

Una mirada fisiológica a la polinización artificial con ácido α -naftalenacético a la producción de palma aceitera

Villareal-Villafuerte Luis

l.villareal@outlook.com

Ing, Egresado del programa de Maestría académica
con trayectoria de Investigación en Agronomía,
Mención Agricultura sostenible: Facultad de Ingeniería Agronómica –
Universidad Técnica de Manabí (UTM).

Celi Soto Adriana

adriana.celi@utm.edu.ec

PhD, Docente-Investigadora de la Facultad de Ingeniería Agronómica –
UTM - Lodana - km 141/2 vía Portoviejo Santa Ana.

Centeno Alcívar Julia

juliacenteno1998@gmail.com

Egresada de Ingeniería Agronómica
de la Facultad de Ingeniería Agronómica- UTM –
Lodana - km 141/2 vía Portoviejo Santa Ana.

Bravo Yandún Vladimir

vladimir_bravo@yahoo.com

Ing, Jefe de investigación y desarrollo
en la Asociación de Cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA)
Ecuador.

Quinindé - Ecuador

RESUMEN

En términos generales el rendimiento de aceite de palma (*Elaeis guineensis* Jacq.) alcanza las 4 t ha⁻¹ año, y con el híbrido interespecífico (*E. oleifera* x *E. guineensis*) se puede duplicar este rendimiento (8 t ha⁻¹ año), sin embargo, para alcanzar esta producción es indispensable la labor de polinización; asistida realizada con polen o artificial que se realiza con la aplicación de un regulador de crecimiento conocido como ácido α -naftalenacético (ANA). El objetivo del presente trabajo, consistió en realizar una revisión actualizada con enfoque fisiológico a la polinización artificial con el uso de ácido α -naftalenacético y su influencia en la producción de híbridos OxG de palma aceitera. Se

puede concluir que, el uso del ácido α -naftalenacético empleado en la polinización artificial en híbridos O_xG de palma aceitera, se ha convertido en una estrategia agronómica que permite incrementar considerablemente el rendimiento por unidad de producción, esto se logra gracias al conjunto de señales bioquímicas que envía este regulador de crecimiento a cada flor en antesis o post-antesis, lo que permite inducir la formación de frutos y con ello una conformación normal del racimo.

Palabras clave: híbridos oxg; regulador de crecimiento; potencial de aceite; conformación de racimos; tasa de extracción.

A physiological look at artificial pollination with α -naphthaleneacetic acid in the production of oil palm

ABSTRACT

In general terms, the yield of palm oil (*Elaeis guineensis* Jacq.) reaches 4 t ha⁻¹ year, and with the interspecific hybrid (*E. oleifera* x *E. guineensis*) this yield can be doubled (8 t ha⁻¹ year), however, to achieve this production, pollen-assisted pollination or artificial pollination is necessary, which is carried out with a growth regulator known as α -naphthaleneacetic acid. The objective of this work is to carry out an updated review with a physiological approach to artificial pollination with the use of α -naphthaleneacetic acid and its influence on the production of OxG hybrids of oil palm. It can be concluded that the use of α -naphthaleneacetic acid used in artificial pollination in OxG hybrids of oil palm has become an agronomic strategy that allows considerably increasing the yield per unit of production. It is important to adopt established methodologies in terms of application frequencies, application numbers and doses per application per inflorescence, which, combined with the applicator's perseverance and monitoring, make the crop profitable.

Keywords: oxg hybrids; growth regulator; oil potential; cluster formation; extraction rate.

Artículo recibido: 03 marzo 2022

Aceptado para publicación: 20 marzo 2022

Correspondencia: l.villareal@outlook.com

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) produce uno de los aceites vegetal de mayor consumo (Karolline et al., 2021). Es la principal fuente de aceite del mundo (Rincón et al., 2013) y es considerado como un recurso renovable, con la capacidad de reemplazar los combustibles fósiles y la petroquímica por un sistema más sustentable (Gonzalez-Díaz et. al, 2021; Hsion et al., 2021).

En cuanto a su producción se estima que, a nivel mundial el sudeste asiático es la principal región productora de aceite de palma, representada por Malasia e Indonesia; en América del Sur, Colombia lidera la producción (Potter, 2020). Y países como Brasil se proyectan como potenciales productores con aproximadamente 400 millones de hectáreas en condiciones favorables para este cultivo (Benezoli et al., 2021). En Ecuador el cultivo de palma aceitera representa el 5 % de la superficie total destinada a la producción agropecuaria (Navarrete et al., 2020). Siendo la provincia de Esmeraldas la que concentra la mayor área de producción con el 47,84 % (Rivera et al., 2020).

En promedio, el rendimiento global de aceite de palma fácilmente alcanza 4 t ha⁻¹ año, lo que significa diez veces superior al rendimiento de soya y cuatro veces más que la colza (principales oleaginosas a nivel mundial) (Billotte & Leader, 2016). No obstante, este cultivo actualmente se ve limitado por un complejo de patologías que afectan el cogollo de las palmas y proporciona condiciones que organismos oportunistas aprovechan para terminar con la vida de la planta, este desorden es conocido como complejo Pudrición de Cogollo (PC) (Drenth, 2013; Sanz, 2016; Sundram & Intan-Nur, 2017).

Entonces, para evitar frenar la producción de palma en áreas afectadas por (PC), se han desarrollado materiales híbridos interespecíficos OxG producidos del cruce entre palmas americanas *Elaeis oleifera* con polen de palmas africanas *E. guineensis* (Chinchilla et al., 2007). Los híbridos OxG son altamente productivos, tolerante a plagas y enfermedades, de crecimiento lento, sin embargo, el polen presenta baja viabilidad y germinabilidad (Mélendez & Ponce, 2016). Generando la necesidad la polinización asistida (Romero et al., 2021). Por lo tanto, para que el aceite sea de mejor calidad y se logre alcanzar rendimientos aceptables, requieren necesariamente de la práctica de “polinización asistida y/o artificial” (Fontanilla et al., 2016).

La polinización artificial se realiza en las inflorescencias en fase de antesis y postantesis induciendo una estimulación que permite el desarrollo de los frutos. La producción y el

rendimiento del híbrido OxG está estrechamente relacionado con la eficiencia de la polinización (Ruiz-Romero, 2020); esta práctica es fundamental en el cultivo ya que es un factor determinante que permite a los materiales OxG expresar su potencial real (Mamehgo et al., 2020).

Recientemente, se ha adoptado la polinización artificial con aplicaciones de ácido α -naftalenacético (ANA) (Niño et al., 2021), esta práctica ha mejorado la tasa de extracción en planta extractora, con lo que se espera obtener mejores precios de la tonelada de racimos de fruta fresca (RFF), en las plantas de beneficio (extractoras de aceite) (Paulista et al., 2019). El objetivo del presente trabajo, consistió en realizar una revisión actualizada con enfoque fisiológico de la polinización artificial con el uso de ANA y su influencia en la producción de híbridos OxG de palma aceitera.

2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS O MATERIALES Y MÉTODOS

La presente revisión se desarrolló mediante una investigación documental de artículos científicos, capítulos de libros, informes técnicos y resúmenes in extenso para apreciar desde óptica fisiológica el rol y practicidad que juega actualmente el ácido α -naftalenacético (ANA) en la polinización artificial y por ende en el rendimiento de los híbridos interespecíficos OxG de palma aceitera. Se hace mención de los principales híbridos y énfasis a cómo actúa el ANA y su importancia en la producción de estos híbridos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Híbridos OxG predominantes

El híbrido interespecífico (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*) es reconocido por su tolerancia a plagas, enfermedades y al complejo pudrición de cogollo (PC) (Barba, 2016). Por lo tanto, se puede afirmar que, en la palma aceitera los híbridos interespecíficos OxG se desarrollaron mediante mejoramiento convencional en gran medida para responder a problemas fitosanitarios como la pudrición del cogollo (Romero et al., 2021). Existen varios híbridos OxG que se emplean actualmente en la producción comercial, y se detallan a continuación algunos de ellos:

El híbrido Amazon, ocupa 2 700 hectáreas en Colombia y 600 en Ecuador, este híbrido fue seleccionado tras el cruce entre palmas madres *E. oleífera* nativa de Manaos (Brasil), cruzadas con *E. guineensis* Pisíferas compactas y tiene características muy favorables en la tolerancia a PC en comparación con otros híbridos (Alvarado et al., 2013).

El híbrido Coarí x La Mé, se caracteriza por su resistencia parcial a PC, presenta mayor costo de producción, y esto se compensa por su alta producción (Castiblanco et al., 2013). El híbrido de Corpoica Elmira, resultante del cruzamiento entre las especies *E. oleífera* tipo Cereté, Córdoba y *E. guineensis*, otras de sus características son: mayor producción de racimos de fruta fresca por hectárea, mayor peso promedio de los racimos (Preciado et al., 2011).

El híbrido Manicoré, este híbrido interespecífico se caracteriza por tener un aumento de producción y calidad de aceite, generando así sostenibilidad para el cultivo de palma (Cysne et al., 2015). Las primeras unidades experimentales de este híbrido se sembraron en la Zona Oriental de Colombia en el año 2001, con una extensión de alrededor de 2000 hectáreas (Yokoyama & Fernández, 2016).

Influencia de ANA en la producción agrícola

Como se ha mencionado, las fitohormonas, fitoreguladores o reguladores de crecimiento controlan los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas (Montaño & Méndez, 2009); y juegan un papel esencial en varios procesos metabólicos, como la división celular, diferenciación y expansión, organogénesis y germinación, y se utilizan ampliamente para aumentar la calidad de la fruta (Ahmed et al., 2021).

Las auxinas son fitohormonas que se sintetizan de manera natural en las plantas, influyen en la elongación celular, formación de la pared celular, crecimiento radicular y dominancia apical (Garay-Arroyo et al., 2014); entre las más comunes, se encuentran el ácido indol acético (AIA), ácido α -naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (López-Medina et al., 2019).

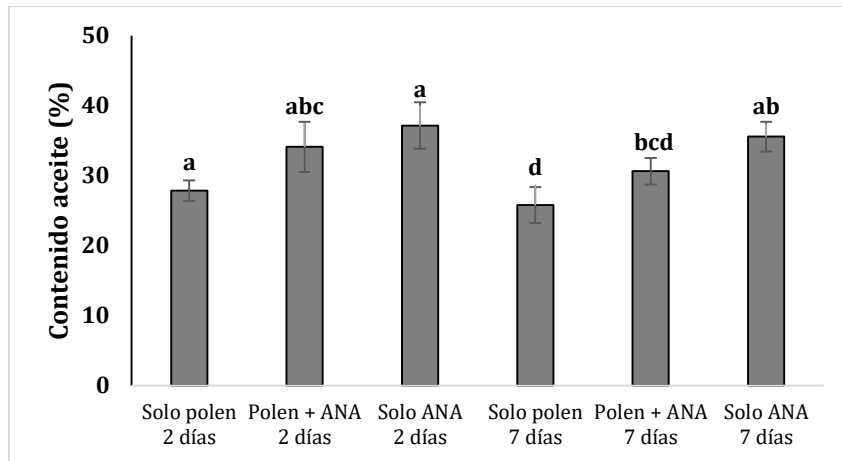
El ANA ha sido probado desde hace mucho tiempo en diferentes cultivos; como es el caso del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) donde se han visto resultados referentes a la reducción en la abscisión de los frutos, aumentando la maduración de los frutos cosechados (Rivero et al., 2016). En melón (*Cucumis melo* L.) incrementó el contenido de glucosa, fructosa y sucrosa (Barzegar et al., 2015); así como también incremento los diámetros polar y ecuatorial del fruto (Montaño & Méndez, 2009); en la variedad de melón 'Navigator' incrementó firmeza, sólidos solubles totales y cromaticidad de los frutos (Menchaca-Ceja et al., 2018). En cultivos como ají (*Capcicum spp.*) provocó un incremento en el rendimiento, pues aplicaciones con ANA suelen contribuir directamente

a un uso eficiente de los nutrientes para el crecimiento reproductivo (floración y cuajado de frutos) (Gare et al., 2017).

En el caso de los híbridos OxG de palma aceitera, el uso de ANA en la polinización artificial mejora el rendimiento (Jacome, 2015; Martínez, 2019). Esto se debe a que es posible inducir la formación de frutos partenocárpicos (frutos sin semilla) incrementando el contenido de aceite en el fruto (Ruiz-Romero, 2020; Daza, Ayala, Ruiz & Romero, 2020). En híbridos OxG Amazon con el uso de ANA se ha alcanzado un potencial de aceite de 26 % a 32 %, sin dejar de considerar que con la polinización artificial se pierde la almendra debido a la partenocarpia (Campero et al., 2020). Si bien es cierto, estos datos concuerdan con los obtenidos en híbridos OxG (Coarí x La Mé), el uso de ANA incrementó el potencial de aceite en racimos hasta 37,2 % cuando se ejecuta la polinización artificial con tres ciclos de ANA, mientras que al realizar una polinización asistida (solo polen) el contenido de aceite fue de 25,8 %, donde se destaca la frecuencia de aplicación, pues los frutos presentaron mayor contenido de aceite cuando se aplicó ANA con intervalos más cercanos, y favoreció a un mayor estímulo del desarrollo de los frutos (datos aún no publicados) (Bravo, en prensa).

Figura 1.

Porcentaje de extracción de aceite en híbrido OxG (Coarí x La Mé) en fase de laboratorio.



Fuente: Bravo (en prensa).

¿Cómo actúa fisiológicamente el ANA en las plantas?

Las auxinas se pueden transportar por dos vías: una rápida o de larga distancia por difusión que tiene lugar en el floema; su acción directa en el desarrollo de la planta, así

como también en la formación de raíces laterales y la ramificación del tallo (Carrero et al., 2012). Por otra parte, la “vía lenta” o de corta distancia también llamado Polar Auxin Transport (PAT) que se da hacia adentro y hacia afuera de la célula producto de la acción de familias de transportadores de membrana como por difusión, interviene en múltiples procesos de desarrollo como la formación del eje embrionario, la respuesta a los tropismos, el desarrollo de tejido vascular, dominancia apical y la morfogénesis de la raíz, del fruto y de la flor (Garay-Arroyo et al., 2014).

La polaridad del movimiento de las auxinas es proporcionada por la localización asimétrica de los portadores de salida como PIN, las cuales se localizan en la membrana plasmática (Verna et al., 2019). El ácido α -naftalenacético (ANA) se distribuye diferencialmente entre las células y tejidos, en algunos casos se acumula localmente en una célula o un grupo de células; su distribución o gradiente depende principalmente de su metabolismo y del transporte direccional célula-célula (García et al., 2019). Se sintetizan por dos vías una dependiente de triptófano (Trp) de las cuales se deriva el 3-indol acetamina (IAM), el 3-indol acetaldoxima (IAOX), la triptamia (TAM) y la del ácido 3-indol pirúvico (IPA) y otra independiente de triptófano del mismo precursor; sus vías de regulación dependen de factores externos (luz, temperatura, nutrientes, agua, entre otros (Garay-Arroyo et al., 2014).

Es importante considerar que existe una evidente interacción entre las fitohormonas para que se desarrollen con normalidad los procesos fisiológicos en las plantas; es así que después de la polinización, el cuajado se logra mediante un estímulo del crecimiento y una activación de la división celular a través de la acción de auxina y / o citoquinina y / o giberelina; luego del cuajado, el crecimiento del fruto se facilita a través de un período de expansión celular y endoreduplicación relativamente poco estudiado que probablemente esté regulado por fitohormonas similares a las del cuajado (McAtee, 2013).

El ANA y la importancia en la polinización en palma aceitera

La ampliación de ANA en inflorescencias femeninas en estado de anthesis (figura 2), presenta un aumento significativo en la formación de frutos partenocárpicos, y a la vez, el ANA permite recuperar aquellas inflorescencias no polinizadas que se pierden por alguna eventualidad (inflorescencias pasadas: figura 3) (Ochoa y Palacio, 2021); en donde la formación de frutos totales que aportan aceite se presenta en un rango entre el 43 % y el 77 %, el fitorregulador favorece la recuperación de las inflorescencias en un estadio

fenológico de postantesis de tal forma que garantiza la formación de frutos hasta en un 77 % (Linares, 2020).

Figura 2. *Inflorescencia en periodo de antesis.*



Fuente propia del autor.

Figura 3. *Inflorescencia en periodo de post-antesis "pasadas" (15 días después de la antesis).*



Fuente propia del autor.

Dentro del uso de los análogos de auxina y específicamente de ANA, se puede mencionar que puede ser utilizada para obtener frutos más grandes, además de incrementar racimos por hectárea (Romero & Ayala, 2021), así como también mejorar la conformación y cuajado de frutos que en la polinización asistida, de tal forma que, las plantaciones comerciales pueden producir más de 40 t ha⁻¹ año⁻¹ RFF con alto rendimiento de aceite obtenido con este regulador de crecimiento (aproximadamente 27 % de tasa de extracción de aceite o más) (Romero et al., 2021).

Es importante tener presente que el regulador de crecimiento ANA disminuye la viabilidad y la germinación del polen, lo cual afecta negativamente la formación de los frutos normales y limita la cantidad de almendra, por tal razón, no se recomienda la mezcla polen + ANA para la polinización de los híbridos interespecíficos OxG, en donde se termina incurriendo en un costo adicional de en la labor de polinización por la compra del polen, mismo que no cumple mayor función al ser usado en esta forma, sin embargo, si se aplica polen y ANA, se recomienda su uso por separado, con la precaución de usar el polen únicamente en la primera aplicación para aquellas inflorescencias que se encuentren en el estadio fenológico 607 (antesis) y en días posteriores (según la frecuencia de aplicación) solo ANA (Forero et al., 2020).

4. CONCLUSIÓN O CONSIDERACIONES FINALES

El uso del ácido α -naftalenacético empleado en la polinización artificial en híbridos OxG de palma aceitera, se ha convertido en una estrategia agronómica que permite incrementar considerablemente el rendimiento por unidad de producción. Es importante adoptar metodologías establecidas en cuanto a frecuencias de aplicación, números de aplicación y dosis de aplicación por inflorescencia, mismos que conjugados con la constancia del aplicador y monitoreos permitirán obtener resultados favorables relacionados a la rentabilidad del cultivo.

5. LISTA DE REFERENCIAS

- Alvarado, A., Escobar, R., & Henry, J. (2013). El híbrido OxG Amazon : una alternativa para regiones afectadas por Pudrición del cogollo en palma de aceite. *Revista Palmas*, 34, 305-314.
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10689/10674>
- Ahmed, I., Ali, E., Gad, A., Bardisi, A., Tahan, A., Esadek, O., El-Saadony, M., & Gendy, A. (2021). Impact of plant growth regulators spray on fruit quantity and quality of *Capsicum annuum* L. cultivars grown under plastic tunnels. *Revis Saudi Journal of Biological Sciences*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X21010251>
- Barba, J. (2016). Introgresión de genes *E. guineensis* en híbridos interespecíficos OxG para recuperar la fertilidad del polen y otras características deseables en palma de aceite. *Revista Palmas*, 37, 285–293.
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11912/11905>
- Barzegar, T., Moghaddam, M., & Ghahremani, Z. (2015) Effect of foliar application of naphthalene acetic acid and plant thinning on sugar contents of melon (*Cucumis melo* L.) fruit cv. 'Khatooni'. *Revis Iranian Journal of plant Physiology*, 5(2), 1281-1287.
https://ijpp.iausaveh.ac.ir/article_539655_271b7cd8d067f07d2c7de293206b756b.pdf
- Benezoli, V., Acioli, H., Cuadra, S., Almeida, M., Carioca, A., Stiegler, C., & Yoshimitsu, S. (2021). Modeling oil palm crop for Brazilian climate conditions. *Revis Agricultural Systems*, 190, ISSN 0308-521X.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308521X21000834?via%3Dihub>

- Billotte, N., Cuellar, T., Espeout-Fois, S., Rivalla, R., Droc, G., Flori, A., Verdeil, J., Montoya, C., Ayala-Diaz, I., Pardo, V., Zambrano, J., Syahputra, I., Omere, A., Escobar, G., Nouy, B., Amblard, P., Romero, M., Ritter, E., & Lanaud C. (2016). Biotecnología y selección de la palma de aceite: la Palma Dorada del futuro, *Revista Palmas*, 37, 159–174. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11900>
- Bravo, V. (en prensa). Aplicación de polen y Ácido α -Naftalenacético en híbrido OxG, en Ecuador. ¿Polinizar sin mezclarlos genera beneficios?. ANCUPA.
- Camperos, J., Pulido, N., Munevar, D., Torrecilla, E., Requena, J., & Arias, H. (2020). Estudio de tiempos y movimientos para la polinización artificial: estudio de caso en una plantación de Santander (Colombia). *Revista Palmas*, 41(3), 11-23. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13227>
- Carroro, N., Tisdale-Orr, T., Clouse, R., Knoller, A., & Spicer R. (2012). Diversificación y expresión de las familias PIN, AUX/ LAX Y ABCB de supuestos transportadores de auxinas en *Populus*. *Revista Fronteras en la ciencia de las palmas*, 3,17 <https://doi.org/10.3389/fpls.2012.00017>
- Castiblanco, S., Fontanilla, C., Santacruz, L., Rosero, G. & 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. *Revista Palmas*, 34(4), 33–45. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10934/10918>
- Chinchilla, C., Alvarado, A., Albertazzi, H., & Torres, R. (2007). Tolerancia y resistencia a las publicaciones del cogollo en fuentes de diferente origen de *Elaeis guineensis*. *Revista Palmas*, 28(1). ISSN: 2422-0248. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1264>
- Daza, E., Ayala, I., Ruiz-Romero, R., & Romero, H. (2020). Effect of the application of plant hormones on the formation of parthenocarpic fruits and oil production in oil palm interspecific hybrids (*Elaeis oleífera* Cortés x *Elaeis guineensis* Jacq.). *Ciencias de la producción vegetal*, 24(3), 354-362. Obtenido de: <https://doi.org/10.1080/1343943X.2020.1862681>

- Drenth, A. (2013). *Phytophthora palmivora*, la causa de la pudrición del cogollo en la palma de aceite. *Revista Palmas*, 34, 87–94. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10671/10656>
- Fontanilla, C., Rincon, V., Mesa, E., Mariño, D., Barrera, E., & Mosquera, M. (2020). Estimación del rendimiento de la mano de obra en labores de cultivo de palma de aceite: caso polinización asistida. *Revista Palmas*, 37(2), 21-35. ISSN: 2422-0248. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11736>
- Forero, D., Hormaza, P., Moreno, L., & Ruíz, R. (2012). *Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite*. Cenipalma. <http://52.200.198.20/bitstream/handle/123456789/107644/Generalidades%20sobre%20la%20morfolog%C3%ADa%20y%20fenolog%C3%ADa%20de%20la%20palma%20de%20aceite.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garay-Arroyo, A., Sánchez, M., García-Ponce, B., Alvarez-Buylla, E., & Gutierrez, C. (2014). La homeostasis de las auxinas y su importancia en el desarrollo de *Arabidopsis Thailiana*. *Revista de educación bioquímica*, 33(1), 13-22. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=74549>
- García, F., Monjarás, G., Galindo, G., Ponce, A., Chávez, V. & Márquez, J. (2019). Morfogénesis in vitro de brotes adventicios del pinabete mexicano *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. Vol. 10(56), ISSN 2007-1132. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322019000600113
- Gare, B., Raundal, P., & Burli, A. (2017). Effect of plant growth regulators on growth, yield and yield attributing characters of rainfed chilli (*Capsicum annum* L.). *Revista Advanced Agricultural Research & Technology Journal*, 1(2), 195-197. http://www.isasat.org/Volume-1,issue-2,july-2017/AARJ_1_2_9_Gare.pdf
- Gonzalez-Diaz, A., Pataquiva-Mateus, A., & García-Núñez, J. (2021), Recovery of palm phytonutrients as a potential market for the by-products generated by palm oil mills and refineries—A review. *Revist Food Bioscience*, 41, ISSN 2212-4292. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212429221000419>
- Hsion, C., Lim, S., Shen, B., Pei, W., Lin, S., Dong, W., & Loong H. (2021). A review of industry 4.0 revolution potential in a sustainable and renewable palm oil

- industry: HAZOP approach. *Revist Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135, ISSN 1364-0321. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032120305128>
- Linares-Leguizamón, O., Santacruz-Arciniegas, L., & Rosero-Estupiñán, G. (2020). Evaluación de la polinización artificial en el material híbrido OxG (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*). *Revista Palmas*, 40(4), 96-105. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/12934/12801>
- López-Medina, E., Mostacero-León, J., Gil-Rivero, A., López-Zavaleta, A., De-la-Cruz-Castillo, A., & Vilena, L. (2019). Efecto sinérgico del Ácido giberélico y del Ácido indolacético en la propagación in vitro de *Solanum tuberosum* L. “papa nativa de pulpa de color”. *Revista de Investigación Científica REBIOL*, 39(2), 49-57 ISSN 2313-3171. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/2733/2794>
- McAtee, P., Karim, S., Schaffer, R., & David, K. (2013). A dynamic interplay between phytohormones is required for fruit development, maturation, and ripening. *Revist Frontiers in Plant Science*, 4, 79. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2013.00079/full>
- Meléndez, M & Ponce, W. (2016). Pollination in the oil palms *Elaeis guineensis*, *E. oleifera* and their hybrids (OxG), in tropical America. *Revist Pesquisa Agropecuária Tropical*, 46(1), 102-110. <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4638196>
- Menchaca-Ceja, F., Partida-Ruvalcaba, L., García-López, A., Ail-Catzim, C., Rodríguez-González, R., Ruiz-Alvarado, C., & Cruz-Villegas, M. (2018). Relación del ácido naftalenacético en componentes de calidad de melón Cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *Revista Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 5(14), 171-179. <https://doi.org/10.19136/era.a5n14.1397>
- Montaño, N., & Méndez, J. (2009). Efecto del ácido indol-3-acético y el ácido naftalenacético sobre el largo y ancho del fruto de melón (*Cucumis melo* L.) cultivar “Edisto 47”. *Revista UDO agrícola*, 9(3), 530-538. <https://core.ac.uk/download/pdf/235930634.pdf>
- Navarrete, M., Zambrano, S., Zambrano, W., Romero, M., Racines, M., Paredes, E., Quintero, L., & Ortega, D. (2020). Evaluación de la eficiencia de tres equipos de

- extracción de aceite con diferentes genotipos de palma aceitera (*Elaeis* sp.). *Revista Enfoque UTE*, 11(2), 21-28. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422020000200021
- Niño, A., García, A., Pulido, N., Mendoza, J., Cruz, L. & Torrecilla, E. (2021). Polinización, criterios de cosecha y procesamiento del híbrido OxG en Palmas y Extractora Monterrey S.A. *Revista Palmas*, 42(1), 130-138. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13458/13223>
- Ochoa, I. & Palacio, N. (2021). Contribución al diseño de racimos con ácido α -naftalenacético (ANA). *Revista Palmas*, 42(1), 107-118. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13456/13195>
- Potter L. (2020). Colombia's oil palm development in times of war and 'peace': Myths, enablers and the disparate realities of land control. *Revist Journal of Rural Studies*. Volume 78, 491-502. ISSN 0743-0167. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.10.035>
- Preciado, C., Bastidas, S., Bentarcourth, C., Peña, E., & Reyes, R. (2011). Predicción y control de la cosecha en el híbrido interespecífico *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* en la zona palmera occidental de Colombia II Determinación del periodo de madurez para obtener racimos con alto contenido de aceite. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(1), 5-12. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5624625>
- Rincón, S., Hormaza, P., Moreno, L., Prada, F., Portillo, D., García, J., & Romero, H. (2013). Uso de estados fenológicos de los frutos y características fisicoquímicas del aceite para determinar el momento óptimo de cosecha de frutos híbridos interespecíficos Ox G de palma aceitera. *Revista Cultivos y Productos Industriales*, 49, 204-210. ISSN 0926-6690. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.04.035>
- Rivera, M., Estrada, J., Quiñonez, R., & Moreno, R. (2020). Interrelación entre el desarrollo sostenible y la diversificación de cultivos mediante el modelo integrador de dimensiones en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, República del Ecuador. *Revista Espacios*, 41(19), 0798, 1015. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n19/a20v41n19p18.pdf>

- Rivero, A., Medina, E., & Zavaleta, A. (2016). Efecto sinérgico del ácido indolacético, ácido giberélico y 6-bencilaminopurina en la propagación in vitro de “papaya” *Carica papaya* L. (Caricaceae). *Revista Arnaldoa*, 23(2), 577-586. ISSN: 2413-3299. https://www.researchgate.net/profile/Eloy-Lopez-5/publication/311646132_Efecto_sinergico_del_acido_indolacetico_acido_giberelico_y_6-bencilaminopurina_en_la_propagacion_in_vitro_de_papaya_Carica_papaya_L_Caricaceae/links/5f29fd20a6fdcccc43abd907/Efecto-sinergico-del-acido-indolacetico-acido-giberelico-y-6-bencilaminopurina-en-la-propagacion-in-vitro-de-papaya-Carica-papaya-L-Caricaceae.pdf
- Romero, H. (2018). Polinización artificial de híbridos OxG para la obtención de frutos partenocárpicos y la producción de aceite (*Elaeis oleifera* Cortés x *Elaeis guineensis* Jacq.). *Revista el Palmicultor*. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/download/12557/12475>
- Romero, H. (2019). La polinización artificial con reguladores de crecimiento incrementa la producción de aceite en híbridos interespecíficos OxG. *Revista Palmas*, 40 (Especial Tomo I), 140-141. http://fedepalma.info/wp-content/uploads/2021/06/5_La-Polinizacion-artificial-con-reguladores-de-crecimiento_HMR-2.pdf
- Romero, H. & Ayala, I. (2021). Cómo alcanzar 10 toneladas de aceite por hectárea: tecnologías de manejo de los híbridos interespecíficos OxG hacia una producción altamente eficiente. *Revista Palmas*, 42(1), 55-64. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13449/13190>
- Romero, H, Daza E, Ayala-Díaz I. & Ruiz-Romero, R. (2021). High-Oil (HOPO) Production from Parthenocarpic Fruits in oil Palm Interspecific Hybrids Using Naphthalene Acetic Acid. *Revista Agronomy*, 11 (2), 290. <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/2/290>
- Ruiz-Romero, R., Daza, E., Calpa, Á., & Hernán, R. (2020). Mezcla de ácido naftalenacético y polen, ¿se puede considerar una alternativa para la obtención de frutos normales dentro de la polinización artificial en el híbrido *Elaeis oleifera* x

- Elaeis guineensis*?. *Revista Palmas*, 41(2), 38-47.
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13166/12973>
- Quieroz, A., Souza, M., & Alves, W., (2015). Fungos asociados a semillas híbridas interespecíficas de dende en función de la aspepsia y del beneficiamiento. *Revista de Ciências Agrarias – Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 58(4), 372–378. <https://doi.org/10.4322/rca.2124>
- Santiago, J., Cruzeiro, W., Freitas, M., Cravo, Marcela., Ferrari, R., Vicente, E., Meirelles, A., Pavesi, A., & Araujo, K. (2021). Organic, conventional and sustainable palm oil (RSPO): Formation of 2- and 3-MCPD esters and glycidyl esters and influence of aqueous washing on their reduction. *Revist Food Research International*, 140. ISSN 0963-9969.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109998>
- Sanz, J. (2016). Pudrición del cogollo: enfrentamiento integral contra un enemigo letal, *P. palmivora*. *Revista Palmas*, 37, 109–114. Obtenido de: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11893/11886>
- Sundram, S. & Azni A. (2017). Pudrición del cogollo sudamericano: una amenaza para la biodiversidad de la palma aceitera del sudeste asiático. *Revista Protección de cultivos*, 101, 58-67. ISSN 0261-2194.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.07.010>
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). *Fisiología Vegetal*. Publicaciones de la Universitat Jaume. pp.816
- Verna, C., Ravichandran, S., Sawchuk, M., Manh, N., & Scarpella E. (2019). Coordinación de la polaridad de las células tisulares mediante transporte y señalización de auxinas. *Revista Elife*, 8. <https://doi.org/10.7554/eLife.51061>
- Yokoyama, R. & Fernandez, C. (2016). Experiencia en el procesamiento de racimos de fruta fresca de palma de aceite híbrida. *Revista Palmas*, 37,39-46.
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11919/11912>
- Yousefi, M., Rafie, M., Abd, S., Azrad, A., Mohd, M., Shahi, A., & Marzuki, D. (2020). Classification of oil palm female inflorescences anthesis stages using machine learning approaches. *Revist Information Processing in Agriculture*, 8(4), ISSN: 2214-3173. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2020.11.007>