97 g de látex de babaco (0.33 %), agitando durante 8 horas, se tomó 20 g de la misma y se calentó a 130 °C para luego filtrar, se colocó 4 g en los tubos de vidrio de 10 mm de diámetro y 189 mm de longitud en el minispec BrukerMq 20 NMR Analyzer, rotulando el tubo con la muestra y colocando tapones de algodón; el T5 y T7 cambia solo la temperatura a 60 °C.

Para el T2 y T4 la temperatura del serpentín se calibró a 50 °C, adicionando 5.94 g de látex de babaco (0.66 %), se agitó durante 8 horas, se tomó 20 g de muestra y se calentó a 130 °C. Luego con un papel se procedió a filtrar, se colocó 4 g en los tubos de vidrio de 10 mm de diámetro y 189 mm de longitud en el minispec BrukerMq 20 NMR Analyzer, se procedió a rotular el tubo con la muestra, se cerró con tapones de algodón; el T6 y T8 cambia solo la temperatura a 60 °C.

Determinación de sólidos

En el recipiente de acero inoxidable con serpentín se calentó el agua destilada a 65 °C, se colocó las muestras por 20 minutos, se adiciono al ultra-termostato 4 litros de alcohol industrial y 3 litros de agua se reguló a 0 °C y se introdujo las muestras por 20 minutos. Se calibró el ultra-termostato a 10, 20, 30, 35 y 40 °C para colocar las muestras por 20 minutos en cada una de las temperaturas establecidas, luego se retiró y secó los tubos e introdujo en el equipo Minispec BrukerMq20 NMR Analyzer, se registraron las lecturas.

Resultados

Contenidos de solidos grasos a 10 °C

Las medias de contenido de sólidos grasos (Cuadro 4) muestran diferencias estadísticas dentro de los niveles en los factores B y C excepto en el A. En el factor A, el promedio del nivel a2 tuvo 47,97% y el a1 47,65%. En el factor B, el valor más alto lo consiguió el nivel b1 con 47,83% de sólidos y el más bajo lo tuvo el nivel b2 con 47,79%. En el factor C, el c1 tiene el mayor porcentaje de sólidos 48,14% y el menor en el nivel c2 con 47,48%. Respecto a las combinaciones AxB, BxC y AxBxC, existe interacción significativa. De las combinaciones, se desprende el T3 (Temperatura 50 °C, tiempo 16 horas, látex 0.33%) alcanzó el porcentaje más alto de contenido de sólidos 49,30% y el más bajo el T8 (Temperatura 60 °C, tiempo 16 horas, látex 0.66%) con 46,58%.

Cuadro 4. Contenido de solidos grasos a 10 °C

Factores	Simbología	Media (%)
A (Temperatura)	a1	47,65b
	a2	47,97a
B (Tiempo)	b1	47,83a
	b2	47,79b

C (Porcentaje de látex)	c1	48,14a
	c2	47,48b
AxBxC (Tratamientos)		
T1	a1b1c1	46,59b
T2	a1b1c2	48,06b
T3	a1b2c1	49,30a
T4	a1b2c2	46,66b
T5	a2b1c1	48,05a
T6	a2b1c2	48,62a
T7	a2b2c1	48,62b
T8	a2b2c2	46,58b
*CV (%)		0,62

Medias con letras diferentes difieren estadísticamente (Tukey $p = 0.05$)

*CV: Coeficiente de variación

Contenidos de sólidos grasos a 20 °C

En el cuadro 5, se observa diferencias estadísticas entre los niveles de los factores A, B y C. En el factor A, el valor promedio del nivel a1 que tiene 18,2% es el mayor y el nivel a2 17,7% el menor. En el factor B, el valor más alto presenta el nivel b2 con 18,26% y el más bajo está en el nivel b1 con 17,68%. Respecto al factor C, el nivel c2 es 18,08% que es superior al nivel c1 que alcanza 17,86%. En las combinaciones AxB, AxC, BxC y AxBxC, existe interacción significativa. Los tratamientos muestran diferencias estadísticas en el contenido de sólidos del aceite de palma a 20 °C, en el T3 (Temperatura 50 °C, tiempo 16 horas, látex 0.33%) presenta 22,37% que es el valor superior en sólidos mientras que el T1 (Temperatura 50 °C, tiempo 8 horas, látex 0.33%) el inferior con 15,01%.

Cuadro 5. Contenido de sólidos grasos a 20 °C

Factores	Simbología	Media (%)
A (Temperatura)	a1	18,20a
	a2	17,74b
B (Tiempo)	b1	17,68b
	b2	18,26a
C (Porcentaje de latex)	c1	17,86b
	c2	18,08a
AxBxC (Tratamientos)		
T1	a1b1c1	15,01b
T2	a1b1c2	18,80b
T3	a1b2c1	22,37a
T4	a1b2c2	16,62b
T5	a2b1c1	16,55b

T6	a2b1c2	20,33b
T7	a2b2c1	17,49b
T8	a2b2c2	16,56b
*CV (%)		2,42

Medias con letras diferentes difieren estadísticamente (Tukey $p = 0.05$)

*CV: Coeficiente de variación

Contenidos de sólidos grasos a 30 °C

Las medias de contenidos de sólidos grasos del aceite de palma a 30 °C (Cuadro 6) presentan diferencias estadísticas dentro de los niveles de los factores B y C excepto en el A. En el factor A, el promedio del nivel a2 tuvo 5,17% y el a1 4,97%. Respecto al factor B el valor más alto está en el nivel b2 con 5,66% de sólidos y el más bajo el nivel b1 con 4,48%. En el factor C, el c1 tuvo el mayor porcentaje de sólidos 5,44% y el menor en el nivel c2 en 4,70%. En las interacciones AxB, AxC y BxC, existen diferencia significativa. De las combinaciones, el T3 (Temperatura 50 °C, tiempo 16 horas, látex 0.33 %) alcanzó el porcentaje más alto de sólidos 8,51% y el más bajo el T1 (Temperatura 60 °C, tiempo 16 horas, látex 0.66 %) con 3,37%.

Cuadro 6. Contenido de sólidos grasos a 30 °C

Factores	Simbología	Media (%)
A (Temperatura)	a1	4,97b
	a2	5,17a
B (Tiempo)	b1	4,48b
	b2	5,66a
C (Porcentaje de látex)	c1	5,44a
	c2	4,70b
AxBxC (Tratamientos)		
T1	a ₁ b ₁ c ₁	3,37b
T2	a ₁ b ₁ c ₂	3,92b
T3	a ₁ b ₂ c ₁	8,51a
T4	a ₁ b ₂ c ₂	4,07b
T5	a ₂ b ₁ c ₁	4,24b
T6	a ₂ b ₁ c ₂	6,40b
T7	a ₂ b ₂ c ₁	5,64b
T8	a ₂ b ₂ c ₂	4,40b
*CV (%)		14,34

Medias con letras diferentes difieren estadísticamente (Tukey $p = 0.05$)

*CV: Coeficiente de variación

Contenidos de sólidos grasos a 35 °C

En el cuadro 7, se muestran las diferencias estadísticas entre los niveles de los factores A, B y C. En el factor A, el valor promedio del nivel a1 que es 3,14% el mayor y el nivel a2 3,12% el menor. En el factor B, el valor más alto presenta el nivel b2 con 3,26% y el más bajo está en el nivel b1 con 2,99%. Respecto al factor C el nivel c1 es 3,22% que es superior al nivel c2 con 3,04%. En las combinaciones AxB, AxC, BxC y AxBxC, existe interacción significativa. Los tratamientos indican diferencias estadísticas en los sólidos del aceite de palma a 35 °C, en el T3 (Temperatura 50 °C, tiempo 16 horas, látex 0.33%) presenta 5,39% que es el valor superior en sólidos mientras que el T1 (Temperatura 50 °C, tiempo 8 horas, látex 0.33%) el inferior con 1,54%.

Cuadro 7. Contenido de sólidos grasos a 35 °C

Factores	Simbología	Promedio (%)
A (Temperatura)	a1	3,14a
	a2	3,12b
B (Tiempo)	b1	2,99b
	b2	3,26a
C (Porcentaje de látex)	c1	3,22a
	c2	3,04b
AxBxC (Tratamientos)		
T1	a1b1c1	1,54b
T2	a1b1c2	3,60b
T3	a1b2c1	5,39a
T4	a1b2c2	2,02b
T5	a2b1c1	2,39b
T6	a2b1c2	4,44b
T7	a2b2c1	3,54b
T8	a2b2c2	2,09b
*CV (%)		9,19

Medias con letras diferentes difieren estadísticamente (Tukey $p = 0.05$)

*CV: Coeficiente de variación

Contenidos de sólidos grasos a 40 °C

Las medias de contenido de sólidos grasos en el aceite de palma a 40 °C (Cuadro 8) presentan diferencias estadísticas dentro de los niveles de los factores B y C excepto en el A. En el factor A la media del nivel a1 tiene 1,70% y el a2 1,33%. Respecto al factor B el valor más alto está en el nivel b2 con 1,71% de sólidos y el más bajo el nivel b1 con 1,32 %. En el factor C el c1 tiene el mayor contenido de sólidos 1,55% y el menor en el nivel c2 en 1,48%. Las combinaciones AxB, AxC, BxC y AxBxC, existe interacción significativa. De las combinaciones, el T3 (Temperatura 50 °C, tiempo 16 horas, látex 0.33%) alcanzó el porcentaje más alto de sólidos 3,38% y el más bajo el T1 (Temperatura 60 °C, tiempo 16 horas, látex 0.66%) con 0,59%.

Cuadro 8. Contenido de sólidos grasos a 40 °C

Factores	Simbología	Promedio (%)
A (Temperatura)	a1	1,70a
	a2	1,33b
B (Tiempo)	b1	1,32b
	b2	1,71a
C (Porcentaje de latex)	c1	1,55a
	c2	1,48b
AxBxC (Tratamientos)		
T1	a1b1c1	0,59b
T2	a1b1c2	1,80b
T3	a1b2c1	3,38a
T4	a1b2c2	1,02b
T5	a2b1c1	0,70b
T6	a2b1c2	2,20b
T7	a2b2c1	1,52b
T8	a2b2c2	0,91b
*CV (%)		19,81

Medias con letras diferentes difieren estadísticamente (Tukey $p = 0.05$)

*CV: Coeficiente de variación

Discusión

En cuanto al proceso de modificación de sólidos en el aceite de palma con la adición de látex de babaco se encontró diferencia significativa en los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7 presenta una variación en las temperaturas: 20, 30, 35 y 40 °C (Ver cuadro 8, 9, 10, 11 y 12), el T8 (Temperatura 60 °C, tiempo 16 horas, látex 0.66 %) presenta el menor valor a 10 °C considerando la calibración del equipo analizador (Minispec).

Los resultados obtenidos, recalando que los datos obtenidos son netamente a nivel de laboratorio y con el Minispec graduado o calibrado internamente a las temperaturas que se indica, este equipo de analiza sólidos contenidos de las muestras luego del tratamiento que se realizó a las muestras.

Según (Moreno et al. 2008), se logró la producción de grasas especiales mediante la interesterificación enzimática de la Superestearina de palma con aceite de soya, usando como catalizador Lipozyme TL IM, alcanzándose grados de interesterificación de 34% a una temperatura de 65°C, tiempo de reacción 3h, con una concentración de enzima de 2.5% respecto al peso del sustrato.

(Valpato,2004) en una prueba de laboratorio con aceite de algodón 75% y aceite de palmiste 25% y una dosificación de 4% de enzima en lecho fijo a 70° Celsius, con tres horas de reacción y un punto de fusión de 38.5°C con metilato de sodio es un comparativo con proceso industrial con punto de fusión 37.5°C. la gran ventaja que tiene el mercado brasileño es que los puntos de fusión a las mayores temperaturas muestran un contenidos de sólidos bien menor hasta cero, lo

cual es importante para la producción de grasas especiales para chocolates, panificación y margarinas de mesa.

Estos resultados no se han podido realizar las comparaciones respectivas con otros autores de investigaciones debido a que se utiliza como ingrediente reactivo un producto netamente de origen vegetal, ya que otros autores como se indica en párrafos anteriores utilizan reactivos químicos para realizar dichos experimentos.

CONCLUSIONES

La temperatura es un factor predominante, un exceso de la misma sería la causa fundamental para que los sustratos enzimáticos en este caso el látex de babaco disminuya la actividad la cual de ser de máximo 60 °C

El tiempo de agitación y los porcentajes de látex de babaco son parámetros que deben tener un control minucioso para obtener los resultados deseados de la investigación en este caso es de 8 horas y el porcentaje de 0.33 %.

Los factores: el tiempo, la temperatura y el látex de babaco en el proceso de determinación de sólidos influyen de mejor manera en el contenido de sólidos del aceite de palma y en lo que al impacto ambiental se refiere esta investigación no afecta ya que se utiliza en un sustrato enzimático de origen vegetal y que forma parte de una fruta comestible y la formación de aguas residuales es la mínima.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRONEGOCIOS ECUADOR. (s.f.).Revista ElHuerto 16.pp.24

ANIAME (2004). Asociación Nacional de Industrias Aceiteras de México, Número 16. Abril/Junio. pp. 24 http://portal.aniname.com/uploads/palmadeaceiteenelmundo_001.pdf

ANIAME (2003). Asociación Nacional de Industrias Aceiteras de México, Número 38. Abril/Junio. pp. 25-40

Villarreal Lorena, MayerbClaudieDhuique-, Dornierb Manuel,, Rualesa Jenny, Reynesb Max (2002)Evaluación del valor de babaco (CaricapentagonaHeilb.) a Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología, Apdo. P. 17012579, Quito, Ecuador

WiermannPaques; Fernanda Alves Macedo Gabriela (2001) Departamento de Ciencia de los Alimentos, Facultad de Ingeniería de Alimentos, Universidad Estatal de Campinas, CP 6121, 13083-970 Campinas-SP

Bonilla Sofía, (2015). "*Importancia de la integración andina para el sector productor y exportador de productos de palma aceitera*" publicación de la Federación de Fomento de Exportaciones de Aceite de Palma y sus Derivados de Origen Nacional. [En línea], disponible en http://fedapal.com/web/files/IMPORTANCIA_DE_LA_CAN_PARA_OLEAGINOSAS_2.pdf

Cala German & Bernal Guillermo, G. (2008). "*Procesos modernos de extracción de aceite de palma*" publicación de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Sociedad de Agricultores de Colombia y el Servicio Nacional de Aprendizaje. [En línea], disponible en <http://cidpalmero.fedepalma.org/node/67>.

ISO 8292 – 1, (2012) "Aceites y grasa de origen animal y vegetal. Determinación del contenido de grasa sólida mediante NMR pulsada. Parte 1": 2 – 26.

Legua José, (2010). "*Interesterificación química de aceite para la obtención de una grasa base sin ácidos grasos trans*" en revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG. 13 (25): 103 – 108

Marrugo, Y; Montero, P.; Duran, M. (2012). "*Propiedades funcionales de concentrados proteicos de Phaseolus lunatus y Vigna unguiculata*" en Vitae. 19 (1): 403 – 405