

Polinización con insectos en palma de aceite ¿Es el momento para evaluar la viabilidad a largo plazo y la sostenibilidad del *Elaeidobius kamerunicus*?*

Insect Pollination of Oil Palm -Time to Evaluate the Long-term Viability and Sustainability of *Elaeidobius kamerunicus*?

R. W. Caudwell¹

RESUMEN

El gorgojo polinizador africano, *Elaeidobius kamerunicus* Faust, fue introducido desde África a las regiones palmeras de Asia y el Pacífico a principios de la década 1980. Estas introducciones fueron muy exitosas, eximiendo la necesidad de la polinización asistida, mejorando significativamente la formación de frutos y, por lo tanto, aumentando los rendimientos. Esta introducción hizo una contribución significativa a la viabilidad económica de la palma de aceite en toda la región. Sin embargo, existe actualmente una seria preocupación sobre la estrecha base genética de la población del gorgojo, al igual que los efectos negativos del parasitismo en los polinizadores por parte de nematodos. Estos asuntos deben ser tomados seriamente en cuenta por parte de la industria y se deben realizar investigaciones urgentes para resolver estos problemas. Este artículo analiza la polinización con insectos en palma de aceite, en términos generales, y presenta, igualmente, información sobre la introducción del *E. kamerunicus* a Asia y el Pacífico. También ofrece detalles sobre un proyecto de investigación que se está realizando actualmente en Papúa Nueva Guinea para resolver las preocupaciones sobre la población del polinizador. La conclusión es que ha llegado el momento para que la industria de la palma de aceite evalúe la viabilidad y sostenibilidad a largo plazo del *E. kamerunicus* y la sugerencia es que esto podría ser más efectivo si se hace a nivel regional.

SUMMARY

The African pollinating weevil *Elaeidobius kamerunicus* was introduced from Africa into the oil palm growing regions of Asia and the Pacific in the early 1980s. These introductions were very successful, dispensing with the need for assisted pollination, significantly improving fruit set, and hence increasing yields. The introduction therefore made a significant contribution to the economic viability of oil palm throughout the region. However, there are now serious concerns about the narrow genetic base of the weevil population, as well as the detrimental effects of parasitism of the weevils by nematodes. These matters should be taken very seriously by the industry and research should be undertaken with the utmost urgency to address these problems. This paper discusses insect pollination of oil palm in general, as well as giving the background to the introduction of *Elaeidobius kamerunicus* into Asia and the Pacific. Details are also given of a research project currently being conducted in Papua New Guinea to address the concerns about the weevil population. It is concluded that this is an appropriate time for the oil palm industry to evaluate the long-term viability and sustainability of *Elaeidobius kamerunicus*, and suggested that it may be more effective for this to be done at a regional level.

Palabras claves: Palma de aceite, Polinización, Polinizadores, Huella genética, Nematodos de insectos, *Elaeidobius*, Marcadores moleculares, AFLP, Variación genética.

* tomado de: The Plantel (Malasia) v.77 no.901, p.181-190. 2001. Traducido por: Fedepalma.

1 Oil Palm Research Association, Dami Research Station, P.O. Box 97, Kimbe, West New Britain Province, Papua New Guinea.

INTRODUCCIÓN

Hasta finales de la década de 1970 se pensaba que la palma de aceite era anemófila y no entomófila (Jagoe 1934; Lepesme 1947; Gray y Bevan 1966; Hardon y Turner 1967; Hartley 1967; Hardon 1973; Turner y Gillbanks 1974; Hardon y Corley 1976). La creencia de que la palma de aceite era polinizada por el viento se originó en la supuesta falta de evidencia sobre cualquier insecto polinizador efectivo. Esto parece haber sido sustentado con las altas densidades de polen en la atmósfera observadas a distancias significativas de las inflorescencias masculinas (Hardon y Turner 1967). Sin embargo, Hardon y Turner (1967) encontraron que el inicio de las lluvias causa una disminución inmediata en la densidad de polen en la atmósfera y que la densidad de polen se ve más influenciada por el número de días en que llueve que por la precipitación total. Syed (1979) reportó que esta observación llevó a algunos cultivadores, especialmente aquellos que habían trabajado en Camerún, a sospechar de la participación de otros factores en la dispersión del polen, ya que en la época de invierno llueve casi todos los días y la polinización natural es adecuada durante este período.

Antes de la publicación del artículo de Syed (1979), se había publicado muy poca evidencia que sugiriera que los insectos juegan un papel muy importante en la polinización de la palma de aceite. Sin embargo, Chevalier (1910) atribuyó la polinización en Africa Occidental a un gorgojo (*Derelomus* spp. (Coleoptera: Curculionidae-Derelominae)). Hardon (1969) reportó que algunos insectos en Centroamérica y Suramérica, especialmente *Cyclocephala* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae), *Cryptoraea* spp. (Coleoptera: Nitidulidae) y *Trígona* spp. (Hymenoptera: Apidae), se han visto con frecuencia en las inflorescencias del noli o palma de aceite americana, *Elaeis oleifera* (H.B.K.) Cortés, y sugirió que éstos ayudan en la transferencia de polen a la parte inferior de la inflorescencia femenina. Lepesme (1947) reportó que una gran cantidad de insectos, especialmente abejas, moscas de la familia Tabanidae (Díptera) y gorgojos de la subfamilia de Derelominae son atraídos por las inflorescencias masculinas. Sugirió igualmente que tres especies de *Prosoestus* (Coleoptera: Curculionidae) visitan las inflorescencias femeninas

(Lepesme 1947). Gater (1925) consideró que las abejas *Apis* spp. y *Melipona* spp. (Hymenoptera: Apidae) juegan un papel importante en la polinización. Corbett y Gater (1926) criaron *Pyroderces centrophanes*, (Meyrick), *Anatrachyntis falcatella* Stainton y *Sathrobrotia shnplex* (Walsingham) (Lepidoptera: Cosmopterygidae) en flores muertas de palma de aceite. Jagoe (1934) sugirió que los insectos nocturnos pueden estar involucrados, ya que *P. centrophanes* se encontraba entre los insectos registrados en inflorescencias durante la noche.

INVESTIGACIONES SOBRE EL POSIBLE PAPEL QUE JUEGAN LOS INSECTOS EN LA POLINIZACIÓN DE PALMA DE ACEITE

Syed inició un proyecto a finales de la década de 1970 para determinar si los insectos o cualquier otro organismo contribuían a la polinización de la palma de aceite. Los estudios iniciales de Syed se realizaron en Camerún, en un área donde la palma de aceite es de carácter nativo y no se requería la polinización asistida. Se consideró que en esta área los niveles de formación de frutos (*fruitset*) eran los adecuados sin la intervención humana y era por lo tanto razonable asumir que la polinización natural era satisfactoria. Este fue el caso aún durante la época de lluvias cuando la dispersión del polen es poco común.

El trabajo de Syed incluyó estudios de dispersión del polen por el viento desde las inflorescencias masculinas. Estos estudios indicaron que algo de polen, especialmente el de las palmas más altas, alcanzaba las palmas adyacentes y por lo tanto era capaz de polinizar adecuadamente las inflorescencias femeninas. Sin embargo, Syed (1979) concluyó que en ausencia de un gran número de inflorescencias masculinas bien colocadas, no se podía esperar que el viento por sí solo produjera una polinización adecuada, especialmente durante la época de lluvias.

Al inspeccionar inflorescencias masculinas y femeninas, Syed encontró un gran número de insectos. Estos insectos se hallaron en las inflorescencias masculinas durante la antesis y en las flores femeninas durante los primeros días de la receptividad. De aquellos insectos que se encon-

traron en las inflorescencias masculinas, los de mayor abundancia fueron *Elaeidobius* spp. (Coleoptera: Curculionidae) y *Atheta* spp (Coleoptera: Staphylinidae). Estos incluían *E. kamerunicus* Faust, *E. plagiatus* Fhs. y *E. subvittatus* (Faust). De todos aquellos insectos presentes en grandes cantidades en las inflorescencias masculinas, sólo *E. subvittatus* y *Atheta* sp. fueron encontrados en las inflorescencias femeninas y sólo estaban presentes en pequeñas cantidades. Sin embargo, observaciones continuas de las inflorescencias femeninas durante su período de receptividad revelaron que un gran número de insectos las visitaban durante el día y que estos insectos tendían a llegar en nubes intermitentes.

Syed encontró que todas las especies que visitaban las inflorescencias masculinas también visitaban las inflorescencias femeninas. Se encontró un gran número de insectos en las inflorescencias masculinas y Syed (1979) reportó que algunos de éstos abandonaban continuamente las flores y que generalmente estaban cargados con granos de polen. Para investigar si el polen era en realidad llevado a las flores femeninas, Syed (1979) capturó insectos en las inflorescencias femeninas y los examinó bajo el microscopio.

Syed (1979) reportó que las especies de *Elaeidobius* llevaban el mayor número de granos de polen, pero que existía gran diferencia en el número de granos llevados. La viabilidad del polen obtenido en los cuerpos de los insectos capturados en las inflorescencias femeninas se examinó en pruebas de germinación. Syed (1979) reportó que un 68,5% del polen era viable y concluyó que la mayor parte del polen era fresco.

Syed (1979) concluyó que los estudios realizados en Camerún mostraban que existía un grupo de insectos de carácter nativo que transfería el polen de las inflorescencias masculinas a las femeninas. Syed (1979) realizó experimentos similares en Malasia Peninsular, donde la presencia de especies de trips (Thysonoptera) en las flores de palmas

viejas está asociada con un nivel aceptable de polinización natural, lo que no ocurre en las palmas jóvenes donde los trips son escasos. Syed (1979) también realizó experimentos en Sabah, donde los insectos son escasos en las flores de las palmas y la polinización es deficiente. Syed (1979) concluyó, sobre la base de este trabajo, que la palma de aceite es esencialmente polinizada por insectos, aunque puede haber algo de polinización por el viento.

LA INTRODUCCIÓN DE LOS GORGOJOS AL SURESTE ASIÁTICO

El *E. kamerunicus* fue seleccionado para la introducción en el Sureste asiático, ya que Syed (1979, 1982) reportó que éste era el más numeroso tanto en épocas secas como húmedas y que llevaba más granos de polen que las demás especies de *Elaeidobius*. Syed (1979, 1982) reportó igualmente que el *E. kamerunicus* tenía una alta tasa reproductiva, buena capacidad de búsqueda y era específico en cuanto al huésped. Se concluyó que era seguro introducir este gorgojo en otras áreas donde se cultiva la palma de aceite.



Entre julio y diciembre de 1980, llegó a Malasia el *E. kamerunicus* bajo medidas de cuarentena a cargo del Ministerio de Agricultura (Kang y Zama 1982). Una vez se confirmó que el insecto era específico para la palma de aceite, entonces se liberó en dos plantaciones de Pamol en Johor y Sabah durante febrero y marzo de 1981. Ya en abril de 1982, el *E. kamerunicus* estaba presente en casi todas las plantaciones de palma de aceite de Malasia.

Barsi (1984) concluyó que la introducción del *E. kamerunicus* en Malasia tuvo los siguientes efectos positivos:

- Se prescindió de la necesidad de una polinización asistida.
- Se mejoró significativamente la formación de frutos de un promedio de 52 a 71%.

Aumentó la relación fruto a racimo de un promedio de 57,7 a 64,7%.

Se aumentó en el peso medio del racimo de 14,6 a 18,7 kilogramos.

Se mejoró la relación aceite a racimo de un promedio de 23,3 a 25,4%.

Se mejoró la relación almendra a racimo de 4,6 a 6,6%.

En 1982 se introdujo el *E. kamerunicus* a Papua Nueva Guinea. Esto resultó en unas mejoras significativas en la polinización de la palma de aceite, similar a aquellas obtenidas en Malasia, tal como lo reportó Basri (1984). La introducción resultó en mejores niveles de formación de frutos y tasa de extracción de aceite, y por lo tanto mejores rendimientos. La introducción del polinizador hizo una gran contribución a la viabilidad económica de la industria de palma de aceite en Papúa Nueva Guinea y fue especialmente beneficiosa para los pequeños palmicultores, quienes aumentaron sus rendimientos significativamente sin aumentar sus costos directos y esto continuó en el mediano y largo plazo.

POLINIZACIÓN DE LA PALMA DE ACEITE EN SURAMÉRICA

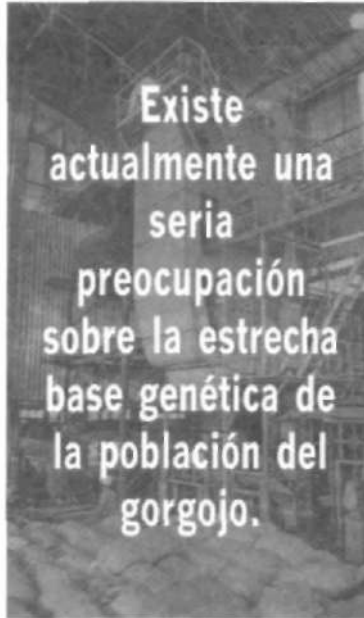
Antes de la reciente introducción de diferentes especies de *Elaeidobius*, la polinización de la palma de aceite en Suramérica se atribuía a dos especies de polinizadores, *Mystrops costaricensis* Gillogly (Coleoptera: Nitidulidae) y *E. subvittatus*. El género *Mystrops*, el cual es exclusivo, se encuentra en las costas del Pacífico de Suramérica y a lo largo de Centroamérica hasta el sur de México. También se encuentra a lo largo de la costa atlántica hasta el extremo occidental de Venezuela y ha penetrado dentro de los Andes a lo largo del valle del río Magdalena en Colombia. La especie *M. costaricensis* se ha subdividido en tres subespecies: *c. costaricensis* en Centroamérica, *c. orientalis* en el interior de Colombia y *c. pacificas* en la costa pacífica. El género

Elaeidobius está representado por una sola especie, *E. subvittatus*. Probablemente esta especie vino de África Occidental vía la costa este de Brasil y luego colonizó toda América Neotropical.

Mariau y Genty (1988) reportaron que en Colombia la lluvia generalmente tiene efectos depresivos tanto en las poblaciones de *Mystrops* como de *Elaeidobius*. Estas fluctuaciones resultan en cambios

significativos en la formación de frutos, lo que puede llevar a una caída del 40% en las inflorescencias polinizadas en la época de lluvias, mientras que en la época seca, los niveles de formación de frutos aumentan hasta en un 80%. Los bajos niveles de formación de frutos originaron interés en la introducción de otros polinizadores a Suramérica para mejorar los rendimientos de la palma de aceite. Por lo tanto, en 1986 se introdujeron otras especies de *Elaeidobius*: *E. kamerunicus* a Colombia, *E. singularis* a Brasil y una mezcla de cuatro especies de *Elaeidobius* a otras plantaciones de la región de Manaos. La situación es diferente en el Ecuador entre la zona del Pacífico, donde existe el *Mystrops costaricensis pacificus* y la

zona del Amazonas donde no había penetrado ninguno de los dos insectos y donde el *E. kamerunicus* fue introducido.



INVESTIGACIONES DETALLADAS SOBRE LA EFICACIA DEL *ELAIDOBIOUS KAMERUNICUS*

Dhileepan (1992, 1994) realizó una serie de investigaciones sobre la eficacia del *E. kamerunicus* en India. Dhileepan (1994) reportó que el *E. kamerunicus* se estableció muy bien en India, pero que la población fluctuaba entre las estaciones, alcanzando su nivel más bajo durante la época seca. Como la población del gorgojo en las inflorescencias masculinas no representó los números reales presentes en un momento dado, se recomendó determinar la fuerza del polinizador así como el tamaño de la población (Dhileepan 1994).

Dhileepan (1994) sugirió que teóricamente el número total de gorgojos presentes en un área en un momento dado (fuerza potencial del polinizador, FPP) depende de la emergencia de la progenie del gorgojo, de la disponibilidad de inflorescencias masculinas (sitio de reproducción) y de la longevidad de los gorgojos adultos. La FPP por hectárea se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$FPP = [Mw \times Ws] \times 13,85$$

donde:

- FPP = Fuerza potencial del polinizador
Mw = Número de inflorescencias masculinas en antesis por hectárea por día.
Ws = Número de progenie de gorgojos emergido por inflorescencia masculina.
13,85 = Promedio de la longevidad (días) de los gorgojos adultos (relación de sexos de 50%)

Sin embargo, Dhileepan (1994) señaló que el total de la población del gorgojo (fuerza potencial realista FPR) por unidad de área depende de la población del gorgojo (número de gorgojos/espiguilla) en las inflorescencias masculinas y el número de inflorescencias masculinas en antesis y disponibles por hectárea. Así que para calcular la FPR no se tiene en cuenta la población de gorgojos en las inflorescencias femeninas, ya que los gorgojos permanecen en la inflorescencia femenina sólo por un corto período. La FPR se puede medir con la siguiente ecuación:

$$FPR = [Mp \times Wp]$$

Donde:

- Mp = número de espiguillas masculinas en antesis por hectárea.
Wp = Promedio población del gorgojo por espiguilla masculina.

Dhileepan (1994) encontró que los adultos de *E. kamerunicus* se congregan en las inflorescencias desde el primer hasta el quinto día de la antesis. La población de gorgojos en la inflorescencia masculina (número de gorgojos por espiguilla) aumentó con el progreso de la antesis y llegó a su

pico alrededor del tercer día de la antesis. Se encontró que la población del gorgojo fue significativamente diferente entre los meses. En la India fue más alta en junio y más baja en febrero.

Las fuerzas realistas y potenciales del polinizador también fluctuaron entre las estaciones y fueron más bajas en febrero. Hubo una correlación significativa entre las fuerzas realistas y potenciales del polinizador, lo que sugiere que el estimativo de la FPP representa el número real de gorgojos presentes en una unidad de área en un momento dado. Sin embargo, no se encontró con relación entre el tamaño de la población de *E. kamerunicus* en la inflorescencia masculina y la fuerza del polinizador, lo que indica que el estimativo de la población en las inflorescencias masculinas (número de gorgojos por espiguilla) no representa el número real de gorgojos presentes por unidad de área y por unidad de tiempo.

Dhileepan (1994) reportó que el *E. kamerunicus* visitó las inflorescencias femeninas desde el primero hasta el quinto día de antesis y el mayor número las visitó durante el segundo y tercero día de la antesis. Las inflorescencias femeninas sólo fueron visitadas durante el día, y la mayoría de los gorgojos visitaron entre las 09.00 h y las 13.00 h. Cada gorgojo con su carga de polen permanece en las inflorescencias femeninas desde unos cuantos segundos a unos cuantos minutos. Dhileepan (1994) no pudo calcular el número de flores visitadas por cada gorgojo en una inflorescencia femenina receptiva. En la inflorescencia femenina, los gorgojos polinizadores hicieron visitas en grupos de varios centenares. Los polinizadores visitaron las inflorescencias femeninas durante lluvias no muy fuertes, pero ninguno las visitó durante las lluvias fuertes. El número de polinizadores que visitan las inflorescencias femeninas varió considerablemente en relación con la estación. Dhileepan (1994) encontró que existe una correlación positiva significativa entre la población de gorgojos en la inflorescencia masculina y el número de gorgojos que visitan la inflorescencia femenina. Sin embargo, no se logró correlacionar la fuerza potencial del polinizador (FPP) y las inflorescencias masculinas y femeninas en antesis por hectárea por día con el número de polinizadores que visitan la inflorescencia femenina. La formación de frutos correlacionó positivamente

con el número de inflorescencias masculinas en antesis por hectárea por día y con la fuerza potencial del polinizador (FPP). La formación de frutos mostró una correlación negativa con el número de días lluviosos, la precipitación total y la humedad relativa. Una regresión gradual hacia atrás indicó que la formación de frutos dependía de la emergencia de la progenie del gorgojo por espiguilla, las inflorescencias masculinas por hectárea por día y el número de días lluviosos. Se pudo concluir que la formación de frutos depende de la fuerza potencial del polinizador y del número de días lluviosos.

Dhileepan (1994) concluyó que la época de lluvias es más favorable para el aumento en la población de *E. kamerunicus* en India. Se pudo observar, igualmente, que el tamaño de la población también depende de la disponibilidad de inflorescencias masculinas al igual que de la emergencia de la progenie, lo que es determinado por varios factores climáticos. El trabajo de Dhileepan también sugiere que la formación de frutos puede ser alta aun cuando la población de gorgojo es baja. Él encontró una reducción en la formación de frutos durante la época de lluvias, aunque la población de gorgojos estuviese al máximo. Esto sugiere que aunque exista una población adecuada de polinizadores, su eficiencia en la polinización se puede ver afectada por el aumento en el número de días lluviosos.

Dhileepan (1992) reportó que la capacidad de llevar el polen del *E. kamerunicus* en la inflorescencia masculina aumento con el día de antesis y llegó a su máximo durante el tercero al quinto día de antesis. La capacidad del gorgojo de llevar el polen es inversamente proporcional a la emergencia del gorgojo por espiguilla. La capacidad del gorgojo macho de llevar el polen fue mucho más alta que la del gorgojo hembra, lo que se debe parcialmente a la mayor área superficial de los machos.

LITERATURA RECIENTE EN RELACIÓN CON EL GORGOJO POLINIZADOR

Recientemente, Ming (1999) resaltó las preocupaciones relacionadas con la ocurrencia periódica de una mala polinización y un mal rendimiento (la caída fue hasta de un 30%) en ciertos sitios de

Malasia. Ming (1999) reportó que las bajas poblaciones del insecto polinizador observadas podrían estar relacionadas con los efectos directos o indirectos del clima, o pueden ser debido al parasitismo por parte de los nematodos *Aphelenchoides bicaudatus* y *Cylindrocorpus* sp., mejorado con los cambios climáticos. Ming (1999) sugirió, igualmente, que un segundo polinizador, por ejemplo el *E. subvittatis* podría sobreponerse a esta situación y por lo tanto complementaría a *E. kamerunicus*. Ming (1999) concluyó que se debe realizar urgentemente un estudio completo sobre este tema.

Rao y Law (1998) informaron sobre el problema de una pobre formación de frutos en partes de Malasia del este. Los autores han resaltado que se han perdido importantes sumas de dinero cada año debido a las reducciones estacionales en RFF, tasa de extracción de aceite (TEA) y tasa de extracción de palmiste debido a una mala formación de frutos. Se ha reportado que ésta se debe a una mala polinización durante los cinco meses anteriores, cuando la población de insectos polinizadores es muy baja. Los autores han sugerido que una deficiente polinización puede ser el resultado de: i) insuficiente polen viable, ii) reducida actividad de polinización por parte del polinizador y iii) combinaciones de i) y ii). La investigación realizada en Pamol desde 1992 ha descartado la baja viabilidad de polen como la causa probable de una diferente formación de frutos. Se encontró que la baja formación de frutos estacional se debe a la mala polinización debido a un número insuficiente de gorgojos polinizadores (Rao y Law 1988). El número de gorgojos cayó dramáticamente cuando sus sitios de reproducción, las inflorescencias masculinas, se volvieron menos abundantes y esto coincidió con la infección extensiva causada por los nematodos parásitos y el clima desfavorable. Rao y Law (1998) vieron la infección por nematodos de los gorgojos como un problema intratable. Ellos sugirieron que las poblaciones actuales del gorgojo, derivadas de unos cuantos pares, podría estar sufriendo de depresión endogámica y por lo tanto sucumben rápidamente al parasitismo por nematodos. Adicionalmente, se sugiere que estos insectos polinizadores no cuentan con las características necesarias para adaptarse a las condiciones húmedas. Syed ha sugerido como acción inmediata importar *E. kamerunicus* de Malasia Peninsular y más adelante, otras especies

de *Elaeidobius* desde África. Rao y Law (1998) consideraron que eventualmente podría ser necesario un complejo de insectos polinizadores, algunos cuyo nicho no sea la inflorescencia de la palma de aceite.

Rao y Law (1998) resaltaron que era necesario realizar investigación previa sobre algunos asuntos claves antes de importar lotes frescos de *E. kamerunicus* o de cualquier otra especie de insecto polinizador del Camerún. Por ejemplo, en su Camerún nativo también se pudo observar una reducción en la población de insectos polinizadores durante la época de lluvia; sin embargo, la reducción fue menos pronunciada. Por lo tanto, sería de gran utilidad determinar la causa de esta reducción en su nativo Camerún.

Una proporción alta de las pupas y gorgojos muertos de la importación original a Malasia estaba infectada por nematodos (Kang et al. 1982) y por lo tanto destruida. Se cree que los nematodos que ahora están causando los problemas fueron probablemente traídos con las poblaciones originales.

Rao y Law (1998) consideraron que la sugerencia de depresión endogámica o una homocigosidad extrema hace surgir la pregunta del por qué los efectos no se manifestaron poco después de la introducción, dado el corto tiempo de generación del polinizador. Adicionalmente, las poblaciones en otros sitios, algunas de las cuales experimentaron clima húmedo estacional, también crecieron a partir de un número limitado de pares de apareamiento. Ellos sugirieron que sería interesante, por lo tanto, ver que tan serio es el problema del parasitismo por nematodos en estas áreas. Rao y Law (1998) concluyeron que el parasitismo por nematodos requiere un entendimiento sobre la forma de parasitismo y los factores predisponentes que favorecen el aumento en el parasitismo por nematodos en la población de gorgojos. Han resaltado, igualmente, que la introducción de nuevos gorgojos en un área dada requiere la predeterminación de niveles de resistencia o por lo menos heterocigosidad, en los

subgrupos, si existen, y en las diferentes especies del gorgojo en el género.

ACCIÓN PARA EVALUAR LA VIABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD A LARGO PLAZO DE *ELAIDOBIOUS KAMERUNICUS*

La industria de la palma de aceite en Papúa Nueva Guinea está considerando seriamente el asunto de la viabilidad y la sostenibilidad a largo plazo del *E. kamerunicus*. Aunque se han logrado excelentes niveles de formación de frutos en la mayoría de las áreas de proyecto dentro de Papúa Nueva Guinea, se considera que es urgente emprender acciones

para resolver el problema de la sostenibilidad de los niveles actuales de polinización del insecto, al igual que lograr mejoras para el futuro.

La población actual de polinizadores dentro de Papúa Nueva Guinea proviene de un pequeño número de insectos introducidos de África Occidental en 1982. Por lo tanto, es evidente que la industria de la palma de aceite en Papúa Nueva Guinea enfrenta el mismo problema que en las otras áreas del Sureste asiático, la estrecha base genética de la población del gorgojo representa un riesgo importante para una producción sostenible y viable.

Está por realizarse un proyecto inicial a dos años. Se va a contar con la participación de la Asociación de Investigación de Palma de Aceite de Papúa Nueva Guinea y el CABI Biosciences del Reino Unido. Los objetivos del proyecto serán:

- i) Seleccionar las poblaciones existentes de *E. kamerunicus* dentro de Papúa Nueva Guinea para observar la infección causada por los nematodos *A. bicaudatus* y *Cylindrocorpus* sp., o cualquier otra especie de nematodo, u otros parásitos y patógenos. Esto incluirá la vigilancia y la supervisión estacional de los niveles de infección, al



igual que estudios detallados de laboratorio para evaluar el impacto que podrían tener las infecciones por nematodos en el estado físico, vigor y fecundidad de la población de insectos polinizadores y, consecuentemente, los niveles de formación de frutos,

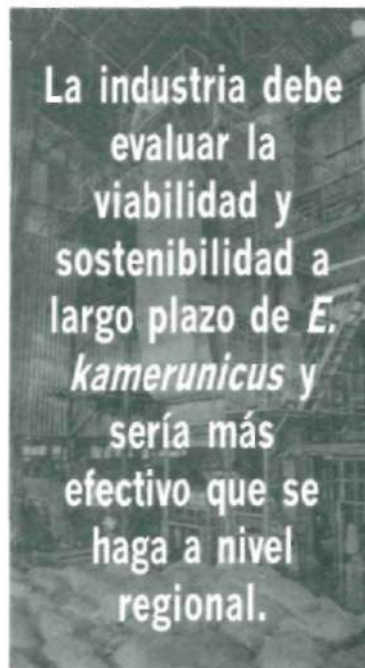
- ii) Determinar el grado de separación genética entre las poblaciones de polinizadores en Papua Nueva Guinea y las poblaciones naturales en África Occidental. Cada vez más se están empleando los marcadores moleculares para caracterizar las poblaciones de plantas y animales. Se pueden utilizar los marcadores para evaluar los niveles de diversidad genética y las relaciones fitogenéticas entre las especies y para identificar las diferentes razas. Se han desarrollado diferentes tipos de marcadores, incluyendo isozyme, RFLOP, RAPD y AFLP. AFLP (Polimorfismo de longitud de fragmento amplificada) es una nueva técnica de huellas de ADN (Vos et al. 1995). La técnica AFLP tiene muchas de las características de un sistema ideal para detectar la variación genética (Majer et al. 1996). Por ejemplo, la variabilidad se evalúa a un gran número de sitios (loci), los marcadores AFLP son 'neutros' (en otras palabras, no están sujetos a las selecciones naturales), la variación es revelada en cualquier parte del genoma, se obtienen rápidamente los datos y se puede reproducir ampliamente (Majer et al. 1996).

La técnica AFLP se basa en la amplificación selectiva del PCR de los fragmentos con restricción de una compilación de ADN geonómico. La técnica incluye tres pasos: a) restricción del ADN y ligación de adaptadores oligonucleótidos, b) ampliación selectiva de grupos de fragmentos con restricción y c) análisis de gel de los fragmentos amplificados. La ampliación de los PCR de fragmentos con restricción se logra utilizando el adaptador y la

secuencia de sitios de restricción como sitios objetivo para el recocido del decodificador de segmentos de ADN ("primer"). La ampliación selectiva se logra mediante el uso de estos decodificadores ("primers") que se extienden hasta los fragmentos con restricción, ampliando sólo aquellos fragmentos en que las extensiones de los decodificadores ("primers") encajan con los nucleótidos que flanquean los sitios de restricción. Utilizando este método se pueden visualizar grupos de fragmentos con restricción mediante PCR sin conocimiento de la secuencia de nucleótidos. El método permite la coampliación específica de un alto número de fragmentos con restricción. Sin embargo, el número de fragmentos que puede analizarse simultáneamente depende de la resolución del sistema de detección. Generalmente se pueden detectar y ampliar aproximadamente de 50-100 fragmentos con restricción en gel de poliacrilamida desnaturalizadas.

La técnica AFLP se utilizará para comparar el grado de separación genética entre las poblaciones de gorgojos introducidos en Papúa Nueva Guinea y las poblaciones de gorgojos naturales en África Occidental. También se realizarán estudios de campo para determinar la interacción entre diversidad genética y el grado e impacto de infección de nematodos al nivel poblacional. La sugerencia de Rao y Law (1998) de que la base genética estrecha puede significar que las poblaciones existentes de gorgojo son más susceptibles al parasitismo de nematodos es algo que se va a evaluar ahora.

- iii) Para evaluar la posibilidad de mejorar la base genética de la población existente de *E. kamerunicus* dentro de Papúa Nueva Guinea, al igual que a nivel regional. Esto puede lograrse mediante la introducción de lotes frescos de la misma especie de gorgojo polinizador, o posiblemente mediante la introducción de una o varias especies de insectos polinizadores de África Occidental o de Suramérica.



Dependiendo del resultado de i), ii) y iii) se realizara un trabajo adicional despues del proyecto inicial. Este trabajo es de alta prioridad para la industria de la palma de aceite en todas las areas del Sureste asiatico, las cuales dependen de los gorgojos introducidos para la polinizacion efectiva. Es el momento adecuado para que la industria vuelva a evaluar la viabilidad y sostenibilidad a largo plazo de *E. kamerunicus*, y tal vez seria mas efectivo que esto se haga a nivel regional.

BIBLIOGRAFIA

- BASRI, M.W. 1984. Developments of the oil palm pollinator *Elaeidobius kamerunicus* in Malaysia. Palm Oil Developments (Malasia) no.2, p. 1-3.
- CHEVALIER, A. 1910. Documents sur le Palmier a Huile. In: Vegetaux utiles de l'Afrique tropical VI1. Paris, p.71-72.
- DHILEEPAN, K. 1992. Pollen carrying capacity, pollen load and pollen transferring ability of the oil palm pollinating weevil *Elaeidobius kamerunicus* in India. Oleagineux (Francia) v.47 no.2, p.55-61.
- DHILEEPAN, K. 1994. Variation in populations of the introduced pollinating weevil (*Elaeidobius kamerunicus*) (Coleoptera: Curculionidae) and its impact on fruitset of oil palm in India. Bulletin of Entomological Research (Reino Unido) v.84, p.477-485.
- GRAY, B.S.; BEVAN, J.W.L. 1966. Assisted pollination. In: The Oil Palm of Malaysia. Ministry of Agriculture and Co-operatives. Kuala Lumpur, p.70-86.
- HARDON, J.J. 1969. Interspecific hybrids in the genus *Elaeis*. 11 Vegetative growth and yield of F₁ Hybrids *E. guineensis* x *E. oleifera*. Euphytica (Raíces Bajos) v.18, p.380-388.
- HARDON, J.J. 1973. Assisted pollination in oil palm: a review. In: R.L. Wastie; D.A. Earp (Eds.). Advances in Oil Palm Cultivation. Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, p. 184-195.
- HARDON, J.J.; CORLEY, R.H.V 1976. Pollination. In: R.H.V Corley; J.J. Hardon; B.J. Wood (Eds.). Developments in Crop Science 1. Elsevier, Amsterdam. 532p.
- HARDON, J.J.; TURNER, P.D. 1967. Observations on natural pollination in commercial plantings of oil palm (*Elaeis guineensis*) in Malaya. Experimental Agriculture (Reino Unido) v.3, p.105-116.
- HARTLEY, C.W.S. 1967. The Oil Palm. Longmans, London. 706p.
- JAGOE, R.B. 1934. Observations and experiments in connection with pollination of oil palm. Malayan Agricultural Journal (Malasia) v.22, p.598-606.
- RANG, S.M.; ZAMA A KARIM. 1982. Quarantine aspects of the introduction into Malaysia of an oil palm insect pollinator. In: International Plant Protection in the Tropics. Proceedings. Malaysian Plant Protection Society, Kuala Lumpur.
- LEPESML, P. 1947. Les insectes des palmiers. Paul Lechavalier, Paris. 903p.
- MARIAU, D.; GENTY, P. 1988. IRHO contribution to the study of oil palm insect pollinator in Africa, South America and Indonesia. Oleagineux (Francia) v.43 no.6, p.233-240.
- MAJER, D.; MITHEN, R.; LEWIS, B.G.; VOS, P.; OLIVER, R.P. 1996. The use of AFLP fingerprinting for the detection of genetic variation in fungi. Mycological Research (Inglaterra) v. 100, p.1107-1111.
- MING, K.S. 1999. The *Elaeidobius kamerunicus* story. The Planter (Malasia) v.75 no.870, p.143-ISO.
- RAO, V.; LAW, I.H. 1988. The problem of poor fruitset in parts of East Malaysia. The Planter (Malasia) v.74 no.870, p.463-483.
- SYED, R.A. 1979. Studies on oil palm pollination by insects. Bulletin of Entomological Research (Reino Unido) v.69, p.213-224.
- SYED, R.A. 1982. Insect pollination in oil palm: Feasibility of introducing *Elaeidobius* spp. into Malaysia. In: L. Pushparajah; P.S. Chew (Eds.). The Oil Palm in Agriculture in the Eighties. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, p.263-289.
- TURNER, P.D.; GILLBANKS, R.A. 1974. Oil palm cultivation and management. Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur. 672p.
- VOS, P.; HOGERS, R.; BLEEKER, M.; REIJANS, M.; VAN DE LEE, T.; HORNES, M.; FRIJTERS, A.; POT, J.; PELEMAN, J.; KUIPER, M.; ZABEAU, M. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. Nucleic Acids Research (Inglaterra) v.23, p.4407-4414.