

Índice de yodo: un parámetro determinante para establecer el nivel de mezcla entre aceites de palma crudos (APC) provenientes de cultivares DxP e híbridos OxG – “CxL”

Alexis González Díaz^{1*}, Jesús A. García Núñez¹, Javier Dueñas Solarte²
¹Programa de Procesamiento del Centro de Investigación en Palma de Aceite – Cenipalma¹,

²Guaicaramo S.A.

*Autor para correspondencia: agonzalezd@cenipalma.org

Notas del Director

A partir del año 2007 en Colombia se observó un aumento acelerado de la siembra de cultivares de híbridos interespecíficos OxG (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) como respuesta a problemas fitosanitarios en cultivos de palma de diferentes zonas, especialmente por la necesidad de encontrar variedades de palma resistentes a la enfermedad de la Pudrición del cogollo (PC).

Debido a la marcada diferencia en la composición porcentual másica de los ácidos grasos presentes en los aceites de palma crudos (APC) procedentes de los cultivares DxP y OxG –“CxL”, se han presentado algunos inconvenientes en cuanto a la comercialización de aceites de palma. Dependiendo del uso final que se le dé al APC, algunos clientes ponen un límite de aceite OxG en la mezcla.

En el procesamiento de los RFF de ambos cultivares en las plantas de beneficio es común encontrar mezclas de estos aceites, por lo tanto, ha sido necesario el desarrollo de una herramienta, que permita estimar de forma sencilla el contenido aproximado de APC de cultivares OxG –“CxL”, presente en mezcla con APC DxP. Esta herramienta debe ser de fácil implementación en los laboratorios de las plantas de beneficio.

El presente Ceniavances describe una metodología sencilla para conocer la concentración aproximada de la mezcla de APC OxG-“CxL” contenido en mezcla con APC DxP, a partir de un modelo de regresión lineal simple que determine el valor del índice de yodo (IY), el cual es un método de fácil aplicación en los laboratorios de las extractoras.

Alexandre Cooman, PhD.
Director General, Cenipalma

Introducción

En el año 2007 en Colombia se establecieron las principales acciones del plan de choque contra la enfermedad de la Pudrición del cogollo (PC). La estrategia buscó enfrentar la problemática fitosanitaria provocada por esta enfermedad, la cual afectó a cerca de 3 millones de palmas en la Zona Suroccidental del país (Tumaco, Nariño), entre los años 2006 a 2008. La erradicación de las palmas afectadas por PC y la renovación de las plantaciones con cultivares híbridos OxG (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*, oriundas del continente americano y africano, respectivamente), fueron parte de las acciones implementadas para combatir la alta incidencia de PC (Corredor, Martínez & Carreño, 2008).

El término “alto oleico” empezó a ser utilizado cuando se habló de los aceites de palma extraídos de los híbridos interespecíficos OxG - cultivar Coari x La Mé (OxG - “CxL”) (Zapata-Munévar, 2010). Dicha connotación hace referencia a la alta concentración de ácido oleico presente en estos aceites (54 % a 57 %, en peso) en comparación con el aceite de palma convencional - Tenera DxP (*Elaeis guineensis* x *Elaeis guineensis*), el cual contiene una concentración de este ácido graso entre el 36 % al 44 % en peso (Rincón & Martínez, 2009). Este ácido graso monoinsaturado tiene la capacidad de disminuir los niveles del colesterol LDL (lipoproteínas de baja densidad), atribuyéndole propiedades cardioprotectoras (Khosla, 2014).

A nivel de plantas de beneficio una práctica común es la mezcla entre aceites de palma crudos (APC) de cultivares Tenera DxP e híbridos interespecíficos OxG, esto

se hace por varios motivos; el primero depende de la proporción de fruto que se procese de cada uno de ellos en la planta de beneficio y de la facilidad o no de separar los aceites durante el almacenamiento. En segundo lugar, de la facilidad o no de vender aceites mezclados. Finalmente, esta práctica puede favorecer la disminución del parámetro de calidad de ácidos grasos libres (AGL) en las plantas de beneficio, siempre y cuando el aceite OxG haya sido obtenido de racimos de fruta fresca (RFF) en buen estado de madurez y se haya procesado en el menor tiempo posible.

El aceite mezclado (matriz oleosa resultante) tiene también su efecto en los clientes de las plantas de beneficio, es decir, las refinadoras de aceite. Un alto porcentaje de mezcla con aceite OxG puede llevar a un mayor consumo de tierras de blanqueo y a efectuar un cambio en la producción y calidad de las oleínas y las estearinas que se producen en las refinadoras. Un porcentaje alto de aceite OxG disminuye la cantidad de estearina, fracción más sólida, compuesta principalmente por ácidos grasos saturados; y aumenta la proporción de oleína, fracción más líquida con un mayor contenido de ácidos grasos (AG) insaturados. Esto hace que se afecten los procesos estandarizados en las refinadoras y que pueda haber cambio en la composición de sus productos. Dependiendo de los mercados objetivos de las refinadoras, tales mezclas podrían cambiar las relaciones comerciales de estas industrias.

Debido a lo anterior, es de suma importancia tener un método rápido para la identificación de estas mezclas durante la comercialización de la matriz oleosa. La determinación del porcentaje de mezcla entre aceites provenientes de racimos OxG - "CxL" y DxP, puede ser establecido mediante la determinación del perfil de ácidos grasos (PAG), utilizando cromatografía de gases, pero esta técnica no es de uso común en las plantas de beneficio. Por tanto, a través de esta publicación, se propone establecer el contenido de APC OxG - "CxL", presente en mezcla con APC DxP, mediante la relación entre la composición porcentual másica del APC OxG - "CxL" en la mezcla y el valor del índice de yodo (IY) de la matriz lipídica resultante. Este índice representa una medida del grado de insaturaciones presentes en aceites o grasas, por consiguiente, puede dar información acerca del porcentaje de APC OxG - "CxL", que se tiene en la mezcla. Se plantea entonces, determinar la relación entre el índice de yodo y las mezclas generadas mediante una regresión lineal simple, que pueda ser utilizada como una aproximación en la determinación de la composición porcentual del APC OxG - "CxL", presente en mezcla con APC DxP en planta de beneficio y refinadoras, de manera más ágil.

Materiales y métodos

Las muestras de cada uno de los APC provenientes de los cultivares Tenera DxP e híbridos interespecíficos OxG - "CxL" fueron recolectadas en la planta de beneficio de Guaicaramo S.A., ubicada en el municipio de Barranca de Upía, Meta. Siguiendo los lineamientos descritos en el método AOCS C1-47 del manual de métodos oficiales y prácticas recomendadas de la American Oil Chemists' Society - (AOCS, 2010).

El muestreo se desarrolló durante cinco días consecutivos de procesamiento, tomando muestras puntuales de cada uno de los APC puros cada hora de proceso, durante turnos diarios de ocho horas, para un total acumulado de 40 muestras de cada tipo de aceite. Posteriormente, se generaron 40 mezclas entre los APC DxP y OxG - "CxL", por cada proporción de APC OxG - "CxL", en la matriz de análisis (mezcla 1 a 4, Tabla 1), para un total acumulado de 160 mezclas compuestas en laboratorio.

Las muestras puras y las mezclas fueron analizadas en el Laboratorio de Procesamiento del Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, ubicado en el Campo Experimental Palmar de Las Corocoras (CEPC), en Paratebueno, Cundinamarca. En la Tabla 1, se presentan las matrices lipídicas sometidas a análisis durante el estudio y el porcentaje de cada uno de los APC en las mezclas constituidas a nivel de laboratorio.



Figura 1. Aceites crudos de palma: Tenera DxP, híbrido OxG - "CxL" y las mezclas resultantes.

Tabla 1. Mezclas generadas entre los APC Tenera DxP e híbrido OxG - “CxL” alto oleico.

Matriz de análisis	APC Tenera DxP (%)	APC híbrido OxG - “CxL”, alto oleico (%)	Cantidad de muestras analizadas
APC DxP	100	0	40
Mezcla 1	80	20	40
Mezcla 2	60	40	40
Mezcla 3	40	60	40
Mezcla 4	20	80	40
APC OxG - “CxL”	0	100	40

La determinación del PAG de las muestras se llevó a cabo a través de un cromatógrafo de gases marca Agilent Technologies (GC/FID-7890 A), acoplado a un detector de ionización de llama (AOCS Ce 2-66 y Ce 1-62). El IY se determinó directamente y a partir de la composición de los AG en los perfiles determinados por cromatografía (AOCS Cd 1c-85) (AOCS, 2010). Los solventes y reactivos implementados en las determinaciones cromatográficas (metanol, n-hexano, hidróxido de potasio y trifluoruro de boro en metanol), fueron todos grado analítico (EMSURE®) y cromatográfico (LiChrosolv®, SupraSolv®) marca MERCK.

La concentración porcentual másica de las especies de AG determinada en los perfiles cromatográficos obtenidos para todo el conjunto de muestras, se estableció por comparación directa de los tiempos de retención y áreas en los cromatogramas, a partir de estándares certificados (Supelco® 37 Component FAME Mix – Sigma Aldrich).

Para el estudio solo se tuvieron en cuenta trece de los AG más característicos de los APC DxP e híbridos OxG - “CxL” (láurico, mirístico, pentadecanoico, palmítico, palmitoleico, margárico, esteárico, oleico, vaccénico, linoleico, α -linolénico, araquídico y gondoico). El tratamiento y análisis de los datos y resultados obtenidos, y la regresión lineal entre el IY y el grupo de muestras analizadas, se realizó mediante la interfaz Rstudio del software estadístico R.

Resultados y discusión

A partir del análisis cromatográfico realizado a las muestras recolectadas en planta de beneficio y a las mezclas de aceites generadas entre ellas, se obtuvieron los PAG distintivos de cada tipo de APC puro y de cada mezcla sometida a análisis. El comportamiento de los AG presentes en los aceites de palma puros y resultantes de las mixturas se presentan en la Figura 2.

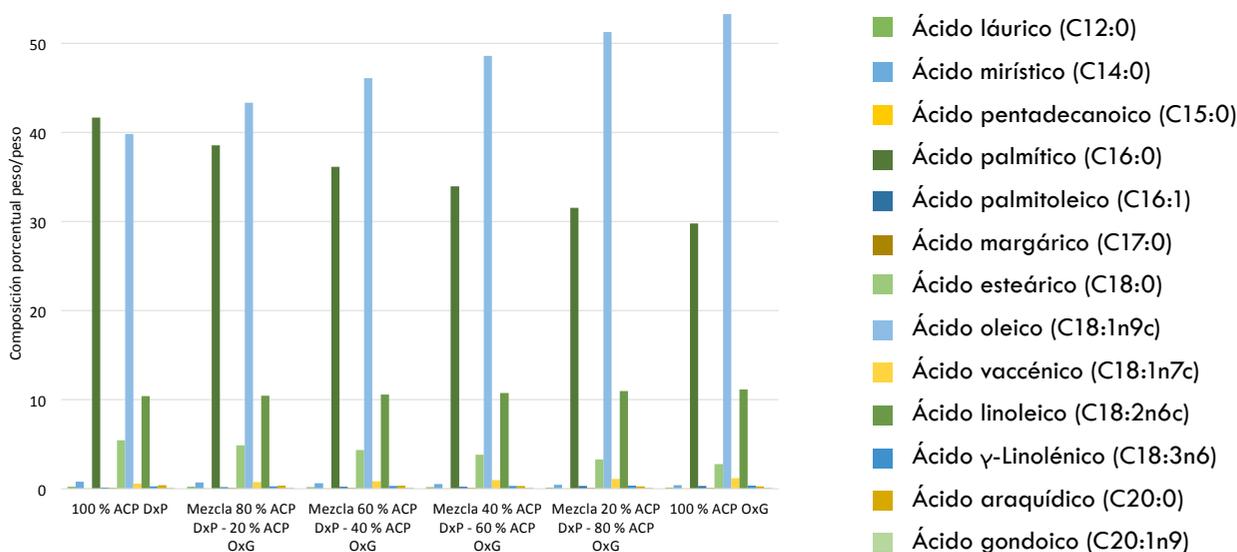


Figura 2. Perfil de ácidos grasos de las muestras de aceites provenientes de cultivares DxP e híbridos OxG - “CxL” puros y las mezclas desarrolladas entre ellos.

Con respecto a los PAG determinados a todo el conjunto de muestras, se encontraron resultados esperados en cuanto a la composición porcentual másica de las especies de AG de mayor abundancia y presentes en los APC DxP y OxG - "CxL" conocidos (ácido láurico (C12:0), mirístico (C14:0), pentadecanoico (C15:0), palmítico (C16:0), palmitoleico (C16:1), margárico (C17:0), esteárico (C18:0), oleico (C18:1n9c), vaccénico (C18:1n7c), linoleico (C18:2n6c), γ -Linolénico (C18:3n6), araquídico (C20:0) y gondoico (C20:1n9)).

La serie de los trece principales AG definidos en los perfiles cromatográficos para los aceites puros, se mantuvo constante en los perfiles determinados a los aceites obtenidos en el laboratorio como resultado de las mezclas. Guardando similitud únicamente en cuanto a la variedad de AG reportados en los perfiles de los APC no mezclados, pero con una evidente variación en la concentración porcentual másica de los AG mono y poliinsaturados conforme incrementa o disminuye la proporción del APC OxG "CxL" en las mezclas. Este efecto obedece, principalmente, a la alteración de las características químicas naturales de los APC puros, como producto de la mixtura generada a partir de los dos tipos de aceites implementados en la investigación.

La modificación de las propiedades fisicoquímicas de los APC DxP a raíz de las mezclas con APC OxG - "CxL", trae consigo un incremento significativo en el contenido de oleína de palma en los aceites obtenidos de las mezclas. El incremento del contenido de oleína en los aceites está dado principalmente por el enriquecimiento de la matriz oleosa con los ácidos grasos oleico y linoleico, en mayor proporción y, vaccénico, palmitoleico y linolénico, en menor medida (Mancini *et al.*, 2015). Estos AG monoinsaturados y poliinsaturados son causantes del aumento en el grado de insaturaciones de los componentes de un aceite o de una grasa de palma (Ricaurte, Beltrán, Mondragón & Quintanilla, 2017), representando aproximadamente el 66,5 % de la composición de los APC OxG - "CxL" y el 52,5 % de la composición de los APC DxP (Mozzon, Paccetti, Frega, & Lucci, 2015).

A partir del consolidado de resultados obtenidos a nivel de laboratorio, se establecieron algunos de los valores estadísticos descriptivos que dieron indicios clave acerca del comportamiento del conjunto de datos. Con base en los resultados, la obtención de un modelo de regresión lineal simple que permitiera visualizar la relación entre el índice de yodo y las mezclas indicadas se muestra en la Figura 3.

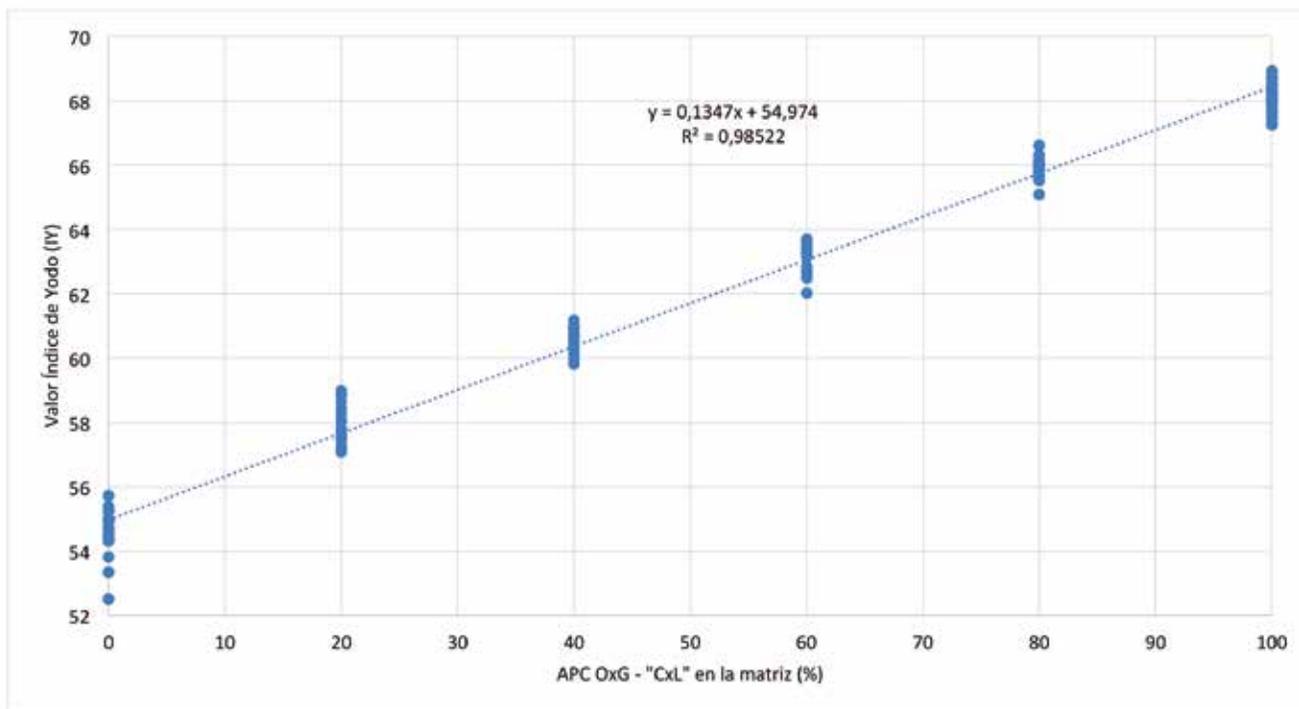


Figura 3. Modelo de regresión lineal en donde se relaciona el valor del índice de yodo y la composición porcentual másica del APC OxG - "CxL" en mezcla con APC DxP.

La relación encontrada entre el IY y las mezclas permitió ajustar el siguiente modelo:

$$IY = 0,1347(\% \text{ APC OxG} - "CxL") + 54,974$$

Ec. 1

En el cual los porcentajes de APC OxG - "CxL" en las mezclas explican los cambios en el valor del IY en un 98,52 %, indicando un buen ajuste del modelo. El coeficiente de regresión encontrado (0,1347), mostró igualmente una alta significancia estadística, indicando que por cada unidad que se cambie en la mezcla, el valor del IY se incrementará en 0,1347 unidades. Por tanto, este modelo permite estimar el valor del IY para cualquier mezcla.

A nivel práctico en las plantas de beneficio, la Figura 3 puede ser usada para determinar de manera aproximada el porcentaje APG OxG - "CxL" en la mezcla, a través de un valor calculado para el IY mediante el método de Wijs. Igualmente, esta aproximación puede ser realizada a partir de la Ecuación 2, resultante del despeje de la variable APC OxG - "CxL" y un valor de IY conocido.

$$PC \text{ OxG} - "CxL" (\%) = 7,424 (IY) - 408,12$$

Ec. 2

Conclusiones

En las plantas de beneficio, la regresión lineal obtenida puede ser vista como una herramienta útil, que permite establecer fácilmente el cumplimiento de los límites máximos permisibles en mezclas entre APC DxP y OxG - "CxL", acordado con los clientes. Los valores de IY característicos de los APC DxP y OxG - "CxL" puros, se presentan como referencia en la Figura 3. Para

las refinерías de APC, el modelo puede representar un instrumento práctico para el control de calidad de las materias primas remitidas por parte de proveedores.

Referencias bibliográficas

Khosla, P. (2014). Efectos del aceite de palma en la salud humana. Más allá del perfil de ácidos grasos. *Revista Palmas*, 35(2), 59–72.

Mancini, A., Imperlini, E., Nigro, E., Montagnese, C., Daniele, A., Orrù, S., & Buono, P. (2015). Biological and nutritional properties of palm oil and palmitic acid: Effects on health. *Molecules*, 20(9), 17339–17361. <https://doi.org/10.3390/molecules200917339>

Mozzon, M., Pacetti, D., Frega, N. G., & Lucci, P. (2015). Crude Palm Oil from Interspecific Hybrid *Elaeis oleifera* x *E. guineensis*: Alcoholic Constituents of Unsaponifiable Matter. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92(5), 717–724.

Ricaurte, L., Beltrán, J. D., Mondragón, A., & Quintanilla, M. X. (2017). Conferencia Magistral: Nanoencapsulación y microencapsulación de aceite de palma alto oleico como nuevas tecnologías para el desarrollo del agro. *Memorias de la XIV Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite: Competitividad del híbrido OxG desde el campo*. *Revista Palmas*, 38(4), 44–50. Retrieved from <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11644/11636>

Rincón, M., & Martínez, D. (2009). Análisis de las propiedades del aceite de palma en el desarrollo de su industria. *Revista Palmas*, 30(2), 11–24. Retrieved from <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1432>

Zapata-Munévar, L. E. (2010). Situación y perspectivas del aceite de palma alto oleico OxG en Colombia. *Revista Palmas*, 31(Número especial), 349–353.



Director General: Alexandre Patrick Cooman, Ph.D.

Revisión de textos: Comité de Publicaciones de Cenipalma

Coordinación editorial: Yolanda Moreno Muñoz - Esteban Mantilla

Diagramación: Myriam Ortiz Aguilar

Impresión: Javegraf

Esta publicación contó con el apoyo del Fondo de Fomento Palmero,
administrado por Fedepalma.

Esta publicación es propiedad del Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, por tanto, ninguna parte del material ni su contenido, ni ninguna copia del mismo puede ser alterada en forma alguna, transmitida, copiada o distribuida a terceros sin el consentimiento expreso de Cenipalma. Al realizar la presente publicación, Cenipalma ha confiado en la información proveniente de fuentes públicas o fuentes debidamente publicadas. Contiene recomendaciones o sugerencias que profesionalmente resultan adecuadas e idóneas con base en el estado actual de la técnica, los estudios científicos, así como las investigaciones propias adelantadas.

A menos que esté expresamente indicado, no se ha utilizado en esta publicación información sujeta a confidencialidad ni información privilegiada o aquella que pueda significar incumplimiento a la legislación sobre derechos de autor. La información contenida en esta publicación es de carácter estrictamente referencial y así debe ser tomada y está ajustada a las normas nacionales de competencia, Código de Ética y Buen Gobierno de la Federación, respetando en todo momento la libre participación de las empresas en el mercado, el bienestar de los consumidores y la eficiencia económica.