

Efecto de tres técnicas de polinización sobre el rendimiento de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de 4 años



Effect of three pollination techniques on yield in 4-year-old Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Efeito de três técnicas de polinização na produção de Dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) com 4 anos de idade

Huaranga, Daniel

 Daniel Huaranga
danjho13@gmail.com
Universidad Nacional de Ucayali., Perú

Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ALFA
Centro de Estudios Transdisciplinarios, Bolivia
ISSN: 2664-0902
ISSN-e: 2664-0902
Periodicidad: Cuatrimestral
vol. 6, núm. 17, 2022
editor@revistaalfa.org

Recepción: 20 Junio 2022
Aprobación: 30 Junio 2022
Publicación: 02 Agosto 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/540/5403736008/>

Resumen: La palma aceitera es un cultivo con un creciente aumento en su producción, la deficiente producción de frutos durante los primeros años de este cultivo se debe a la poca presencia de inflorescencias masculinas y por ende una baja población de insectos polinizadores. El objetivo de este estudio fue comparar técnicas de polinización que permitan incrementar el rendimiento de la palma aceitera durante sus primeros 4 años de producción. Se evaluaron tres técnicas de polinización para mejorar rendimientos productivos: polinización natural, polinización entomófila dirigida y polinización asistida. Se asignó 5 repeticiones por tratamiento y el diseño usado fue un DCA, para el análisis de los datos se usó el software estadístico Minitab17. Las variables consideradas fueron: peso de racimo, número de frutos normales, número de frutos partenocárpicos rojos y blancos, y número de frutos abortados. El análisis estadístico indico diferencias significativas ($p < 0,05$) para las variables peso de racimo, número de frutos normales y número de frutos partenocárpicos blancos; mientras que para las variables número de frutos partenocárpicos rojos y número de frutos abortados no se hallaron diferencias significativas ($p > 0,05$). En el análisis comparativo de promedios el tratamiento con polinización entomófila dirigida mostro ser superior al resto. Los resultados indican que la polinización entomófila dirigida puede ser la solución para mejorar el bajo rendimiento de la palma aceitera durante sus primeros años de producción. En conclusión, en el presente ensayo la polinización entomófila dirigida mejoro los parámetros productivos en una plantación joven de palma aceitera.

Palabras clave: Frutos partenocárpicos, Insectos polinizadores, Palma aceitera, Polinización asistida, Polinización entomófila dirigida.

Abstract: Oil palm is a crop with a growing increase in production. The deficient fruit production during the first years of this crop is due to the low presence of male inflorescences and therefore a low population of pollinating insects. The objective of this study was to compare pollination techniques to increase oil palm yield during the first 4 years of production. Three pollination techniques were evaluated to improve yields:

natural pollination, directed entomophilous pollination and assisted pollination. Five replicates per treatment were assigned and the design used was a DCA. The Minitab17 statistical software was used for data analysis. The variables considered were: bunch weight, number of normal fruits, number of red and white parthenocarpic fruits, and number of aborted fruits. The statistical analysis indicated significant differences ($p < 0.05$) for the variables bunch weight, number of normal fruits and number of white parthenocarpic fruits; while for the variables number of red parthenocarpic fruits and number of aborted fruits no significant differences were found ($p > 0.05$). In the comparative analysis of averages, the treatment with directed entomophilous pollination proved to be superior to the rest. The results indicate that directed entomophilous pollination may be the solution to improve the low yield of oil palm during its first years of production. In conclusion, in the present trial, directed entomophilous pollination improved production parameters in a young oil palm plantation.

Keywords: Parthenocarpic fruits, Insect pollinators, Oil palm, Assisted pollination, Directed entomophilous pollination.

Resumo: A produção de óleo de palma é uma cultura com um aumento crescente da produção. A fraca produção de frutas durante os primeiros anos desta cultura deve-se à baixa presença de inflorescências masculinas e, portanto, a uma baixa população de insetos polinizadores. O objetivo deste estudo era comparar as técnicas de polinização para aumentar o rendimento da palma durante os primeiros quatro anos de produção. Três técnicas de polinização foram avaliadas para melhorar o rendimento da produção: polinização natural, polinização entomófila dirigida e polinização assistida. Foram atribuídas cinco réplicas por tratamento e o projeto utilizado foi um DCA. O software estatístico Minitab17 foi utilizado para análise de dados. As variáveis consideradas foram: peso do cacho, número de frutas normais, número de frutas partenocarpicais vermelhas e brancas, e número de frutas abortadas. A análise estatística indicou diferenças significativas ($p < 0,05$) para as variáveis peso do cacho, número de frutas normais e número de frutas partenocarpicais brancas; enquanto para as variáveis número de frutas partenocarpicais vermelhas e número de frutas abortadas não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$). Na análise comparativa das médias, o tratamento com a polinização entomófila dirigida provou ser superior ao resto. Os resultados indicam que a polinização entomófila dirigida pode ser a solução para melhorar o baixo rendimento do óleo de palma durante seus primeiros anos de produção. Em conclusão, no presente ensaio, a polinização entomófila dirigida melhorou os parâmetros de produção em uma plantação de palma jovem.

Palavras-chave: Frutas partenocarpicais, Polinizadores de insetos, Palma de óleo, Polinização assistida, Polinização entomófila dirigida.

INTRODUCCIÓN

La palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) es un cultivo tropical originario del golfo de Guinea en África, se dispersó en la zona tropical del mundo a partir del siglo XVI. *Korytkowskiy Ruiz* (1) manifiestan que este cultivo fue introducido al Perú desde Costa de Marfil – África, y se inicia su siembra en la selva alta peruana en 1968 en las pampas de Tocache, departamento de San Martín a 400 m.s.n.m. El cultivo de la palma aceitera ha proliferado el crecimiento económico de las naciones plantadoras de palma ya que el aceite de palma constituye el 36% de la producción mundial de aceites vegetales (2).

La producción de aceite de palma requiere polinización, que se realiza principalmente con una especie de gorgojo africano de la palma aceitera conocido como *Elaeidobius kamerunicus* .EK) (3). Yousefi *et al.*, (4) manifiestan que el periodo receptivo de una flor femenina es de 36 a 48 horas; las brácteas que cubren completamente la inflorescencia desarrollada comienzan a desgarrarse en tres etapas de la preantesis que causan olor y liberación de calor (5). Cuando el polen de esas flores esta viable los lóbulos del estigma están separados, se tornan amarillo claro y producen un olor a anís más leve que el de las flores masculinas, luego adquieren una coloración rojiza cuando el estigma ya no es receptivo.

Cerrato (6) indica que la relación media del número de inflorescencias femeninas respecto al de las masculinas es de 3:2 (3 femeninas por cada 2 masculinas) en una palmera de 5 años, pero después se invierte para convertirse en $\frac{1}{2}$ a $\frac{1}{3}$ en la planta adulta. Dependiendo de la eficiencia de la polinización, del 30 % al 60 % de las flores en una inflorescencia femenina de palma de aceite se desarrollan en 500 a 4000 frutos agrupados en un racimo de 5 a 25 kg (7). Por lo tanto, en un racimo se puede encontrar cuatro tipos de frutos, como se observa en la Figura 1.



FIGURA 1

De izquierda a derecha fruto normal partenocárpico rojo partenocárpico blanco y abortado

Figura 1. De izquierda a derecha: fruto normal, partenocárpico rojo, partenocárpico blanco y abortado.

Principalmente, el proceso de polinización se inicia con la emisión del olor a anís de las inflorescencias masculinas y femeninas de la palma aceitera *Elaeis guineensis* Jacq. (8). En la actualidad, la mayoría de las investigaciones sobre la polinización de la palma aceitera por insectos polinizadores se concentran en el género *Elaeidobius* (9) y según Tandon *et al.*, (10), este polinizador *EK*, había sido introducido por Syed a principios de la década de 1980 en el sudeste asiático.

Criollo-Escobar y Domínguez (11) indican que la polinización natural de los híbridos OxG está limitada debido a problemas de fertilidad, muy probablemente derivados de algún tipo de incompatibilidad sexual entre las dos especies, lo que resulta en una viabilidad y germinabilidad del polen muy bajas. Debido a estos problemas de fertilidad se desarrollaron prácticas como la polinización asistida; sin embargo, Mosquera-Montoya *et al.*, (12) mencionan que la polinización asistida es un proceso costoso y laborioso, con un gasto anual estimado de aproximadamente el 18 % del costo total del cultivo.

La presente investigación se realizó con el objetivo de comparar técnicas de polinización que permitan incrementar el rendimiento de la palma aceitera durante sus primeros 4 años de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los meses comprendidos entre julio y febrero en la región amazónica de Perú, ciudad de Pucallpa; en un área de 4 hectáreas. Las palmas de la variedad Deli x LaMé contaban con 4 años de edad al momento iniciar el experimento. En la Tabla 1 se observan los registros meteorológicos durante el periodo de prueba. Es necesario resaltar la presencia de *Elaeidobius subvittatus* .ES) como principal insecto polinizador, ya que las poblaciones de *Elaeidobius kamerunicus* .EK) eran muy bajas en la parcela.

TABLA 1
Observaciones meteorológicas

Meses	Temperatura media °C	Presión atmosférica	Precipitación mm	Humedad relativa %	Horas luz
Agosto	25,6	1000,0	79,3	79,1	6,7
Septiembre	27,3	998,9	200,7	78,7	7,0
Octubre	27,6	997,6	191,9	81,2	5,7
Noviembre	26,6	996,4	296,2	84,7	4,7
Diciembre	27,5	997,4	88,1	81,0	6,1
Enero	26,7	997,7	180,9	85,6	3,7
Febrero	26,9	997,2	90,8	85,6	5,9

Senamhi Las Palmeras

Se trabajó con 3 tratamientos y 5 repeticiones, cada repetición con 5 unidades experimentales. Los tratamientos fueron asignados al azar, y el diseño usado fue un DCA. Los tratamientos fueron los siguientes: polinización natural, polinización entomófila dirigida y polinización asistida. La polinización natural (PN) mediante los insectos polinizadores y no hubo intervención humana.

La polinización entomófila dirigida (PED) se realizó cuando las flores correspondientes a este tratamiento entraban en antesis para lo cual se colocaba una inflorescencia masculina al lado para facilitar el trabajo de los insectos polinizadores, de tal manera que tuvieran una fuente cercana de polen fresco. Al pie de las palmas asignadas a este tratamiento se instaló cajas oscuras que tenían la función de incrementar la población de *ES*, dentro se colocó 4 inflorescencias masculinas frescas para atraer a los *ES* las cuales eran reemplazadas semanalmente por el periodo de un mes.

La polinización asistida (PA) fue aplicada a aquellas flores en estado de pre antesis, las cuales una vez identificadas se cubrían con una bolsa plástica para evitar que los insectos polinizadores tengan contacto con la flor; una vez que la inflorescencia femenina embolsada se encontraba en estado de antesis, haciendo uso de talco industrial mezclado con polen (proporción 1:10) y mediante una bombilla con tubo de aluminio de 3/8 de 1/2 m. de largo se realizó el espolvoreo por única vez a la inflorescencia seleccionada, realizando 15 aplicaciones por inflorescencia; el polen se recolectaba de una plantación adulta de palma aceitera de 6 años de edad. Realizada la polinización, 24 horas después se procedía a sacar la bolsa de la inflorescencia.

La cosecha de la inflorescencia masculina se realizó en una plantación adulta de 6 años con la finalidad de recolectar y tener a disposición el polen para poder realizar la PA; para esto se procedió a la selección y embolsado de la inflorescencia masculina en la etapa de pre antesis y así evitar la pérdida de polen por efecto de insectos; después de 3 días en plena antesis, se cortó el pedúnculo de la inflorescencia sacudiéndola en la misma bolsa y de esa manera obtener todo el polen posible de la inflorescencia. Posteriormente era tamizado para la separación de impurezas, pesado y secado a temperatura ambiente por 24 horas. Finalmente se refrigeraba para su conservación.

La determinación del porcentaje de viabilidad del polen se realizó en un medio de cultivo de agar 0,6 g + 50 ml de dextrosa al 5%, donde se sembraron los granos de polen para luego ser llevados a la estufa a

una temperatura de 39°C por una hora. Finalmente se observaron los granos de polen no germinados en un microscopio con una lectura de 10 puntos focales. También se registró el número de insectos que se encontraron en 3 espigas masculinas, las espigas fueron seleccionadas el primer mes del experimento a razón de 1 espiga/tratamiento.

La cosecha de racimos se realizó 5 meses después de la fecundación de las inflorescencias femeninas, cuando los frutos maduraban, con una frecuencia de cosecha de 10 días. Se realizó el conteo mecánico de frutos normales (FN), frutos partenocárpicos rojos (FPR), frutos partenocárpicos blancos (FPB) y frutos abortados (FA).

Los datos obtenidos al final del experimento fueron analizados usando el software estadístico MINITAB 17. La comparación de promedios fue determinada usando la prueba estadística de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso de racimo

Se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) en peso de racimo, siendo la PED (5,637) y la PA (5,482) estadísticamente iguales, pero superior a la PN (4,132) como se muestra en la Tabla 2. Estos resultados concuerdan con la investigación de Murguido (13) y Mariau (14) al mencionar que la PED es un evento que garantiza la calidad del fruto cosechado, ya que viene dada por el llenado de los racimos (frutos normales/racimo) el cual se expresa a través de su peso por cada racimo y que esta va en aumento de acuerdo al mayor número de frutos normales ya que la almendra del fruto dará un mayor peso al racimo al constituir entre un 9 – 12,7% del peso total del racimo de fruta fresca.

TABLA 2
Peso de racimo y número de frutos totales normales partenocárpicos y abortados

Variables	PN	PED	PA	p-val
Peso de racimo, kg	4,132b	5,637a	5,482a	0,001
N° FN/racimo	378,38b	540,46a	461,17ab	0,018
N° FPR/racimo	37,63	20,77	39,22	0,242
N° FPB/racimo	104,17ab	68,64b	178,89a	0,009

PN: polinización natural; PED: polinización entomófila dirigida; PA: polinización asistida; FN: frutos normales; FPR: frutos partenocárpicos rojos; FPB: frutos partenocárpicos blancos; FA: frutos abortados.

Número de frutos normales por racimo

Se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre tratamientos. El mayor número de frutos normales por racimo se obtuvo por la PED (540,46), seguido por la PA (461,17) y la PN (378,38) como se muestra en la Tabla 2. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Chinchilla (15) al indicar que existe un incremento favorable en el mejoramiento de la polinización y formación de frutos normales con la introducción del coleóptero *EK*; de igual forma Murguido (13) y Mariau (14) manifiestan que la polinización entomófila es una de las acciones más importantes que garantiza la calidad del fruto cosechado, que influyen en el llenado de racimos (frutos normales/racimo), por la escasa polinización de insectos himenópteros; como la abeja (*Apis spp.*) en la palma aceitera.

Número de frutos partenocárpicos rojos y blancos por racimo

Se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) en el número de frutos partenocárpicos blancos, siendo la PED la que presentó menos frutos partenocárpicos blancos por racimo (68,64), seguido por PN (104,17) y la PA (178,89). En cuanto a los frutos partenocárpicos rojos no se encontraron diferencias estadísticas ($p > 0,05$)

entre tratamientos, la PED presento menos frutos partenocárpicos rojos por racimo (20,77), seguido por la PN (37,63) y la PA (39,22) como se muestra en la Tabla 2; los frutos partenocárpicos rojos pueden ser aprovechados ya que producen aceite al igual que un fruto normal. Los resultados obtenidos no concuerdan con las afirmaciones de Murguido (13) y Mariau (14) los cuales mencionan que el porcentaje de frutos partenocárpicos no debe exceder del 6% del total de frutos por racimo y en el presente experimento el número de frutos partenocárpicos totales fue 31,07% con PA, 27,13% con PN y 14,19% con PED como se observa en la Tabla 3; estos datos concuerdan con la afirmación de Norman *et al.*, (16) quienes mencionan que la polinización incompleta junto con la operación ineficiente del polinizador ha dado como resultado una gran cantidad de frutos partenocárpicos; por su parte Haran *et al.*, (17) indican que es crucial estudiar el comportamiento de las especies polinizadoras para un mejor transporte del polen y el desarrollo del cuajado de la palma de aceite.

TABLA 3
Porcentaje de frutos normales partenocárpicos y abortados por racimo

Tratamiento	frutos normales, %	frutos partenocárpicos rojos, %	frutos partenocárpicos blancos, %	frutos abortados, %
PN	72,40	7,20	19,93	0,47
PED	85,76	3,30	10,89	0,05
PA	65,70	5,59	25,49	3,22
Promedio	74,62	5,36	18,77	1,25

PN: polinización natural; PED: polinización entomófila dirigida; PA: polinización asistida.

Liceras y Márquez (18) mencionan que *ES* considerado como un polinizador nativo poco eficiente y de allí la idea de introducir a *EK* como polinizador en las plantaciones de palma, de igual manera Mateo *et al.*, (19) mencionan que los principales agentes polinizadores en Pucallpa son *EK* y *ES*; estas afirmaciones podrían explicar el alto porcentaje de frutos partenocárpicos obtenidos en este experimento, ya que el principal insecto polinizador en la parcela fue *ES*.

Número de frutos abortados por racimo

No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el número de frutos abortados. La PED presento menor cantidad de frutos abortados (0,32), seguido de la PN (2,46) y la PA (22,61) como se muestra en la Tabla 2. Sánchez *et al.*, (20) mencionan que la presencia de frutos abortados puede deberse a la baja eficacia de la polinización. Hussein *et al.*, (21) mencionan que hasta finales de la década de 1970 la PA era una práctica que debía llevarse a cabo en la mayoría de las plantaciones de palma aceitera, sobre todo en las más jóvenes pero que generaba un rendimiento y una producción de frutos deficientes. Por su parte Romero *et al.*, (22) indican que la inducción de frutos partenocárpicos en diferentes estados fenológicos contrasta con la limitación temporal de la aplicación del polen en la PA y que el polen debe aplicarse en anthesis cuando las flores son receptivas al polen. Cuando el polen se usa después de la anthesis, no desencadena el cuajado y el desarrollo de los frutos, lo que lleva a resultados indeseables que van desde el aborto de la inflorescencia hasta racimos con poco llenado y frutos poco desarrollados. Por lo tanto, se puede inducir que el mayor porcentaje de frutos partenocárpicos y abortados en el tratamiento con PA en el presente ensayo se debe a una falta de precisión al momento de realizar la aplicación de polen.

Relación de inflorescencias masculinas y femeninas

Se llevó a cabo el conteo de inflorescencias masculinas y femeninas que se presentaron en las unidades experimentales por el periodo de un mes y las cuales se expresaron numéricamente y porcentualmente (Tabla 4), la relación media de inflorescencias femeninas respecto a las masculinas fue 3:1 para palmas de 4 años, muy cercano a lo mencionado por Cerrato (6) quien indica una relación de 3:2 en palmas de 5 años. Al respecto Prasetyo *et al.*, (23) mencionan que las palmas jóvenes y las variedades de mayor rendimiento generalmente

favorecen las inflorescencias femeninas; mientras que el estrés por agua y radiación puede generar más inflorescencias masculinas (7). Por su parte Li *et al.*, (24) indican que los métodos asistidos pueden aumentar la población de gorgojos y la producción de frutos, pero persiste el problema de las inflorescencias masculinas insuficientes para mantener las poblaciones de gorgojos.

Así mismo se evaluó la viabilidad del polen que se iba a usar para la PA, obteniendo un 82 - 87% de viabilidad, Sánchez *et al.*, (20) mencionan que la viabilidad mínima del polen para la PA debe ser 70% y que la proporción polen: talco debe ser 1:10 cuando la viabilidad supere el 65%.

TABLA 4
Relación de inflorescencias y viabilidad del grano de polen

Tratamiento	N° inflorescencias femeninas	N° inflorescencias masculinas	Relación de inflorescencias		viabilidad de los granos de polen, %
			%F	%M	
PN	11	2	84,62	15,38	-
PED	15	3	83,33	16,67	-
PA	12	8	60,00	40,00	82 - 87
Promedio	12,67	4,33	75,98	24,02	-

PN: polinización natural; PED: polinización entomófila dirigida; PA: polinización asistida.

Proporción de insectos polinizadores

El conteo de polinizadores por espiga fue expresado numéricamente y la relación entre machos y hembras se expresó en porcentaje (Tabla 5). Se puede observar que hay mayor población de insectos hembras (68,67%) con relación a machos (31,33%). Los resultados obtenidos no concuerdan con lo reportado por Mateo *et al.*, (19) quienes reportaron mayor población de insectos machos (53,41%) en relación a las hembras (46,58%) en una plantación de palma aceitera en Pucallpa. El número total en promedio de insectos fue 473,33 por espiga, datos que no concuerdan con lo reportado por Mateo *et al.*, (19) quienes reportaron 5810 insectos en un total de 87 espigas (66,78 insectos/espiga), un número menor al encontrado en el presente ensayo.

TABLA 5
Número de insectos por espiga y sex ratio

Tratamiento	N° insectos por espiga	Sex ratio	
		%H	%M
PN	435	71	29
PED	782	60	40
PA	200	75	25
Promedio	473,33	68,67	31,33

PN: polinización natural; PED: polinización entomófila dirigida; PA: polinización asistida.

CONCLUSIONES

La polinización entomófila dirigida demostró ser la mejor técnica para mejorar los parámetros de producción en una plantación joven de palma aceitera, ya que con esta técnica se obtuvieron mejores pesos de racimo, mayor número de frutos normales y menor presencia de frutos partenocárpicos y abortados; se debe considerar poner en práctica esta técnica en parcelas con poblaciones de *Elaeidobius kamerunicus* como principal insecto polinizador, ya que son más eficientes que *Elaeidobius subvittatus*.

AGRADECIMIENTOS

Un profundo agradecimiento al Técnico Agropecuario Wilson Azpur Palomino por su colaboración en las evaluaciones de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Korytkowski Ch, Ruiz E. El barrenador de los racimos de la palma aceitera, *Castnia daedalus* (Cramer) en la plantación de Tocache, Perú. Rev. Per. Ent. 1979; 22(1): 49-62. Disponible en: <https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/685>
2. Woittiez LS, VanWijk MT, Slingerland M, Van Noordwijk M, Giller KE. Yield gaps in oil palm: A quantitative review of contributing factors. Eur. J. Agron. 2017; 83: 57-77. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.11.002>
3. Meijaard E, Garcia-Ulloa J, Sheil D, Wich S, Carlson K, Juffe-Bignoli D, et al. Oil Palm and Biodiversity: A Situation Analysis by the IUCN Oil Palm Task Force; 2018. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.11.en>
4. Yousefi M, Rafie A, Aziz S, Azrad S, Razak A. Introduction of current pollination techniques and factors affecting pollination effectiveness by *Elaeidobius kamerunicus* in oil palm plantations on regional and global scale: A review. S. Afr. J. Bot. 2020; 132: 171-179. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.04.017>
5. Yousefi M, Rafie A, Aziz S, Azrad S, Mohd M, Shahi A, et al. Classification of oil palm female inflorescences anthesis stages using machine learning approaches. Inf. Process. Agric. 2020; 8: 537-549. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2020.11.007>
6. Cerrato M. Cultivos industriales. La palma aceitera (*Elaeis Spp*). Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Centro Universitario regional del litoral atlántico. Departamento de producción vegetal. 2010. Tegucigalpa, Honduras. 51 pp.
7. Corley RHV, Tinker PB. The Oil Palm, fifth edition. Chichester. 2016. John Wiley & Sons.
8. Hussein M, Lajis N, Kinson A, Teo C. Laboratory and field evaluation on the attractancy of *Elaeidobius kamerunicus* faust to 4-allylanisole. Porim Bulletin. 1989; 18: 20-26.
9. Auffray T, Frérot B, Poveda R, Louise C, Beaudoin-Ollivier L. Diel patterns of activity for insect pollinators of two oil palm species (arecales: Arecaceae). J. Insect Sci. 2017; 17(2): 45; 1-6. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iex018>
10. Tandon R, Manohara T, Nijalingappa B, Shivanna K. Pollination and pollenpistil interaction in oil palm, *Elaeis guineensis*. Ann. Bot. 2001; 87(6): 831-838. <https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1421>
11. Criollo-Escobar H, Domínguez JJ. Germinability and pollen viability of four improved cultivars of palm oil under laboratory conditions. Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín. 2018; 71(1): 8395-8405. <https://doi.org/10.15446/rfna.v71n1.69587>
12. Mosquera-Montoya M, Ruiz-Alvarez E, Castros-Zamudio LE, López-Alfonso DF, Munevar-Martínez DE. Estimación del costo de producción para productores de palma de aceite de Colombia que han adoptado buenas prácticas agrícolas. Rev. Palmas. 2019; 40: 3-15. <http://agriperfiles.agri-d.net/individual/n39958>
13. Murguido C. Sistema de monitoreo y pronóstico de plagas de insectos y ácaros en cultivos económicos - curso internacional de S.V. 1987. Departamento manejo integrado de plagas – INISAU. La Habana, Cuba.
14. Mariau D. Informes Misión entomológica a Palmas del Espino – Perú. 1996. Mecanografiados.
15. Chinchilla C. Insectos polinizadores y polinización en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). Bol. Tec. OPO-CB. 1988; 2(2): 41-51.
16. Norman K, Ramle M, Saharul AM, Mohd RS. Fruit set and weevil pollination issues in oil palm. Planter. 2018; 94: 565-578.
17. Haran JM, Beaudoin-Ollivier L, Benoit L, Kuschel G. Revision of the palm pollinating weevil genus *Elaeidobius* Kuschel, 1952 (Curculionidae, Curculioninae, Derelomini) with descriptions of two new species. Eur. J. Taxon. 2020; 684: 1-32. <https://doi.org/10.5852/ejt.2020.684>

18. Liceras L, Márquez M. Curculiónidos polinizadores de la palma aceitera en el alto Huallaga (nota preliminar). Colombia. Rev. Per. Ent. 1987; 30: 95 – 97.
19. Mateo R, Lama P, Arustegui M. Identificación y cuantificación poblacional de insectos polinizadores de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin), en Pucallpa. Rev. Per. Ent. 2020; 55(1): 9-18. Disponible en: <https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/1099>
20. Sánchez A, Daza E, Ruiz R, Romero H. Polinización asistida en palma de aceite. 2011. Fedepalma.
21. Hussein M, Lajis N, Ali J. Biological and chemical factors associated with the successful introduction of *Elaeidobius kamerunicus* Faust, the oil palm pollinator in Malaysia. VI Int. Symp. Pollinat. 1990; 288(7): 81–87. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1991.288.7>
22. Romero HM, Daza E, Ayala-Díaz I, Ruiz-Romero R. High-Oleic Palm Oil (HOPO) Production from Parthenocarpic Fruits in Oil Palm Interspecific Hybrids Using Naphthalene Acetic Acid. Agronomy. 2021; 11: 290. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020290>
23. Prasetyo AE, Purba WO, Susanto A. *Elaeidobius kamerunicus*: application of hatch and carry technique for increasing oil palm fruit set. J. Oil Palm Res. 2014; 26(3): 195–202.
24. Li K, Tschardt T, Saintes B, Buchori D, Grass I. Critical factors limiting pollination success in oil palm: A systematic review. Agric. Ecosyst. Environ. 2019; 280: 152-160. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.05.001>