

Contraste de los contenidos y reservas foliares de la palma comercial (DxP) y del híbrido (OXG) alto oleico

Contrast of the contents and leaf reserves of commercial palm (DxP) and hybrid (Ox6) high oleic

AUTORES



Libardo Santacruz Arciniegas

Ing. Agrónomo

Gustavo Rosero Estupiñan

Ing. Agrónomo

Álvaro Cristancho Rodríguez

Ing. Agrónomo

Palabras CLAVE

Nutrición de la palma de aceite, reservas foliares de la palma, Híbrido OXG, palma de aceite alto oleico
Nutrition of palm oil, palm leaf reserves, hybrid OXG, palm oil high oleic

Ponencia presentada dentro del Marco de la X Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Cenipalma Septiembre-2011

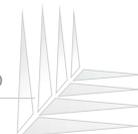


Resumen

Hoy por hoy, el híbrido OxG, también llamado palma de aceite alto oleico, se muestra como una alternativa para enfrentar la enfermedad Pudrición del cogollo (PC), que hace más de 20 años se presenta en Colombia, en algunas zonas en forma más devastadora que en otras. Por eso se están realizando estudios, entre los cuales son fundamentales los relacionados con la nutrición del cultivo, en cuanto a los niveles óptimos que se deben manejar. Recuérdese que la nutrición representa en la *E. guineensis* entre el 30 y el 40% de los costos variables de una plantación. Este trabajo intenta presentar una alternativa a los primeros seis años de la palma de aceite en las hojas 9 y 17. Se sugiere que los niveles críticos foliares para los híbridos pueden ser más bajos.

Abstract

Today, the hybrid OxG, also called high oleic palm oil, is shown as an alternative to face bud rot disease (PC), which for more than 20 years has been presented in Colombia, in some areas more devastating than others. That is why studies are being conducted, among which are critical nutrition-related crop in terms of optimal levels that must be managed. Remember that nutrition is in *E. guineensis* between 30 and 40% of variable costs of a plantation. This paper attempts to present an alternative to the first six years of oil palm in the leaves 9 and 17. It is suggested that foliar critical levels for hybrids may be lower.



Introducción

En 2010 Colombia contabilizó 14.000 hectáreas de tierras sembradas con material híbrido OxG, de las cuales la mayor cantidad se encuentran en fase inmadura. Sin embargo, también hay cultivos de investigación (de los años 1997 y 1998) en fase productiva, especialmente en la plantación Guaicaramo.

En realidad es poco lo que se conoce sobre la palma de aceite alto oleico, pero esa situación está cambiando, como quiera que en la actualidad se adelantan estudios agronómicos, fenológicos y

de manejo en las cuatro zonas palmeras del país (Norte, Occidental, Oriental y Central). Entre ellos son fundamentales los relacionados con la nutrición del cultivo, en cuanto a cuáles son los niveles óptimos que se deben manejar. El presente estudio intenta presentar una alternativa a los primeros seis años de la palma de aceite en las hojas 9 y 17.

Vale la pena decir aquí que en el material Dura x Pisífera (DxP), la nutrición representa entre el 30 y el 40% de los costos variables de una plantación.

Tabla 1. Propiedades químicas y físicas del suelo donde se llevó a cabo la investigación.

Propiedades	Parcelas			
	OxG		DxP	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
Distribucion de particulas (%)				
Arena	52.0	51.0	59.0	43.0
Arcilla	22.7	23.7	28.1	28.7
Limo	25.3	25.3	12.9	28.3
pH del suelo	4.97	4.99	4.83	4.77
C orgánico (%)	1.59	1.25	1.53	1.19
Cationes cambiabiles [(cmol (+) kg ⁻¹)]				
K	0.08	0.08	0.12	0.08
Ca	2.25	1.63	1.97	1.23
Mg	0.26	0.22	0.36	0.20
Na	0.05	0.06	0.05	0.04
Al	0.65	0.85	1.14	1.74
Capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) [(cmol (+) kg ⁻¹)]	3.29	2.84	3.64	3.29
Capacidad de Intercambio Cationico pH 7.0 (CIC) [(cmol (+) kg ⁻¹)]	6.02	4.87	6.98	5.91
Saturacion de bases (%)	80.2	70.1	68.7	47.1
Saturacion de Al (%)	19.8	29.9	31.3	52.9
Ca/Mg	8.7	7.4	5.5	6.2
[(Ca+Mg)/K]	31.4	23.1	19.4	17.9
P (mg kg⁻¹)	7.10	6.12	5.53	3.59
Fe (mg kg ⁻¹)	75.7	37.0	90.0	43.8
Cu (mg kg ⁻¹)	0.42	0.35	0.68	0.45
Mn (mg kg ⁻¹)	6.49	3.76	6.10	3.12
Zn (mg kg ⁻¹)	0.54	0.43	0.85	0.44

Tabla 2. Dosis de los diferentes nutrientes aplicados de 2000 a 2006.

Año	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	B ₂ O ₃	ZnSO ₄
	kg/palma					
2000	1200	520	1895	170	58	-
2001	1100	550	2100	220	58	-
2002	1150	570	2200	250	58	-
2003	1000	650	2500	400	58	-
2004	928	1175	3857	670	58	100
2005	1650	1011	3731	920	58	100
2006	938	889	3273	1200	58	100

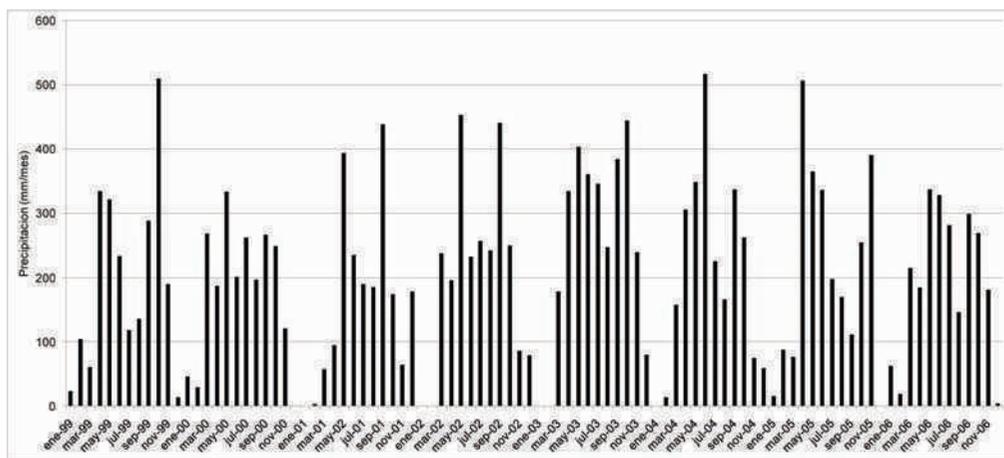
Siembra 1998**Metodología**

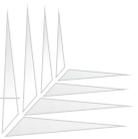
Para el estudio no se hicieron réplicas; se utilizaron áreas similares sembradas tipo ajedrez, pensando en la polinización en un mismo lote. Los suelos son de características franco-arcillosos-arenosos, con bajos contenidos de potasio y de fósforo, y desbalances de calcio y magnesio (Tabla 1).

La distancia de siembra fue de nueve metros, igual para los dos materiales (*Guineensis* y alto oleico). El periodo de observación de la fertilización del cultivo comenzó en marzo de 2000 y terminó en octubre de 2006 (Tabla 2), aunque hoy existe una base de datos hasta el año 2010. Durante estos diez años los análisis han sido bimestrales.

Las dosis de nutrientes aplicadas se están relacionando con la precipitación (Figura 1) y el rendimiento, como se dijo, se tomó en las hojas 9 y 17. El análisis de la información se basa en una estadística descriptiva haciendo comparaciones de prueba ET y un análisis de correlación y regresión con el *software Estadistics*.

En relación con la fertilización, en ambas parcelas se usaron las mismas dosis de los mismos elementos (Tabla 2). Durante los primeros cuatro años, la fertilización se hace de forma localizada, y a partir del quinto, con voleadoras. Se mantuvieron estables el boro y el zinc con un borato del 48% y un sulfato de zinc entre el 22 y el 25%. En la plantación, el zinc forma parte del programa de fertilización;

**Figura 1.** Variabilidad de la precipitación mensual durante el periodo comprendido entre enero de 1999 y diciembre 2006.



las dosificaciones de fósforo, potasio y magnesio se incrementaron paulatinamente de acuerdo con la edad. Es importante resaltar que el nitrógeno se trató de mantener lo más estable posible.

La fertilización y las tomas foliares se están haciendo tomando en cuenta la variabilidad de la precipitación (Figura 1). En Guaicaramo hay una precipitación anual promedio de 2.750; sin embargo, se presentan alteraciones como que en el año 2001 fue de 2.015 y en 2003, de 3.018. Tales cambios estuvieron asociados a los que se presentaron de manera significativa en los niveles foliares de boro y de zinc, con un R de 0,40 intermedio.

La plantación está situada a 198 msnm. En promedio, su temperatura es de 24-26 °C y su humedad relativa de 82 a 85.

Resultados

Un aspecto fundamental de análisis son los niveles de contenidos nutricionales en el tiempo. Como se dijo, se toman muestras cada dos meses por espacio de cinco años. En la Tabla 3 se puede observar que para el material *Guineensis* los niveles óptimos durante los primeros años son más elevadas que los del alto oleico.

Si se mira la parte importante, que es el dosel de las hojas, y se comparan *Guineensis* con híbrido

Tabla 3. Valor promedio de los diferentes elementos tanto en palma Ténera como en híbridos, en la hoja nueve (n=25).

Material	Estadístico	N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Cu	Fe	Mn
		H9 (%)					H9 (mg/kg)				
D x P	Media	2.66	0.17	0.93	0.84	0.34	14.7	19.6	7.7	98.3	796.6
	DS	0.25	0.01	0.16	0.13	0.04	2.44	3.63	1.41	45.39	149.29
	CV	9.47	7.86	17.49	15.09	11.67	16.53	18.58	18.30	46.16	18.74
	Min.	2.06	0.14	0.65	0.60	0.28	10.36	12.50	6.11	41.82	279.00
	Max.	2.97	0.19	1.29	1.08	0.42	19.10	28.70	12.50	300.00	1015.80
O x G	Media	2.37	0.15	0.74	0.85	0.30	16.4	16.1	7.3	90.5	718.8
	DS	0.11	0.02	0.12	0.11	0.04	3.35	3.41	0.98	38.99	149.71
	CV	4.59	10.22	15.94	12.91	12.02	20.39	21.16	13.37	43.08	20.83
	Min.	2.06	0.13	0.51	0.69	0.24	9.99	12.38	4.94	42.50	283.00
	Max.	2.51	0.19	0.96	1.11	0.38	24.20	28.18	9.26	260.00	939.20
Valor P (t-student)		0.0000	0.0003	0.0000	0.0500	0.0000	0.0037	0.0002	0.0211	0.0520	0.0030
Error estandar		0.0416	0.0003	0.0303	0.0224	0.0764	0.5632	0.7397	0.1657	3.1489	25.3300

Tabla 4. Valor promedio de los diferentes elementos.

Material	Estadístico	N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Cu	Fe	Mn
		H17 (%)					H17 (mg/kg)				
D x P	Media	2.68	0.16	0.88	0.71	0.31	15.7	16.3	6.0	111.5	808.7
	DS	0.17	0.01	0.22	0.06	0.02	4.98	1.68	0.80	68.06	65.41
	CV	6.18	5.10	25.27	8.77	6.80	31.67	10.30	13.22	61.05	8.09
	Min.	2.49	0.15	0.56	0.61	0.28	10.20	14.50	4.93	69.00	742.00
	Max.	2.93	0.17	1.23	0.77	0.33	23.00	18.90	6.88	249.00	895.00
O x G	Media	2.51	0.16	0.72	0.87	0.22	17.8	14.6	5.7	111.1	591.0
	DS	0.12	0.01	0.09	0.08	0.04	3.18	1.48	0.96	52.42	212.48
	CV	4.60	4.80	12.15	8.99	16.67	17.87	10.20	16.84	47.17	35.95
	Min.	2.35	0.15	0.64	0.76	0.18	14.90	13.00	4.58	64.80	339.00
	Max.	2.63	0.17	0.87	0.94	0.28	23.50	17.40	6.72	210.00	792.00
Valor P (t-student)		0.0626	0.2031	0.1859	0.0007	0.0006	0.4179	0.1692	0.0259	0.9735	0.0780
Error estandar		0.069	0.003	0.110	0.021	0.011	2.380	1.090	0.112	10.503	98.449

do, se encuentra que si se toman para este último unos niveles como el de la *Guineensis*, se estaría gastando plata innecesariamente y se desnivelarían los contenidos nutricionales de la planta.

En la hoja 17 igualmente se puede apreciar que en las medias tanto de *Guineensis* como de alto oleico hay diferencias. Es posible que con el número de muestras no sea tanta la variación, sobre todo del nitrógeno: cuando en la hoja 9 daba 2,37 y 2,51 en la 17, en los análisis referenciados posteriores al quinto año es de 2,35 y de 2,43, y en forma similar para fósforo y potasio, pero no así para calcio ni boro (Tabla 4).

Tratándose de calcio, se podría pensar que en la media está reflejada gran parte de la tolerancia a las plagas de OxG, porque tanto en la hoja 9 como en la 17, la misma es más alta en esta.

En relación con la variabilidad en el tiempo de los elementos nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, en la

Figura 2 se puede apreciar cómo ha sido su contraste en palmas Ténera comercial e híbridas. Se observa que su variabilidad es mayor en estas últimas, como sucede con los microelementos, entre los cuales el más significativo ha sido el hierro.

De la misma forma se encontraron sinergias entre fósforo y potasio. La Figura 3 muestra que los niveles foliares del nitrógeno y el fósforo aumentan de manera proporcional; es decir, cuando sube uno, el otro también lo hace. En cambio, en el calcio y el potasio, con una rendición media negativa, la relación es inversa; esto es, si aumenta uno el otro tiende a bajar. Tal situación se presenta en ambos materiales.

Como se dijo, una parte se analizó fundamentada en el dosel (Tabla 5). Cuando se evaluaron las cantidades de nutrientes almacenados en las hojas (que es el resultado de multiplicar el peso seco promedio de la hoja 17 por el número de hojas por palma por

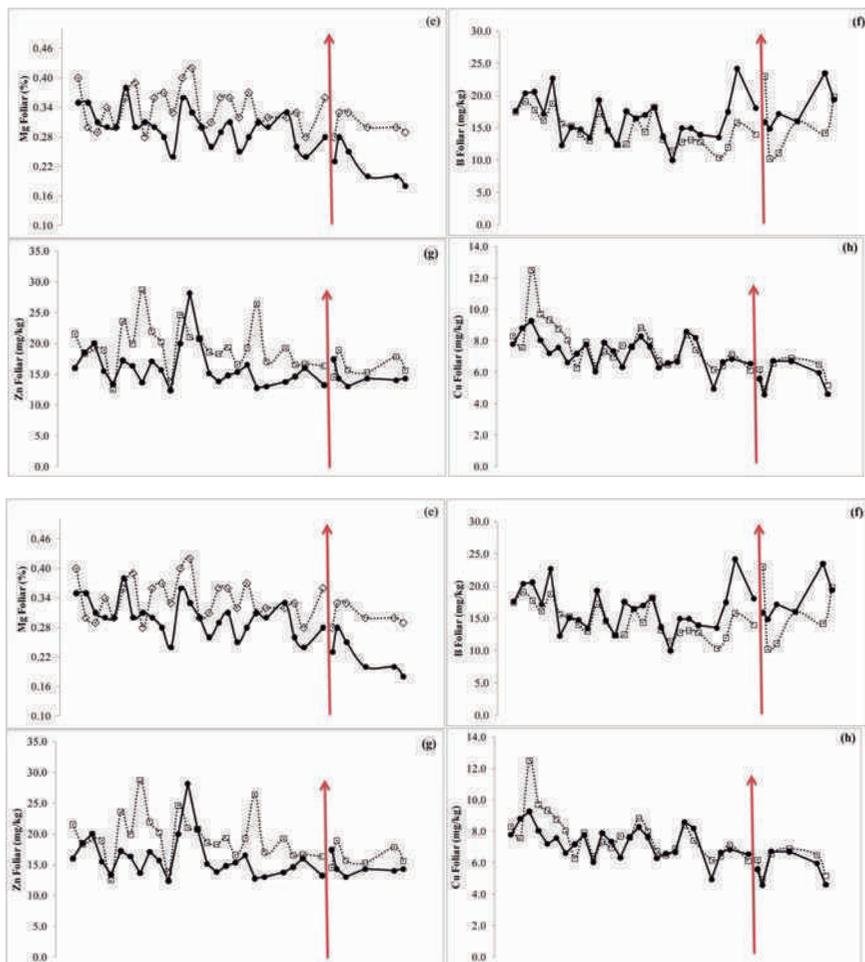
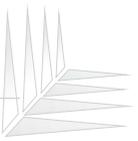


Figura 2. Variabilidad en los niveles foliares de (a) N, (b) P, (c) K y (d) Ca a través del tiempo, tanto en palma Ténera comercial como en palmas híbridas.



el contenido promedio de los elementos), se obtuvo que las palmas individuales híbridas almacenaron mayores cantidades de calcio.

Cabe resaltar que, de acuerdo con la manera como se aplique la fórmula para encontrar el peso seco en el dosel –que es la acumulación de los nutrientes–, la *Guineensis* tiene 82 kg y el alto oleico 98 kg. Esto hace que su necesidad de nutrientes sea mayor, por su misma área foliar. Vale recordar que Cenipalma ha avanzado en la investigación referente a fenología, tanto de la planta en sí, como de su fruto.

La Figura 4 representa dos parcelas y muestra el comportamiento de la *Guineensis* y del alto oleico. La primera registra un promedio de 26 toneladas (su óptimo antes de la PC), y la segunda siempre ha estado por encima. El análisis foliar es una herramienta clave para complementar, junto con el del suelo, las necesidades del cultivo y reponerle de manera óptima lo que ha absorbido.

En la Tabla 6 se hace un análisis económico, mediante el cual se busca establecer si es mejor sembrar *Guineensis*. Por ejemplo, en el área de los llanos la PC no mata a la palma. Pasan periodos de uno, dos y en algunos sectores de tres años, durante los cuales la planta se mantiene en recuperación, hasta volver a lograr sus óptimos de producción.

En híbrido o en alto oleico, en el caso de Guai-caramo, desde las siembras del año 1997 no se han registrado casos de la PC, de ahí que se tenga como una alternativa. Hoy día, en zonas como Tumaco, viene siéndolo para el problema que allí arrasó los cultivos.

Vale destacar que la extracción juega un papel importante. Este análisis económico está basado en el 19% de extracción, que ha sido lo que se ha tenido cuando se ha realizado; los baches de extracción de aceite en la planta se registran cuando la tasa es menor a 19%. En todo caso se tiene un equilibrio

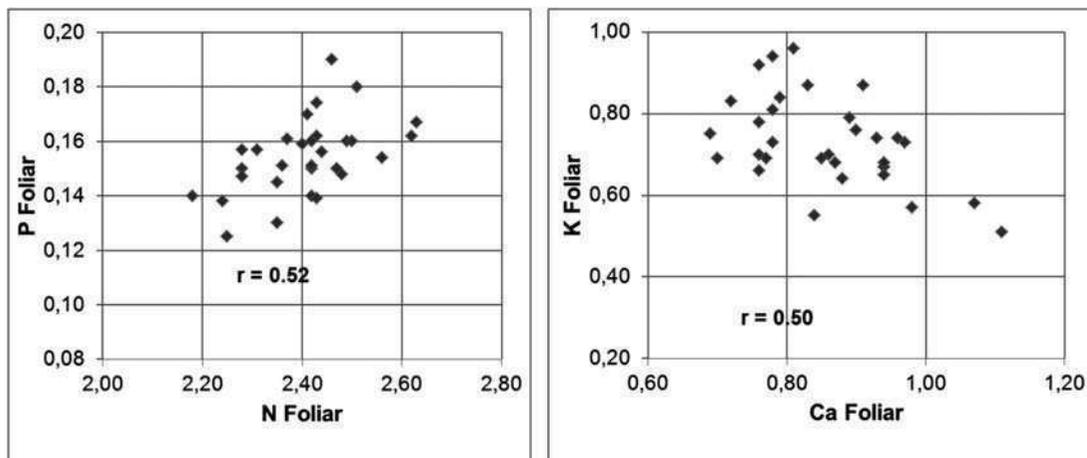


Figura 3. Regresiones lineales entre N y P foliar, y Ca y K foliar en palma híbrida.

Tabla 5. Valores medios (n=6) de los contenidos foliares en el 2003 para las dos progenies y la cantidad de nutrientes almacenados en el dosel en el año 2003.

Parámetro	Unidad	Concentración foliar H17		Parámetro	Unidad	Cantidad almacenada dosel / palma		Cantidad almacenada dosel/ha	
		DxP	OxG			DxP	OxG	DxP 143 palmas	OxG 143 Palmas
N		2.75	2.32	N		2.40	2.26	343.08	323.0
P		0.16	0.14	P		0.14	0.14	20.14	19.9
K	%	0.89	0.83	K	kg	0.78	0.81	111.17	115.9
Ca		0.78	0.78	Ca		0.68	0.76	96.63	108.3
Mg		0.34	0.29	Mg		0.30	0.28	42.39	40.4
B		13.61	14.28	B		1.12	1.39	159.96	198.6
Zn		19.46	14.36	Zn		1.60	1.40	228.68	199.8
Cu	mg/kg	7.32	7.32	Cu	g	0.60	0.71	85.99	101.9
Fe		87.83	79.48	Fe		7.22	7.73	1032.22	1105.8
Mn		770.63	625.32	Mn		63.34	60.84	9057.38	8700.6

Tabla 6. Análisis económico.

tasas de descuento	10%	TEA DxP	21.0%	TEA OxG	19.0%			
FLUJO DE CAJA INGRESOS Y EGRESOS								
Horizonte de tiempo	1	2	3	4	5	6	7	
DxP	Costos fertilizante	- 1,587,714	- 1,658,172	- 1,744,018	- 1,915,866	- 2,913,672	- 3,274,486	- 2,920,014
	Producción RFF	1.28	11.39	16.85	20	22	24	26
	Ingreso por fruto	365,535	3,252,691	4,811,926	5,711,485	6,282,633	6,853,782	7,424,930
	Ingreso neto por concepto de RFF	- 1,222,179	1,594,519	3,067,908	3,795,619	3,368,961	3,579,296	4,504,916
	Producción aceite	0.3	2.4	3.5	4.2	4.6	5.0	5.5
	Ingreso por aceite	451,543	4,018,030	5,944,144	7,055,364	7,760,900	8,466,436	9,171,973
	Ingreso neto por concepto de aceite	- 1,136,171	2,359,858	4,200,126	5,139,497	4,847,228	5,191,950	6,251,959
OxG	Costos fertilizante	- 1,587,714	- 1,658,172	- 1,744,018	- 1,915,866	- 2,913,672	- 3,274,486	- 2,920,014
	Producción	2.1	12.16	17.3	22.45	24	29	32
	Ingreso por fruto	599,706	3,472,583	4,940,434	6,411,142	6,853,782	8,281,653	9,138,376
	Ingreso neto por concepto de RFF	- 988,009	1,814,411	3,196,417	4,495,275	3,940,110	5,007,167	6,218,362
	Producción aceite	0.4	2.3	3.3	4.3	4.6	5.5	6.1
	Ingreso por aceite	670,260	3,881,122	5,521,662	7,165,394	7,660,109	9,255,965	10,213,479
	Ingreso neto por concepto de aceite	- 917,455	2,222,950	3,777,644	5,249,527	4,746,437	5,981,479	7,293,465
ANÁLISIS CONSIDERANDO EL PRECIO DEL FRUTO A PRECIOS DE 2010								
VPN DxP	12,680,963	Al obtener el Valor Presente Neto de ambas especies se obtiene una relación costo-beneficio mayor para OxG que para DxP, lo que indica que, considerando sólo la producción de RFF, el híbrido OxG es más						
VPN OxG	15,990,797							
ANÁLISIS CONSIDERANDO EL PRECIO DEL ACEITE A PRECIOS DE 2010								
VPN DxP	18,405,295	Al obtener el Valor Presente Neto de ambas especies se obtiene una relación costo-beneficio mayor para OxG que para DxP, lo que indica que, considerando la producción de aceite, el híbrido OxG es más						
VPN OxG	19,242,355							

comparado con *Guineensis*; y cuando se supera el 19% se obtendrá un potencial económico mayor, aunque entran a jugar otros factores, como otros costos dentro del cultivo del alto oleico.

Consideraciones de nutrición en palma O×G en escala comercial

En general se observó que los resultados de análisis foliares de las hojas 9 y 17 de las palmas de aceite alto oleico (híbrido O×G) presentaron en el tiempo menores valores promedio para la mayoría de los elementos, con la excepción del calcio y el boro, que fueron superiores.

Al contrastar las cantidades de elementos almacenados en el dosel de palmas individuales y extrapoladas por hectárea, se observó que el material híbrido presentó una mayor acumulación (4-25%) de nutrientes tales como potasio, calcio, boro, cobre y hierro.

Se puede pensar que la mayor cantidad de nutrientes demandada por la palma híbrida es requerida para suplir la mayor biomasa aérea (dosel) y por la producción de una mayor cantidad de racimos de fruta fresca (RFF). En las condiciones del estudio se obtuvo que aunque la palma D×P fue afectada por la Pudrición del cogollo, al final del periodo de

evaluación los rendimientos en t/ha de aceite fueron muy similares.

Con la información proveniente de este estudio y la de resultados foliares de la plantaciones en escala comercial, se sugiere que los niveles críticos foliares para los híbridos pueden ser más bajos. Se invita a los palmeros colombianos que tienen plantada palma de aceite alto oleico a realizar experimentos de dosis crecientes de nutrientes en diferentes tipos de suelos y edades del cultivo.

Agradecimientos

A Guaicaramo S.A. por permitir la innovación; y a Cenipalma, por facilitar la presentación de estas investigaciones, de manera que se conviertan en aportes para el gremio palmero.