

# Comportamiento nutricional de los híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* (OxG) en el oriente ecuatoriano y colombiano

Nutritional Behavior of Interspecific Hybrids  
(*E. Oleifera* x *E. Guineensis*) in Eastern Ecuador and Colombia



**Bernard Dubos**

Cirad, UPR Systèmes de pérennes, F-34398 Montpellier (Francia) bernard.dubos@cirad.fr

**Camilo Gallardo**

Palmeras del Ecuador, km 16 Vía Limoncocha-Shushufindi (Ecuador)

cgallardo@danec.com

**Jorge E. Zambrano**

Hacienda La Cabaña S.A. Cumaral, Meta (Colombia) jzambrano@lacabana.com.co

## Palabras CLAVE

Material OxG, nutrición mineral, contenidos óptimos, fertilización.

Hybrids OxG, for nutritional control, optimum contents, fertilization.



## Resumen

Frente al aumento progresivo de enfermedades letales que afectan al cultivo de la palma de aceite desde hace más de dos décadas, el cultivo de los híbridos interespecíficos OxG ha sido inevitable en aéreas importantes de Colombia y Ecuador, y las superficies sembradas siguen creciendo. Palmeras del Ecuador y Hacienda La Cabaña tienen sembrado 5.670 y 3.650 hectáreas de híbridos OxG de origen Coari x *Elaeis guineensis*, respectivamente. Para el manejo a escala industrial de este nuevo material ha sido necesario que se identifiquen contenidos de referencia para el control nutricional y la fertilización.

Al igual que para el *E. guineensis*, el método experimental consiste en establecer relaciones entre los contenidos foliares y dosis de fertilizantes, este método ofrece la vía más rigurosa para obtener rápidamente los niveles críticos para los elementos mayores.

Este artículo utiliza los resultados de dos dispositivos factoriales montados en condiciones de suelos y de clima contrastados, con el objetivo de obtener las primeras normas que puedan ayudar al diagnóstico de bloques industriales a partir de resultados de análisis foliares. Para N y K el efecto de la edad en la evolución de los contenidos es menos marcado que para el *E. guineensis* y de manera general hay que aceptar contenidos óptimos

más bajos en cultivos adultos. La correlación entre los contenidos N y P es muy marcada y una regresión lineal similar a la que se estableció para el *E. guineensis* puede servir de modelo para balancear los dos elementos. Los contenidos foliares de referencia para Mg y Cl pueden ser considerados como equivalentes a los del *E. guineensis*.

Las conclusiones fueron establecidas a partir de una mezcla de códigos representativos de la fuente Coari x La Mé, pero las pruebas y las observaciones de campo indican que existen amplias variaciones dentro del material OxG. En el futuro será necesario distinguir el material vegetal para ciertos elementos como el magnesio.

## Abstract

In the face of the progressive increase of lethal diseases affecting oil palm crop for more than two decades, cultivation of Interspecific Hybrids OxG has been inevitable in important areas of Colombia and Ecuador, and the planted areas keep growing. Palmeras del Ecuador and Hacienda La Cabaña have 5,670 and 3,650 hectares of hybrids OxG of Coari origin x *Elaeis guineensis* planted, respectively. For industrial scale management of this material, it has been necessary the identification of reference contents for nutritional control and fertilization.

As with *E. guineensis*, the experimental method consists in establishing relationships between foliar contents and fertiliser dosage. This method provides the most stringent pathway for rapidly obtaining the critical levels for the major elements.

This paper uses the results of two factorial devices set up in contrasted soil conditions and climate, with the aim of obtaining the first standards that can help in the diagnosis of industrial blocks based on results from foliar analyses. For N and K, the effect of age on the evolution of contents is less marked than on *E. guineensis*, and generally, lower optimum contents in adult crops should be accepted. The correlation between N and P contents is very marked and a linear regression similar to the one established for *E. guineensis* may serve as a model to balance the two elements. The reference foliar contents for Mg and Cl can be considered equivalent to those of *E. guineensis*.

Conclusions were established based on a mix of codes representative of the Coari x La Mé source, but the trials and field observations indicate that there are wide variations within the OxG material. It will be necessary, in the future, to distinguish the vegetable material for certain elements such as magnesium.



## Introducción

Frente a la progresión de las pudriciones de flechas generalmente letales que afectan al cultivo de la palma desde más de dos décadas, la adopción del material interespecíficos *E. oleifera* por *E. guineensis* (OxG) representa una buena alternativa al material *E. guineensis* y las superficies sembradas siguen creciendo.

Las empresas Palmeras del Ecuador en Ecuador (PDE) y Hacienda La Cabaña (HLC) en

Colombia hacen parte de las plantaciones pioneras que adoptaron el material OxG a gran escala, a partir de los años 1999 la primera y 1998 la segunda. Por las superficies sembradas a la fecha (respectivamente 5.670 y 3.650 hectáreas) y por el costo siempre creciente de la fertilización de los cultivos, ambas empresas se preocuparon muy temprano de optimizar la nutrición de este material.



Se adoptó el monitoreo con base en muestras foliares para disponer de resultados anuales de análisis químicos de los elementos mayores en los bloques industriales. Por las características fisiológicas y vegetativas diferentes del material *E. guineensis* (Torres *et al.*, 2004; Zambrano, 2004; Peláez, Ramírez y Cayón, 2010) se sospechó rápidamente que los niveles óptimos para la gestión de la nutrición serían diferentes. Para determinar dichos niveles de referencia, ensayos factoriales fueron montados para estudiar las respuestas de los elementos mayores a los abonos de primera importancia. La presente publicación tiene por objetivo presentar las conclusiones provisionales sobre el comportamiento nutricional del material OxG después de diez años de observación en experimentos.

## Materiales y métodos

Las plantaciones de PDE, en el oriente ecuatoriano están establecidas en suelos desarrollados a partir de sedimentos volcánicos. Las plantaciones de HLC en la finca Campo Alegre en los Llanos Orientales ocupan suelos aluviales. Las pluviometrías anuales son equivalentes (3.300 mm en PDE, 3.400 en HLC), pero con cuatro meses por debajo de 150 mm el clima es más seco en HLC C que en PDE. Un sistema

de riego por canales permite compensar la sequía entre diciembre y marzo.

Las características de los dos ensayos de fertilización, elegidos para el estudio, están resumidas en la Tabla 1. En PDE la repetición B del SHCP06 fue eliminada por razones de heterogeneidad y esta repetición fue transformada en una prueba de absorción del Mg a partir de 2008. En lo que se refiere a las pruebas, serán denominadas CP01 y CP06 cuando se trate respectivamente de los ensayos LCCP01 y SHCP06A.

La topografía de ambos ensayos es plana. En cada prueba el material OxG está representado por una mezcla de veinte códigos de origen Coari x La Mé. Esos códigos están sembrados al azar y corresponden a las veinte plantas útiles de cada parcela experimental.

Los análisis de las muestras foliares (hoja 17) fueron procesados por el laboratorio del Cirad en Francia para el CP06 y por el laboratorio de Cenipalma para el CP01. Los efectos de los tratamientos en la nutrición fueron evaluados a partir de los contenidos promedios de los años 2010 a 2011 para el CP01 y 2009 a 2011 para el CP06. De la misma manera las producciones mencionadas hacen referencia al año 2011 para el CP01 y al promedio de los años 2009 a 2011 para el CP06. El programa Statbox V6.7 fue

**Tabla 1.** Características de las pruebas de fertilización.

Ensayo	SHCP06A	SHCP06B	LCCP01
País	Ecuador	Ecuador	Colombia
Topografía	Plana	Plana	Plana
Dispositivo	Factorial 3 <sup>3</sup> con 1 rep.	Factorial 3 <sup>3</sup> con 1 rep.	Factorial 3 <sup>3</sup> con 2 rep.
Elementos	N, P y K	N, Mg y K	N, P y K
Cultivo	Renovación 2000	Renovación 2000	Extensión 2004
Aplicación del protocolo	2002-2011	2008-2011	2005-2011
Dosis de abonos (2007-2010)	Urea: 0 - 1 - 3 kg/palma/año	Urea: 0 - 1 - 3 kg/palma/año	Urea: 0 - 1 - 2,5 kg/palma/año
	SFT: 0 - 1 - 3 kg/palma/año	MgCO <sub>3</sub> : 0 - 1,5 - 4,5 kg/palma/año	SFT: 0 - 0,75 - 1,88 kg/palma/año
	KCl: 0 - 1 - 3 kg/palma/año	KCl: 0 - 1 - 3 kg/palma/año	KCl: 0 - 1 - 2,5 kg/palma/año

utilizado para procesar los análisis de varianza (modelo lineal generalizado). Las diferencias significativas entre tratamientos fueron establecidas a partir del test de Newman-Keuls.

## Resultados y discusiones

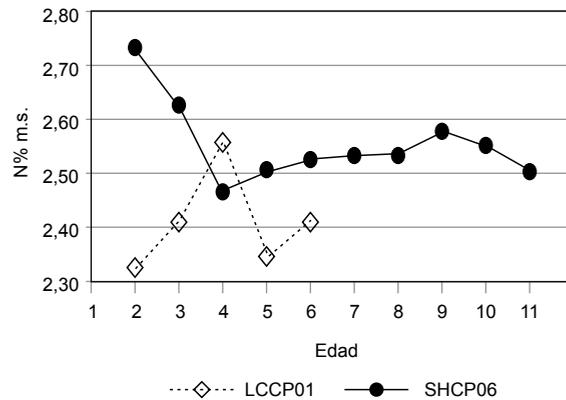
### Nitrógeno

En el CP06 los contenidos bajaron rápidamente hasta los cuatro años para estabilizarse entre 2,5 y 2,6% hasta los once años (Figura 1). A diferencia del *E. guineensis*, por el cual varios autores (Caliman, Daniel y Tailliez, 1994) han considerado que haya que referirse a un modelo para tomar en cuenta la edad del cultivo, no se ha observado una evolución de los contenidos de este tipo. Desde el inicio los niveles son mucho más bajos durante los primeros años lo que confirma los resultados de Santacruz, Estupiñán y Rrodríguez (2011).

Las dosis de urea nunca influyeron los contenidos de N en el CP06 cuando el efecto fue significativo desde el inicio en el CP01 (Tabla 2), quizás por los recursos de N naturalmente más pobres en los suelos.

En el CP01 la urea tuvo un efecto significativo en el peso promedio del racimo, desde el inicio y la producción por palma registrada en 2011 fue también significativamente influenciada (Tabla 3).

Un nivel mínimo de 2,4% sería provisionalmente aceptable para N en este ensayo. En el CP06 nunca se observó cualquier efecto significativo sobre la producción y un contenido comprendido entre 2,5 y 2,6% sería considerado como suficiente a partir del cuarto año.



**Figura 1.** Evolución de los contenidos de N con la edad en la hoja 17.

### Fósforo

En ambos ensayos el SFT tuvo efecto positivo en los contenidos de P en comparación con los testigos P0 (Tabla 2). En el CP01 la urea tiene también un efecto positivo sobre los contenidos de P. Este efecto se debe a la relación nítida que se observa entre las nutriciones en N y P de las dos pruebas (Figura 2). Es posible establecer una relación lineal cuya ecuación es muy similar a la que se utiliza generalmente para el material guineensis ( $P\% = 0.0487 N\% + 0.039$  – Tampubolo, Daniel y Ochs 1990). Al comparar los resultados experimentales con este modelo, el SFT hace crecer los contenidos de 92% (P0) a 95% (P1, P2) del modelo en el CP01 y de 94% (P0) a 96% (P2) en el CP06. Esos resultados indican que en primera aproximación es prudente alcanzar 95% del modelo en condiciones comerciales.

**Tabla 2.** Efectos de la urea y del SFT en contenidos de N y P.

		N0	N1	N2	p value	P0	P1	P2	p value
CP01	N%	2,321 a	2,387 b	2,439 b	<b>0,000</b>	2,360	2,411	2,376	0,126
	P%	0,142 a	0,145 ab	0,149 b	<b>0,003</b>	0,141 a	0,148 b	0,147 b	<b>0,001</b>
CP06	N%	2,564	2,564	2,573	0,947	2,546	2,565	2,590	0,407
	P%	0,155	0,156	0,157	0,359	0,153 a	0,155 ab	0,159 b	<b>0,012</b>

Datos con letras diferentes son estadísticamente diferentes.



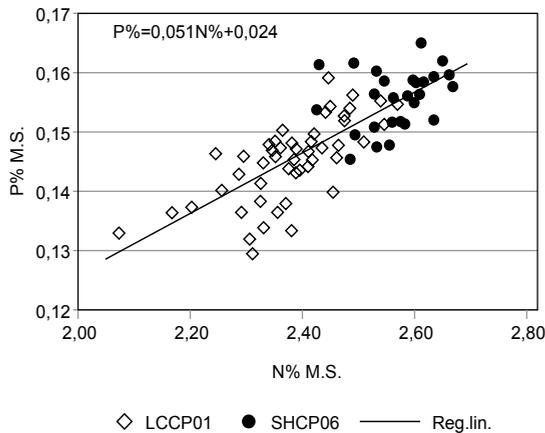
**Tabla 3.** Efecto de las aplicaciones de urea en la producción por palma en el CP01 en 2011.

	N0	N1	N2	P value
PR/A	211 a	230 b	234 b	<b>0,003</b>
PPR	11,6 a	12,3 b	12,6 b	<b>0,000</b>

PR/A: producción en kg palma-1 año-1;

PPR peso promedio del racimo en kg

Datos con letras diferentes son estadísticamente diferentes.

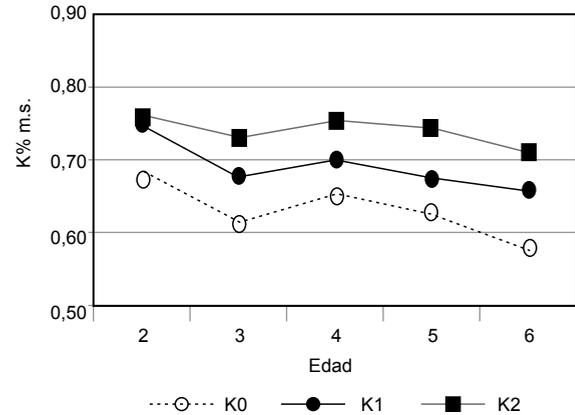


**Figura 2.** Relación P/N en el material OxG.

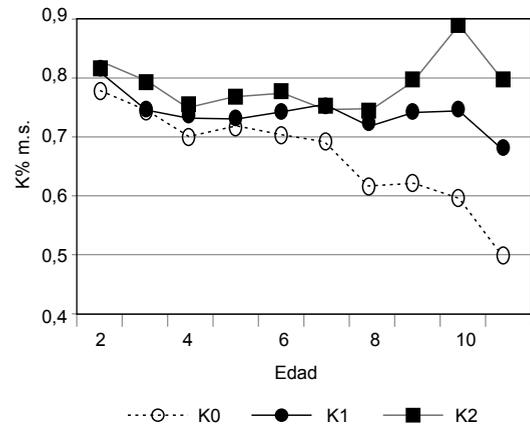
## Potasio

En el CP01 los contenidos de K fueron rápidamente influenciados por el KCL (Figura 3) y de manera general la nutrición disminuyó con la edad. En el CP06 (Figura 4) se ha observado un descenso rápido de los contenidos hasta el cuarto año, a partir del cual la dosis de fertilizantes influyó de manera significativa en el contenido de K. A partir del octavo año se ha observado una caída drástica de los contenidos con K0.

En ambos ensayos los niveles obtenidos con las dosis más altas (2,5 y 3 kg KCl palma<sup>-1</sup> - Tabla 4) son nítidamente inferiores a las que se suelen encontrar en *E. guineensis* con dosis semejantes a la misma edad. Santacruz, Estupiñán y Rodríguez (2011) obtuvieron resultados similares.



**Figura 3.** Evolución de los contenidos de K según las dosis de KCl en el CP01.



**Figura 4.** Evolución de los contenidos de K según las dosis de KCl en el CP06.

En el CP06 el efecto negativo de la deficiencia de K en las producciones 2009-2011 (Tabla 5), permitió considerar un valor de 0,70% M.S. como suficiente en condiciones industriales.

## Calcio y magnesio

Como en *E. guineensis* es frecuente observar efectos significativamente negativos de las aplicaciones de KCl en los contenidos de Ca y Mg (Tabla 4), en Ecuador se ha observado en bloques industriales un descenso de los contenidos de Mg similar a los que se observaron en el ensayo CP06 con los tratamientos K1 y K2 (Figura 5).

En ciertos bloques la mejora de los contenidos a veces se revela difícil pese a altas dosis de abono magnésico. Este comportamiento fue confirmado por la ausencia de respuesta

**Tabla 4.** Efectos del KCL en contenidos de K, Ca, Mg y Cl.

		K0	K1	K2	p value
CP01	K%	0,6003 a	0,6606 ab	0,7336 b	<b>0,000</b>
	Ca%	0,7475 b	0,6911 a	0,6636 a	<b>0,001</b>
	Mg%	0,2869 b	0,2572 b	0,2278 a	<b>0,000</b>
	Cl%	0,4481 b	0,6825 b	0,7647 b	<b>0,000</b>
CP06	K%	0,5707 a	0,7249 ab	0,8343 b	<b>0,006</b>
	Ca%	0,9038	0,8566	0,8227	0,183
	Mg%	0,3003 b	0,2319 ab	0,2129 a	<b>0,038</b>
	Cl%	0,3941 a	0,8346 b	0,9413 b	<b>0,000</b>

Datos con letras diferentes son estadísticamente diferentes.

**Tabla 5.** Efecto de las aplicaciones de KCl en la producción en el CP06.

	K0	K1	K2	P value
PR/A	201 a	227 b	235 b	0,001
PPR	13,8 a	15,4 b	15,5 b	0,004

PR/A: producción en kg palma-1 año-1;

PPR peso promedio del racimo en kg

Datos con letras diferentes son estadísticamente diferentes.

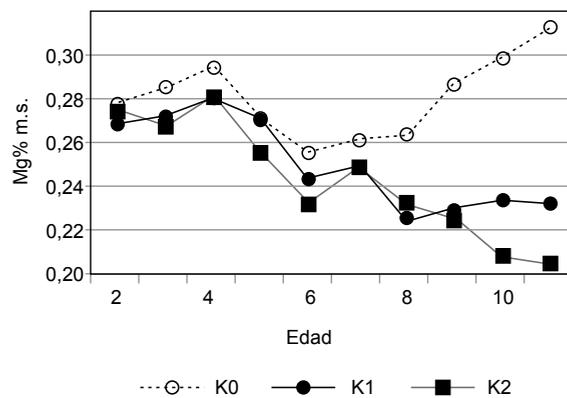
**Tabla 6.** Influencia del MgCO3 en la absorción del Mg en el CP06B.

MgCO3 (kg palma <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	0	1,5	4,5
Mg% M.S.	0,198	0,210	0,212

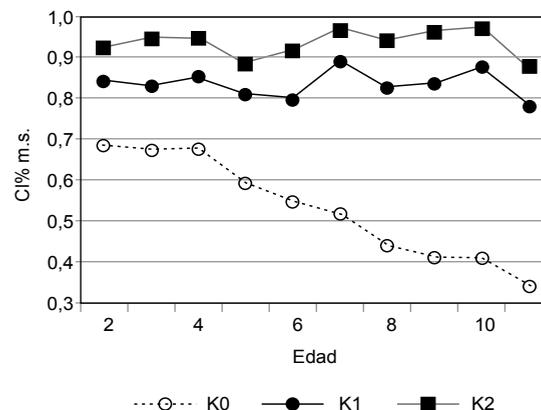
a las altas dosis de MgCO3, fenómeno que se observó en el CP06B (Tabla 6). Por estas razones y por el umbral al cual se observa la aparición de los síntomas de deficiencia, se considera que no es necesario sobrepasar 0,20% M.S. en condiciones de absorción limitada.

### Cloro

En las dos pruebas el KCl tuvo muy rápidamente un efecto significativo sobre los contenidos



**Figura 5.** Evolución de los contenidos de Mg según las dosis de KCl en el CP06.



**Figura 6.** Evolución de los contenidos de Cl según las dosis de KCl en el CP06.



**Tabla 7.** Contenidos mínimos y máximos observados entre los diferentes códigos del ensayo CP06. La variación relativa está expresada en % de la media de los 20 códigos.

	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Cl %
Mínimo	2.334	0,140	0,612	0,789	0,170	0,647
Máximo	2.712	0,170	0,804	1,042	0,297	0,865
Variación relativa	15%	19%	26%	28%	51%	28%

y se evidencia que K1 y K2 son estadísticamente superiores a los testigos K0 pero no son distintos entre sí (Tabla 4). En el CP06 el nivel inicial del K0 era alto por la fertilización del primer ciclo pero bajó regularmente entre cuatro y once años (Figura 6). Al final del ensayo las diferencias de productividad registradas por tratamiento (Tabla 5) fueron significativas. Las correlaciones entre el contenido de Cl y la producción por palma en el ensayo, dejan pensar que hay que considerar niveles óptimos de 0,50-0,60% M.S., o sea del mismo orden que para el *E. guineensis* (Ollagnier y Ochs, 1981).

### Influencia del material vegetal

Del CP06 se tomó a los siete años una muestra de cada uno de los veinte códigos sembrados como plantas útiles de las subparcelas. Los resultados de los análisis foliares indican diferencias significativas entre códigos para todos los elementos mayores. En la Tabla 7 las amplias variaciones que se pueden observar representan hasta 51% de la media de todos los códigos para el magnesio que parece el elemento más variable. En el campo este elemento se ha encontrado también muy variable por los síntomas más o menos marcados a pesar de recibir la misma fertilización.

### Conclusión

Las primeras pruebas diseñadas para estudiar el comportamiento nutricional de los códigos Coari x La Mé autorizan ciertas conclusiones que permiten definir niveles óptimos provisionales para el manejo de la fertilización en bloques

industriales. Para N y K hay que considerar niveles óptimos mucho más bajos que los del *E. guineensis*, con fertilización equivalente. La nutrición óptima en N queda por profundizar pero en primera estimación un contenido de 2,5% debe ser suficiente a partir del cuarto año. La relación entre P y N es muy similar a la del *E. guineensis* y hasta que se sepa más, es posible utilizar la misma ecuación como modelo y considerar que los contenidos de P deben alcanzar como mínimo 95% de este modelo. Los niveles óptimos para Mg y Cl, son similares a los que se obtuvieron para el *E. guineensis* o sea un 0,22-0,24% para Mg y 0,50-0,60% para Cl.

Estos primeros resultados valen de manera general para una mezcla de códigos cuyas características de desarrollo y de biomasa son muy variables, lo que puede interferir con la nutrición. Las pruebas y las observaciones de campo nos indican que para ciertos elementos como Mg y K los niveles óptimos podrían variar según el material. En el futuro este aspecto será muy importante ya que en bloques industriales tendremos que sembrar códigos con requerimientos equivalentes para facilitar el manejo de la fertilización.

### Agradecimientos

Al personal directivo de Palmeras del Ecuador, ingeniero Salomón Gutt, al personal directivo de Hacienda La Cabaña, don Mauricio Herrera Vélez, a Camilo Colmenares, por permitir el desarrollo de esas investigaciones y compartir los resultados experimentales.



## Bibliografía

- Caliman, J. P. ; Daniel, C. ; Tailliez, B. 1994 La nutrition minérale du palmier à huile. *Plantations Recherche Développement*, 1(3) : 39.
- Ollagnier, M.; Ochs, R. 1981 Gestion de la nutrition minérale des plantations industrielles de palmier à huile. Economies d'engrais. *Oléagineux*, 36(8-9): 409-421
- Peláez, E.; Ramírez, D.; Cayón, G. 2010 Fisiología comparada de palmas africana (*E. guineensis* Jacq.), americana (*E. oleifera* HBK Cortes) e híbridos (*E. oleifera* x *E. guineensis*) en Hacienda La Cabaña. *Palmas*, 31(2).
- Santacruz, L. A.; Estupiñán, G. R.; Rodríguez, A. C. 2011 Contraste de los contenidos y reservas foliares de la palma comercial (DxP) y del híbrido (OxG) alto oléico. *Palmas*, 32(4).
- Tampubolo, F. H. ; Daniel, C.; Ochs, R. 1990. Réponses du palmier à huile aux fumures azotée et phosphorée à Sumatra. *Oléagineux*, 45(11): 475-486.
- Torres, V. M.; Rey, B. L.; Gelves, R. F.; Santacruz, L. 2004 Evaluación del comportamiento de los híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*, en la plantación de Guaicaramo S.A. *Palmas*, 25( Número Especial Tomo II): 350-357.
- Zambrano, J. E. 2004 Los híbridos interespecíficos *E. oleifera* HBK x *E. guineensis* Jacq. Una alternativa de renovación para la Zona Oriental de Colombia. *Palmas*, 25(Número Especial Tomo II): 339-349.