

Efecto de la polinización asistida en medio líquido en la conformación del racimo en material híbrido OxG en la plantación Guaicaramo S.A.

Effect of Assisted Pollination by Liquid Medium in Oil Palm Bunch Formation for Hybrid Material OxG in Guaicaramo S.A.

CITACIÓN: Rosero, G. y Santacruz, L. (2014). Efecto de la polinización asistida en la conformación del racimo en material híbrido OxG en la plantación Guaicaramo S.A. *Palmas*, 35(4), 11-19.

PALABRAS CLAVE: polinización asistida, híbrido OxG.

KEY WORDS: Assisted pollination, hybrid OxG.

RECIBIDO: abril de 2014.

APROBADO: agosto de 2014.

* Artículo de investigación e innovación científica y tecnológica.

GUSTAVO ROSERO ESTUPIÑÁN

Ingeniero Agrónomo Líder del Área de Investigación, Guaicaramo S.A.
g.rosero@guaicaramo.com

LIBARDO SANTACRUZ ARCINIEGAS

Ingeniero Agrónomo Gerente de Plantación, Guaicaramo S.A.

Resumen

La polinización asistida en el híbrido de palma de aceite OxG es fundamental en la obtención de mayores potenciales de aceite en el racimo, ya que busca aumentar la formación de frutos con aceite en proporción con el racimo y disminuir los frutos abortados; esta labor se ve afectada por varios factores como: la variación climática, fertilidad del polen, variabilidad genética de los materiales, y la dificultad de la aplicación del polen por el incremento de la altura de las palmas. En este trabajo se evaluó una nueva forma de aplicación del polen en medio líquido teniendo en cuenta las ventajas potenciales que puede generar en la conformación de los componentes de producción de aceite en el racimo; observando el comportamiento cuando se destapa o no la inflorescencia. Se pudo ver que existen diferencias significativas en la formación de aceite en el racimo cuando se realiza la polinización asistida, en comparación con la polinización libre. Sin embargo, este estudio mostró valores estadísticamente similares para los tratamientos con polinización asistida. Por lo tanto, variaciones en el agente dispersante (agua destilada) y la apertura de la inflorescencia, no generaron un aumento significativo en el contenido de aceite a racimo, con respecto al método tradicional; este trabajo preliminar abre una puerta para seguir mejorando las técnicas y métodos de aplicación en la polinización.

Abstract

Assisted pollination in oil palm hybrid OxG is essential to obtain higher oil potential in the bunch and increase fruit formation, as well as reduces aborted fruits; pollination work is affected by various factors including climatic variation, pollen fertility, genetic variability of materials, as well as application of pollen in really high palms. In this paper a new way to apply pollen in liquid medium was evaluated, considering the potential benefits that can be generated in bunch formation and the oil production components. Oil production in the bunch was evaluated observing the behavior of the inflorescence when covered or uncovered. Statistical differences were observed in the oil to bunch production when the assisted pollination is performed, compared with free pollination. This study shows similar values for controlled pollination treatments, however, variations in the dispersing agent (distilled water) and the opening of inflorescence did not generate significant increases in oil to bunch content when compared to the traditional method. This preliminary work opens a door for further improvements in technical and/or application methods for pollination.



Introducción

El aspecto sanitario ha sido un factor limitante en la productividad de la palma de aceite, enfermedades como el Anillo rojo (AR), la Mancha anular, la Pudrición del cogollo (PC) y la Marchitez letal (ML), entre otras, sumado al cambio climático, constituyen un grave freno a la productividad, rentabilidad y sostenibilidad del negocio, originando en gran parte que el sector no sea competitivo en el mercado internacional, (Moreno, 2011); razón por la cual, el híbrido OxG proveniente del cruzamiento de *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* se proyecta como una alternativa promisorio por su mayor tolerancia en campo a las enfermedades más limitantes, y por la adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la Zona Oriental colombiana que este material ha mostrado, (Zambrano, 2004; Santacruz *et al.*, 2011). Este híbrido, sin embargo, presenta algunas limitantes en producción relacionadas con problemas en la conformación del fruto, que van desde un llenado y maduración irregular de los frutos, debido a que el proceso de apertura de los botones florales es asincrónico, hasta la pérdida parcial o total del racimo por una deficiente polinización, asociada a la baja viabilidad del polen (López, 1978).

López (1978) indicó que la polinización asistida incrementa en 20 % el peso de los racimos y hasta

en 34,7 % la tasa de extracción de aceite. Zambrano (2004) reportó que el híbrido OxG bajo condiciones de polinización asistida puede alcanzar producciones de hasta 22 toneladas por hectárea por año (t/ha/año) en materiales con nueve años de siembra, sin la polinización asistida la producción de estos híbridos hubiera sido de 17,6 t/ha/año; llevando estas toneladas de diferencia a precios actuales se tendría una pérdida de 1.100.000 de pesos/ha/año, según datos de Guaicaramo S.A. De esta manera, la polinización asistida se constituye como una labor indispensable para el adecuado aprovechamiento del potencial productivo de los materiales híbridos OxG.

Sin embargo, la polinización asistida implica un costo adicional en comparación a lo que se venía manejando con el material *E. guineensis*. Sobre los costos de la polinización asistida, Castiblanco *et al.*, (2013) estimaron el costo anual de la polinización (desde el segundo hasta el séptimo año de cultivo) en \$ 737.222 por hectárea en híbridos OxG Coari x La Mé. Este valor comprende el costo del polen, infraestructura y operación de laboratorio. La aplicación de polen para este material es constante durante la vida útil del cultivo a diferencia del material *E. guineensis* el cual no se poliniza luego del séptimo año. Por lo tanto, todas las mejoras que se puedan realizar en el proceso de

polinización asistida y que conlleven a reducciones de costos garantizan la sostenibilidad del cultivo.

Rosero *et al.*, (2011), evaluando la viabilidad y germinabilidad del polen en medio líquido a nivel *in vitro* observaron que a pesar de que disminuye en función del tiempo, según el tipo de agua, la polinización asistida en medio líquido en palma de aceite se convierte en una alternativa para tener en cuenta y evaluar en campo. Sweet (1995) menciona los beneficios que se pueden obtener con polinizaciones líquidas en árboles del género *Pinus* sp, una de ellas es aumentar su eficacia en la producción de semillas, que son más grandes y tienen mayor capacidad de germinación en un 18 %, a diferencia de polinizaciones realizadas en seco, también, permite hacer mezcla con sustancias nutritivas que colaboran en la germinación del tubo polínico.

Teniendo en cuenta la importancia de realizar la polinización asistida en el material híbrido OxG, se inició la búsqueda de alternativas de aplicación, como el medio líquido, que puedan mejorar los componentes del racimo generando un incremento en el potencial de aceite. El presente estudio busca comparar las variables que conforman el racimo y su potencial de aceite, y determinar las ventajas que se puedan encontrar con diferentes métodos de aplicación de polen.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la plantación Guaicaramo S.A., ubicada a 7 kilómetros del municipio de Barranca de Upía (norte del Meta) a 190 m de altitud, latitud 4° 29 N y longitud 72° 57 W; precipitación promedio anual de 2.004 mm, humedad relativa de 85 % y temperatura media de 27° C. En lotes de material híbrido interespecífico alto oleico (OxG) cruzamiento Coari x

La Mé (La Cabaña) de ocho años de siembra, seleccionando un total de 150 inflorescencias femeninas en el estadio fenológico 603 (preantesis 3), teniendo como referencia la escala fenológica para palma de aceite desarrollada por Hormaza, P. *et al.*, (2010).

En el presente estudio se consideraron dos factores: el primero está relacionado con el tipo de agente dispersante que se mezcla con el polen, donde se utilizaron talco inerte y agua destilada; y el segundo factor se refiere a la remoción parcial (destape), o a la no remoción de la bráctea peduncular que rodea la inflorescencia. En el caso del talco inerte, se manejó una relación de mezcla 1:7 colocando 0,18 g de polen en 1,26 g de talco. En el agua destilada se usó la misma cantidad de polen (0,18 g) en 60 cc de agua por inflorescencia. Adicionalmente se estableció un tratamiento control sin polinización artificial (bajo libre polinización), en la Tabla 1 se presentan los tratamientos resultantes de la interacción de los factores anteriormente descritos.

Se seleccionaron en forma aleatoria inflorescencias femeninas en preantesis 3 (Estadio 603), las cuales, una vez alcanzaron el estadio de antesis (607) fueron polinizadas tres veces con un lapso de tiempo entre aplicaciones de 48 horas; el polen utilizado provino de palmas tipo *tenera* IRHO, de diez años de siembra, previa determinación de su viabilidad y germinabilidad, mediante la metodología descrita por Turner y Gilbanks (1974) y de tinción Guaicaramo S.A. (2011).

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con 30 repeticiones por tratamiento, la unidad experimental correspondió a una inflorescencia femenina. Posteriormente, se procedió a realizar el análisis de cada uno de los racimos que se cortaron entre 170 a 178 días después de la antesis siguiendo el criterio de cosecha de desprendimiento de los primeros frutos

Tabla 1. Tratamientos evaluados para identificar la mejor metodología de aplicación de polen en híbridos OxG.

Tratamiento	Mezcla	Bráctea peduncular
1	Polen+talco	Sin destape
2		Con destape
3	Polen+agua	Sin destape
4		Con destape
5	Libre polinización	

y presencia de cuarteamiento, (Hormaza *et al.*, 2010; Moreno, 2011); se empleó la metodología de análisis de racimo establecida por Prada y Romero (2013), que permite cuantificar los componentes del racimo y de los frutos relacionados con la producción de aceite; la extracción del aceite se realizó por el método soxhlet, siguiendo la metodología planteada por Yáñez (2006).

Con las variables más representativas se procedió a realizar un análisis de varianza mediante el uso del paquete estadístico SAS versión 9.1 (SAS Institute 2003). Adicionalmente, se utilizó la prueba de Tukey al ($P \leq 0,05$), para hacer comparación de medias entre los tratamientos.

Resultados y discusión

Conformación del racimo

La Tabla 2 muestra que los mayores valores de peso del racimo (PR) se encontraron en los tratamientos

donde la aplicación del polen se realizó en mezcla con talco (T1 y T2), mostrando diferencias significativas con la aplicación de polen en medio líquido sin destape de bráctea (T3) y con el tratamiento de libre polinización (T5). Sin embargo, en términos de tendencia se observó una leve disminución en el PR en los tratamientos en medio líquido (T3 y T4), con respecto a los tratamientos en los cuales se utilizó el talco como agente dispersor (Figura 1). La drástica reducción del PR en el tratamiento de libre polinización está asociada principalmente a problemas en el cuajado de frutos normales y partenocárpicos (Corley y Tinker 2003).

La conformación de racimos con relación al número de frutos partenocárpicos (FFP) y abortos (FAB) no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos en los cuales se realizó polinización asistida, pero sí con relación al tratamiento de libre polinización (T5); el mayor porcentaje para la variable (FFP) se observó en el tratamiento de polen en medio líquido con des-

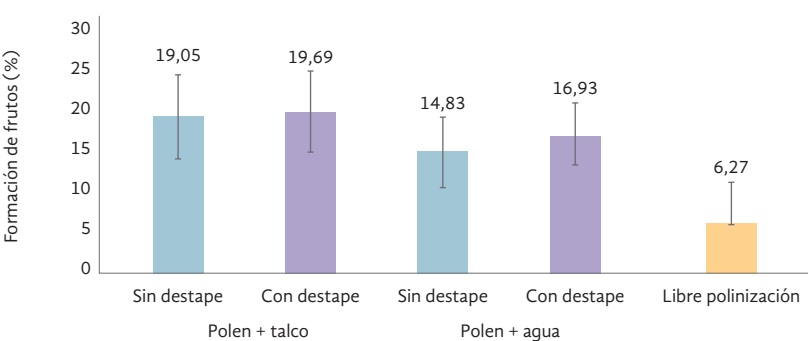
Tabla 2. Comparación de las variables que conforman el racimo y peso medio de frutos en los diferentes tratamientos.

Trat.	Mezcla	Bráctea	PR (kg)		FFN (%)		FFP (%)		FAB (%)		PPFN (g)		PPFP (g)	
T1	Polen+talco	SD	19,05	a	26,95	a	63,88	a	9,17	a	10,34	a	2,62	a
T2		CD	19,69	a	28,83	a	61,52	a	9,65	a	9,28	a	2,25	a
T3	Polen+agua	SD	14,83	b	14,81	b	61,03	a	24,16	a	11,04	a	2,57	a
T4		CD	16,93	ab	23,04	ab	64,20	a	12,75	a	10,09	a	2,64	a
T5	Libre polinización		6,27	c	4,63	c	30,95	b	64,42	b	8,37	b	1,66	b

SD, sin destape; CD, con destape; PR, peso de racimo; FFN, formación de frutos normales; FFP, formación de frutos partenocárpicos; FAB, formación de abortos; PPFN, peso promedio de frutos normales; PPFP, peso promedio de frutos partenocárpicos.

Las variables con letras distintas sobre las columnas indican diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Figura 1. Peso medio de racimos en los diferentes tratamientos.



tape de bráctea (T4), con un valor de 64,2 %. Por otra parte, en términos de tendencia el tratamiento con polen en medio líquido sin destape de la bráctea (T3) mostró un mayor porcentaje de (FAB) con un valor de 24,2 %. Sin embargo, el mayor (FAB) se presentó en el tratamiento de libre polinización (T5), con un valor medio de 64,42 % (Tabla 2).

Con respecto a la formación de frutos normales (FFN) se presentaron diferencias entre los tratamientos en los que se hizo polinización asistida, siendo el tratamiento T3 el que presentó menor promedio; mostrando un efecto negativo de la aplicación de polen con agua cuando no se destapa la inflorescencia (Figura 2). Las mayores diferencias se presentaron entre los tratamientos con polinización asistida, con respecto al tratamiento de libre polinización (Tabla 2).

Estos resultados indican que la conformación del racimo depende del grado de polinización; sin embargo, la variación genética de los materiales también debe ser considerada. Zambrano (2004) observó en lotes comerciales variaciones importantes entre los códigos de un mismo material OxG, en la variable FFN en un rango de 14 hasta 42 %; mientras que para FFP estos valores se presentaron entre 22 y 49 %; en Indupalma (Cesar) reportan la siguiente composición de los racimos: FFN, 42 %; FFP, 17,3 %, (Indupalma, 2007); en este trabajo se encontraron valores con un rango más amplio cuando se realizó polinización asistida, entre 11 y 50 % en FFN y del 20 al 90 % en FFP.

Los pesos promedios de los frutos normales (PPFN) y los frutos partenocárpicos (PPFP) no mostraron diferencias entre los tratamientos con polinización, únicamente se presentaron diferencias significativas

con respecto al tratamiento de libre polinización (T5) con valores de 8,37 g y 1,66 g, respectivamente, equivalentes a una reducción en el PPF del 33 % y 18 % en PPFP, mostrando la importancia de realizar polinización asistida en este tipo de material (Tabla 2).

Moreno (2010) encontró 29,4 % de FFN y 46 % de FFP para un total de frutos con aceite del 75,6 %, además muestra que en un racimo los promedios en el número de frutos pueden ser de 2.359 (24,6 % cv), donde 573 (61,4 % cv) corresponden a frutos normales; 928 (23,4 % cv) a frutos partenocárpicos y 1.215 (32,5 % cv) a frutos abortados; también, mostró diferencias en las variables peso promedio de racimo en cada estado fenológico de maduración, para el estadio 807 presentó 16,18 kg y el peso del pedúnculo fue de 1,56 kg representando el (9,6 %) del PR, promedio similar al encontrado en este estudio para los tratamientos con polinización asistida (Figura 1).

Aceite en el mesocarpio y en los frutos

Para las variables aceite a mesocarpio fresco en frutos normales (AMFN) y aceite a mesocarpio fresco en frutos partenocárpicos (AMFP), no se presentan efectos con relación a los diferentes métodos de polinización asistida, pero sí en ausencia de ella; siendo el tratamiento de libre polinización el que presenta el mayor descenso en estas variables con 17,41 y 30,68 %, respectivamente (Tabla 3).

De manera similar en las variables aceite en frutos normales (ACFN) y aceite en frutos partenocárpicos (ACFP), no se presentaron diferencias estadísticas en los tratamientos con polinización asistida. En contraste, el tratamiento de libre polinización presentó

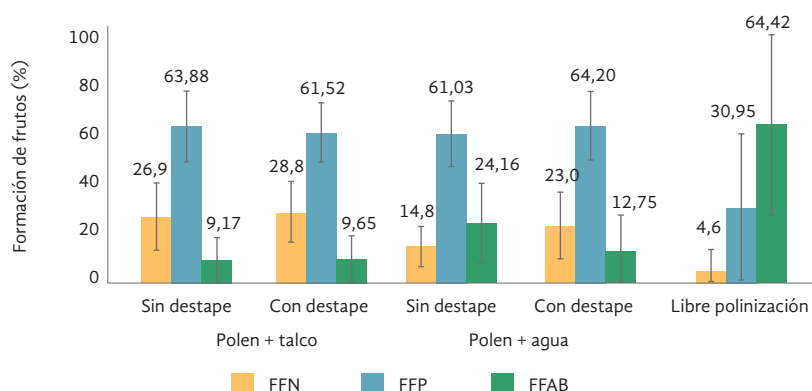


Figura 2. Porcentajes de formación de frutos normales (FFN), partenocárpicos (FFP) y abortos (FFAB) en racimos de híbridos (OxG) Coari x La Mé.

los valores más bajos con 12 % y 30,68 % respectivamente (Tabla 3).

El aceite a mesocarpio fresco en frutos normales y partenocárpicos depende de la humedad y está relacionado con el periodo de maduración que fluctúa en un rango de 52 a 75 %. Preciado *et al.*, (2011), Bastidas *et al.*; (2010) también encontraron un promedio porcentual de 68,7 % de AMFN para el material OxG *Elaeis oleifera* tipo Cereté y *Elaeis guineensis* tipo Deli y este comportamiento es comparable con el estándar mínimo que deben tener los parentales *dura* en la palma de aceite en un valor promedio de 70 % de aceite a mesocarpio seco (Corley y Tinker, 2003); valores similares fueron encontrados en los tratamientos con polinización asistida evaluados en este estudio, oscilando en rangos de 19 y 60 % de AMFN y 16 a 70 % de AMFP.

En palma africana, el aceite en pulpa fresca está directamente asociado con el aceite en pulpa seca (coeficiente de correlación 0,78**) indicando que al aumentar uno aumenta en igual proporción el otro Vera *et al.*, (1998).

Formación de aceite y tasa de extracción de aceite estimada

Para la variable aceite total a racimo (ART) que en el caso del material OxG está compuesta por la sumatoria del aceite a racimos en frutos normales (ARFN) y el aceite a racimo en frutos partenocárpicos (ARFP), no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos con polinización asistida, que mostraron valo-

res entre 24,78 y 27,99 %. Por lo tanto, variaciones en el agente dispersor (agua destilada) y en la apertura de la bráctea peduncular (destape de la bráctea), no generaron aumentos significativos en el contenido de aceite a racimo con respecto al método tradicional. Únicamente la prueba de comparación de Tukey ($P \leq 0,05$) mostró diferencias estadísticas con el tratamiento de libre polinización (T5) que presentó el promedio más bajo con un valor para ART de 13,4 %, el cual se ve influenciado por la baja formación de frutos normales en el racimo. La tasa de extracción estimada de aceite (TEA) para los tratamientos con polinización asistida duplicó la TEA obtenida en el tratamiento de libre polinización (11,39 %). Con valores que fluctuaron en un rango entre 21,06 y 23,79 % (Tabla 4).

El ART es el componente de la producción de aceite de mayor importancia, ya que refleja el comportamiento de varias características que conforman el racimo, también depende de los frutos normales en racimo, de la pulpa en fruto y del aceite en pulpa fresca, además del estado de madurez de los frutos Durán *et al.*, (2004). Torres *et al.*, (2004) encontraron variaciones entre 18 y 29 % de (ART) en híbridos OxG de diferente origen genético. Castro y Amézquita (2007), también reportan variaciones desde 5 hasta 25 %; la Tabla 4 muestra valores similares encontrados en este estudio.

Torres *et al.*, (2004) encontraron que los frutos partenocárpicos aportan un porcentaje de aceite que oscila entre 47 y 58 % en pulpa fresca. Resultados similares fueron encontrados en el presente estudio, en el cual el aporte de los frutos partenocárpicos al

Tabla 3. Comparación de la formación de aceite en el mesocarpio y en los frutos normales y partenocárpicos en los diferentes tratamientos.

Trat.	Mezcla	Bráctea	AMFN (%)		AMFP (%)		AcFN (%)		AcFP (%)	
T1	Polen+talco	SD	43,02	a	46,64	a	30,56	a	46,64	a
T2		CD	45,91	a	46,32	a	32,29	a	46,32	a
T3	Polen+agua	SD	49,10	a	50,15	a	36,58	a	50,15	a
T4		CD	44,19	a	46,35	a	31,82	a	46,35	a
T5	Libre polinización		17,41	b	30,68	b	12,00	b	30,68	b

SD, sin destape; CD, con destape; AMFN, aceite a mesocarpio en frutos normales; AMFP, aceite a mesocarpio en frutos partenocárpicos; AcFN, aceite en frutos normales; AcFP, aceite en frutos partenocárpicos.

Las variables con letras distintas sobre las columnas indican diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabla 4. Comparación de la formación de aceite en el racimo y tasa de extracción estimada en los diferentes tratamientos.

TRAT	Mezcla	Bráctea	ARFN (%)		ARFP (%)		ART (%)		TEA (%)	
T1	Polen+talco	SD	12,61	a	13,27	ab	25,88	a	22,00	a
T2		CD	13,34	a	11,44	ab	24,78	a	21,06	a
T3	Polen+agua	SD	11,27	a	16,72	a	27,99	a	23,79	a
T4		CD	10,48	a	14,85	ab	25,33	a	21,53	a
T5	Libre polinización		2,71	b	10,69	b	13,40	b	11,39	b

SD, sin destape; CD, con destape; ARFN, aceite a racimo en frutos normales; ARFP, aceite a racimo en frutos partenocárpicos; ART, aceite total en el racimo; TEA, tasa de extracción estimada de aceite.

Las variables con letras distintas sobre las columnas indican diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P\leq0,05$).

total de aceite a racimo fue similar al de los frutos normales o incluso superior, fluctuando en un rango entre 54 a 59 %, resaltando el aporte de este tipo de frutos en la producción de aceite, en particular en los tratamientos en medio líquido (Figura 3).

Costos

El costo de los tratamientos donde se aplicó el polen con agua fue 27 % más alto y está dado por el insumo agua que marca una diferencia considerable, cabe

anotar que fue adquirido comercialmente pero que su valor puede disminuir si se produce como insumo propio; sumado a esto, la dosis utilizada debe ajustarse en trabajos posteriores con el fin de optimizar la labor. La Tabla 5 muestra los costos en relación a los insumos empleados en la aplicación.

Conclusiones

La polinización asistida en el material híbrido OxG (Coari x La Mé) es determinante en una mejor con-

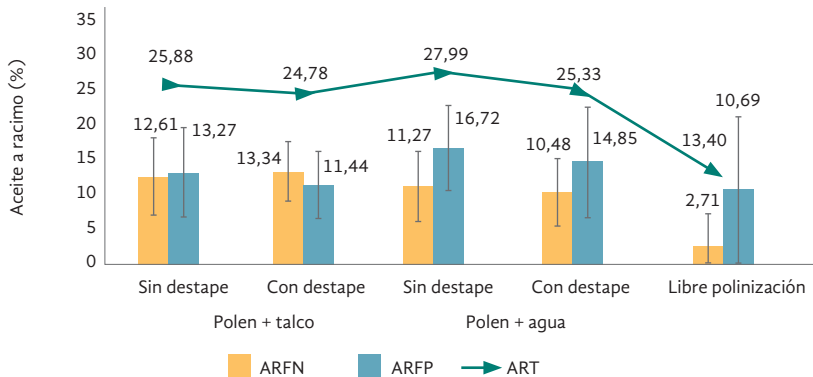


Figura 3. Aceite a racimo total aportado por los frutos normales y partenocárpicos en los diferentes tratamientos.

Tabla 5. Costos en relación a los insumos utilizados dependiendo del tipo de mezcla.

Mezcla	Insumo	Dosis inflorescencia	Costo \$		Costo \$ inflorescencia	
			kilo/litro	gramo/cc		
Polen+talco	Polen	0,54	198.000	198	107	\$ 117
	Talco	3,78	2.600	2,6	10	
Polen+agua	Polen	0,54	198.000	198	107	\$ 433
	Agua	180	1.810	1,81	326	

formación de los racimos y en el incremento de la producción de aceite.

Se observó que es factible realizar la polinización asistida en medio líquido ya que el contenido de aceite en el racimo presentó promedios similares a la polinización tradicional.

La abertura o no de la inflorescencia no mostró diferencias en la producción de aceite en el racimo.

Este es un trabajo preliminar para, posteriormente, evaluar en campo y profundizar en mejorar técnicas de

mezclas, dosis y métodos de aplicación que contribuyan a que la labor sea más eficiente y rentable.

Agradecimientos

Los autores agradecen a La Gerencia General, al Director Agronómico y al grupo del Área de Investigación de Guaicaramo S.A., en especial a Shirley Carvajal, Alexis Ríos y Deisy Peña por la colaboración en el desarrollo del trabajo.

Referencias bibliográficas

- Alvarado, A. (1998). Variación estacional en la tasa de extracción de aceite en palma aceitera. San José. *ASD Oil Palm Papers*, (17), 20-30.
- Bernal, F. (2004). *El cultivo de la palma de aceite y su beneficio: Guía general para el nuevo palmicultor*. Bogotá: Fedepalma
- Castiblanco, S., Fontanilla, C., Santacruz, L., Rosero, G. y Mosquera, M. (2013). Comportamiento de los costos y beneficios de los materiales Coari x La Mé e IRHO 1001 en condiciones de Guaicaramo S.A. *Palmas*, 34(4), 33-45.
- Castro, J., y Amézquita, M. (2007). *Experiencias con los materiales OxG en Unipalma S.A.* (CD-ROM). En: Taller Técnico Científico sobre Avances y Resultados en los Procesos de Investigación y Manejo del Complejo Pudrición del cogollo en Tumaco; 24 y 25 octubre de 2007. Tumaco, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Corpoica, Cenipalma, Fedepalma.
- Durán, S., Sierra, R., y García, N. (2004). Potencial de aceite en racimos de palma de aceite de diferente calidad y su influencia en el potencial y extracción de aceite en la planta de beneficio. *Palmas*, 25(Tomo II), 501-508.
- Hormaza, P., Forero, D., Ruiz, R., & Romero, H. (2010). *Fenología de la palma de aceite africana (Elaeis guineensis Jacq) y del híbrido interespecífico (Elaeis oleifera x Elaeis guineensis)*. Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma. Bogotá.
- Indupalma. (2007). *Características generales de los híbridos interespecíficos de palma E. oleifera x E. guineensis*. Bogotá: Indupalma.
- López, A. (1978). *Efecto de la polinización asistida en la producción de aceite en los cultivares de palma híbrida de COLDESA*. Memorias II conferencia sobre palma de aceite. Santa Marta. Bogotá, Fedepalma.
- Moreno, P. (2012). *Caracterización del punto de madurez de cosecha de racimos de palma de aceite híbrido interespecífico en la zona oriental colombiana*. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, Colombia.
- Peláez, E., y Ramírez, D. (2004). *Caracterización fisiológica de palmas africanas (Elaeis guineensis), Noli (Elaeis oleifera H.B.K Cortes) e híbridos interespecíficos*. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

- Prada, F. y Romero, H.M. (2011). *Muestreo y análisis de racimos en el cultivo de la palma de aceite. Tecnología para la agroindustria de la palma de aceite: guía para facilitadores*, Bogotá.
- Rosero, G., Santacruz, L., & Bedoya, L. (2011). *Viabilidad del polen Elaeis guineensis Jacq en suspensión líquida a nivel in vitro*. Trabajo presentado en Memorias de la X Reunión Técnica Nacional de Palma de aceite. Bogotá. Cenipalma.
- Sánchez, R., Daza, E., Ruiz, R., & Romero, H.M. (2011). *Polinización asistida en palma de aceite. Tecnología para la agroindustria de la palma de aceite: guía para facilitadores*. Bogotá, Cenipalma.
- Sweet, G.B. (1995). Seed orchards in development. *Tree physiology*, 15(7-8), 527-530. Recuperado de: <http://treephys.oxfordjournals.org/content/15/7-8/527.full.pdf>.
- Torres, M., Rey, L., Gelves, F., y Santacruz, L. (2004). Evaluación del comportamiento de los híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*, en la plantación de Guaicaramo S.A. *Palmas*, 25(Nº Especial), 350-357.
- Yáñez, E., Núñez, J. y Cárdenas, S. (2000). Metodología alterna para el análisis de racimos de palma de aceite. *Palmas*, 21(Nº Especial), 295-302.
- Zambrano, J. (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(Nº Especial), 339-349.
- Zambrano, J., & Amblard, P. (2007). Resultados de los primeros ensayos del cultivo de híbrido interespecífico de *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* en el piedemonte llanero colombiano (Hacienda La Cabaña S.A.). *Palmas*, 28 (Nº Especial), 234- 240.