

Evaluación de poblaciones de polinizadores y su relación con la formación de racimos en la zona de Tumaco, Colombia

Fluctuation of Oil Palm Pollinating Insects and their Relation with Bunch Formation in the Zone of Tumaco, Colombia

Elkin Sánchez¹

Juan C. Salamanca O.²

Hugo Calvache G.³

Luis E. Ortiz⁴

Diego Rivera⁵

Resumen

El insecto *Elaeobius kamerunicus* (Faust) (Coleoptera:Cureulionidae) fue introducido a Colombia en 1985 con el propósito de mejorar la polinización e incrementar el potencial de aceite en racimo. Teniendo en cuenta lo anterior, los investigadores se propusieron conocer el estado en que se encuentran las poblaciones de los polinizadores nativos *Mystrops costarricensis* Gillogly (Coleoptera: Nitidulidae) y *Elaeobius subvitattus* (Faust) (Coleoptera: Cureulionidae) con respecto a *E. kamerunicus*; conocer la eficiencia de la polinización y determinar el efecto de la precipitación sobre el insecto, así como la viabilidad del polen transportado. El estudio se desarrolló en la plantación Salamanca S.A. (Tumaco), en un lote de siembra 1990. Se seleccionaron 100 palmas en las cuales se calculó el promedio de polinizadores por inflorescencia masculina, se cuantificó la población total y se calculó el promedio disponible por inflorescencia femenina. Con relación a los polinizadores nativos, sólo se registró *M. costarricensis* en bajas poblaciones, indicando su desplazamiento por el introducido. Las poblaciones de *E. kamerunicus* por inflorescencia masculina en antesis oscilaron entre 9.606 y 156.753 individuos. No se encontró relación directa entre la polinización y la población de insectos polinizadores, pero sí entre éstos con la precipitación y con la viabilidad del polen transportado. Se encontró que poblaciones de polinizadores superiores a 120.000 individuos afectan la calidad del polen y que los días de lluvias presentados en un mes afectan la actividad del polinizador.

Summary

The insect *Elaeobius kamerunicus* (Faust) (Coleoptera:Cureulionidae) was introduced in Colombia in 1985 with the objective of improving pollination and increase the bunch oil content potential. Researchers took on the task of studying the situation of the populations of the native pollinators *Mystrops costarricensis* Gillogly (Coleoptera:Nitidulidae) and *Elaeobius subvitattus* (Faust) (Coleoptera: Cureulionidae) with respect to *E. kamerunicus*; as well as the pollination efficiency, the effect of the rainfall on the insect, and the viability of the transported pollen. The study was conducted in the Salamanca S.A. plantation (Tumaco), in an area planted in 1990. 100 palms were selected and the

Palabras Clave

Elaeis guineensis Jacq.,
Elaeobius kamerunicus (Faust),
Mystrops costarricensis Gillogly,
Polinización.

1 . Ingeniero Agrónomo. Central Manigua S. A. E-mail: elkingeo@hotmail.com

2 . Ingeniero Agrónomo. Cenipalma. Investigador. AA. 252171

3 . Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Cenipalma. Subdirector Técnico. AA. 252171

4 . Ingeniero Agrónomo. Asesor

5 . Ingeniero Agrónomo. Palmas Oleaginosas Salamanca S.A.



average number of pollinators per male inflorescence was then calculated. The total population was quantified and the average number of pollinators available per female inflorescence was calculated. In relation to native pollinators, only low populations of *M. costarricensis* were recorded, indicating a displacement by the introduced insect. The populations of *E. kamerunicus* per male inflorescence undergoing anthesis ranged between 9.606 and 156.753 individuals. No direct relation between pollination and populations of pollinator insects was found, but a direct relation between the pollinator insects, rainfall and the viability of the pollen transported was found. It was observed that pollinator populations of over 120.000 individuals affect the quality of the pollen and that rainfall affects the activity of the pollinator insects.

Introducción

Los estudios realizados en 1984 por Fedepalma en Colombia sobre la entomofauna asociada a inflorescencias masculinas y femeninas mostraron variabilidad en el porcentaje de polinización. Para la Zona Norte la polinización era del 72,21%, 45,55% para la Central, 76,44% para la Oriental y 58,42% para la Occidental (Mondragón y Roa, 1985). *Elaeidobius subvittatus* (Faust) y *Mystrops costarricensis* Gillogly han sido registrados como polinizadores nativos de la palma de aceite en la Zona Occidental de Colombia (Syed, 1984; Mondragón y Roa, 1985). Con la introducción del insecto polinizador *Elaeidobius kamerunicus* (Faust) (Coleoptera: Curculionidae) en 1985 se continuó con estudios relacionados con la fluctuación de poblaciones de insectos polinizadores, factores de mortalidad, relación entre la población de insectos y la formación de racimos. De esta manera se generó una cultura alrededor del tema que, infortunadamente, con el transcurrir del tiempo se ha venido perdiendo; en la actualidad no se está realizando este tipo de estudios y, en consecuencia, hoy se desconoce cómo han evolucionado las poblaciones de las diferentes especies de insectos polinizadores, cuál es el comportamiento de la polinización de racimos con respecto a los insectos polinizadores y cuál ha sido el efecto de las variaciones climáticas.

En algunas zonas palmeras de Colombia se han observado bajas en la extracción de aceite en determinadas épocas del año, que coinciden con temporadas de alta pluviosidad ocurridas seis meses atrás. Se considera que la precipitación puede afectar la población de los insectos polinizadores por inflorescencia, lo cual origina la mala formación de racimos y, por consiguiente, la baja extracción de aceite. Una de las principales causas de las variaciones en la conformación del racimo radica en los cambios estacionales del clima, que afectan la calidad de la polinización (Lee y Shawaluddin, 1993; Chow,

1993; Sterling *et al.*, 1997). Ésta, a su vez, es influenciada por las poblaciones de los polinizadores, y por la disponibilidad y calidad del polen.

La baja en el potencial de aceite de palma en determinadas épocas del año y el desconocimiento de la dinámica poblacional actual de los insectos polinizadores, tanto nativos como la de la especie introducida, generaron la necesidad de desarrollar estudios tendientes a conocer los factores que pueden estar incidiendo en la polinización. Los objetivos del presente estudio fueron: conocer la fluctuación poblacional de *E. kamerunicus* a través del tiempo, estableciendo su relación con las condiciones climáticas, especialmente la precipitación; conocer la relación entre *E. kamerunicus* y los polinizadores nativos; determinar la relación existente entre el número de polinizadores y el grado de formación del racimo, y relacionar el porcentaje de polinización con la cantidad de aceite por racimos de la palma de aceite en la zona palmera de Tumaco (Colombia).

Metodología

El trabajo se desarrolló en la plantación "Palmas Oleaginosas Salamanca S.A.", localizada en el municipio de Tumaco (Nariño). La zona está ubicada a una altura que varía entre 10 y 100 msnm, con rangos de temperatura que oscilan entre 21 y 37°C y un promedio de 26°C; la precipitación anual se encuentra en un rango entre 2.500 - 3.000 mm, y presenta una humedad relativa del 83,9%. Se seleccionó un lote comercial de la plantación, sembrado con el material ASD Costa Rica de 1990.

Fluctuación poblacional de insectos polinizadores

Para la evaluación de la fluctuación de adultos polinizadores *E. kamerunicus* (Faust) (Coleoptera: Curculionidae) y *Mystrops costarricensis* Gillogly (Coleoptera: Nitidulidae), se seleccionaron 100

palmas distribuidas al azar en el lote experimental. Cada mes, y durante un período de 24 meses, entre agosto de 1999 hasta julio de 2001 se realizó el recuento del número de adultos de insectos polinizadores en inflorescencias masculinas. Los conteos se efectuaron sobre dos inflorescencias masculinas entre 75% y 90% de antesis sobre las cuales se capturó y contó el número de polinizadores.

Para la captura de los insectos polinizadores se seleccionaron dos inflorescencias en estado de preantesis (uno a dos días antes de la antesis); en cada una se introdujo una bolsa plástica abierta en sus dos extremos. Un extremo de la bolsa se amarró en la parte basal del pedúnculo de la inflorescencia y la bolsa se dejó recogida en la base hasta que la inflorescencia alcanzara un 75% de antesis, que es cuando se presenta el mayor número de polinizadores (Ponnamma 1999). En ese momento la bolsa plástica se haló para que cubriera toda la inflorescencia y se amarró en el extremo distal, dejando atrapados los insectos polinizadores dentro de la bolsa. Posteriormente se cortó la inflorescencia cubierta con la bolsa plástica y se la llevó al laboratorio donde se le aplicó un insecticida para inmovilizar los insectos y facilitar su conteo. Para separar los polinizadores grandes, los del género *Elaeidobius*, se utilizaron tamices de diferente tamaño (150 y 200 Mesh); para los insectos pequeños, como *Mystrops*, se utilizó alcohol, que permitió separar los insectos del polen por diferencia de densidad. La población de insectos polinizadores se calculó por peso, con base en el peso promedio de un espécimen.

La población registrada para cada una de las especies de insectos polinizadores se correlacionó con la precipitación y se estableció la relación existente entre las diferentes especies de insectos polinizadores.

Relación entre población de polinizadores y la polinización
Mensualmente se visitaba cada una de las 100 palmas seleccionadas en el lote experimental y se registraba el número de inflorescencias masculinas y femeninas en preantesis y antesis. De esta lectura se seleccionaron dos inflorescencias masculinas para el conteo de insectos polinizadores y por lo menos cinco inflorescencias femeninas en antesis para cosechar los racimos

de óptima maduración, entre 21 y 22 semanas después. Una vez cosechados, se realizaba un análisis de racimos de acuerdo con la metodología propuesta por Cenipalma para evaluar el porcentaje de polinización.

Para calcular el número potencial de insectos que visitaban las inflorescencias femeninas se utilizó la metodología propuesta por Syed y colaboradores (1988), que consiste en multiplicar el número total de inflorescencias masculinas que se encuentran en estado de antesis, por la población promedio de insectos polinizadores registrados en cada evaluación. Este resultado se divide por el número de inflorescencias femeninas registradas y se obtiene el número de insectos disponibles para polinizar cada inflorescencia femenina que se encuentre en antesis.

Como variables de respuesta para evaluar el porcentaje de polinización se utilizaron las poblaciones de insectos polinizadores registradas; la viabilidad del polen en inflorescencias masculinas en antesis; los registros climatológicos, especialmente precipitación y temperatura, y la viabilidad del polen acarreado por el insecto polinizador. Esta última se determinó capturando especímenes de *E. kamerunicus* que visitaban las inflorescencias femeninas en antesis. Los especímenes capturados se llevaban al laboratorio para recuperar el polen adherido al cuerpo de los gorgojos, sumergiéndolos en una solución de 100 ml de agua destilada y 12 g de sacarosa. Cuatro horas después se realizaba la lectura de los granos de polen en el microscopio y se calculaba el porcentaje de germinación entre la población de granos germinados y la de no germinados en dicho lapso.

Relación entre porcentaje de polinización y cantidad de aceite por racimo

Se cosecharon 218 racimos, los cuales se llevaron al laboratorio para determinar el porcentaje de aceite y clasificar los frutos en las siguientes categorías: externos, internos, partenocárpicos y abortados.

Para calcular el contenido de aceite por racimo, se utilizó la metodología determinada por Yañez y colaboradores (2000), que consiste en despulpar aproximadamente 15 gramos de frutos en rebanadas finas, introducirlas en un horno

microondas, facilitando el proceso de calentamiento y evaporación del agua presente en el mesocarpio. Con el dato final se aplicó la fórmula diseñada por Cenipalma, para calcular el contenido de aceite por racimo. La fórmula tiene en cuenta los principales componentes de un fruto de palma de aceite (agua, aceite y sólidos secos no aceitosos).

La fórmula es la siguiente:

$$\text{Aceite} = 82,3791 - (0,95005 * X \text{ humedad})$$

Con estos resultados se cuantificaron los diferentes componentes y la tasa de extracción de aceite; de este modo se pudo conocer el potencial de aceite por racimo en las condiciones reales de producción para un sector y una época determinada, y también determinar el porcentaje de polinización que afecta la tasa de extracción de aceite por una mala calidad física del racimo, bajo las condiciones edáficas y climáticas de la zona de Tumaco.

Resultados y discusión

Fluctuación poblacional de insectos polinizadores de la palma de aceite en la zona de Tumaco

Las poblaciones de los insectos polinizadores registradas durante los 24 meses de estudio visitando las inflorescencias masculinas fueron variables. Las de *E. kamerunicus* fluctuaron entre 9.606 y 156.753 insectos, con un promedio de 46.043 individuos y una desviación estándar (SD) de 36.454 insectos por inflorescencia masculina. La población de *Mystrops costarricensis* varió entre 16 y 10.318 individuos, con un promedio de 37.848 y una SD de 63.704 insectos por inflorescencia masculina (Fig. 1).

Las poblaciones *M. costarricensis*, comparadas con las de *E. kamerunicus*, fueron bajas; no obstante, cabe anotar que las capturas de los insectos polinizadores se realizaron entre las 10 y 11 a.m., período en el que se registraron las mayores poblaciones de *E. kamerunicus* en este estudio. Sin embargo, es de aceptar que esta hora no pudo ser la mejor para evaluar la presencia de *M. costarricensis*, dados sus hábitos crepusculares (Genty, 1985).

En este estudio no se registraron individuos de *E. subvittatus* ni *M. palmarum*, los cuales habían

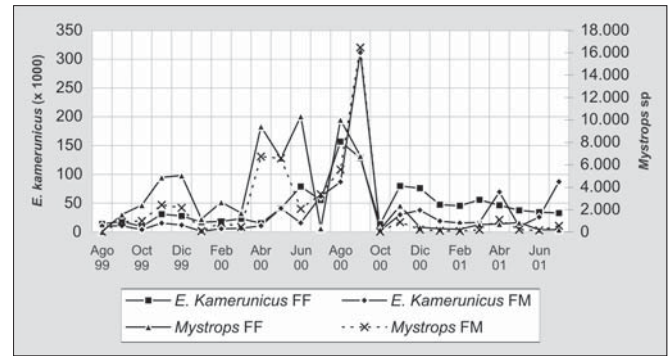


Figura 1 Fluctuación de la población de insectos polinizadores en inflorescencias masculinas y femeninas de palma de aceite de 10 años en la zona de Tumaco

sido registrados como polinizadores nativos de la palma de aceite en la zona occidental de Colombia (Syed, 1984; Mondragón y Roa, 1985). Esto puede indicar que los insectos posiblemente fueron desplazados con la introducción de *E. kamerunicus*.

El comportamiento de las poblaciones de insectos polinizadores disponibles por inflorescencias femeninas en estado de antesis fue bastante fluctuante (Fig. 1). Se registraron poblaciones desde 1.217 en enero de 2000 hasta 311.552 en septiembre del mismo año. Estos resultados se debieron posiblemente a la alta variabilidad observada en la relación de inflorescencias masculinas y femeninas en las palmas evaluadas, que osciló entre 0,071 y 2,667 (Tabla 1).

Al analizar el comportamiento de las poblaciones de insectos polinizadores con relación a los factores climáticos, se encontró que la lluvia, y especialmente los días con precipitaciones mayores a 20 mm, afectaban hasta en 47% las poblaciones de insectos (Tabla 2 y Fig. 2). Lo anterior corrobora lo afirmado por Syed (1984) y es contrario a lo encontrado por Dhileepan (1994), quien manifiesta que la población de *E. kamerunicus* en inflorescencias masculinas está correlacionada positivamente con la precipitación y el número de días de lluvia. Con respecto a la temperatura no se encontró ninguna relación, aunque la promedio mínima fue de 22,3 °C y la máxima de 30,1 °C.

Según Genty (1985), las temporadas de lluvias pueden ser adversas para las poblaciones de los insectos polinizadores debido a la rápida

Tabla 1

Promedio del número de insectos polinizadores por inflorescencia masculina, población disponible por inflorescencia femenina, porcentaje de polinización, precipitación y relación de inflorescencias mensual en palmas de aceite de 10 años en la zona de Tumaco

Lectura	Población en inflorescencias masculinas de		Población en inflorescencias femeninas de		Porcentaje polinización	Relación inflorescencias	Precipitación (mm)
	<i>E. kamerunicus</i>	<i>M. costarricensis</i>	<i>E. kamerunicus</i>	<i>M. costarricensis</i>			
ago-99	13.804	16	10.353	12	44,06	0,75	45,4
sep-99	18.413	1.566	10.741	903	31,65	0,58	296,5
oct-99	9.606	2.400	3.955	988	29,51	0,41	261,1
nov-99	31.000	4.861	15.500	2.430	50,18	0,50	147,3
dic-99	27.873	5.043	11.945	2.161	47,44	0,43	121,3
ene-00	17.044	1.155	1.217	82	33,85	0,07	205,6
feb-00	18.393	2.669	5.659	821	38,49	0,31	437,2
mar-00	23.194	1.699	6.244	457	37,89	0,27	358,5
abr-00	15.234	9.416	10.881	6.725	60,51	0,71	229
may-00	41.249	6.571	41.249	6.571	39,59	1,00	330
jun-00	78.968	10.318	15.793	2.064	55,74	0,20	246
jul-00	55.176	321	62.073	3.361	46,05	1,13	228
ago-00	156.753	10.023	87.085	5.568	59,10	0,56	91
sep-00	128.286	6.782	311.552	16.470	56,50	2,43	126
oct-00	13.666	216	2.562	40	62,34	0,19	294
nov-00	79.968	2.360	29.988	885	69,03	0,38	66
dic-00	76.115	426	38.057	213	64,25	0,50	194
ene-01	47.278	295	18.911	118	56,10	0,40	397
feb-01	45.651	243	15.650	81	58,09	0,33	147
mar-01	56.103	669	16.830	200	63,67	0,30	209
abr-01	46.415	723	69.623	1.085	59,27	1,50	262
may-01	37.660	846	9.415	212	60,05	0,25	415
jun-01	34.468	197	25.851	148	65,74	0,75	171
jul-01	32.727	209	87.272	557	69,49	2,67	138
Media	46.043	2.876	37.850	2.173	52,44	0,69	225,66
Desv. estándar	36.452	3.379	63.705	3.663	12,18	0,66	108,91

Tabla 2

Correlaciones lineales por el método de Pearson entre las poblaciones de insectos polinizadores de inflorescencias masculinas y variables climáticas durante 24 meses de observación

Poblaciones de		Días de lluvia	Precipitación (mm/mes)	Temperatura (°C)
<i>E. kamerunicus</i>	Valor P	-0,4707*	-0,3718	0,0743
	R ²	0,0406	0,0737	0,7301
<i>M. costarricensis</i>	Valor P	-0,4686*	-0,1470	-0,0700
	R ²	0,0209	0,4932	-0,7453

* Significancia del 0,05

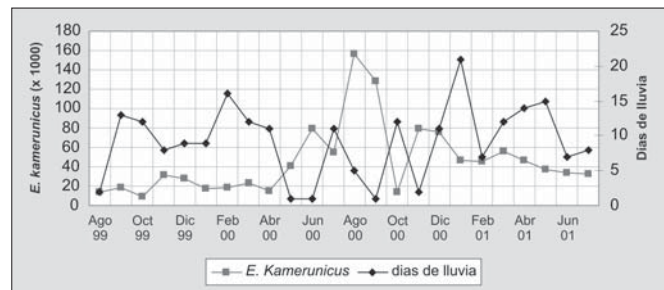


Figura 2

Relación entre poblaciones de *E. kamerunicus* por inflorescencias masculinas de palma de aceite y los días de lluvia por mes en zona de Tumaco



descomposición del polen al final de la antesis; de igual forma se comprobó que durante un aguacero o inmediatamente después de éste, la actividad de los insectos sobre las flores femeninas es nula.

Relación entre población de polinizadores y la polinización
E. kamerunicus fue introducido en América en 1985 (Colombia, Ecuador, Costa Rica y Honduras) y en algunos países trajo como resultado un incremento favorable en el porcentaje de polinización (Chinchilla, 1988; Chinchilla y Richardson, 1990).

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que el promedio del porcentaje de polinización de la Zona Occidental con la presencia de *E. kamerunicus* se encuentra en 52,44% con una SD de 12,18%. Esto indica que la presencia del gorgojo 16 años después de su introducción no presenta mejoría con respecto a los promedios registrados en 1984, cuando eran de 58,42% (Mondragón y Roa, 1985). Lo anterior es contrario a lo encontrado en estudios realizados por Central Plantation Crops Research (CPCRI), en Palode (India), que demostraron que la introducción del *E. kamerunicus* aumentó la formación de frutos de 36,9 a 56,3% durante el primer año, hasta 66,5% durante el segundo año y desde el tercer año en adelante la formación de frutos varió entre 70,5 y 78,3% (Dhileepan, 1989, citado por Ponnamma, 1999).

Los resultados del análisis de racimos mostraron que las poblaciones de insectos polinizadores registradas durante el estudio no eran el principal factor incidente en los bajos porcentajes de polinización. Con poblaciones menores de 3.000 polinizadores disponibles por inflorescencia femenina se lograron polinizaciones de 62%, promedios superiores al de la zona de Tumaco, y con poblaciones de más de 40.000 insectos se obtuvieron polinizaciones menores al 40% (Tabla 1). Syed y Saleh (1988) consideran que para obtener una buena polinización es necesario tener una disponibilidad de 3.000 insectos polinizadores por inflorescencia masculina, situación que no se cumplió para la zona de Tumaco.

Como se mencionó anteriormente, no se encontró relación entre el porcentaje de polinización y la población de insectos polinizadores disponibles

por inflorescencia femenina. Sin embargo, se observó que cuando las poblaciones de *E. kamerunicus* aumentan en las inflorescencias masculinas, se presenta una reducción en la calidad del polen acarreado por los insectos, lo cual también se ve reflejado en bajas polinizaciones (Fig. 3).

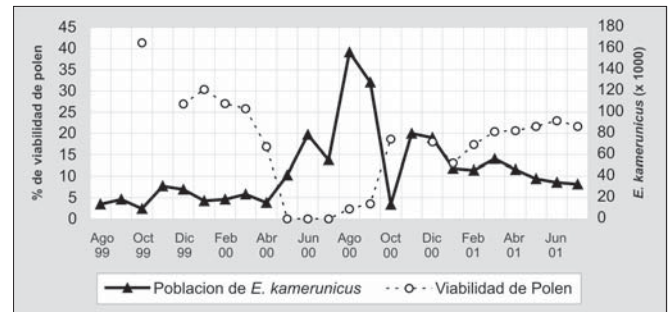


Figura 3 Relación entre la viabilidad del polen acarreado por *E. kamerunicus* y su población en inflorescencias masculinas de palmas de 10 años en la zona de Tumaco

Los resultados estadísticos de correlaciones lineales según Pearson mostraron que al relacionar altas poblaciones de *E. kamerunicus* en inflorescencias masculinas con el porcentaje de viabilidad del polen transportado por los mismos insectos, se obtienen correlaciones inversas altamente significativas ($r = -0,67$). Esto permite deducir que en la medida en que aumentan las poblaciones de insectos polinizadores, disminuye la viabilidad del polen que transporta *E. kamerunicus*. Esta correlación posiblemente se deba a que en los meses en que se registraron las poblaciones más altas del gorgojo, los granos de polen presentaron malformaciones físicas. Este daño es ocasionado por la sobrepoblación de insectos polinizadores y por la competencia por alimento en las espigas de las inflorescencias masculinas. Lo anterior se sustenta con la afirmación de Syed (1984), quien manifiesta que *E. kamerunicus* se alimenta de la parte profunda de la antera y de granos de polen. Con los resultados y el análisis estadístico se estima que cuando se presentan poblaciones superiores a 58.000 especímenes por inflorescencia masculina, se puede generar competencia alimentaria, deprimiendo la calidad de los granos de polen (Fig. 4). Estos mismos resultados fueron registrados por Restrepo y colaboradores (2000)

para la Zona Norte colombiana, donde se encontró que el porcentaje de polinización estaba directamente influenciado por las poblaciones de *E. kamerunicus*, con correlaciones altamente significativas ($r=-0,6123$), concluyendo que bajas poblaciones de este insecto polinizador producen altos porcentajes de polinización.

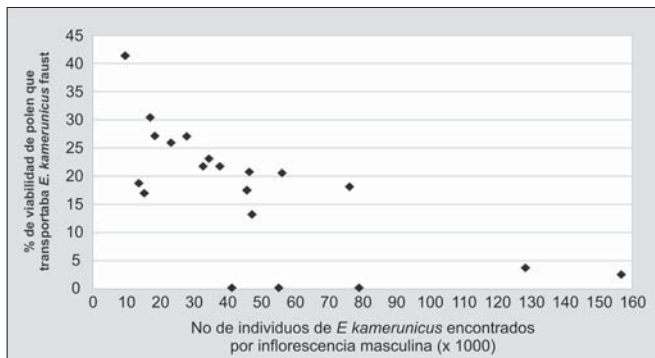


Figura 4 Número de individuos de *E. kamerunicus* Faust por inflorescencia masculina y su relación con el porcentaje de viabilidad de polen que transporta. Plantación Salamanca S.A. Tumaco, Nariño (1999 – 2001)

Para el caso de las poblaciones de *M. costarricensis* disponibles por inflorescencia masculina y femenina y la viabilidad del polen transportado por *E. kamerunicus*, se presentaron de igual manera correlaciones significativas, de $r = -0,49$ y $-0,47$, respectivamente. Esto muestra que poblaciones altas de *M. costarricensis* afectan negativamente la viabilidad del polen que transporta *E. kamerunicus*, ya que las poblaciones de los insectos polinizadores encontrados aumentaban o disminuían simultáneamente. Lo anterior soporta lo manifestado por Genty y colaboradores (1983), en el sentido de que insectos del género *Mystrops* se alimentan de los granos de polen.

Este estudio permitió desarrollar un ajuste matemático de modelo cuadrático altamente significativo. Con este ajuste es posible estimar el porcentaje de polinización que puede presentarse en la época de maduración del racimo, conociendo el número de insectos de *E. kamerunicus* presentes por inflorescencia masculina. Al sustituir en el modelo los valores encontrados durante las observaciones se pudo determinar que:

$$\text{Polinización} = 11,264822 + 0,001779 (E. kamerunicus/\text{inflorescencia masculina}) - 0,00000001553 (E. kamerunicus/\text{inflorescencia masculina})^2$$

Y al derivar el modelo estadístico, resulta la población de *E. kamerunicus* con la que se obtiene la mejor polinización, donde:

$$X = b / 2X$$

X = Número de insectos *E. kamerunicus* Faust

Entonces $X = 0,001779 / 2 (0,00000001553)$.

$$X = 59.300$$

El número óptimo de *E. kamerunicus* que pueden cumplir la función polinizadora por inflorescencia masculina es 59.300 individuos, bajo las condiciones edáficas y climáticas de la zona de Tumaco.

Además, se dedujo que poblaciones mayores a 120.000 individuos de *E. kamerunicus* por inflorescencia masculina llegan a ser perjudiciales para la polinización de los racimos de la palma de aceite. Los datos ajustados al modelo cuadrático (Fig. 5) muestran este comportamiento e indican que las poblaciones bajas de los insectos polinizadores en la zona de Tumaco no afectaron la polinización debido a que éstas aún eran más altas que las de 12.870 individuos registradas por Syed y Saleh (1988). En este estudio sólo se registró un caso menor de 9.606 individuos, que no mostró consecuencias negativas en la polinización.

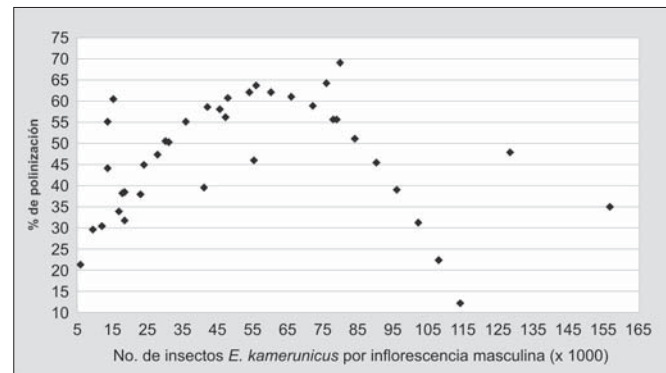


Figura 5 Efecto de los diferentes niveles poblacionales del insecto *E. kamerunicus* Faust sobre el porcentaje de polinización de la palma de aceite. Plantación Salamanca S.A. Tumaco, Nariño (1999 – 2001)



Efecto del porcentaje de polinización sobre el porcentaje de aceite por racimo de la palma de aceite

En el presente estudio se pudo determinar que en la medida en que aumenta el porcentaje de polinización se incrementa el porcentaje de aceite por racimo. Con el fin de ordenar estos datos de una mejor manera, se realizó un ajuste que generó un modelo matemático de tipo cuadrático que fue altamente significativo.

Aplicando la fórmula de tipo cuadrático se obtiene que:

$$\% \text{ de aceite por racimo} = 8,52 + 0,51067 (\% \text{ de polinización}) - 0,00334 (\% \text{ de polinización})^2$$

Con los registros de los análisis de racimos evaluados entre julio y octubre de 2001 se muestra claramente el comportamiento ascendente en la tasa de extracción de aceite que se establece a partir del 65% de polinización, marcando un rango similar en las cantidades de aceite hasta el 85% de polinización (Fig. 6). Se nota la varianza observada en la variable "aceite a racimo", la cual se puede ver influenciada principalmente por los cambios en la eficiencia de la polinización (establecimiento de fruto), aunque después del 85% de polinización se baja la extracción de aceite en pocas cantidades. Esto se debe a que existe una varianza mostrada por las variables "aceite a mesocarpio" "mesocarpio a fruto"; en este porcentaje de polinización el fruto es aún más pequeño y la almendra aumenta su tamaño, por lo que las cantidades de mesocarpio son menores (Sánchez, 2002).

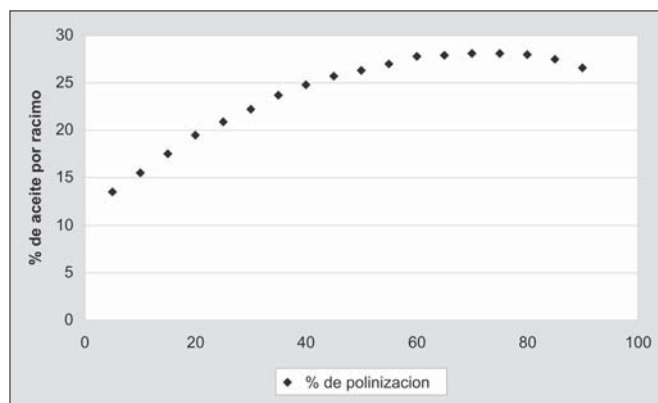


Figura 6 Efecto del porcentaje de polinización sobre el porcentaje de aceite por racimo. Plantación Salamanca S. A. Tumaco, Nariño (2001)

La variación en el total de frutos en el racimo puede estar asociada al exceso de precipitación y su efecto sobre la viabilidad o disponibilidad del polen y sobre la actividad o población de insectos polinizadores (Chin *et al.*, 1996).

En el desarrollo del trabajo se pudo notar cómo puede ser afectada la polinización por la reducida producción y viabilidad del polen en días lluviosos, siendo mayor el daño cuando las lluvias son superiores a 20 mm por día (Sánchez *et al.*, 2002).

Además, cantidades superiores a 58.000 adultos de polinizadores originan malformaciones en los granos de polen que pueden ocasionar bajas en la polinización y, por ende, en el volumen de aceite por racimo.

Conclusiones

- Poblaciones disponibles hasta de 1.200 polinizadores por inflorescencia femenina son suficientes para la polinización de palma de aceite en la zona de Tumaco
- La precipitación, y especialmente los días de lluvia, afectan la población de *E. kamerunicus* hasta en 47%
- Poblaciones superiores a 58.000 insectos polinizadores por inflorescencia masculina están afectando la calidad del polen
- La baja calidad del polen acarreado por el polinizador afecta directamente la polinización de inflorescencias femeninas de la palma de aceite en Tumaco
- Cantidades superiores a 55.000 especímenes de *E. kamerunicus* Faust por inflorescencia masculina, afectaron negativamente la polinización de la palma de aceite
- Poblaciones de *Mystrops costarricensis* superiores a 4.000 especímenes por inflorescencia masculina afectaron la viabilidad del polen que transporta *E. kamerunicus* a la inflorescencia femenina
- No se observaron poblaciones de *E. subvittus* en la zona de Tumaco; posiblemente han sido desplazadas por las altas poblaciones de *E. kamerunicus*.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración y participación de la Plantación Palmas Oleaginosas Salamanca S.A. en el desarrollo del estudio. ☼

Bibliografía

- CHAN, L.; SHAWALUDDIN. 1993. Proceeding of national seminar on palm oil estration rate. Problems and issues, p.21-22.
- CHIN, C.; FOONG, S.; MOHD, H. 1996. Production, oil and kernel yields over a 14 years period (1982 to 1995) for FELDA'S. lysimeter and two surrounding palm. Inf proceeding of oil and kernel production in oil palm. A global perspective, p.55-77.
- CHINCHILLA, C. 1988. Insectos polinizadores y polinización en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). Boletín técnico 2 . ASD, Costa Rica (2), p.41-51.
- CHINCHILLA, C.; RICHARDSON, D. 1990. Polinización en palma de aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). En: Centroamérica 1. Población de insectos y conformación de racimos. Turrialba, Costa Rica, 40 (4), p.452-460.
- CHOW, C. 1993. The variability of oil palm extractions rations. In: Proceeding of the national seminar on oil extraction rate: problems and issues, p.17-24.
- DHILEEPAN, K. 1994. Variation in populations of the introduced pollinating weevil, (*Elaeidobius kamerunicus*) (Coleoptera: Curculionidade) and its impact on fruit set of oil palm (*Elaeis guineensis*) in India. Bullent research, 84, p.477-485.
- FEDEPALMA. 2001. Situación económica de la Agroindustria de la Palma de Aceite en Colombia durante 2001 y perspectivas para 2002. En: Anuario estadístico Fedepalma, Colombia.
- GENTY, P.H. 1985. Polinización entomófila de la palma africana en América Tropical. Oleagineux 41(3), p.99-112.
- GENTY, P.H.; GARZÓN, A. 1983. Insectos polinizadores en palma africana. En: Resúmenes X Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Bogotá, Colombia.
- MONDRAGÓN, V.; ROA, J. 1985. Censo de entomofauna asociada con inflorescencias masculinas y femeninas y análisis de polinización en palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), palma americana (*Elaeis melanococca*) e híbrido interespecífico (*E. guineensis* x *E. melanococca*). Palmas, Colombia, v.6, no.1.
- PONNAMMA. 1999. Variación diurna en la población de *E. kamerunicus* en las inflorescencias masculinas de palma de aceite en antesis. Revista v.75, no.881, p.405-410.
- RESTREPO, L.F.; CALVACHE, H.; RUIZ, R.; MÉNDEZ, A; SALAMANCA, J.C. 2000. Fluctuación de poblaciones de polinizadores de la palma de aceite y su relación con la formación de racimos en la zona norte de Colombia. Ceniavaces. Boletín divulgativo no. 71. Cenipalma, 3p.
- SÁNCHEZ, E. 2002. Efecto de tres factores que inciden en la polinización de la palma de aceite, *Elaeis guineensis* Jacq. en la zona de Tumaco Colombia. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 73p.
- SÁNCHEZ, E.; SALAMANCA, J.C.; CALVACHE, H.; ORTIZ, L.E. 2002. Efecto de la precipitación en la viabilidad del polen. Ceniavances. Boletín divulgativo no. 92. Cenipalma, 4p.
- STERLING, F.; MONTOYA, C.; ALVARADO, A. 1997. Efecto del clima y la edad del cultivo sobre la varianza de algunos componentes del racimo de la palma aceitera, en Coto (Costa Rica). ASD Oil Papers no. 16, p.19-30.
- SYED, R.A. 1982. Insect pollination of oil palm: feasibility of introducing *Elaeidobius* spp. into Malaysia. In: E. Pushparajah: Chew Poh Soon (eds.). The oil palm in agriculture in the eighties, v.1. The incorporated society of planters Kuala Lumpur. p.263-289.
- SYED, R.A. 1984. Los insectos polinizadores de la palma africana. Palmas, Colombia, v.5, no.3, p.19-64.
- SYED, R.A.; SALEH, A. 1988. Población de *Elaeidobius kamerunicus* Faust en relación con la conformación de racimos. Palmas, Colombia, v.9, no 2, p.29.
- YÁÑEZ, E.E.; GARCÍA, J.E. 2000. Metodología alterna de muestreo y análisis de racimos de palma de aceite. Ceniavances. Boletín divulgativo no. 76.
- ZENNER DE POLANÍA, I.; POSADA, F. 1992. Manejo de insectos, plagas y benéficos de la palma africana. Manual de asistencia técnica no. 54, p.99-104.