

Requerimiento nutricional del híbrido interespecífico OxG en fase de vivero

Nutritional Requirement of Interspecific OxG Hybrid Plants during Nursery Stage

CITACIÓN: Franco-Valbuena, L. A., Delgado, T. E., Rincón-Numpaqué, A. H., Molina, D. L., Beltrán-Giraldo, J. A., Mosquera-Montoya, M. (2018). Requerimiento nutricional del híbrido interespecífico OxG en fase vivero. *Palmas*, 39(4), 13-23.

PALABRAS CLAVE: nutrición, fertilización, crecimiento vegetativo, *Elaeis oleifera*, *Elaeis guineensis*.

KEYWORDS: Nutrition, fertilization, vegetative growth, *Elaeis oleifera*, *Elaeis guineensis*.

RECIBIDO: agosto de 2017.

APROBADO: septiembre de 2017.

* Artículo de investigación científica y tecnológica.

LUZ A. FRANCO VALBUENA

Auxiliar de investigación. División de Validación de Resultados de Investigación, Cenipalma

TULIA E. DELGADO R.

Asistente de investigación. Área de Suelos y Aguas, Cenipalma

ÁLVARO H. RINCÓN NUMPAQUE

Asistente de investigación. Área de Suelos y Aguas, Cenipalma

DIEGO LUIS MOLINA L.

Asistente de investigación. Área de Suelos y Aguas, Cenipalma

JORGE ALONSO BELTRÁN GIRALDO

Director de Extensión, Cenipalma

MAURICIO MOSQUERA MONTOYA

Coordinador de la División de Validación, Cenipalma
mmosquera@cenipalma.org

Resumen

Se estimó que para 2016 en Colombia había 64.418 hectáreas sembradas con cruzamientos OxG, cifra que corresponde a 13,3 % del área total cultivada con palma aceitera en el país para el mismo año. Algunos de estos cultivares han probado ser resistentes a la Pudrición del cogollo, por lo que se han convertido en una alternativa para resembrar áreas afectadas por esta enfermedad. A pesar de que muchos cultivadores consideran sembrar cruzamientos OxG, debe decirse que existen vacíos en lo que concierne a su manejo nutricional. Con el fin de arrojar luz acerca de su manejo nutricional, Cenipalma, en convenio con el Instituto Internacional de Nutrición Vegetal (IPNI, por sus siglas en inglés), inició en 2011 trabajos orientados a determinar los requerimientos nutricionales en la fase de vivero de estos cruzamientos. Los resultados

de dicho trabajo indicaron que las plántulas de vivero requieren N (30 g), P (10 g), K (10 g) y B (0,5 g). Estos resultados fueron validados en un vivero de la Zona Norte, en el cual se seleccionaron 450 palmas como objeto de estudio. Las palmas se separaron en dos grupos: el primero recibió la dosis de nutrientes que resultó de la investigación de Cenipalma y el IPNI, mientras que el segundo recibió la dosis que las plantaciones suelen utilizar en sus viveros. Durante diez meses se monitorearon las variables de crecimiento vegetativo, contenido de materia seca y contenido nutricional en cuatro tejidos (raíz, bulbo, raquis y foliolos). Se utilizaron pruebas de diferencia de medias para hacer comparaciones estadísticas de las variables crecimiento vegetativo y materia seca. Con respecto al contenido de nutrientes, las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Análisis Foliar y de Suelos de Cenipalma, tras lo cual se pudo determinar que no se registraron diferencias significativas en las variables de interés. Sin embargo, los análisis de contenido de nutrientes indicaron una mejor absorción de nutrientes en las palmas tratadas con las dosis sugeridas por Cenipalma y el IPNI. Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis de costos que permitió identificar un ahorro al utilizar la dosis sugerida por Cenipalma y el IPNI. Dicho ahorro obedece a un menor gasto en fertilizantes como resultado de una reducción de 27 % en el uso de este tipo de productos. Por último, se determinó que el ahorro total de la fase de vivero es de 7 % cuando se utiliza la dosis sugerida por Cenipalma y el IPNI, hecho que resultan de interés para las empresas que desarrollan y comercializan plántulas.

Abstract

According to estimates, in 2016 Colombia had 64,418 hectares planted with OxG oil palm crossings, which accounted for 13.3% of the total area planted with oil palm trees in the country. Some of these crossings have proven to be resistant to bud rot, thus becoming an alternative to replant oil palm plantations in areas affected by this disease. Even though many oil palm growers are considering OxG crossings for cultivation, there is a lack of knowledge about their nutritional requirements that needs to be addressed. With the aim of shedding some light on the nutritional requirements of OxG crossings, in 2011 Cenipalma and the International Plant Nutrition Institute (IPNI) started doing research on the requirements of these crossings at nursery stage. Their results indicated that nursery palms require N (30 g), P (10 g), K (10 g), and B (0.5 g). These results were validated in an oil palm nursery at the Colombian Northern Zone, where 450 Coari x La Mé plantlets were selected for research purposes. These palms were separated into two groups: the first group was given the nutritional doses resulting from the research by Cenipalma and IPNI; while the second received the doses usually applied by growers at their plantations. Palms from both groups were monitored during ten months to observe their vegetative growth, dry matter, and nutrient content at four tissues (roots, bulb, rachis and leaflet). Statistical comparisons for vegetative growth and dry matter were carried out using mean difference tests. Regarding nutritional content, samples were sent to Cenipalma's Foliar and Soil Analyses Lab. Results indicate there are no statistical differences on the means of the variables of interests; however, greater absorption of nutrients was observed in plantlets treated with the doses suggested by Cenipalma and IPNI. In addition, costs estimations analyses allowed determining savings when using the doses suggested by Cenipalma and IPNI, which come from a lower expense on fertilizers as a result of a 27% reduction in the use of these products. Finally, a 7% economic saving during the whole nursery stage was estimated when the doses recommended by Cenipalma and IPNI are used. This result is of great interest for companies dedicated to grow and sell plantlets.

Introducción

En la última década se ha venido incrementando la siembra de diferentes cultivares de híbrido interespecífico (*E. Oleifera* x *E. guineensis*) en Colombia. Este fenómeno se ha dado como respuesta a la enfermedad de la Pudrición del cogollo (PC), puesto que algunos cruzamientos del híbrido OxG han mostrado resistencia al ataque de la misma (Martínez, Zúñiga, & Sarria, 2014). Para 2016 se reportó que en Colombia había sembradas 483.743 hectáreas en palma de aceite (Sispa, 2017), de las cuales se estima que 13,3 % (64.418 hectáreas) corresponde a siembras de híbrido OxG.

Algunos cruzamientos OxG han sido objeto de investigaciones encaminadas a su caracterización morfológica, encontrando que este tipo de cruzamiento presenta mayor proporción de materia seca (35-40 %) y mayor producción de racimos de fruta fresca (RFF) (Meunier, 1991; Torres, Rey, Gelves, & Santacruz, 2004; Zambrano, 2004) que otras especies de palma de aceite. A partir de lo anterior, se dedujo que estos cruzamientos podrían tener un requerimiento nutricional superior al de *E. guineensis*. En efecto, esto suele evidenciarse en plantaciones comerciales, donde comúnmente se utiliza una cantidad 30 % superior de nutrimentos con respecto a las dosis empleadas en plantaciones de *E. guineensis* (Ruíz *et al.*, 2015). Lo anterior se debe, en gran medida, al poco conocimiento en lo que respecta al manejo del híbrido OxG.

Con el fin de establecer si esta práctica es apropiada, desde 2010 el Programa de Agronomía de Cenipalma, en convenio con el Instituto Internacional de Nutrición Vegetal (IPNI, en inglés), ha desarrollado

trabajos orientados a determinar los requerimientos nutricionales de dos cruzamientos de híbrido Coari x La Mé y Oleifera x Mongana en las zonas palmeras Oriental y Suroccidental de Colombia. En estas investigaciones se han evaluado diferentes dosis de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y boro (B) con el objetivo de generar curvas de respuesta a las aplicaciones, así como estimar los efectos de los nutrimentos aplicados y sus interacciones en las diferentes etapas del cultivo (vivero, inmadura y productiva). Como primer resultado, en 2011 Cenipalma entregó los requerimientos en nutrición de los elementos N, P, K y B para la etapa de vivero a 10 meses. Allí se indicó que cada plántula puede nutrirse con 30 g de N, 10 g de P, 10 g de K y 0,5 g de B, dosis que corresponden en 50-75 % a las cantidades comúnmente recomendadas para materiales OxG.

En este artículo se presentarán los resultados obtenidos en el trabajo de validación en un vivero de palma de aceite en el cual se aplicaron las recomendaciones nutricionales sugeridas por el programa de Agronomía de Cenipalma.

Materiales y métodos

Ubicación y cruzamiento seleccionado

En la Tabla 1 se detallan las características de la Zona Norte, región donde se estableció el trabajo de validación en el vivero del Campo Experimental Palmar de la Sierra (CEPS). Las evaluaciones se realizaron en un cultivar Coari x La Mé.

Tabla 1. Ubicación y características climáticas del Campo Experimental Palmar de la Sierra.

Parámetro	Característica
Región	Zona Norte
Municipio (departamento)	Zona Bananera (Magdalena)
Coordenadas	10°44'48.90" N 74°06'43.20" O
Altitud*	36 m.s.n.m.
Temperatura promedio*	30 °C
Humedad relativa*	79 %
Radiación solar*	284 W/m ² .s
Precipitación promedio anual*	1.689 m.m.

* Datos obtenidos de <http://geoportal.cenipalma.org/>

Trasplante a vivero

Se seleccionaron 450 plántulas de previvero con tres meses de edad, sin anomalías, con un desarrollo morfológico adecuado y sin síntomas de enfermedades. Las palmas seleccionadas fueron trasplantadas a bolsas de vivero de polietileno (45 cm de alto por 28 cm de diámetro) con perforaciones en el tercio inferior para facilitar el proceso de drenaje. Las características del sustrato empleado se detallan en la Tabla 2.

Tratamientos y aplicación

Las plántulas sembradas en el vivero principal fueron divididas en dos grupos iguales. A partir del segundo mes a cada grupo se le aplicó uno de los siguientes tratamientos: dosis comercial (Tratamiento 1) o dosis Cenipalma (Tratamiento 2), como se muestra en la Tabla 3. Cabe resaltar que la dosis de fertilizantes se fraccionó en aplicaciones quincenales durante 10 meses.

Tabla 2. Características del sustrato utilizado para llenado de bolsas en vivero.

Parámetros	Unidades	CEPS
pH del suelo	-	6,40
M.O.	%	27,30
CIC	cmol(+)/kg	14,20
S	mg/kg	16,34
B	mg/kg	0,69
Cu	mg/kg	0,49
Fe	mg/kg	16,85
Mn	mg/kg	43,61
Zn	mg/kg	11,80
Saturación de K	%	16,24
Saturación de Ca	%	48,37
Saturación de Mg	%	34,14
Saturación de Na	%	1,24
Saturación de Al	%	0

Tabla 3. Dosis de fertilizantes aplicadas por palma en etapa de vivero en el trabajo de validación del plan nutricional de híbridos interespecíficos OxG.

Nutrimentos	Dosis Cenipalma	Dosis Comercial	% Disminución en fertilización
	g/plántula (10 meses)		
N	30	38	21
P	10	17	41
K	15	31	52
B	0,5	1	50

Fuente: Cenipalma (2013).

VARIABLES DE RESPUESTA

Se seleccionaron al azar 20 palmas por tratamiento, las cuales fueron sometidas a un proceso de evaluación al inicio del experimento y cada tres meses, llevando registro de su desarrollo y crecimiento vegetativo de acuerdo con las metodologías ajustadas por el Programa de Biología de Cenipalma, descritas a continuación:

- *Emisión foliar*: al momento del trasplante y cada tres meses se marcó la hoja más joven, la cual se constituye en la hoja de referencia. A partir de esta hoja se contaron las hojas formadas en el respectivo trimestre.
- *Diámetro de bulbo*: se midió la zona ecuatorial del bulbo de la palma utilizando la herramienta *Vernier*, comúnmente conocida como calibrador.
- *Longitud de hoja*: se midió en la hoja tres, tomando la distancia desde el punto de inserción del foliolo rudimentario más bajo hasta el ápice de la hoja.

MUESTREO DESTRUCTIVO

Después de 12 meses de evaluación se realizó un muestreo destructivo de diez palmas por tratamiento, las cuales fueron seleccionadas de manera aleatoria. Las palmas fueron separadas en raíz, bulbo, raquis y foliolos con el objetivo de determinar el contenido de materia seca y de nutrimentos en las diferentes estructuras de la planta. Para la separación de raíces se retiró la bolsa sin perder masa radical. Posteriormente, las raíces fueron cortadas desde la base del bulbo para luego separarlo del resto de la estructura. Las estructuras fueron lavadas con agua destilada para efectos de eliminar residuos de suelo. En las hojas se separaron los foliolos del raquis y la lámina de los foliolos de su nervadura central. La lámina foliar se limpió con agua destilada y un paño limpio para evitar la contaminación de la muestra. Seguido, las estructuras fueron dispuestas en un horno eléctrico durante 72 horas a una temperatura de 80 °C y posteriormente se registró el peso seco de cada una de las partes para determinar el peso seco total por palma.

Las muestras secas fueron enviadas al Laboratorio de Análisis Foliar y de Suelos de Cenipalma (LAFS)

para establecer el contenido nutricional de los tejidos. Mediante los protocolos del LAFS, se determinaron los contenidos de N y P por el método de colorimetría, el contenido de K a través de absorción atómica y el de B por colorimetría (Azometina H). Con los resultados foliares y edáficos obtenidos se determinó la eficiencia de aplicación de cada plan de fertilización, siguiendo lo propuesto por Fernández, Bohórquez, & Rodríguez (2016) y Prabowo *et al.* (2013).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de la información obtenida se realizó mediante estadística descriptiva y prueba *T de student*, utilizando el software Statistical Analysis System (SAS) versión 9.4. Para el análisis estadístico se tuvo en cuenta un margen de error de 5 %.

RESULTADOS

MEDICIONES DE CRECIMIENTO VEGETATIVO

Se realizó la comparación entre los tratamientos empleados (dosis comercial vs. dosis Cenipalma) con el objetivo de estudiar las variables relacionadas con el crecimiento vegetativo de las palmas. Este análisis comparativo se llevó a cabo a los 10 meses de haber establecido las palmas en el vivero principal.

Para visualizar la distribución de los datos, en las Figuras 1a, 2a y 3a se presentan diagramas de cajas que muestran la media de cada variable entre los tratamientos. Además, para evidenciar que no se presentaron diferencias significativas en las variables de crecimiento vegetativo, se exhibe el valor P " $P(T <= t)$ " de las comparaciones realizadas entre los tratamientos dosis comercial y dosis Cenipalma para cada uno de los tiempos evaluados. En resumen, las dosis de nutrientes aplicadas no generaron diferencias en el desarrollo de las palmas en vivero.

A la edad de 10 meses las palmas tratadas con dosis comercial presentaron un diámetro de bulbo de 9,97 cm, una longitud de la hoja número 3 de 61,14 cm y una emisión total de 21,35 hojas. Por otra parte, las palmas sometidas a la dosis Cenipalma registraron 9,69 cm de diámetro de bulbo, 54,58 cm de longitud de hoja número 3 y un total de 22,15 hojas emitidas al finalizar el trabajo de validación (Figuras 1b, 2b y 3b).

Materia seca

Para el contenido de materia seca por tejido evaluado (Figuras 4-8), la masa seca de las raíces (Figura 6) presentó diferencias significativas entre los tratamientos dosis comercial (326,04 g) y dosis Cenipal-

ma (152,70 g). Sin embargo, la materia seca total (Figura 8) no presentó diferencias significativas entre ambas dosis (1.104 g/palma comercial y 894 g/palma Cenipalma).

Figura 1. Diámetro del bulbo (a); diagrama de cajas (b). Media del crecimiento a través del tiempo.

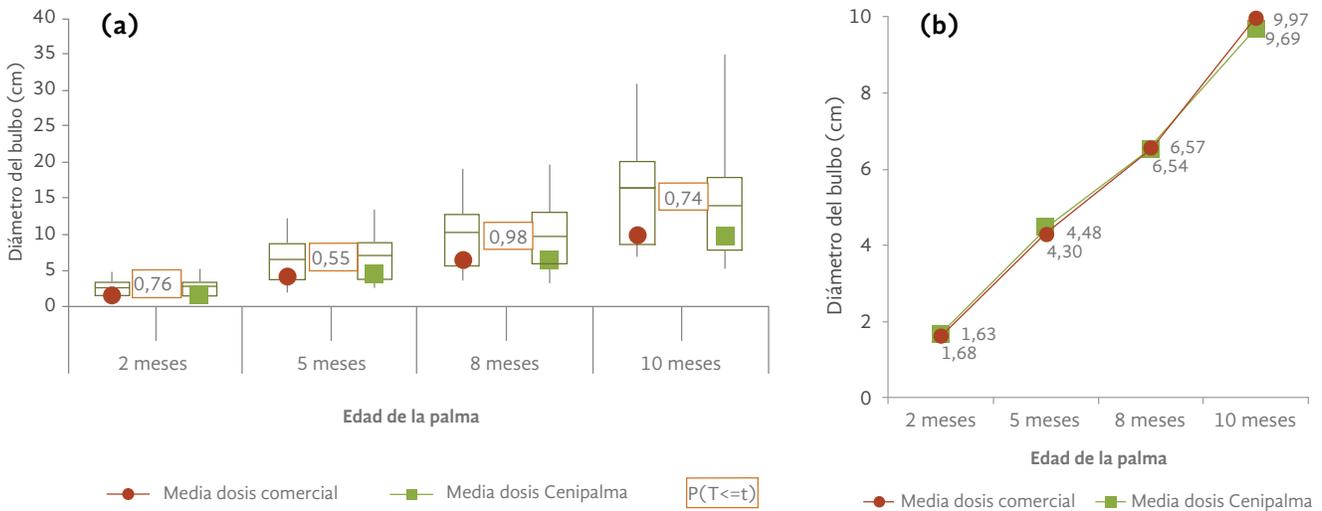


Figura 2. Longitud de la hoja número 3 (a); diagrama de cajas (b). Media del crecimiento a través del tiempo.

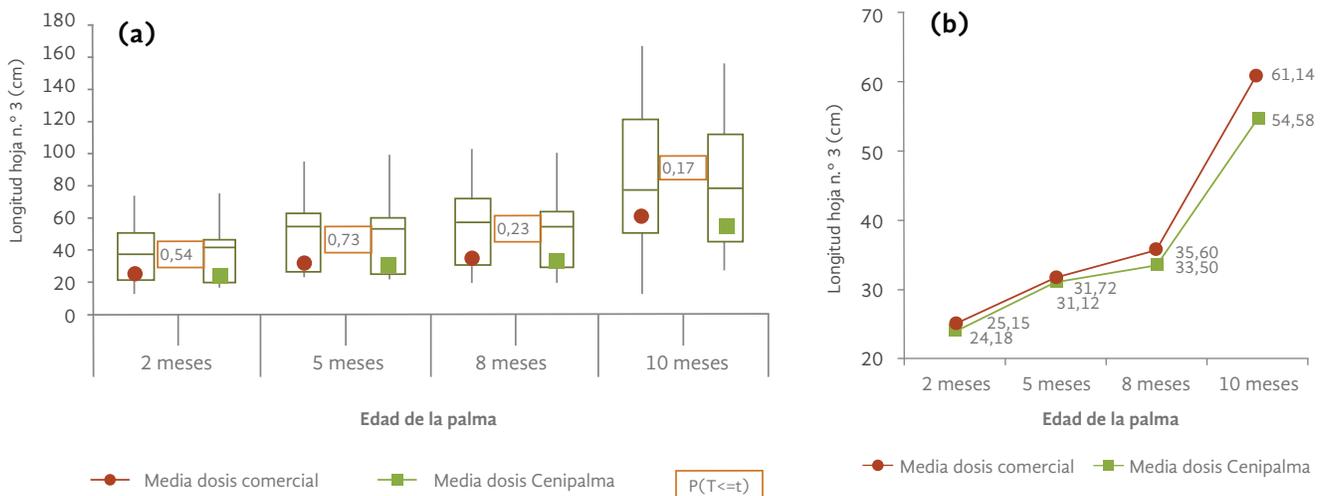


Figura 3. Número de hojas totales emitidas (a); diagrama de cajas (b). Media del crecimiento a través del tiempo.

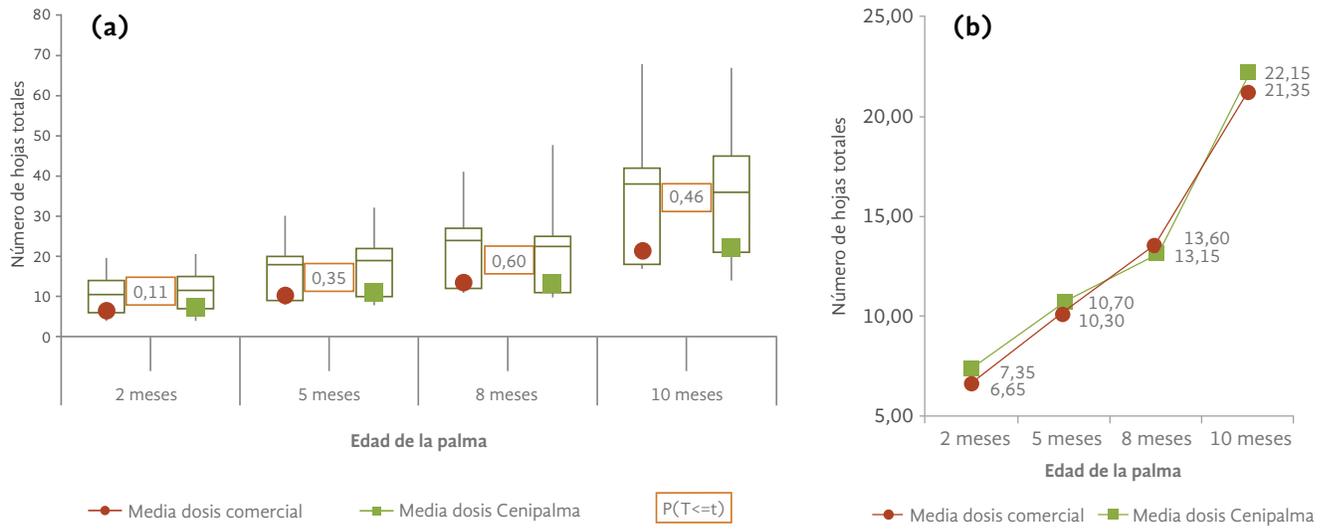


Figura 4. Diagrama de cajas del contenido de materia seca en el bulbo.

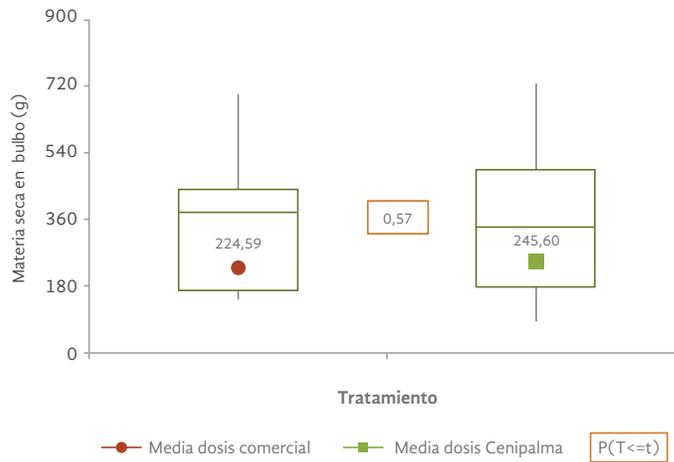


Figura 5. Diagrama de cajas del contenido de materia seca en los folíolos.

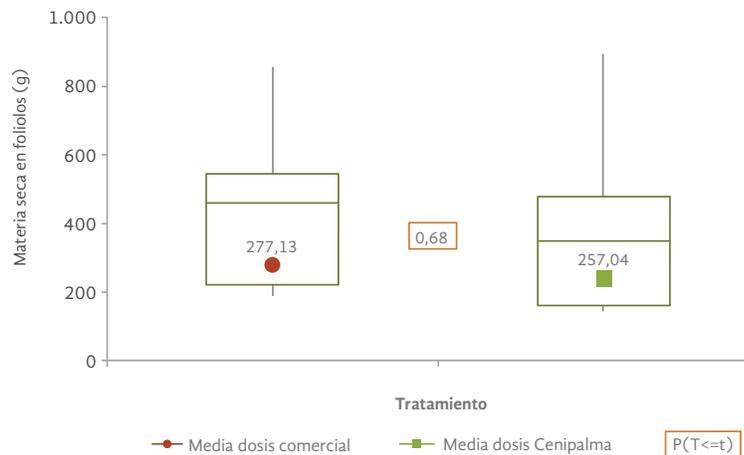


Figura 6. Diagrama de cajas del contenido de materia seca en la raíz.

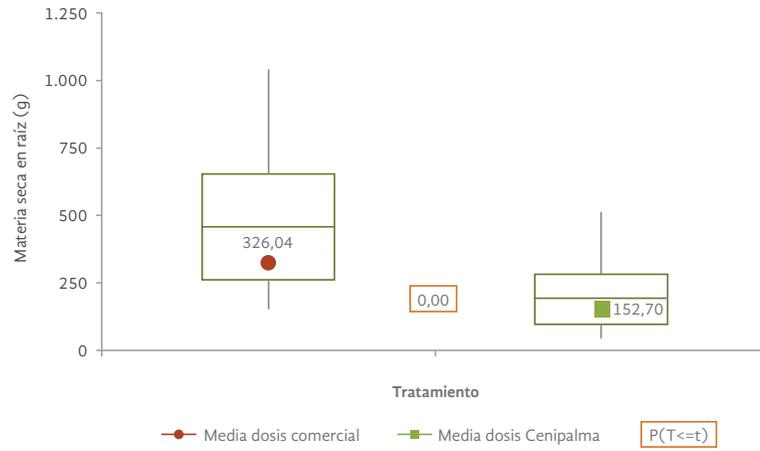


Figura 7. Diagrama de cajas del contenido de materia seca en el raquis.

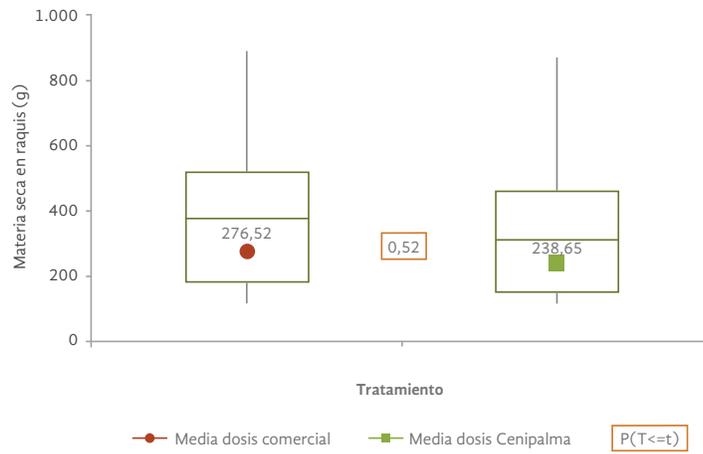
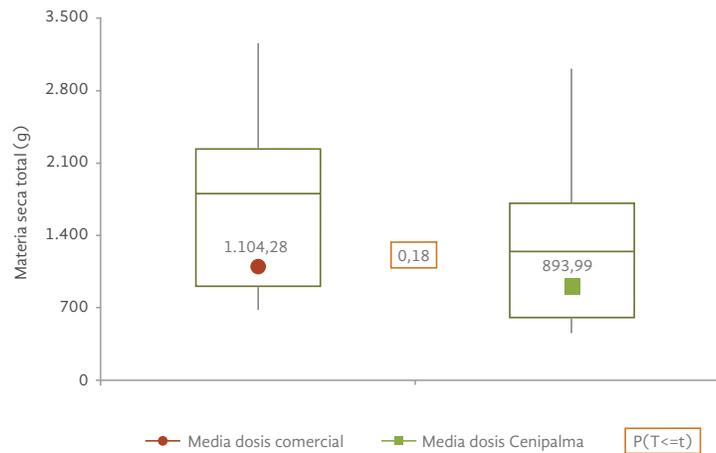


Figura 8. Diagrama de cajas del contenido de materia seca total en la palma.



Análisis nutricionales

Los resultados de los análisis de laboratorio sobre el contenido de nutrimentos, que corresponden a las muestras obtenidas en el muestreo destructivo, indicaron que todos los órganos de las palmas tratadas con la dosis Cenipalma presentaron mayor o igual contenido de nutrimentos que la dosis comercial, a excepción del potasio (K) foliar, el cual fue el único que presentó un menor contenido. Con los resultados del análisis nutricional y el contenido de materia seca se estimó la eficiencia de absorción (EA), la eficiencia fisiológica (EF), la eficiencia de recuperación (ER) y la eficiencia agronómica (EAGR) (Fernández *et al.*, 2016; Prabowo *et al.*, 2013).

Los resultados señalan que se obtuvo mayor EA, ER y EAGR para los nutrimentos N, P, K y B en las palmas con dosis Cenipalma. Por su parte, la dosis comercial permitió obtener una mayor EF para N, P, K, y B (Tabla 4). Resultados similares se presentaron en investigaciones realizadas por Prabowo *et al.* (2013), quienes argumentan que la EF está ligada a las características de cada cultivar de palma de aceite y a las factores abióticos de su entorno, mientras que la ER depende del manejo agronómico, entre ellos la fertilización, lo cual se ve reflejado en la EAGR.

Costos

La estimación de costos de la fertilización edáfica para cada uno de los tratamientos permitió identificar que con la fertilización recomendada por Cenipalma se reduce el costo de los fertilizantes en 27,7 %. Sin embargo, al considerar la participación de estos

costos dentro del costo total de la labor (fertilizantes + mano de obra), la disminución en el costo de la labor es de tan solo 6 %. Lo anterior se debe a que la compra de fertilizantes solo participa con 20 % del costo total de la labor, mientras que la mayor participación corresponde a mano de obra (80 %). Específicamente, se reduce el costo en \$ 11.500 por las plántulas que se requieren para sembrar una hectárea de palma al considerar un descarte de 30 %.

Si bien esta cifra no representa un ahorro significativo en el análisis a largo plazo del cultivo, en lo relacionado con la etapa de establecimiento sí lo es, puesto que en la fase de vivero este rubro puede llegar a representar un 15 % del costo total. Por lo tanto, este es un resultado importante para aquellas empresas que se dedican al establecimiento de viveros.

Conclusiones

En este trabajo se validaron los resultados de investigación del Programa de Agronomía de Cenipalma relacionados con la nutrición del híbrido interespecífico OxG en etapa de vivero, obteniendo palmas con un desarrollo vegetativo adecuado a través de la aplicación de las dosis recomendadas (30 g de N, 10 g de P, 15 g de K y 0,5 g de B), como se muestra en la Figura 9. Al no presentarse diferencias estadísticamente significativas para el crecimiento de las palmas se ratificaron los resultados obtenidos por el Programa de Agronomía, los cuales permiten comprobar que la aplicación de dosis más elevadas de fertilizantes no necesariamente conduce a maximizar el rendimiento o la eficiencia del cultivo de palma de aceite.

Tabla 4. Eficiencia de la aplicación del plan nutricional.

Eficiencias	N		P		K		B	
	Dosis Cenipalma	Dosis comercial						
De absorción	0,09	0,04	0,02	0,01	0,09	0,04	0,00006	0,00003
Fisiológica	66,71	91,71	320,94	370,94	67,55	80,68	93.204,87	113.186,58
De recuperación	0,45	0,32	0,28	0,18	0,88	0,44	0,02	0,01
Agronómica	29,80	29,06	89,40	64,96	59,60	35,62	1.787,98	1.104,28

Tras el trabajo de validación de esta investigación, se cuenta con una dosis de fertilizantes que se constituye en un punto de referencia para definir el plan nutricional de palmas procedentes del cruzamiento O×G considerando los contenidos nutricionales del sustrato utilizado en este estudio. Adicionalmente, los cambios en las dosis permiten generar un ahorro de 27,7 % en la compra de fertilizantes para la etapa de establecimiento del vivero. En este sentido, los resultados del presente trabajo se constituyen en una herramienta para ajustar las dosis de nutrición a aplicar en los

viveros de palma de aceite O×G teniendo en cuenta las condiciones específicas de cada uno de ellos.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Fondo de Fomento Palmero por la financiación de esta investigación y al personal del Campo Experimental Palmar de la Sierra y del Área de Economía Agrícola y Biometría de Cenipalma por sus valiosos aportes en el desarrollo de este trabajo.

Figura 9. Crecimiento vegetativo del cultivar Coari x La Mé con aplicaciones por planta de 30 g de N, 10 g de P, 15 g de K y 0,5 g de B (dosis Cenipalma).



Referencias bibliográficas

- Centro de Investigación en Palma de Aceite [Cenipalma] (2013). *Informe de labores Cenipalma*. Bogotá: Fedepalma.
- Fernández, J. C., Bohórquez, W., & Rodríguez, A. (2016). Dinámica nutricional del cacao bajo diferentes tratamientos de fertilización con N, P y K en vivero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), 367-380.
- Martínez, G., Zúñiga, F., & Sarria, G. A. (2014). La hoja clorótica, un estado avanzado de la PC. *El Palmicultor*, 506, 19-20.
- Meunier, J. (1991). Una posible solución genética para el control de la Pudrición del cogollo en la palma aceitera. Híbrido interespecífico *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*. *Palmas*, 12(2), 29-42.
- Prabowo, N., Foster, H., Nelson, S., Sitepu, B., & Nelson, P. (2013). Uso práctico de la eficiencia fisiológica de la palma de aceite con respecto a la recuperación de nutrientes y la eficiencia agronómica en diferentes sitios de Sumatra. *Palmas*, 34(Especial, Tomo I), 221-242.
- Ruíz, E., Fontanilla, C., Mesa, E., Mosquera, M., Molina, D., & Rincón, A. (2015). Prácticas de manejo y costos de producción de la palma de aceite híbrido OxG en plantaciones de la Zona Oriental y Suroccidental de Colombia. *Palmas*, 36(4), 11-29.
- Sistema de Información Estadística del Sector Palmero [Sispa]. (2015). *Áreas en desarrollo y producción*. Recuperado de <http://sispa.fedepalma.org/sispaweb/>
- Sistema de Información Estadística del Sector Palmero [Sispa]. 2017. *Áreas en desarrollo y producción*. Recuperado de <http://sispa.fedepalma.org/sispaweb/>
- Torres, M., Rey, L., Gelves, F., & Santacruz, L. (2004). Evaluación del comportamiento de los híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*, en la plantación Guaicaramo S.A. *Palmas*, 25(2), 350-357.
- Zambrano, J. E. (2004). Los híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* H.B.K x *Elaeis guineensis* Jacq. Una alternativa de renovación para la Zona Oriental de Colombia. *Palmas*, 25(2), 339-349.