

Determinación del punto óptimo de cosecha en dos cultivares *Elaeis guineensis* Jacq. usando la escala fenológica BBCH

Arley F. Caicedo-Zambrano¹; Cristihian J. Bayona-Rodríguez¹; Rodrigo Ruiz Romero¹, Iván M. Ayala-Díaz¹, Jenny Liset Rodríguez¹, Hernán M. Romero A^{1,2*}

¹Programa Biología y Mejoramiento Genético, Centro de investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, ²Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, *autor para correspondencia: hmromeroa@unal.edu.co

Introducción

Uno de los puntos claves para mejorar la productividad de la palma de aceite está enmarcado en las labores agronómicas de cosecha y recolección de fruta, no solo porque es uno de los rubros que tienen mayor participación en los costos de producción para los cultivares *Elaeis guineensis* (37 %) (Mosquera-Montoya *et al.*, 2021), sino también porque afecta la producción y calidad de los racimos de fruta fresca (RFF).

En los últimos años se han realizado estudios fenológicos con base en la escala BBCH sobre el desarrollo de la palma de aceite *E. guineensis* (Forero *et al.*, 2012). Estos estudios han sido la base para responder a problemas en las plantaciones tales como la determinación del punto óptimo de cosecha para maximizar la extracción de aceite en planta de beneficio (Caicedo-Zambrano *et al.*, 2020). Para los cultivares de *E. guineensis* no se ha realizado la validación por el uso de este criterio a través de la escala fenológica BBCH, lo que permitiría definir si el criterio de cosecha usado en plantaciones, independiente del cultivar, es el adecuado para obtener tanto calidad de los racimos cosechados como contenido de aceite.

Los resultados presentados en este trabajo incorporan una descripción detallada de cambios organolépticos, físicos y químicos que permiten estandarizar los estadios fenológicos de la escala BBCH concernientes a la maduración de los frutos para dos cultivares de *E. guineensis*, ofreciendo nuevos criterios para determinar el momento adecuado de cosecha.

Metodología

El estudio se desarrolló en el Campo Experimental Palmar de la Vizcaina (CEPV) en el municipio de Barrancabermeja, Santander. Se evaluaron racimos de los cultivares Deli x La Mé (CIRAD) y Deli x AVROS (Dami) de 18 años establecidos a una densidad de siembra de 143 palmas/hectárea.

Descripción de los estadios fenológicos y evaluación de características organolépticas: se determinó el tiempo de duración de cada etapa en función de los días después de anthesis (DDA), el número de frutos cuarteados o agrietados, número de frutos desprendidos de forma natural y cambios de coloración del exocarpo y mesocarpo.

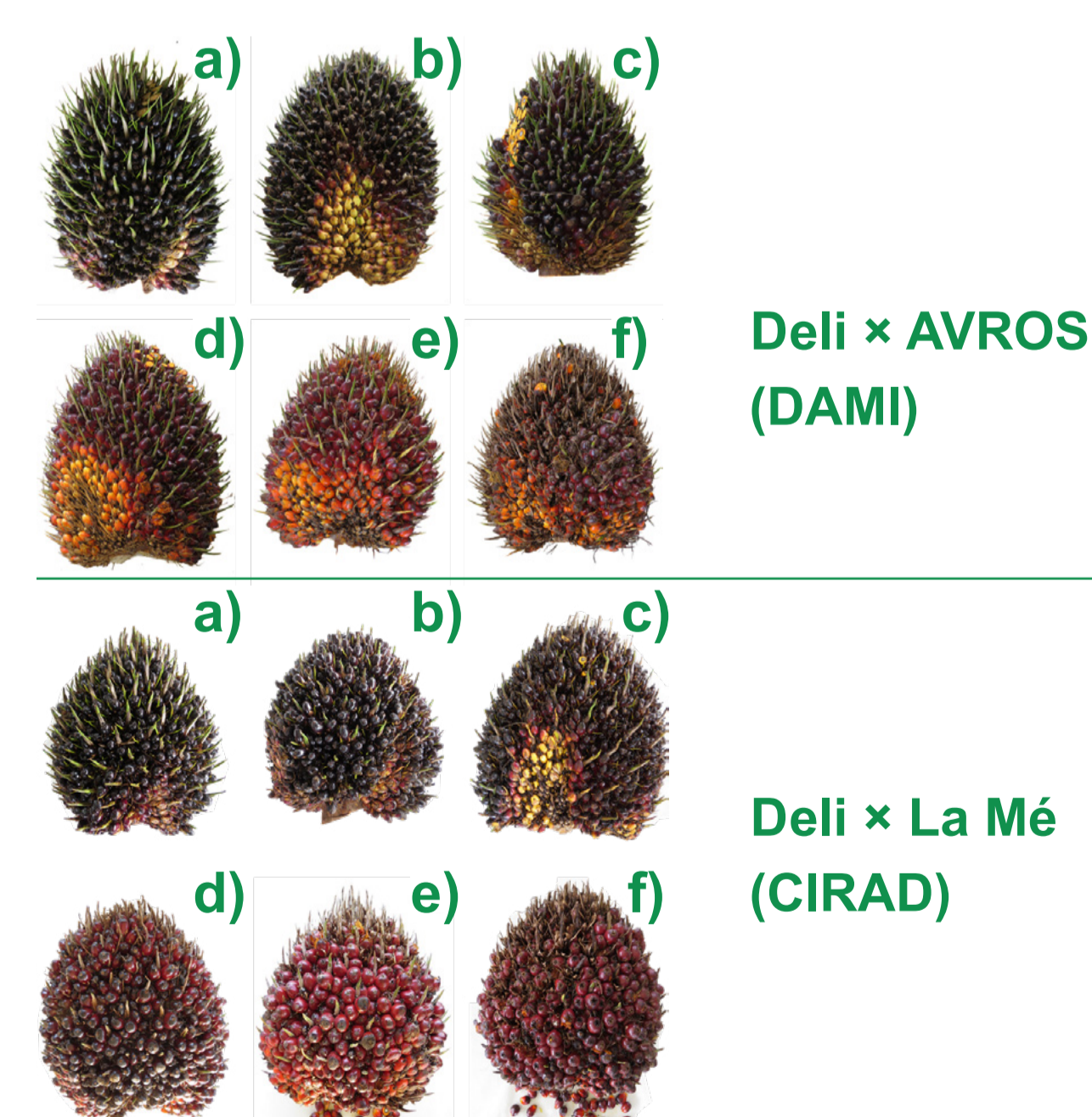
Determinación de la composición física del racimo y potencial de aceite: las inflorescencias, al alcanzar el estadio fenológico de estudio (n=28), se cosecharon y se realizó el análisis de racimo y determinación del contenido de aceite en mesocarpo por el método soxhlet siguiendo la metodología usada por (Prada & Romero, 2012).

Determinación de la calidad del aceite: se tomaron seis racimos por estadio fenológico (EF 803, EF 805, EF 807 y EF 809). Un tercio de las espiguillas del racimo se sometieron al proceso de esterilización en autoclave, se extrajo el aceite usando una prensa hidráulica, se centrifugó la muestra de aceite para separar cuatro fases compuestas de aceite en la parte superior, lodo, agua y lodo pesado en el fondo. La determinación del porcentaje de ácidos grasos libres (%AGL) se realizó con el método AOCS Ca 5a40 (09) (AOCS, 2010) y (Cala *et al.*, 2011). El perfil de ácidos grasos se llevó a cabo mediante cromatografía de gases (GC), de acuerdo con los métodos AOCS Ce 2-66 y Ce 1-62 (AOCS, 2010). El índice de yodo se determinó a partir de la información obtenida en el perfil de ácidos grasos según el cálculo propuesto en Official Methods and Recommended Practices of the AOCS Cd 1c-85 (AOCS, 2010).

Resultados

Determinación de la composición física del racimo y potencial de aceite

El porcentaje de humedad del mesocarpo (HM) y de aceite a mesocarpo seco (AMS) presentaron un comportamiento inversamente proporcional. HM de los frutos en el EF 709 fue alto, con valores cercanos al 82 %, y fueron decreciendo a medida que el fruto maduraba hasta alcanzar un mínimo del 30 % en el EF 809. En ambos cultivares, el contenido máximo de AMS se alcanzó hacia el EF 809, con valores cercanos al 78 %. El aceite total a racimo (AR) en Deli x AVROS presentó un rango entre 0,9 % de aceite en el estadio 709 hasta 25,6 % en el estadio 809. Deli x La Mé inició con 0,3 % de AR en EF 709 hasta alcanzar el máximo potencial en el EF 809 con 26 %.



Cultivar	Estadio	Hm (%)	AMS (%)	AR (%)
Deli x AVROS	709	83,2 ± 1,1	12,3 ± 3,3	0,9 ± 0,2
	800	80,7 ± 4,2	16,3 ± 12,2	1,5 ± 1,4
	803	44 ± 7	69,7 ± 5,3	17,7 ± 3,2
	805	36,8 ± 4,3	75,1 ± 3,5	22,3 ± 2,9
	807	32,7 ± 4,4	76,5 ± 3,9	24 ± 2,6
	809	30,5 ± 5	77,1 ± 2,8	25,6 ± 3,3
Deli x La Mé	709	82,4 ± 1,1	3,9 ± 2,2	0,3 ± 0,2
	800	82,1 ± 1,8	10,9 ± 3,6	0,8 ± 0,3
	803	56,2 ± 7,8	61,3 ± 5,2	12,3 ± 3,3
	805	40,5 ± 6,3	74,1 ± 4,3	20,3 ± 2,9
	807	34,1 ± 4,5	77 ± 2,5	24,6 ± 3,2
	809	30,6 ± 6,3	78,1 ± 2,8	25,9 ± 3,6
Cultivar	**	**	**	**
Estadio	**	**	**	**
Cultivar*Estadio	**	**	**	**

Figura 1. Apariencia externa de racimos. a) EF 709; b) EF 800; c) EF 803; d) EF 805; e) EF 807; f) EF 809. Los estadios fenológicos se basan en la escala BBCH para palma de aceite según (Forero *et al.*, 2012).

Determinación de la calidad del aceite

El porcentaje de ácidos grasos libres (AGL), definido como un indicador de calidad del aceite, mostró un aumento a medida que avanzó la maduración, por lo que su mayor valor se obtuvo en el EF 809. Deli x AVROS mostró un promedio de 1,2 ± 0,8 % en el estadio 809, mientras que Deli x La Mé presentó un valor de 3,7 ± 2 % en el mismo estadio, lo que destaca la importancia del estadio fenológico para la cosecha de los racimos y la calidad del aceite.

El índice de yodo (IY) que determina la cantidad de insaturación contenida en los ácidos grasos tuvo una variación en su concentración en Deli x AVROS. En EF 803 presentó un IY de 56,5 %, el cual disminuyó hasta alcanzar el 52,4 % en el EF 809. Por otro lado, el cultivar Deli x La Mé presentó valores similares durante la maduración, entre 54,2 a 56,8 %.

Los principales ácidos grasos en el aceite y sus variaciones fueron congruentes con lo encontrado por Prada *et al.*, (2011), con valores de 44,2 % para el palmítico, 37,3 % oleico, 11,6 % linoleico y 5,0 % esteárico, los cuales, en su mayoría, fueron similares a los obtenidos en los EF 807 y EF 809.

Cultivar	Estadio	%AGL	Mirístico (C14:0)	Palmítico (C16:0)	Esteárico (C18:0)	Oleico (C18:1n9c)	Linoleico (C18:2n6c)	IY
Deli x AVROS	803	0,7 ± 0	0,8 ± 0,2	41,4 ± 1,4	4,1 ± 0,3	41,8 ± 1,4	10,0 ± 0,6	56,5 ± 1,7
	805	0,8 ± 0,1	1,3 ± 0,1	44,1 ± 1,3	3,9 ± 0,5	39,5 ± 2,6	9,2 ± 1,2	53,1 ± 0,4
	807	0,7 ± 0,1	1,3 ± 0,2	44,3 ± 1,2	3,8 ± 0,2	39,3 ± 2	9,3 ± 0,8	53,1 ± 1,2
	809	1,2 ± 0,8	1,2 ± 0,1	44,8 ± 1,7	3,9 ± 0,3	38,9 ± 1,7	9,1 ± 0,6	52,4 ± 1,5
Deli x La Mé	803	0,9 ± 0,1	0,5 ± 0,1	40,1 ± 2,5	4,4 ± 0,6	45,6 ± 2,8	7,5 ± 1	55,5 ± 2,2
	805	0,9 ± 0,2	0,5 ± 0,2	40,3 ± 3,4	4,4 ± 0,6	45,5 ± 4	7,3 ± 1,1	55,0 ± 2,6
	807	1,0 ± 0,2	0,5 ± 0,1	41,1 ± 2,4	4,7 ± 0,8	44,3 ± 2	7,4 ± 0,9	54,2 ± 2,1
	809	3,7 ± 2,0	0,4 ± 0,1	39,5 ± 3,5	5,0 ± 0,9	44,3 ± 3,1	8,9 ± 1,1	56,8 ± 3

Criterios de maduración y cosecha

- El desprendimiento de frutos en los racimos se da a partir del EF 807. En ambos, el número de frutos desprendidos promedio fue similar: 12,9 ± 6,1 para Deli x AVROS y 12,8 ± 5,8 para Deli x La Mé. En el EF 809, el promedio de frutos desprendidos estuvo entre 46,3 ± 21 para el primero y 40,7 ± 20,1, para el segundo (Figura 2a).
- El cuarteamiento de frutos en Deli x AVROS presentó un porcentaje de 23,3 ± 24,5 en el EF 807 y 34 ± 22 en el EF 809. Entre tanto, para Deli x La Mé el porcentaje fue de 13,8 ± 12,9 en el EF 807 y 24,8 ± 12,9 en el estadio 809. Según lo anterior, de acuerdo con los valores obtenidos de la desviación estándar, esta variable en *E. guineensis* termina siendo poco útil, ya que la característica de cuarteamiento no fue común para el total de racimos que fueron evaluados, aun sabiendo que en los estadios 807 y 809 se presentaba un estadio de madurez óptimo (Figura 2b).
- La misma situación ocurrió cuando se evaluó la característica de opacidad (Figura 2c), en la cual se observó que no todos los racimos, por más que tuvieran una maduración adecuada, carecieron de brillo y esto fue expresado también por las altas desviaciones estándar que se presentaron para los dos cultivares en el EF 807.

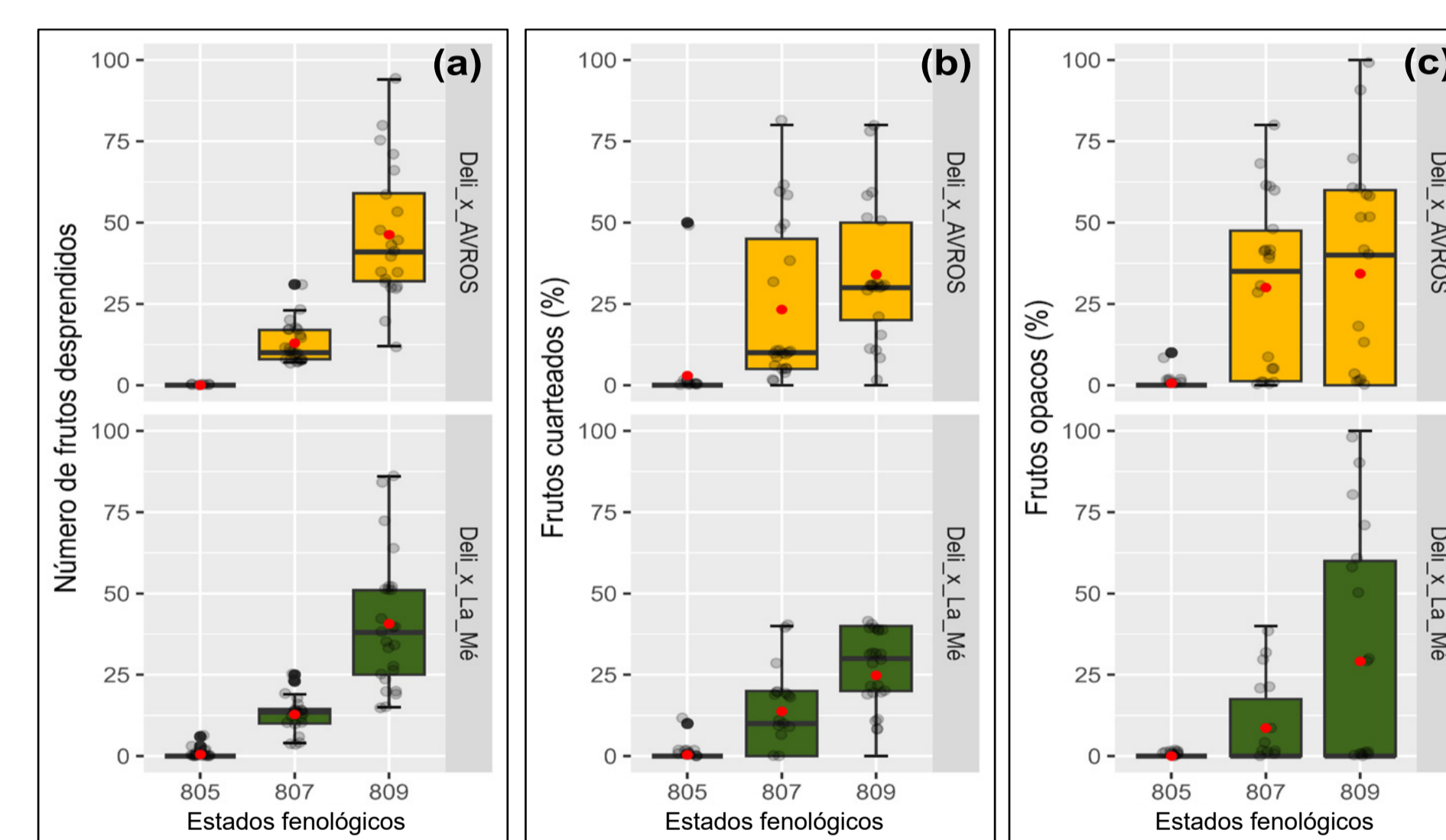


Figura 2. Criterios de maduración y cosecha según el número de frutos desprendidos, frutos cuarteados y frutos opacos.

Conclusiones

- El estadio fenológico en el que se obtiene mayor contenido de aceite en los cultivares Deli x La Mé y Deli x AVROS es a partir del EF 807, expresado por un desprendimiento de 12 frutos para ambos cultivares.
- Al considerar que el cuarteamiento y la opacidad no estuvieron presentes en todos los racimos evaluados y presentaron una alta variabilidad, estas características no pueden tomarse para definir el momento óptimo de cosecha. Adicionalmente, la elevada tasa de crecimiento que tienen los cultivares *E. guineensis* dificultaría la aplicación de estos criterios por la poca visibilidad cuando las palmas alcancen una mayor edad.

Referencias bibliográficas

- American Oil Chemists' Society. (2010). Official Methods and Recommended Practices of the AOCS (V. C. Mehlenbacher, E. M. Sallee, T. H. Hopper, W. E. Link, R. O. Walker, Ed.; 6th ed).
- Caicedo, Z. A., Millan-Orozco, E. S., Ruiz-Romero, R. & Romero Angulo, H. M. (2020). Criterios de cosecha en cultivares híbrido: características que evalúan el punto óptimo de cosecha en palma de aceite. <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/129575#page=1>
- Cala, S. L., Yáñez, E. E., & Jesús, G. N. (2011). Procedimiento para la evaluación de calidad y pérdidas de aceite de palma, almendra y aceite de palmiste en plantas de beneficio: Manual de procedimientos de laboratorio en plantas de beneficio.
- Forero, D. C., Hormaza, P., & Romero, H. M. (2012). Phenological growth stages of African oil palm (*Elaeis guineensis*). *Annals of Applied Biology*, 160(1), 56–65. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2011.00520.x>
- Mosquera-Montoya, M., Ruiz, E., Munévar, D. E., Moreno, L., Estupiñán, M., Guerrero, A., Cala, S. (2021). Costos de producción 2020 para empresas *benchmark* de la agroindustria de la palma en Colombia. *Palmas*, 42(4), 8–20.
- Prada, F., Ayala-Díaz, I. M., Delgado, W., Ruiz-Romero, R., & Romero, H. M. (2011). Effect of fruit ripening on content and chemical composition of oil from three oil palm cultivars (*Elaeis guineensis* Jacq.) grown in Colombia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(18), 10136–10142. <https://doi.org/10.1021/jf201999d>
- Prada, F., & Romero, H. M. (2012). Muestreo y análisis de racimos en el cultivo de la palma de aceite. *Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite: guía para facilitadores*. Cenipalma. Revista Palmas. Bogotá (Colombia) vol. 45 (1) 22-35, enero-marzo 2024

Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma, por financiar esta investigación.

La información contenida en este póster es responsabilidad de los autores