

"Relación entre las inflorescencias, el clima y los polinizadores en el cultivo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el sur del lago de Maracaibo"

"Relationship between inflorescences, climate and the pollinating in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacquin) plantations located in south lake of Maracaibo, Zulia state"

M.V. Labarca¹, E. Portillo¹ y Z. Narváez²

¹Facultad de Agronomía. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Apartado 15205. Universidad del Zulia. 4005.

²Instituto de Entomología-UCV.

Resumen

La alta productividad de la palma aceitera, está dada por una producción permanente de racimos, la cual a su vez depende de una adecuada polinización que en su mayoría es entomófila. Al respecto, se estudió la fluctuación poblacional de las diferentes especies de polinizadores, para conocer su situación actual en ésta zona, así como su relación con la presencia de inflorescencias masculinas y femeninas en el campo. Para ello se llevó a cabo un muestreo desde diciembre de 2002 hasta noviembre de 2003, en un lote comercial de palma aceitera de tres años de edad, ubicado en el municipio Francisco Javier Pulgar del estado Zulia. Se tomaron según su disponibilidad espiguillas de inflorescencias masculinas en antesis (IMA) y se colocaron trampas en inflorescencias femeninas en antesis (IFA) para capturar a los insectos, los cuales se separaron, identificaron por especie y se contaron. De igual forma se contabilizaron mensualmente el número de IM e IF según su estado, encontradas en las plantas marcadas. Las principales especies recolectadas fueron *Elaeidobius kamerunicus*, *E. subvittatus* y *Mistrops costaricensis*; además, se identificó la presencia de *Thrips hawaiiensis* y de un coleóptero de la familia Smicripidae. Asimismo, se obtuvo una correlación significativa entre el número de IMA y los insectos polinizadores

recolectados, excepto para la especie *T. hawaiiensis*, mientras que la correlación con las IFA sólo fue significativa para la especie *E. subvittatus*. También se registró la precipitación y la temperatura mensual de la zona para observar su efecto sobre la disponibilidad de IMA e IFA, concluyendo que las variaciones en la precipitación mensual causaron fluctuaciones en el número de inflorescencias.

Palabras clave: palma aceitera, polinizadores, inflorescencias, clima.

Abstract

The high productivity of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacquin), is the result of a permanent production of bunches, which mostly depends on pollinating insects. The population fluctuation of the different pollinator species were studied, with the aim of knowing the situation on this specific area of the country as well as their relation to the presence of male and female inflorescences in the field. Therefore, a survey was carried out from December 2002 to November 2003, on a 3-year-old oil palm plantation, located at Francisco Javier Pulgar municipality, Zulia state. Samples were taken from male inflorescences in anthesis (MIA) and traps were placed in the female inflorescences in anthesis (FIA) available in the field, to capture the insects; which were separated, identified per species and counted. The main species found were *Elaeidobius kamerunicus*, *E. subvittatus* and *Mistrops costaricensis*. It was also observed the presence of trips and one coleoptera Smicripidae. The number of male and female inflorescences in the marked plant was registered according to its category. It was observed a significant correlation between MIA and the pollinating insects captured, except for *T. hawaiiensis* specie, whereas the correlation with FIA was only significant for the *E. subvittatus* specie. Besides, the rainfall and mean temperature of region was registered to observing its effect on the availability of MIA and FIA by concluding that variations on month rainfall caused fluctuations on inflorescence number.

Key words: oil palm, pollinating insects, inflorescences, climate.

Introducción

El interés en el fenómeno de la polinización es comprensible, ya que es de vital importancia en la producción comercial del cultivo, pues determina la producción de aceite y almendra.

La alta productividad de la palma aceitera, viene dada por una producción permanente de racimos, la cual a su vez depende de la poliniza-

Introduction

Interest on pollinating phenomenon in comprehensible because has a vital importance for the commercial production of crop since determines oil and almond production.

High productivity of oil palm is originated for a permanent bunches production which depends on

ción que en su mayoría es de tipo entomófila. Durante los años 1979 y 1980, se realizaron una serie de observaciones en Camerún y Malasia, que mostraron con total certeza que los insectos juegan un papel clave en la polinización de la palma aceitera (11).

La polinización de la palma aceitera es realizada principalmente por varios insectos curculiónidos del género *Elaeodobius*. El *Elaeodobius kamerunicus* (figura 1), fue identificado como el insecto polinizador más eficaz de la palma aceitera (11). Las especies de *Elaeodobius* son altamente específicas en cuanto al huésped en que pueden completar su ciclo de vida. *E. kamerunicus* depende en forma total de las inflorescencias masculinas de *E. guineensis* para su sobrevivencia como especie (9).

E. subvittatus (figura 2), es también muy específico pero puede sobrevivir asociado a *E. oleifera* y el adulto puede alimentarse por algún tiempo aún en flores de cocotero (*Cocos nucifera*) aunque aquí no puede completar su ciclo de vida. Según algu-

pollinator insects. During 1979 and 1980's, several observations were made in Camerun and Malasia that showed with certainty a key role played by insects on oil palm pollinating (11).

Oil palm pollinating is accomplished by several curculionids insects of *Elaeodobius* genus. *Elaeodobius kamerunicus* (figure 1) was identified as the pollinator insect more efficient of oil palm (11). Species of *Elaeodobius* are highly specific in relation to the host in where they can complete their life cycle. *E. kamerunicus* depends on a total way of male inflorescences of *E. guineensis* for surviving as specie (9).

E. subvittatus (figure 2) is also specific but it is capable of surviving associated to *E. oleifera* and the adult can feeding by some time even on coconut (*Cocos nucifera*) flowers, although in here it cannot be completed its life cycle.

According some researches, *E. oleifera* specie permits the feeding, oviposition as a development of *E.*



Figura 1. Vista dorsal del macho de *E. kamerunicus*, se observan pelos marginales.

Figure 1. Dorsal view of *E. kamerunicus* male, margin hairs are observed.



Figura 2. Vista dorsal de *E. subvittatus*, se observa color amarillo con franjas. oscuras.

Figure 2. Dorsal view of *E. subvittatus male*, a yellow color with dark stripes is observed.

nas investigaciones la especie *E. oleifera* permite la alimentación, oviposición y desarrollo de *E. kamerunicus* pero los insectos son más pequeños y la tasa de reproducción es muy reducida (13).

En la axila de cada primordio foliar se encuentra localizado un primordio floral el cual al principio es bisexual con el potencial de diferenciarse en una inflorescencia ya sea femenina, masculina o hermafrodita, lo cual depende de las condiciones climáticas y del manejo dado por el hombre, principalmente en relación con la fertilización y la poda (2).

Las inflorescencias femeninas inician su antesis en la base de la espiguilla y la mayor parte de las flores abren a los dos días, existiendo un intervalo de una semana entre la antesis de la primera y la última flor. El período receptivo de una flor femenina es de 36 a 48 horas. Cuando el polen de esas flores está viable, los lóbulos del estigma están separados, se tornan amarillo claro y producen un olor a anís más leve que el de las

kamerunicus, but insects are littler and reproduction rate is more reduced (13).

At axil of each foliar primordium it is located a flower primordium which is bi sexual at the beginning with the potential of differentiating in an inflorescence being female, male or hermaphrodite, which depends on climatic conditions and on management gave by man specially related to fertilization and pruning (2).

Female inflorescences begin its anthesis on the basement of spikelet and the high part of flowers open at 2 days by having an interval of 1 week between the anthesis of the first flower and the last one. The receptive period of a female flower is 36–48 hours. When pollen of these flowers is viable, lobules of stigma are separated, they became clear yellow colour and it produces light anis smelt in comparison to male flowers. After, it acquires a red coloration when stigma is not receptive (1).

Before the introduction of *E. kamerunicus* in Latin America, two principal insects were found as

flores masculinas. Luego adquieren una coloración rojiza cuando el estigma ya no es receptivo (1).

Antes de la introducción de *E. kamerunicus* en América Latina, se encontraron dos insectos principales como responsables de la polinización, uno perteneciente a la familia Nitidulidae, género *Mystrops*, especie americana y el otro a la familia Curculionidae, *E. subvittatus*, que pudo haber sido introducido por error (3).

En un estudio realizado para analizar la relación entre la abundancia de inflorescencias masculinas y la población de polinizadores, se demostró que la variación en la cantidad de inflorescencias masculinas fue el factor principal que provocó la fluctuación observada en la población del polinizador *E. kamerunicus* (1).

Debido a la importancia de los insectos en la polinización de la palma aceitera y por ende en la buena conformación de los racimos, esta investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de las condiciones climáticas sobre la disponibilidad de inflorescencias masculinas y femeninas en anthesis y de éstas, sobre los niveles poblacionales de los polinizadores.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en el lapso comprendido entre diciembre de 2002 y noviembre de 2003, se efectuó un muestreo poblacional de los polinizadores en la unidad de producción "El Alamo", municipio Francisco Javier Pulgar del estado Zulia. Con una precipitación promedio de 1560

responsable of pollinating, one of them belonging to Nitidulidae family, *Mystrops* genus, American specie, and the other one, belonging to Curculionidae family, *E. subvittatus* could be introduced by error (3).

In a study accomplished for analyzing the relationship between the abundance of male and female inflorescences and pollinator population, it was demonstrated that variation on male inflorescences quantity was the principal factor that promoted the fluctuation observed in the pollinator population *E. kamerunicus* (1).

Because the importance of insects on oil palm pollination and on the good formation of bunches, this research had as objective to determine the effect of climatic conditions on the availability of male and female inflorescences in anthesis and also, on the pollinator population levels.

Materials and methods

Research was carried out during December 2002 and November 2003; a pollinator population sampling was made at the production unit "El Alamo" belonging to Francisco Javier Pulgar municipality, Zulia state, with a mean rainfall of 1560 mm.year⁻¹ and a mean temperature of 27°C and the climate according to Holdridge correspond to tropical humid forest (7).

Palms of variety Deli x Avros had approximately 3 years old for the sampling time and almost had 1 production year.

Among agronomic practices more important accomplishes at study

mm.año⁻¹ y una temperatura media anual de 27°C, el clima según Holdridge, corresponde al bosque húmedo tropical (7).

Las palmas de la variedad Deli x Avros, contaban con aproximadamente 3 años de edad para el momento del muestreo, tenían cerca de un año en la etapa de producción.

Entre las prácticas agronómicas más importantes realizadas en el lote de estudio, está el control de malezas que se hizo manual alternado con químico, la fertilización se fraccionó en dos veces al año con mezclas de macro elementos: nitrógeno, fósforo, potasio y micro elementos magnesio y boro.

Mientras que, el control de insectos no fue necesario durante el periodo de estudio, ya que los niveles de infestación se mantuvieron por debajo del umbral económico; lo cual fue beneficioso para la población de polinizadores.

Para determinar el tamaño de la muestra se procedió a tomar una muestra piloto de 18 unidades (4 plantas.unidad⁻¹), usando el muestreo aleatorio simple en forma de zig-zag para proporciones; en la cual se consideró sólo la presencia ó no de polinizadores.

Se aplicó la siguiente fórmula (14):
En donde:

$$n = \frac{N K^2 \hat{P} \hat{Q}}{N E^2 + K^2 \hat{P} \hat{Q}}$$

- n= tamaño de la muestra
- K=2
- P= resultados de la muestra piloto
- Q= 1-p
- N= 400 plantas

site it can be mentioned the weed control made in a alternate manual and chemical way.

Fertilization was fractioned (2 times.year⁻¹) by mixing macro elements: nitrogen, phosphorous, potassium, and micro elements: magnesium and boron.

Insect control was not necessary during study period since infestation levels were maintained under the economical threshold which results in benefit for pollinators population.

For determining the sample size, a pilot sample of 18 units (4 plants.unit⁻¹) was taken by using the at random simple sampling in zig-zag for proportions way in which the pollinators' presence or absence was taken into account.

The following formula was applied (14):

In where:

$$n = \frac{N K^2 \hat{P} \hat{Q}}{N E^2 + K^2 \hat{P} \hat{Q}}$$

- n = sample size
- K = 2
- P = results of pilot sampling
- Q = 1 - p
- N = 400 plants
- E = admissible maximum error 0.005 and 0.2

Sampling result was of 13 units with pollinator presence, when incorporating values in formula, a sample size of 19.82 units was obtained; 18 of them were used for making more probable the accomplishment of a sampling on each day. The palms were labelled for recognizing in each sampling.

E= error máximo admisible 0,05 y 0,2

El resultado del muestreo fue 13 unidades con presencia de polinizadores; al incorporar los valores en la fórmula, se obtuvo un tamaño de muestra de 19,82 unidades, se utilizaron 18 para hacer más factible la realización de cada muestreo en un día. Las palmas fueron marcadas para su reconocimiento en cada muestreo.

Mensualmente en las horas de mayor actividad de los polinizadores entre las 8:30 am y las 2:00 pm, se escogió según la disponibilidad una inflorescencia masculina en estado de antesis (IMA) (figura 3a) y siguiendo la metodología usada por Chinchilla (5), se cortaron dos espiguillas de la parte apical, media y basal de la inflorescencia.

También se seleccionó una inflorescencia femenina en antesis (IFA) por planta (figura 3b), y se le colocó una trampa para atrapar a los insectos, hecha con cinta plástica de color blanco de 5 cm de ancho, con pegamento (pega para atrapar roedores diluida con gasolina sin plomo) rodeando completamente a la inflorescencia.

Se registró información sobre las siguientes variables:

a) Número de inflorescencias masculinas.planta⁻¹: se contó el total de inflorescencias masculinas (IM), discriminando si estaban cerradas (IMC), en antesis (IMA) ó pasadas (IMP).

b) Número de inflorescencias femeninas.planta⁻¹: se contó el total de inflorescencias femeninas (IF), discriminando si estaban cerradas (IFC), en

Monthly, at hours of high pollinator activity, between 8:30 am and 2:00 pm, according to availability, a male inflorescence at anthesis (MIA) state was chosen (figure 3a) and by following the methodology used by Chinchilla (5), 2 spikelet of apical, medium and basal part of inflorescence.

A female inflorescence at anthesis (FIA) was selected per plant too (figure 3b), and a trap was used for capturing insects, elaborated with plastic tape of white colour of 5 cm width, with glue (for capturing mouses diluted with gasoline without lead) by rounding the inflorescence totally.

Information was registered on the following variables:

a) Number of male inflorescences.plant⁻¹: The total of male inflorescences (MI), by establishing if they were closed (MIC), at anthesis (MIA), or past (MIP).

b) Number of female inflorescences.plant⁻¹: The total of male inflorescences (FI), by establishing if they were closed (FIC), at anthesis (FIA), or pollinated (FIP).

c) Insects species proportion by MIA

d) Insects species proportion by FIA

e) Pollinator specie mean by sampling time

f) MIA and FIA mean by sampling time

Temperature and rainfall were registered in a monthly way with the purpose of evaluating its effect on presence of MI or FI in its different categories.

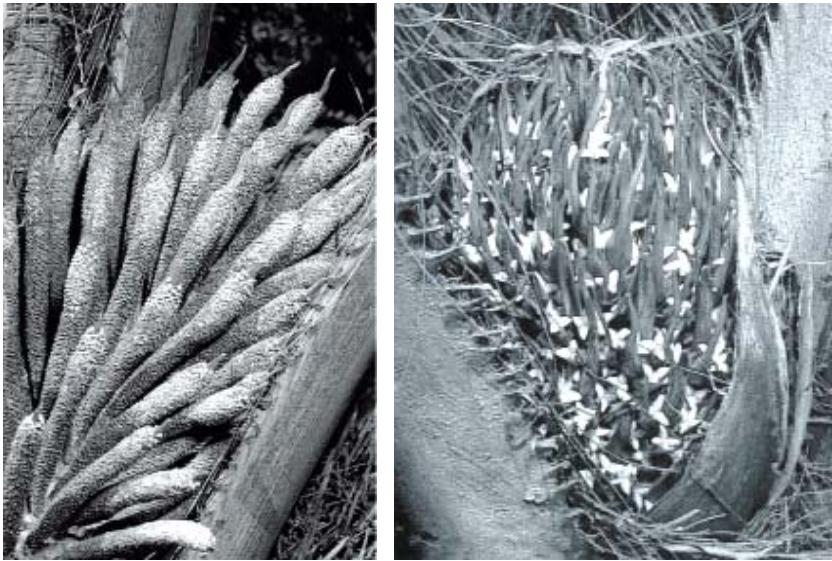


Figura 3. Inflorescencias de la palma aceitera en anthesis: a)Mascullinas b)Femeninas.

Figure 3. Oil palm inflorescences in anthesis: a) Males b) Females.

antes de ser polinizadas (IFA) ó polinizadas (IFP).

c) Proporción de especies de insectos por IMA

d) Proporción de especies de insectos por IFA

e) Promedio de cada especie de polinizadores por fecha de muestreo

f) Promedio de IMA e IFA por fecha de muestreo

También se registró la temperatura y la precipitación mensualmente con la finalidad de evaluar su efecto sobre la presencia de IM e IF en sus diferentes categorías.

Se determinó el coeficiente de correlación de Pearson para conocer el grado de asociación y la naturaleza de ésta entre las estructuras reproductivas masculinas y femeninas, las variables entomológicas y las climáticas estudiadas.

The correlation coefficient of Pearson to knowing the association degree and its nature between the male and female reproductive structures, the entomological and climatic variables studied.

Data were processed by using the statistical program SAS (10).

Results and discussion

Relationship between pollinators and MIA: 53.911 insects were captured in the 58 MIA collected, from which 50.55% corresponded to individuals from *M. costaricensis* specie, 39.43% to *E. kamerunicus*, 7.30% to *E. subvittatus* and 2.6 and 0.11% to *Smicrips sp.* and *T. hawaiiensis*, respectively.

Los datos se procesaron usando el programa estadístico SAS (10).

Resultados y discusión

Relación entre los polinizadores y las IMA: se capturaron 53.911 insectos en las 58 IMA recolectadas, de los cuales 50,55% correspondieron a individuos de la especie *M. costaricensis*, 39,43% a *E. kamerunicus*, un 7,30% a *E. subvittatus* y 2,6 y 0,11% a *Smicrips* sp. y *T. hawaiiensis*, respectivamente.

Se encontró una correlación positiva y significativa entre número de *E. kamerunicus* y número de inflorescencias masculinas en antesis (IMA) ($r=0,8000$, $P=0,0018$), lo cual indica que a medida que aumenta el número de IMA aumenta también el número de insectos encontrados en cada muestreo, así el mayor valor de *E. kamerunicus* (3.658 individuos) coincidió con el mayor valor de IMA (10 inflorescencias) y el valor más bajo de *E. kamerunicus* (54 individuos) coincidió con el más bajo de IMA (1 inflorescencia) (figura 4).

Para número de *E. subvittatus* se consiguió también una correlación significativa con el número de IMA ($r=0,8014$, $P=0,0015$), coincidiendo el valor más alto de *E. subvittatus* (1.323 individuos) con el mayor número de IMA (10 inflorescencias) y el valor más bajo (10 individuos) coincidió con el más bajo de IMA (1 inflorescencia) (figura 4).

En trabajos realizados en Camerún para determinar la especificidad de *E. kamerunicus*, se utilizaron varias palmas, encontrando que

A positive and significant correlation between the number of *E. kamerunicus* and the number of male inflorescences in anthesis (MIA) ($r=0.8000$, $P=0.0018$), which indicates that when the number of MIA increases, the number of insects found in each sampling, so the higher value of *E. kamerunicus* (3.658 individuals) was in concordance with the higher MIA value (10 inflorescences) and the lower value of *E. kamerunicus* (54 individuals) was in concordance with the lower MIA value (1 inflorescence) (figure 4).

For *E. subvittatus* number a significant correlation was found with the MIA number ($r=0.8014$, $P=0.0015$) by coinciding the higher *E. subvittatus* value (1323 individuals) with the higher number of MIA (10 inflorescences) and the lower value (10 individuals) coincided with the lower number of MIA (1 inflorescence) (figure 4).

According to researches accomplished in Camerun for determining the *E. kamerunicus* specificity, several palms were used by founding that insect was only capable of finishing its life cycle and be reproduced on male inflorescences of oil palm (*E. guineensis*) and on inter specific hybrid *E. guineensis* x *E. oleifera*. After, when receiving cut flowers of a great variety of cultivated plants, it was observed that adults lightly feed on cut tips and damaged parts of cocoa flowers, maize, citric, guava, cucumber, pineapple, coffee, tobacco, mango, banana and a cruciferous. However, none of these flowers ovipositioned or the survival

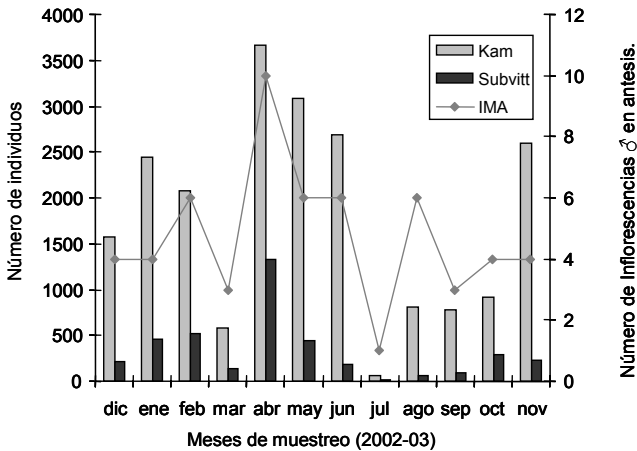


Figura 4. Relación entre la fluctuación poblacional de *E. kamerunicus* (kam), *E. subvittatus* (subvitt) y el número de Inflorescencias masculinas en antesis (IMA) en los diferentes meses de muestreo.

Figure 4. Relationship between the populational fluctuation of *E. kamerunicus* (kam), *E. subvittatus* (subvitt) and the male inflorescences in anthesis (IMA) at different morths of ampling.

el insecto solamente fue capaz de cumplir su ciclo de vida y reproducirse en las inflorescencias masculinas de la palma aceitera (*E. guineensis*) y del híbrido interespecífico *E. guineensis* x *E. oleifera*. Luego al ofrecerle flores cortadas de una gran variedad de plantas cultivadas, se observó que los adultos se alimentaron ligeramente de las puntas cortadas y de las partes descompuestas de flores de cacao, maíz, cítricos, guayabo, pepino, piña, café, tabaco, mango, banano y una crucífera. Sin embargo, en ninguna de estas flores ovipositaron o lograron sobrevivir durante un tiempo apreciable (6).

Se señala que la larga coevolución de las especies de *Elaeidobius* y *E. guineensis* ha dado

was possible during an appreciated time (6).

It can be said that the long co evolution of *Elaeidobius* and *E. guineensis* species gives as a result that each specie of *Elaeidobius* have an specific place at male inflorescences and permit a harmonic co existence that is maintained, possibly, by thousand of years (2).

In a study for determining the relationships observed between the male inflorescences abundance and the *E. kamerunicus* populations, it had been said that final consequence of summer that was present in certain period and high rainfalls during another period of the same study, it was a high differentiation of flower primordia toward masculinity, which

como resultado que cada especie de *Elaeidobius* ocupe un lugar bastante específico en las inflorescencias masculinas y permite una coexistencia armónica que se ha mantenido, posiblemente, por miles de años (2).

En un estudio realizado para determinar las relaciones observadas entre la abundancia de inflorescencias masculinas y la población de *E. kamerunicus*, se señaló que la consecuencia final del verano que se presentó en una época y de las altas precipitaciones durante otra época del mismo estudio, fue una mayor diferenciación de primordios florales hacia la masculinidad, lo cual determinó en forma directamente proporcional la fluctuación observada en la población del polinizador *E. kamerunicus*, ya que éstas representaron su principal fuente de alimento y abrigo a las larvas en desarrollo y durante el resto de su ciclo de vida (1).

De igual forma se indica que cuando el número de IMA disminuye, la población del insecto cae a niveles tan bajos en el área, que necesita de al menos un mes para volver a ser detectable con los métodos de muestreo comúnmente utilizados (1).

Los valores de correlación entre el número de IMA y la población de *M. costaricensis* y *Smicrips* sp. fueron ($r=0,8308$, $P=0,0022$) y ($r=0,7005$, $P=0,0112$), respectivamente.

En estudios conducidos a cerca de la polinización de la palma aceitera, fue reportado que el *Smicrips* sp. tiene alguna actividad a nivel de las flores bien sea atraído por el polen, como depredador de otros insectos ó atraído por las flores que después de la antesis ya comienzan su descom-

determined in a proportional directly way, the fluctuation observed at *E. kamerunicus* pollinator since they represented its high feeding and shelter source to larvae at development and during its life cycle (1).

When MIA decreases, insect population drop to levels so little on area that needs at least a month for being detectable again with sampling methods commonly used (1).

Correlation values between MIA number and *M. costaricensis* and *Smicrips* sp. populations were ($r=0.8308$, $P=0.0022$) and ($r=0.7005$, $P=0.0112$), respectively.

In studies related to oil palm pollination, it was reported that *Smicrips* sp. have some activity at flower level, being attracted by pollen, as depredator of another insects or attracted by flowers that posterior to anthesis begin its decomposition (8).

MIA and total pollinators number was highly correlated ($r=0.9954$, $P=0.0023$); this situation have an explanation because the floral structures and pollen of this flowers was the principal feeding source of the majority of species found.

Pollinator relationship and

FIA: 4278 insects were captured at 148 FIA found in field along the research, and a 71.86% corresponded to individuals of *E. kamerunicus* specie, 17.63% to *M. costaricensis*, a 6,55% to *E. subvittatus* and a 1,87% to *Smicrips* sp. and *T. hawaiiensis*.

Insects counted percentage at FIA was 7.35%, which is a little one in comparison to male inflorescences (92.65%) that is in agreement with results reported by (4) with a little

posición (8).

Asimismo, el número de IMA y el número de polinizadores totales estuvo altamente correlacionado ($r=0,9954$, $P=0,0023$), esta situación se presentó como se señaló anteriormente porque las estructuras florales y el polen de dichas flores era la fuente básica de alimentación de la mayor parte de las especies encontradas.

Relación entre los polinizadores y las IFA: se capturaron 4.278 insectos en las 148 IFA encontradas en el campo a lo largo de la investigación, de ellos un 71,86% correspondieron a individuos de la especie *E. kamerunicus*, 17,63% a *M. costaricensis*, un 6,55% a *E. subvittatus* y un 2,1 y 1,87% a las especies *Smicrips* sp. y *T. hawaiiensis*.

El porcentaje de insectos contabilizados en las IFA fue 7,35%, mucho menor que el de las inflorescencias masculinas (92,65%); lo anterior concuerda con los resultados reportados por Chinchilla (4) con un menor porcentaje de polinizadores en las inflorescencias femeninas que en las masculinas, esto se explica por el hecho de que las visitas de las especies de *Elaeidobius* y otros polinizadores a las flores femeninas es probablemente por "error", atraídos por la liberación de un aroma del mismo tipo que produce la flor masculina. Una vez efectuada la visita, la polinización puede ocurrir si el insecto acarrea un número suficiente de polen viable. Generalmente el insecto abandona rápidamente la flor pues no puede obtener de ésta ni alimento ni un lugar para la oviposición. El número de insectos que visitan una

pollinator percentage at female than male inflorescences. This situation is explained by the fact of visiting of *Elaeidobius* species and another pollinators is probably by «error», attracted by the releasing of some odour of the same type which is produced by male flower. Once the visiting accomplished, pollinating can happen if insect takes off a sufficient number of visible pollen. Generally, insect abandon the flower in a quickly way because it is impossible to obtain nor food nor a place for oviposition. The insects' number that visits one female inflorescence was of 1/15 approximately in relation to the insects that frequent the female inflorescences (9).

This visible difference between the pollinator quantity found in MIA and FIA it can be caused because it is more difficult to make the insects capture on traps than collect them directly in spikes from which they are feeding. Besides, at any time, traps it can be placed in FI whose receptivity stage it was not the most attractive to insects.

When relating the FIA number registered and the *E. kamerunicus* number, a significative association was not found, however, its maximum values agreed (figure 5).

In relation to the *E. subvittatus* specie, there was significative correlation with FIA number ($r=0,8541$, $P=0,0012$) (figure 5). This could be explained because *E. kamerunicus* is a specific host of male inflorescences and in there it life cycle is completed.

It was not found significative

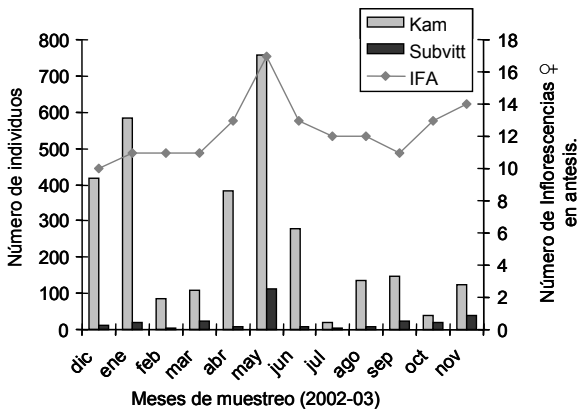


Figura 5. Relación entre la fluctuación poblacional de *E. kamerunicus* (Kam), *E. subvittatus* (subvitt) y el número de inflorescencias femeninas en antesis (IFA), en los diferentes meses de muestreo.

Figure 5. Relationship between the populational fluctuation of *E. kamerunicus* (Kam), *E. subvittatus* (subvitt) and the female inflorescences in anthesis (IFA) at the different sampling times.

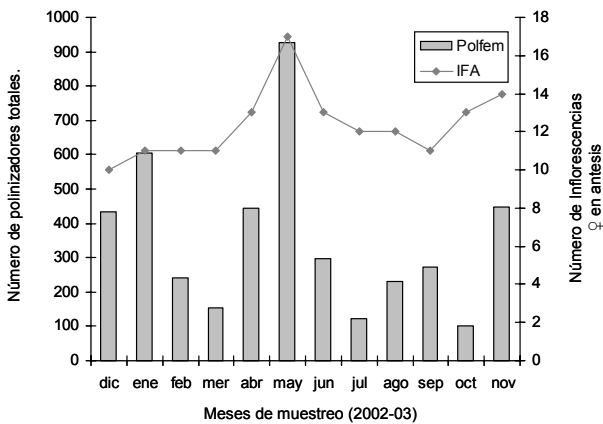


Figura 6. Relación entre la fluctuación poblacional de insectos polinizadores totales (Polfem) en las inflorescencias femeninas en antesis (IFA) y el número de ellas.

Figure 6. Relationship between the populational fluctuation of total pollinator insects (TPI) in the female inflorescences in anthesis (FIA) and its number.

inflorescencia femenina fue de aproximadamente 1/15 que frecuenta las inflorescencias del otro sexo (9).

Asimismo, esta marcada diferencia entre la cantidad de polinizadores encontrados en las IMA y en las IFA, puede deberse a que es más difícil hacer la captura de los insectos en las trampas, que recolectarlos directamente en las espigas de las cuales se están alimentando, aunado a esto en algún momento pudo haberse colocado trampas en IF cuyo estado de receptividad no era el más atractivo para los insectos.

Al relacionar el número de IFA registrado y el número de *E. kamerunicus*, no se consiguió una asociación significativa; sin embargo, sus valores máximos coincidieron (figura 5).

Con respecto a la especie *E. subvittatus* si hubo correlación significativa, entre ésta y el número de IFA ($r=0,8541$, $P=0,0012$) (figura 5). Lo anterior podría explicarse, ya que se acepta que *E. kamerunicus* es un huésped específico de las inflorescencias masculinas y es allí donde puede completar su ciclo de vida.

No se consiguió correlación significativa con las especies *M. costaricensis*, *T. hawaiiensis* y *Smicrips* sp., pero si hubo correlación entre el número total de polinizadores capturados en las IFA y el número de ellas ($r=0,6600$ y $P=0,0493$) (figura 6), esto sugiere que cuanto mayor sea el número de IFA en el campo mayor será también la cantidad de polinizadores en ellas.

Relación entre la estructura reproductiva de las palmas y las

correlación with *M. costaricensis*, *T. hawaiiensis* and *Smicrips* sp. species, but there was correlation between the total number of pollinator captured in FIA and the number of them ($r=0.6600$ and $P=0.0493$) (figure 6) which suggest that when FIA number in field is high, the pollinator quantity will be high too.

Relationship between the reproductive structure of palms and the climatic variables: 2.644 inflorescences were counted in total, from which 87.63% corresponded to MIP, 10.17% to MIC and only 2.19% to MIA. MIP Percentage was higher than another two because MIP keeps on plant until sanitary pruning time that is accomplished each six months generally.

MIA number is the variable more interesting in this case since MIA contains pollinator insects studied. MIA higher number was registered on April month (10 inflorescences) whereas the lower value was registered on July month (1 inflorescence) during rest of sampling months, MIA number varied between 3 and 6.

Although the higher MIA number did no agreed with the higher rainfall value (figure 7) by fluctuating of 3 to 10, when rainfall increased of 7 mm in March to 88 mm in April which suggest that rainfall increase caused the MIC aperture. In fact, a negative correlation was found between MIC number and rainfall ($r=0.6667$, $P=0.0065$). The MIA lower value (1 inflorescence) was made at July sample in agreement with one sanitary pruning made 15 days

variables climáticas: En total se contabilizaron 2.644 inflorescencias masculinas, de las cuales 87,63% correspondieron a las IMP, 10,17% a las IMC y sólo 2,19% a las IMA, el porcentaje de IMP fue mucho mayor que los otros dos ya que éstas se mantienen en la planta hasta el momento de la poda sanitaria que se realiza generalmente cada seis meses.

El número de IMA es la variable más interesante en este caso por ser ellas quienes albergan a los insectos polinizadores objetivo de este estudio. El mayor número de IMA fue registrado en el mes de abril (10 inflorescencias) mientras que el valor más bajo se registró en el mes de julio (1 inflorescencia), durante el resto de los meses de muestreo el número de IMA varió entre 3 y 6.

A pesar de que el número más alto de IMA, no coincidió con el mayor valor de precipitación (figura 7), si fluctuó de 3 a 10, cuando la precipitación subió de 7 mm en marzo a 88 mm en abril, lo cual sugiere que el aumento en la precipitación aceleró la apertura de las IMC. De hecho se encontró una correlación negativa entre el número de IMC y la precipitación ($r=-0,6667$, $P=0,0065$). El valor más bajo de IMA (1 inflorescencia), se registró en el muestreo de julio coincidiendo con una poda sanitaria que se había practicado 15 días antes, lo cual pudo influir en la producción y desarrollo de nuevas IM.

El número de IMA varió de una fecha a la otra, en el área de muestreo (aproximadamente $\frac{1}{2}$ ha.) se contabilizaron de 1 a 10 IMA. Lo anterior concuerda con los resultados de un

before, which could influencing on production and development of new MI.

MIA number varied from a date to another, at sampling area (approximately $\frac{1}{2}$ h), from 1 to 10 MIA were counted which is in concordance with a previous study in where the temporary fluctuation on male inflorescence number inside a young plantation in Costa Rica, by observing that in February and March there was no presence of MIA at sampling area and they appeared in April again. In September, the registered number of MIA was of 6.1 and 20.7 MIAh⁻¹ in two parts. During the following nine months, the value varied from 1 to 27 MIAh⁻¹ (3).

By comparing the MI presence in each sampling with the registered temperature at each of them, any clear tendency of temperature on MI development at any category. In this sense, with fluctuation of 3 °C observed, differences on inflorescences behaviour were not observed.

In relation to FI, 2.289 were counted from which 54.04% corresponded to pollinated, 39.94% to closed ones, and 6.47% to FIA. FIA indicate the pollinator efficiency in that moment by bunches analysis formed from them. FIA higher number was registered at May month (17 inflorescences) whereas the lower number was registered on December (10 inflorescences); during rest of months, FIA number varied between 11 and 14.

FIA higher value was registered at May month (17 inflorescences) did

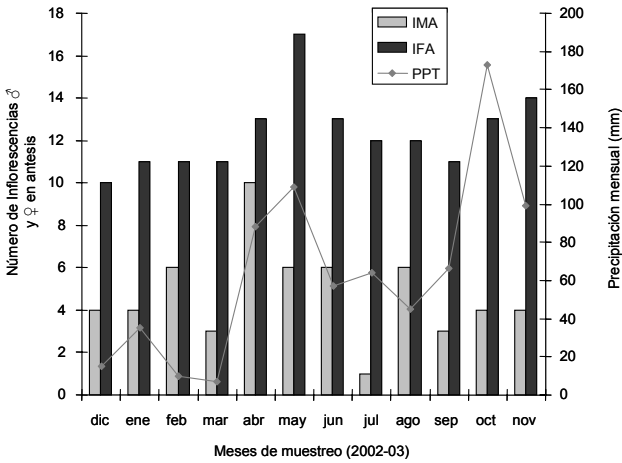


Figura 7. Relación entre la precipitación registrada (PPT) y el número de Inflorescencias masculinas (IMA) y femeninas (IFA) en antesis en cada muestreo.

Figure 7. Relationship between the registered rainfall (RR) and the male inflorescences in anthesis at each sampling.

ensayo donde se estudió la fluctuación temporal en el número de inflorescencias masculinas en una plantación joven en Costa Rica, observando que en febrero y marzo no hubo presencia de IMA en el área de muestreo y aparecieron nuevamente en abril. En septiembre el número registrado de fue de 6,1 y 20,7 IMA.ha⁻¹ en dos lotes. Durante los siguientes nueve meses el valor varío de 1 a 27 IMA.ha⁻¹ (3).

Al cotejar la presencia de IM en cada muestreo con la temperatura registrada en cada uno de ellos, no se aprecia ninguna tendencia clara de la influencia de la temperatura sobre el desarrollo de las IM en ninguna de sus categorías, en este sentido debe acotarse que con la fluctuación observada de 3°C no se registraron diferencias en el comportamiento de las

not agreed with the higher rainfall value (173 mm) but with more high peaks (109 mm). The FIA lower value (10 inflorescences) agreed with one of lower of rainfall in December (15 mm) which mean that there is a clear tendency between the FIA fluctuation and the monthly rainfall (figure 7). A positive relationship between rainfall and the FIA number ($r=0.8360$ and $P=0.0007$) because rainfall increase could accelerate the FIC aperture.

Conclusions

Pollinator insects' number depends on male and female inflorescences in anthesis number found at field.

When MIA number increase, the pollinator insects' number of different species also increases.

inflorescencias.

En cuanto a las IF, en total se contabilizaron 2.289 de las cuales 54,04% correspondieron a las polinizadas, 39,54% a las cerradas y un 6,47% a las IFA. Las IFA son un indicativo de cómo es la eficiencia polinizadora en ese momento a través del análisis de los racimos que se forman a partir de ellas. El mayor número de IFA fue registrado en el mes de mayo (17 inflorescencias), mientras que el valor más bajo se registró en el mes de diciembre (10 inflorescencias), durante el resto de los meses el número de IFA varió entre 11 y 14.

El valor más alto de IFA se registró en el mes de mayo (17 inflorescencias), no coincidió con el mayor valor de precipitación (173 mm) pero sí con uno de los picos más altos (109 mm). De igual forma el valor más bajo de IFA (10 inflorescencias) coincidió con uno de los más bajos de precipitación en diciembre (15 mm), esto significa que existe una tendencia clara entre la fluctuación de IFA y la precipitación mensual (figura 7). Se encontró una relación positiva entre la precipitación y el número de IFA ($r=0,8360$ y $P=0,0007$) por lo que el aumento en la precipitación pudo acelerar la apertura de las IFC.

Conclusiones

El número de insectos polinizadores depende del número de inflorescencias masculinas y femeninas en antesis que se encuentran en el campo.

When relating the pollinator species and FIA, a significant correlation was found with *E. subvittatus*.

FIA and MIA number was favoured by change of dry season to humid season.

In three categories of inflorescences analyzed, the lower percentage (2.19% of MIA and 6.47% of FIA) was obtained for inflorescences in anthesis.

In relation to the pollinator insects' number found, it was higher in MIA than in FIA, since the first ones are more attractive because its strong anis aroma.

End of english version

A medida que aumenta el número de IMA aumenta también el número de insectos polinizadores de las diferentes especies.

Al relacionar las especies de polinizadores y las IFA sólo se consiguió correlación significativa con *E. subvittatus*.

Tanto el número de IMA como el de IFA fue favorecido por el cambio de la época seca a la húmeda.

En las tres categorías de inflorescencias analizadas, el menor porcentaje (2,19% de IMA y 6,47% de IFA) se obtuvo para las inflorescencias en antesis.

En cuanto al número de insectos polinizadores encontrados éste fue mucho mayor en las IMA que en las IFA; ya que las primeras son más atractivas por su fuerte olor a anís.

Literatura citada

1. Alpizar, G. 1988. Polinización de la palma aceitera. Primer curso sobre el cultivo de la palma aceitera. INAGRO-Foncopal-ASD Costa Rica, S.A., San Felipe, Yaracuy. Venezuela. pp. 1-4.
2. Bernal, F. 2001. El cultivo de la palma de aceite y su beneficio, guía general para el nuevo palmicultor. Fedepalma. Bogotá. Colombia. 180 p.
3. Bulgarelli, J., C. Chinchilla y R. Rodríguez. 2002. Inflorescencias masculinas, población de *Elaeidobius kamerunicus* (Curculionidae) y calidad de la polinización en una plantación comercial joven de palma aceitera en Costa Rica. ASD Oil Palm Papers, No. 2, pp. 1-18.
4. Chinchilla, C. 1988. Insectos polinizadores y polinización en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). Bol. Tec. OPO-CB. 2(2):41-51.
5. Chinchilla, C. y D. Richardson. 1990. Polinización en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Centroamérica. Turrialba 40(4):452-460.
6. Chinchilla, C., M. Escalante y D. Richardson. 1990. Polinización en Palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Centroamérica II. Comportamiento de insectos. Turrialba 40(4):461-470.
7. Ewel, J. y A. Madriz. 1976. Zonas de vida de Venezuela. MAC. 275p.
8. Genty P., A. Garzón, F. Lucchini y G. Delvare. 1986. Polinización entomófila de la Palma africana en América tropical. Oleagineux 41(3):101-112.
9. Kewan, P., M. Hussein, N. Hussein y M. Wahid. 1986. Modelling the use of *Elaeidobius kamerunicus* for pollination of oil palm. Planter 62:89-99.
10. SAS Institute, Inc. 1998. SAS user's guide: Statistics. 5th edition. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
11. Syed, R. 1978. Studies on pollination of oil en West Africa and Malaysia. Report of The Comm. Inter. Biological Control, CAB. 38p.
12. Syed, R. 1979. Studies on oil palm pollination by insects. Bulletin of Entomology Research, 213-224.
13. Syed, R. 1984. Los insectos polinizadores de la palma africana. Palmas 5:19-64.
14. Sheaffer, R. y W. Mendenhall. 1986. Elementos de muestreo. Grupo Editorial Iberoamérica. México. pp. 39-45.