

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Polinización entomófila de híbridos interespecíficos de la palma aceitera africana y la palma aceitera americana (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*) con escarabajos nativos del Ecuador.

PABLO IGNACIO SANDOVAL ACUÑA

Disertación previa a la obtención del Título de  
Licenciado en Ciencias Biológicas

Quito, 2015

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**CERTIFICADO**

Yo, Álvaro Barragán, director de la Disertación, CERTIFICO: Que el señor Pablo Sandoval Acuña ha realizado la investigación sobre el tema “Polinización entomófila de híbridos interespecíficos de la palma aceitera africana y la palma aceitera americana (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*) con escarabajos nativos del Ecuador.” de acuerdo a las normas y técnicas establecidas. Una vez concluido y revisado el trabajo, conforme con las disposiciones reglamentarias, autorizo a presentación del informe respectivo.

M.Sc. Álvaro Barragán

Director de la disertación

Quito, mayo 2015

*A mis familias*

1 **Polinización entomófila de híbridos interespecíficos de la palma aceitera africana**  
2 **y la palma aceitera americana (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*) con**  
3 **escarabajos nativos del Ecuador.**

4

5 **Polinización entomófila de híbridos de palma aceitera con escarabajos nativos**  
6 **del Ecuador**

7

8 Pablo Ignacio Sandoval Acuña<sup>1</sup>

9 <sup>1</sup> Pontificia Universidad Católica Del Ecuador. Escuela de Ciencias Biológicas.

10 Av. 12 de Octubre 1076 y Roca. Quito, Ecuador. Email: pisandoval@puce.edu.ec

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

## 1 RESUMEN

2

3 Los cultivos de palma africana, *Elaeis guineensis* (Arecales: Arecaceae),  
4 tradicionalmente polinizada por *Elaeidobius kamerunicus* (Coleoptera: Curculionidae),  
5 se han visto afectados por enfermedades que disminuyen su producción de frutos.  
6 Por esto, se ha recurrido al cultivo de palmas híbridas de esta especie con *Elaeis*  
7 *oleifera* (Arecales: Arecaceae), resistente a estas enfermedades, sin embargo, aún  
8 no se encuentran polinizadores ideales para los híbridos. En este estudio se comparó  
9 la eficiencia de polinización de los escarabajos nativos *Couturierius* sp. (Coleoptera:  
10 Curculionidae), *Grasidius* sp. (Coleoptera: Curculionidae) y *Mystrops* sp. (Coleoptera:  
11 Nitidulidae) entre sí y la del polinizador africano *Elaeidobius kamerunicus*, realizando  
12 liberaciones en el campo y en inflorescencias aisladas. Se describió el ciclo de vida  
13 de las tres especies nativas. Los resultados demuestran que los polinizadores  
14 nativos tienen una eficiencia de polinización igual a la especie africana en las palmas  
15 híbridas, sin embargo ésta es muy baja (<20% de frutos normales) por lo que no es  
16 eficiente para usos agronómicos a gran escala.

17

18 **Palabras clave:** *Couturierius*, *Grasidius*, *Mystrops*, palma aceitera, eficiencia de  
19 polinización.

20

21

22

23

24

1     **ABSTRACT**

2             African oil palms, *Elaeis guineensis* (Arecales: Arecaceae), have been  
3     traditionally pollinated by *Elaeidobius kamerunicus* (Coleoptera: Curculionidae).  
4     These beetles are the native pollinator in the original range of this palm in Africa. Oil  
5     palms have been affected by diseases that significantly reduce the fruit production.  
6     Hybrids of *Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera* (Arecales: Arecaceae) are resistant to  
7     these diseases, but ideal pollinators for the hybrids have not yet being discovered. In  
8     this study we compared the pollination efficiency between the native beetles  
9     *Couturierius* sp. (Coleoptera: Curculionidae), *Grasidius* sp. (Coleoptera:  
10    Curculionidae) and *Mystrops* sp. (Coleoptera: Nitidulidae) and with the African  
11    pollinator *Elaeidobius kamerunicus* by performing releases in the field and on isolated  
12    inflorescences. The life cycle of the three native species is described. The results  
13    revealed that native South America pollinators are as efficient as the African species  
14    to pollinate the hybrids palms, however the pollination efficiency is to low (<20% of  
15    normal fruits) for agronomic uses in major scale.

16    **Key Words:** *Couturierius*, *Grasidius*, *Mystrops*, oil palm, pollination efficiency.

17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24

## 1. INTRODUCCIÓN

La Palma Africana, *Elaeis guineensis* (Jacquin, 1897) (Arecales: Arecaceae), tiene una gran importancia industrial. Se utiliza principalmente para la producción de aceite de palma, que sirve para la alimentación y la producción de biodiesel; también se produce el aceite de kernel, usado para cosméticos, pinturas, jabones, detergentes, entre otros productos similares. Estos dos aceites se elaboran a partir del mesocarpio del fruto y el endospermo de la semilla de esta planta respectivamente (Labarca et al. 2009).

Se creía que la polinización de *E. guineensis* era anemófila, realizada por el viento, hasta 1979, cuando se encontró que tres especies de curculiónidos eran los principales polinizadores de la palma africana: *Elaeidobius kamerunicus* (Faust, 1898) (Coleoptera: Curculionidae), *Elaeidobius plagiatus* (Fåhraeus, 1844) (Coleoptera: Curculionidae) y *Elaeidobius subvittatus* (Faust, 1898) (Coleoptera: Curculionidae). Estos fueron exportados a todo el mundo como polinizadores para las grandes empresas palmicultoras; principalmente *E. kamerunicus* (Labarca et al. 2009).

En América Latina antes de la introducción de *E. kamerunicus* los polinizadores de la palma africana eran los escarabajos: *Mystrops costaricensis* (Gillogly, 1972) (Coleoptera: Nitidulidae) y *E. subvittatus* (posiblemente introducidos desde África por Brasil, de la familia Curculionidae) (Labarca et al. 2009).

La palma *E. guineensis* es monoica, es decir, tienen inflorescencias femeninas y masculinas en la misma palma, las cuales casi nunca están receptivas simultáneamente en el mismo individuo para evitar que se auto fecunden. Por esta

1 razón es necesario que el polen viaje de una palma a otra, transportado por  
2 polinizadores (Labarca et al. 2009). Las flores masculinas y femeninas emanan un  
3 olor similar al anís cuando están en antesis para atraer a sus polinizadores (Syed  
4 1979). Para comprender mejor el proceso de polinización se aisló la principal  
5 molécula causante del olor en los aceites volátiles, tanto de las flores masculinas  
6 como femeninas, y se la identificó como un Estragól (1-metoxi-4-(2-propenil)  
7 benceno). Este compuesto es el causante de que los insectos encuentren las  
8 inflorescencias naturalmente y gracias a esto se efectúe la polinización (Lajis et al.  
9 1985).

10 El cultivo de palma africana es uno de los más crecientes en Ecuador y en  
11 Latinoamérica. En la actualidad se siembran 210 000 hectáreas de palma en el  
12 Ecuador, que producen 450 000 toneladas de aceite, de los cuales 250 000  
13 toneladas son para exportación luego de abastecer la demanda nacional (INIAP  
14 2011).

15 Sin embargo, las plantaciones de *E. guineensis* en Latinoamérica se ven  
16 afectadas por enfermedades como la pudrición del cogollo o PC (posiblemente  
17 causada por un complejo de bacterias y hongos *Ceratocystis paradoxa* (Dade,  
18 Moreau, 1952), *Fusarium solani* (Martius, Saccardo, 1842), *Phytophthora* sp. y  
19 *Phytium* sp.), entre otras (Aldana et al. 2010).

20 Las palmas afectadas por PC son sitios idóneos para la aparición de otras  
21 enfermedades o plagas como el curculiónido *Rhynchophorus palmarum* (Linneo,  
22 1758), que se alimenta y se reproduce en éstas. Sus larvas se comen el meristemo  
23 de la palma con PC, matándola. Además, se ha reportado que los adultos causan

1      daños a las inflorescencias masculinas y femeninas de las palmas híbridas (Quintero  
2      y Piedrahita 2005, Aldana et al. 2010).

3           La PC ha causado pérdidas de aproximadamente 20 000 – 25 000 hectáreas de  
4      palma africana durante el 2005 al 2011 en el Ecuador, siendo Orellana, Sucumbíos y  
5      Esmeraldas las provincias más afectadas (INIAP 2011).

6           Existen algunos híbridos entre la palma africana (*Elaeis guineensis*), usada  
7      como progenitor masculino, y la palma americana (*Elaeis oleifera*) (Kunth, Cortés,  
8      1897) (Arecales: Arecaceae), usada como progenitor femenino, que presentan una  
9      elevada tolerancia contra las enfermedades de la palma africana, en especial la PC  
10     (Rocha et al. 2005). También son más pequeñas en estadio adulto lo que facilita la  
11     cosecha de frutos y puede llegar a aumentar el tiempo útil de las palmas; además el  
12     aceite cuenta con mayores cantidades de vitamina E y carotenos buenos para la  
13     salud (Rocha et al. 2006).

14          Después de la polinización, las flores femeninas fecundadas se convierten en  
15     frutos normales (con semilla y mesocarpio). Las flores no fecundadas pueden  
16     desarrollarse como frutos partenocárpicos (sin semilla pero con mesocarpio), que  
17     pueden usarse para la elaboración de aceite de palma, o como frutos abortados. En  
18     los híbridos de palma africana y americana, la proporción de frutos no fecundados  
19     partenocárpicos en relación a los frutos abortados es mayor que en *E. guineensis*  
20     constituyendo esta otra ventaja del cultivo del híbrido (Bulgarelli et al. 2002).

21          La viabilidad del polen del híbrido es muy baja (<6% - 25%) en comparación a  
22     las palmas africana y americana (80-98%), lo que dificulta una polinización natural y  
23     ha llevado a las empresas palmicultoras a realizar una polinización asistida, la cual  
24     puede llegar a ser muy costosa (Sánchez y Romero 2013).

1 Este estudio busca probar la eficiencia de la polinización entomófila en los  
2 híbridos de palma africana con palma americana, usando los polinizadores nativos  
3 de la palma americana. El estudio usó como polinizadores a los siguientes  
4 escarabajos:

5 *Mystrops* cf. *beserrai* (Kirejtshuk y Couturier, 2010) (Coleoptera: Nitidulidae).

6 *Grasidius* cf. *hybridus* (O'Brien y Beserra, 2004) (Coleoptera: Curculionidae).

7 *Couturierius* cf. *carinifrons* (O'Brien y Beserra, 2004) (Coleoptera:  
8 Curculionidae).

9 Estas tres especies se han encontrado en inflorescencias masculinas de  
10 palmas americanas, *E. oleifera*, y de palmas híbridas, *E. guineensis* x *E. oleifera*. La  
11 especie *Mystrops beserrai* también ha sido encontrada en las palmas *Oenocarpus*  
12 *mapora* (Karsten, 1857) y *O. multicaulis* (Spruce, 1869) (O'Brien et al. 2004,  
13 Kirejtshuk y Couturier 2010).

14 Las tres especies se alimentan, reproducen, y ponen huevos en las  
15 inflorescencias masculinas en antesis, además las larvas cumplen todo su desarrollo  
16 en las inflorescencias viejas. Los adultos, al igual que los polinizadores de la palma  
17 africana, visitan las inflorescencias femeninas en antesis confundidos por el olor, por  
18 lo que son considerados polinizadores de estas palmas (O'Brien et al. 2004,  
19 Kirejtshuk y Couturier 2010).

20 Casi no existen estudios sobre la biología y el ciclo de vida de estos  
21 polinizadores nativos, Rocha et al. (2005) establecieron la duración del ciclo de vida  
22 de una especie (*Couturierius* cf. *carinifrons*), pero no estudiaron sus estadios larvales.  
23 Estas especies fueron seleccionadas debido que fueron recolectadas en flores  
24 masculinas de *E. oleifera* en San José de Morona (provincia de Morona Santiago -

1 Ecuador), por el Ingeniero Francisco Orellana Moreno (Gerente técnico de  
2 Energypalma S.A.) e introducidas en el Jardín Genético de Germoplasma de *E.*  
3 *oleifera* de la empresa palmicultora Energypalma S.A., en San Lorenzo- Esmeraldas,  
4 donde se llevó a cabo la presente investigación.

5 En este estudio se realizaron tres experimentos donde se evaluó y comparó la  
6 eficiencia de la polinización de las tres especies de escarabajos en una de las  
7 variedades de híbridos de palma de la variedad UNIPALMA Eo x Eg, mediante la  
8 introducción de los insectos en parcelas de híbridos de palma, que anteriormente no  
9 tenían polinizadores, y se cuantificó la producción de frutos después de la  
10 introducción, con siete parámetros de la productividad del racimo y la calidad de los  
11 frutos (Preciado et al. 2011). Además se comparó la eficiencia de los polinizadores  
12 nativos con el polinizador *E. kamerunicus*. También se analizó la biología de los tres  
13 polinizadores a estudiar, se los crio en ambientes controlados para determinar sus  
14 ciclos de vida, cuantificando el tiempo y las medidas de cada estadio del ciclo.

## 16 **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### 18 **2.1. El Sitio de Estudio.**

19 El estudio se realizó entre Mayo del 2014 y Marzo del 2015, en las  
20 plantaciones de la empresa extractora de aceite Energypalma S.A., ubicadas a  
21 30 Km de la ciudad de San Lorenzo, provincia de Esmeraldas – Ecuador (lat 1°  
22 07' 20" N, long 78° 45' 50" W.) Los experimentos de campo se llevaron a cabo  
23 en lotes de palmas híbridas *E. guineensis* x *E. oleifera* de la variedad  
24 UNIPALMA Eo x Eg, de tres años de edad, en la Zona 6 (lote J5-22) y la Zona

1 de Zarria (lotes 2O2 y 2P2) y en dos lotes de *E. oleifera* de la variedad Taisha,  
2 de seis años, en el Jardín Genético de Germoplasma (JGG) en la Zona 6 (lotes  
3 J5-11 y J5-12). Las fases de laboratorio y análisis de racimos se llevaron a cabo  
4 en el Laboratorio de Producción de Semillas y Fitosanidad (LPSF) de la  
5 empresa en la misma plantación.

## 6 **2.2. Eficiencia de Polinización.**

### 7 2.2.1. Polinización con Liberaciones *in situ*.

8 El primer experimento se lo realizó en dos lotes (2O2 y 2P2) de palmas  
9 híbridas de la variedad UNIPALMA Eo x Eg, dentro de los cuales se  
10 delimitaron dos parcelas de aproximadamente 50 palmas por cada lote, las  
11 parcelas PI y PII en el lote 2P2 y las parcelas PIII y PIV en el lote 2O2. Las  
12 parcelas estaban separadas unas de otras por 50 m de distancia y los lotes  
13 por 100 m entre sí (Figura 1).

14 En tres de las cuatro parcelas (PI, PII y PIII), durante un mes y medio,  
15 se realizaron liberaciones cada dos días por medio de una mezcla de  
16 insectos polinizadores nativos colectados en las plantaciones de la empresa  
17 y polen de *Elaeis guineensis*. En la cuarta parcela (PIV) no se realizó  
18 ninguna liberación directa. Cada parcela fue analizada como un tratamiento  
19 distinto.

20 Los insectos usados para las liberaciones fueron recolectados entre las  
21 8:00 y las 9:00 de la mañana en LOS lotes J5-11 y J5-12 del JGG. El  
22 proceso de recolección consistió en recubrir las inflorescencias masculinas  
23 de *E. oleifera* en pleno proceso de antesis con una bolsa de polietileno y  
24 agitar éstas para que los insectos caigan en la bolsa. Los insectos recogidos

1 (500 gr aproximadamente) eran pasados a un frasco de plástico de un galón  
2 y mezclados con 20 gr de polen de *E. guineensis*.

3 Las liberaciones en las parcelas se hicieron entre las 9:30 y las 10:30  
4 de la mañana, la mezcla de insectos-polen se iba soltando a manojos  
5 mientras se caminaba por entre las parcelas PI, PII y PIII, sin entrar nunca a  
6 la parcela PIV (Figura 1).

7 Se marcaron 40 inflorescencias femeninas de palmas híbridas en  
8 antesis por parcela para su posterior análisis una vez que se desarrollaron  
9 los frutos. Seis meses después se cosecharon al azar 15 de los 40 racimos  
10 preseleccionados por parcela (Figura 1).

11 A la par, se analizó la producción de frutos de los 60 racimos con siete  
12 variables de producción utilizadas normalmente por la empresa: 1) Porcentaje de frutos fértiles o normales, 2) Porcentaje de frutos partenocárpicos, 3) Porcentaje de frutos abortados 4) Peso de frutos fértiles, 5) Peso de frutos partenocárpicos, 6) Peso de frutos abortados y 7) Número de espigas por racimo. Para esto se tomó cada racimo por separado, se cortaron las espigas del pedúnculo, se separaron todos los frutos de las espigas y se procedió a separar y contar los frutos normales (o fecundados), los frutos partenocárpicos, los frutos abortados y las espigas con el pedúnculo. Una vez separados en estos cuatro grupos se guardaron por separado en bolsas plásticas y se fueron pesados en una balanza electrónica industrial (TCS: 300-a). Esto se realizó en el LPSF de la empresa Energypalma S.A.

1           Para comparar la eficiencia de polinización se tomaron datos,  
2           previamente colectados por la empresa Energypalma S.A., de los  
3           porcentajes de los tres tipos de frutos de racimos de palmas híbridas, de los  
4           lotes 2P1, 2P2, 2O1 y 2O2 en la Zona de Zarria, polinizados bajo el mismo  
5           procedimiento, pero con polinizadores africanos (*E. kamerunicus*)  
6           recolectados en palmas *E. guineensis* en lotes dentro de la plantación.  
7           Protocolo normalmente usado por la empresa para la producción de frutos  
8           destinado a la elaboración de aceite. Estos cuatro lotes fueron analizados  
9           como otros cuatro tratamientos distintos.

#### 10       2.2.2. Polinización en Inflorescencias Aisladas.

11           En el lote J5-22 en la Zona 6, en 13 palmas híbridas de 3 años, se llevó  
12           a cabo el segundo experimento, con dos tratamientos: PN, polinizados con  
13           los tres escarabajos nativos *Couturierius* sp., *Grasidius* sp. y *Mystrops* sp., y  
14           polen de palma americana; y PE, polinizada con *Elaeidobius kamerunicus* y  
15           polen de palma africana. Para esto se aislaron 21 inflorescencias femeninas  
16           antes de que estén receptivas, en bolsas de polietileno (Figura 2 y Tabla 1).  
17           El proceso de aislamiento de inflorescencias consistió en remover racimos  
18           aledaños a las inflorescencias analizadas, retirar las capas de brácteas que  
19           las recubren y rociar alrededor de éstas insecticida (Baygon: Verde, insectos  
20           rastrosos) y formol al 0.02% para eliminar los insectos y hongos presentes en  
21           la inflorescencia. Posteriormente se colocaba cada inflorescencia dentro de  
22           una bolsa de polietileno donde permanecía aislada.

23           Desde el primer día de anthesis de la inflorescencia se introdujeron  
24           cuatro ml de insectos polinizadores (aproximadamente 800 individuos

1           *Couturierius* sp., 800 *Grasidius* sp. y 4000 *Mystrops* sp.) dentro de cada  
2           bolsa (siete inflorescencias fueron polinizadas con una mezcla de los tres  
3           insectos polinizadores nativos con polen de *E. oleifera*, siete con el  
4           polinizador africano *E. kamerunicus* con polen de *E. guineensis* y siete no  
5           fueron polinizadas como control). Los polinizadores fueron colectados en sus  
6           respectivas palmas y colocados en tubos de ensayo con tapa con el mismo  
7           polen que se obtuvo al colectarlos. Los tubos se llenaron cuatro ml con cada  
8           mezcla. Las polinizaciones en las inflorescencias aisladas se realizaron bajo  
9           el siguiente procedimiento: se desinfectó la ventana plástica de la bolsa con  
10          alcohol etílico industrial al 95%, se realizó un corte en la ventana plástica se  
11          introdujeron los respectivos polinizadores contenidos en uno de los tubos de  
12          ensayo con tapa y finalmente se selló la abertura con cinta pegante. En las  
13          polinizaciones control (polinización negativa) se aplicó el mismo proceso que  
14          al polinizar, pero con los tubos vacíos. Este proceso representa una  
15          polinización y fue repetido todos los días, hasta que todas las flores de la  
16          inflorescencia estuvieran receptivas (esto varió de dos a 12 días  
17          dependiendo de cada inflorescencia).

18                 Los racimos fueron cosechados a los cuatro meses, cuando los frutos  
19                 aun no estaban completamente maduros. El análisis de producción de frutos  
20                 se realizó con las mismas variables antes explicadas en el LPSF de  
21                 Energypalma S.A.

### 22           **2.3. Comparación de Eficiencia de Polinizadores Nativos.**

23                 El tercer experimento consistió en comparar a los tres polinizadores por  
24                 separado y juntos más un control negativo. Se realizaron 37 aislados de

1 inflorescencias femeninas antes de la antesis con bolsas de polietileno,  
2 siguiendo el proceso antes mencionado, en 28 palmas híbridas de tres años de  
3 edad, en el lote J5-22 (Tabla 1 y Figura 2).

4 En total se realizaron cinco distintos tratamientos: PC: polinizados con  
5 *Couturierius* sp.; PG: polinizados con *Grasidius* sp.; PM: polinizados con  
6 *Mystrops* sp.; P3: polinizados con las tres especies; y P-: sin polinización.

7 Cuando las inflorescencias comenzaban el proceso de antesis fueron  
8 polinizadas bajo el procedimiento previamente mencionado, bajo los siguientes  
9 tratamientos: siete inflorescencias con los curculiónidos del género *Couturierius*  
10 sp.; ocho aislados con los curculiónidos del género *Grasidius* sp.; siete con los  
11 nitidúlidos del género *Mystrops* sp.; ocho inflorescencias con una mezcla de las  
12 tres especies; y siete aislados se dejaron con polinización negativa (se tomaron  
13 las mismas inflorescencias de control del experimento anterior).

14 Los tres tratamientos con las especies por separado fueron polinizados  
15 con 110 individuos de cada especie respectivamente; el tratamiento con la  
16 mezcla de las tres especies contenía 37 individuos de cada una de las tres  
17 especies, 111 individuos en total.

18 La recolección y clasificación de insectos se realizó manualmente con  
19 tamizadores y un aspirador hechos manualmente con materiales reciclados y  
20 puestos en tubos de vidrio. Todos los tubos fueron previamente llenados con  
21 0.5 g de polen, a excepción de los tubos vacíos para las polinizaciones  
22 negativas. Las 37 inflorescencias aisladas fueron polinizadas una sola vez  
23 cada una con su respectivo tratamiento.

1            Los racimos fueron cosechados y analizados bajo las mismas siete  
2            variables junto con los racimos del experimento de Polinización en  
3            Inflorescencias Aisladas, antes mencionado.

#### 4            **2.4. Biología de los Polinizadores.**

5            Se aislaron 18 inflorescencias masculinas antes de la antesis de *E.*  
6            *oleifera* en el lote J5-11 del JGG. Una vez estuvieron en antesis, fueron  
7            polinizadas con una de las tres especies por separado (seis inflorescencias por  
8            especie) bajo el mismo procedimiento antes realizado, pero esta vez con 200  
9            individuos en cada tubo y sin añadir polen extra a los tubos, ya que no se  
10           realizaron polinizaciones propiamente, sino colonizaciones por parte de los  
11           insectos a las inflorescencias masculinas.

12           Después de la introducción de los insectos se procedió a recolectar cada  
13           día tres espigas de cada inflorescencia aislada hasta que eclosionaran los  
14           estadios adultos. Las espigas fueron recolectadas haciendo un corte grande en  
15           la ventana de la bolsa y cortando con tijeras las espigas en la parte más basal  
16           posible y sellando la bolsa con cinta pegante al finalizar.

17           Las espigas fueron recolectadas entre las 9:30 y las 10:30 de la mañana y  
18           fueron llevadas al laboratorio en bolsas plásticas individuales donde se midió el  
19           largo y el ancho total de cinco, o menos, individuos de cada estadio por  
20           inflorescencia hasta llegar a los 15 datos por día por especie. Las medidas  
21           fueron tomadas en un microscopio estereoscópico (Diamond: #5426) bajo un  
22           aumento de 40x. Se cuantificaron los tiempos de cada estadio, en días, para  
23           determinar los intervalos de los distintos estadios del ciclo de vida de las tres  
24           especies, según la metodología usada en Tuo et al. (2011):

1 Estadio neonato – estadio larval 1 (L1)

2 L1- estadio larval 2 (L2)

3 L2 - estadio larval 3 (L3)

4 L3 - estadio de pupa (P)

5 Se tomaron datos de temperatura y humedad relativa con un dataloger  
6 dentro de una bolsa de polietileno con una inflorescencia aislada y al ambiente  
7 bajo sombra, protegido de la lluvia, para comparar estas variables climáticas en  
8 estos dos ambientes y ver si esto influye en el desarrollo de los insectos.

9 Adicionalmente se colectaron individuos de las tres especies, se los montó  
10 en alfileres entomológicos y se los envió a Italia, para su identificación  
11 taxonómica, al profesor Massimo Meregalli de la Università degli Studi Di Torino,  
12 Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi.

13

## 14 **2.5. Análisis estadísticos.**

15 Los análisis estadísticos se realizaron con el programa PASW Statistics  
16 (SPSS), bajo un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA). Para observar si  
17 existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos de cada  
18 experimento de eficiencia de polinización, se efectuó la prueba estadística no  
19 paramétrica de Kruskal-Wallis para varias muestras, usando como variables los  
20 datos porcentuales de frutos y como variable de agrupación los distintos  
21 tratamientos, con una significación de 0,05.

22 Para determinar las diferencias entre los grupos de tratamientos de cada  
23 experimento, se utilizó la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney.  
24 Ésta prueba compara pares de tratamientos, por lo que se realizó una prueba

1 para cada par posible de tratamientos, dentro de cada uno de los tres  
2 experimentos de eficiencia de polinización.

3 Se realizaron pruebas no paramétricas debido a que la distribución de los  
4 datos no fue normal.

### 6 **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 8 **3.1. Eficiencia de Polinización.**

##### 9 3.1.1. Polinización con Liberaciones *in situ*.

10 Después de seis meses se cosecharon los 60 racimos (15 por parcela)  
11 y se los analizó bajo las siete variables de producción. Los datos promedio  
12 de cada parcela se muestran en la Tabla 2. Se encontró una diferencia  
13 altamente significativa entre los cuatro tratamientos de este experimento  
14 mostradas en la Tabla 3, pero al comparar solo los tres tratamientos de  
15 liberación directa el porcentaje de frutos normales es similar. En general se  
16 observa una baja formación de frutos normales (media total de 9,9%), sin  
17 embargo se puede observar un aumento significativo (Tabla 2) de  
18 producción de frutos normales en las tres parcelas (PI, PII y PIII) donde se  
19 hicieron liberaciones directas (promedio de las tres parcelas 11,2%) en  
20 comparación a la parcela en la cual no se hicieron liberaciones directas (PIV)  
21 (5,9%). El tratamiento sin liberaciones directas no tuvo diferencias  
22 significativas en los porcentajes de frutos partenocárpicos ni abortados. Esto  
23 evidencia el efecto de la distancia a la cual son liberados los polinizadores,

1 ya que si bien la parcela PIV no tuvo una liberación directa, se observó la  
2 presencia de polinizadores al haber una formación de frutos normales.

3 La parcela PII fue la que mejor formación de racimo presentó con  
4 diferencias significativas en los porcentajes de frutos abortados (35,8%), y  
5 partenocárpicos (51,1%) y no presentó diferencias en cuanto a porcentaje de  
6 frutos normales (13,1%) (Tabla 2). PII fue también la parcela que presentó  
7 mayor peso de frutos partenocárpicos y menor peso de frutos abortados  
8 (Tabla 2).

9 Comparando los resultados de este estudio con datos obtenidos por la  
10 empresa Energypalma S.A. de parcelas aledañas en los lotes: 2O1, 2O2,  
11 2P1 y 2P2) bajo polinización entomófila con *Elaeidobius kamerunicus*, se  
12 observan diferencias significativas entre los ocho tratamientos (Tabla 3); al  
13 comparar estas cuatro parcelas entre pares de tratamientos, no se observan  
14 diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de frutos  
15 normales con respecto a los primeros tres tratamientos que tuvieron  
16 polinización directa (Tabla 2).

17 Con respecto a frutos partenocárpicos y abortados, los lotes 2P2, 2O1 y  
18 2P1 presentan una eficiencia similar con respecto al segundo tratamiento y el  
19 lote 2O2 no presentó diferencias significativas con las parcelas PI, PIII y PIV  
20 (Tabla 2).

21 Estos resultados sugieren que los dos tipos de polinizadores (africanos  
22 y nativos) tienen un eficiencia de polinización similar.

23 Sin embargo no se ve una polinización igual a la que ocurre en las  
24 respectivas palmas progenitoras donde *E. kamerunicus* logra una

1 conformación de racimo de entre 80 y 90% de frutos normales y  
2 partenocárpicos en palmas africanas, los mismos valores de formación de  
3 racimo se alcanzan en las palmas americanas del JGG que son polinizadas  
4 por los escarabajos nativos.

5 Esto puede estar relacionado al cambio de los aromas atrayentes en las  
6 palmas híbridas con respecto al aroma de sus progenitores, al cual ya están  
7 adaptados los insectos, entre otros muchos factores.

### 8 3.1.2. Polinización en Inflorescencias Aisladas.

9 Los 14 racimos de los dos tratamientos fueron cosechados a los cuatro  
10 meses, cuando los frutos aun no estaban completamente maduros, pero ya  
11 lo suficientemente desarrollados para diferenciarlos entre frutos normales,  
12 frutos partenocárpicos y frutos abortados y poder realizar el análisis de  
13 producción de frutos.

14 Los resultados de cada tratamiento se presentan en la Tabla 4. No se  
15 encontraron diferencias significativas en los porcentajes y pesos de frutos  
16 entre los polinizadores nativos y *E. kamerunicus* (Tabla 4 y 5). Esto indica, al  
17 igual que el anterior experimento, que los dos tipos de polinizadores tienen  
18 una eficiencia de polinización similar. Esto sugiere que las palmas híbridas  
19 pueden ser polinizadas por los polinizadores de sus dos progenitores y son  
20 igual de receptivas para los dos tipos de polen.

### 21 3.2. Comparación de Polinizadores Nativos.

22 Los resultados promedio de cada tratamiento están en la Tabla 6. Al  
23 analizar estadísticamente los datos no se encontraron diferencias significativas  
24 entre los tratamientos polinizados. El único tratamiento que difiere

1           significativamente fue el quinto tratamiento el cual consistió en una polinización  
2           negativa (Tabla 6 y 7) sin embargo el peso de frutos abortados no fue  
3           significativamente diferente entre el tratamiento negativo y los otros cuatro  
4           tratamientos (Tabla 6).

5           Los resultados del tratamiento de polinización negativa nos muestran que  
6           se hizo un buen aislamiento de las inflorescencias y que no hubo ningún factor  
7           externo, ambiental o de manipulación, que produzca la polinización de las flores  
8           (Tabla 6). Estos resultados también nos muestran que la producción de frutos  
9           partenocárpicos solo se da si existe algún tipo de interacción con un polinizador,  
10          ya sea directa, que el polinizador influye en la formación de frutos  
11          partenocárpicos, o indirecta, que los frutos normales influyen en la formación de  
12          frutos partenocárpicos.

13          Comparando con este tratamiento negativo, se puede ver que las tres  
14          especies logran polinizar algunas flores. Sin embargo no pueden ser usadas  
15          como polinizadoras de las palmas híbridas, ya que la producción es muy baja  
16          para ser rentable (<10% de frutos normales) (Tablas 6 y 7).

17          Es probable que aumentando la presión polínica (cantidad de  
18          polinizadores) se obtenga una mejor conformación de racimo.

### 19       **3.3. Biología de los polinizadores.**

20          El promedio de temperatura y humedad del ambiente fueron de 27,6°C y  
21          38,7% de humedad relativa, con temperaturas máximas y mínimas 37,8 y  
22          22,4°C y humedad relativa máxima y mínima de 70,9% y 15%. Dentro de las  
23          bolsas de aislamiento la temperatura media fue de 26,1°C y la humedad de  
24          45,3%, con temperaturas máximas y mínimas de 32,1 y 23,8°C y humedad

1 máxima y mínima de 60,9 y 28,3% (Figura 3). Esto refleja una menor  
2 temperatura, mayor humedad relativa promedio y una menor variación de  
3 condiciones ambientales dentro de los aislados. Esta variación puede influir en  
4 el tiempo de desarrollo de los individuos.

5 Se obtuvieron los tiempos de duración de los estadios larvales y de pupa  
6 de las tres especies estudiadas. No se encontraron huevos pero al segundo día  
7 ya se encontraron larvas neonatas en las tres especies, por lo que se asume  
8 que el estadio de huevo dura un día. Las medidas de los estadios larvales y de  
9 pupa de las tres especies, así como el tiempo de duración de cada estadio se  
10 presentan en la Tabla 8. Se puede ver una relación directa entre el tamaño del  
11 individuo adulto y el tiempo de desarrollo hasta la adultez siendo la especie del  
12 género *Couturierius* el que requiere de mayor tiempo para llegar a ser adulto  
13 (14 días), seguido por la especie del género *Grasidius* (12 días) y finalmente la  
14 especie del género *Mystrops* (11 días).

15 El tiempo de duración de los distintos estadios larvales varía entre géneros.  
16 El primer estadio larval dura dos días en *Grasidius* y *Mystrops*, y tres días en  
17 *Couturierius*. El estadio larval L2 duró tres días para el género *Grasidius* y dos  
18 días para los otros dos géneros. En el género *Couturierius* el estadio larval final  
19 N3 tuvo una duración mucho mayor que los demás géneros, seis y cuatro días  
20 respectivamente. El tercer estadio L3 en los tres géneros corresponde al  
21 estadio de mayor duración siendo la diferencia aún más evidente en el género  
22 *Couturierius*. El estadio larval del género *Couturierius* duró 12 días, 10 días en  
23 *Grasidius* y nueve en *Mystrops*. El estadio de pupa de los tres géneros fue  
24 similar (tres días).

1           Se puede observar que el género *Couturierius* tiene un crecimiento más  
2 gradual en sus estadios larvales. El género *Grasidius* cambia más  
3 abruptamente de tamaños dos llegan a medir aproximadamente lo mismo en su  
4 último estadio larval; la larva neonata y el primer estadio larval del género  
5 *Mystrops* presenta un cuerpo ligeramente más largo y más angosto que los  
6 mismos estadios que *Grasidius*, sin embargo el estadio final de *Mystrops* es  
7 casi de la mitad del tamaño que los otros dos géneros. El tamaño del estadio  
8 pupal varía entre géneros, siendo proporcional al tamaño del adulto.

9           Se observó una clara diferencia entre el tipo de larva de los curculiónidos y  
10 el tipo de larva del nitidúlido, siendo las primeras larvas sin patas de doce  
11 segmentos y presentando una mandíbula poco desarrollada, a diferencia de las  
12 larvas de *Mystrops* que presentan tres pares de patas en los tres primeros  
13 segmentos y una mandíbula más desarrollada (Figura 4). Las pupas de los  
14 curculiónidos están recubiertas por una capa transparente, lo que permite  
15 observar al insecto desarrollándose dentro de éstas, a diferencia de las pupas  
16 del nitidúlido que están protegidas por una capa más gruesa con dos  
17 prolongaciones (Figura 5). Las larvas y pupas de los curculiónidos fueron  
18 encontradas dentro de las flores embebidas en la espiga, mientras que las  
19 larvas y pupas de los *Mystrops* se encontraron sobre la espiga. Esto muestra  
20 una clara diferenciación ecológica, ya que las larvas de los curculiónidos  
21 permanecen dentro de la flor masculina durante todo o casi todo su desarrollo,  
22 mientras las larvas *Mystrops* caminan por toda la inflorescencia buscando  
23 alimento.

1           Un desarrollo más corto puede representar una ventaja en la polinización  
2 ya que se puede tener más individuos en menos tiempo, por otra parte un  
3 polinizador de mayor tamaño es más efectivo que un polinizador pequeño ya  
4 que puede transportar más polen consigo. Según esto las tres especies  
5 estudiadas poseen una aptitud polínica similar ya que las especies grandes  
6 tienen un desarrollo más lento y viceversa.

7           Los datos obtenidos del tiempo de desarrollo hasta la adultez difieren un  
8 poco de los obtenidos por Rocha et al. (2005) que presentaron un tiempo de  
9 trece días para la especie *Couturierius* sp., también obtenidas de palma *E.*  
10 *oleifera*. En comparación con otros polinizadores de palma aceitera, como  
11 *Elaeidobius kamerunicus* (14 días) y *E. plagiatus* (11 días) todos los insectos  
12 tienen un tiempo de desarrollo similar (Tuo et al. 2011).

13           Las medidas de los estadios adultos de las especies en estudio difieren de  
14 los holotipos de las posibles especies, en este estudio *Couturierius* cf.  
15 *carinifrons* tuvo una medida media de 2,9 mm de largo y 1,1 mm de ancho  
16 mientras el holotipo mide 2,3 mm de largo y 1,1 mm de ancho. En *Grasidius* cf.  
17 *hybridus* las medidas fueron 2,1 mm y 1,0 mm cuando las del holotipo son 2,4  
18 mm y 1,0 mm. Esto sugiere que pueden tratarse de nuevas especies, como los  
19 autores sugieren para individuos del Ecuador (O'Brien et al. 2004). Los  
20 individuos de *Mystrops* cf. *beserrai* tuvieron una medida de 1,4 mm y 0,8 mm  
21 en comparación con el holotipo que mide 2,2 mm y 1,1 mm (Figura 6).

22           Las medidas obtenidas concuerdan más con las medidas de la especie  
23 *Mystrops costaricensis* (1,1 - 1,4 mm de largo), sin embargo esta especie esta  
24 reportada en inflorescencias de *E. guineensis* y no se han encontrado en *E.*

1            *oleifera* (Kirejtshuk y Couturier 2010), por lo que se esperan los resultados de  
2            los especímenes enviados para su identificación taxonómica, para poder  
3            determinar qué especies son las que se realmente se utilizaron en este estudio.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7            En este estudio se demuestra el incremento en producción de frutos que  
8            representa la liberación directa de polinizadores nativos y que la distancia de  
9            liberación influye en la calidad de conformación de racimos.

10           También se demostró que los géneros nativos *Couturierius*, *Grasidius* y  
11           *Mystrops* son igual de efectivos que la especie africana *Elaeidobius kamerunicus* al  
12           polinizar híbridos de palmas africana y americana, sin embargo no llegan a ser tan  
13           eficientes para ser usados como polinizadores de este cultivo.

14           Futuros estudios enfocados en mejoramiento de híbridos para recuperar  
15           características de uno de los progenitores, como recuperar los aromas volátiles  
16           atractivos o mejorar la viabilidad del polen, entre otras características sin afectar la  
17           resistencia a enfermedades. Así se mejoraría la polinización entomófila, ya sea por  
18           parte de los escarabajos americanos o africanos.

19           En este estudio se determinó la duración y crecimiento de los estadios del ciclo  
20           de desarrollo de *Couturierius* sp., *Grasidius* sp. y *Mystrops* sp. y se observó un  
21           relación directa entre el tamaño del insecto adulto, el tamaño de su larva y el tiempo  
22           de desarrollo hasta la adultez.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la empresa Energypalma S.A. por el financiamiento de esta investigación. Al Ingeniero Francisco Orellana por su guía en la realización de este estudio. A Álvaro Barragán por sus consejos y comentarios en el transcurso de la investigación. A Juan Carlos Guanoluisa, María Castillo y la Doctora Olga León por su ayuda en la fase de campo. Al Ingeniero Julio Sánchez por sus consejos en los análisis estadísticos. A Nadia Páez por su colaboración en la elaboración del manuscrito. A mi familia y a todos los que de alguna u otra forma me apoyaron durante esta investigación.

## 6. REFERENCIAS

- Aldana RC, Aldana JA, Moya OM. 2010. Biología, hábitos y manejo de *Rhynchophorus palmarum*. Cenipalma. Boletín Técnico 23: 60. (<http://temporal-fedepalma-ojs.biteca.com/index.php/boletines/article/download/10508/10498>)
- Bulgarelli J, Chinchilla C, Rodríguez R. 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 24: 38-41. (<http://aitesahn.com/DOCUMENTOS/nuevos/Inflorescencias%20masculinas.pdf>)
- INIAP Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 2011. Programa Nacional de Palma Africana. Ecuador.

1           ([http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com\\_content&view=article&id=24](http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=24)  
2           :palma)

3           Kirejtshuk AG, Couturier G. 2010. Sap beetles of the tribe Mystropini (Coleoptera:  
4           Nitidulidae) associated with South American palm inflorescences. *Annales de la*  
5           *Société Entomologique de France* 46: 367-421.  
6           (<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00379271.2010.10697676>)

7           Labarca M, Portillo E, Portillo A, Morales E. 2009. Reproductive structures and the  
8           oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) pollination by insects in three commercial fields  
9           in Zulia state, Venezuela. *Universidad del Zulia. Revista de la Facultad de*  
10          *Agronomía* 26(1): 1-22.

11          Lajis MN, Hussein MY, Toia RF. 1985. Extraction and identification of the main  
12          compound present in *Elaeis guineensis* flower volatiles. *Pertanika* 8(1): 105-108.  
13          ([http://psasir.upm.edu.my/2364/1/Extraction\\_and\\_Identification\\_of\\_the\\_Main\\_Co](http://psasir.upm.edu.my/2364/1/Extraction_and_Identification_of_the_Main_Compound_Present_in.pdf)  
14          mpound\_Present\_in.pdf)

15          O'Brien CW, Beserra M, Couturier G. 2004. Taxonomy of *Couturierius*, new genus  
16          and *Grasidius*, genus new to South America, palm flower weevils in the  
17          Derelomini [Coleoptera, Curculionidae]. *Revue Française d'Entomologie* 26(4):  
18          145-156.

19          Preciado C, Bastidas S, Betancourth C, Peña E, Reyes R. 2011. Predicción y  
20          control de la cosecha en el híbrido interespecífico *Elaeis oleifera* x *Elaeis*  
21          *guineensis* en la zona palmera occidental de Colombia. I. Determinación del  
22          periodo de madurez para obtener racimos con alto contenido de aceite. *Revista*

- 1 CORPOICA. Ciencia y Tecnología Agropecuaria: 12(1): 5-12.  
2 (<http://bac.corpoica.org.co/index.php/revista/article/viewFile/210/216>)
- 3 Quintero JL, Piedrahita HE. 2010. Dinámica de captura de adultos de  
4 *Rhynchophorus palmarum* (Coleóptera: Curculionidae) en la red de monitoreo  
5 zona occidental. Revista Palmas 31(4): 17-27.  
6 (<http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/viewFile/1501/1501>)
- 7 Rocha P, Aldana J, Rey L. 2005. Multiplicación de un polinizador (Coleoptera:  
8 Curculionidae) en poblaciones nativas de *Elaeis oleifera* [HBK] Cortés.  
9 Cenipalma. Ceniavances 126.  
10 (<http://www.geocities.ws/pedrojrrocha/pr/aldana126.pdf>)
- 11 Rocha P, Prada F, Rey L, Ayala I. 2006. Caracterización bioquímica parcial de la  
12 colección de *Elaeis oleifera* de Cenipalma. Revista Palmas 27(3): 35-44.  
13 ([http://temporal-fedepalma-ojs.biteca.com/index.php/palmas/article/  
14 download/1187/1187](http://temporal-fedepalma-ojs.biteca.com/index.php/palmas/article/download/1187/1187))
- 15 Sánchez L, Romero H. 2013. Viabilidad y morfología del polen de diferentes  
16 materiales de palma de aceite. Cenipalma. Ceniavances 171.  
17 ([https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fpublicaciones.fedepalma.org%2Findex.php%2Fcenavances%2Farticle%2Fdownload%2F10695%2F10681&ei=h-omVeHSIIRwsAXDIYGoCA&usg=AFQjCNFHMcpIRqp\\_xw3TSbD56mejzQ4xjA](https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fpublicaciones.fedepalma.org%2Findex.php%2Fcenavances%2Farticle%2Fdownload%2F10695%2F10681&ei=h-omVeHSIIRwsAXDIYGoCA&usg=AFQjCNFHMcpIRqp_xw3TSbD56mejzQ4xjA))
- 21 Syed RA. 1979. Studies on oil palm pollination by insects. Bulletin of Entomological  
22 Research 69: 213 - 224.

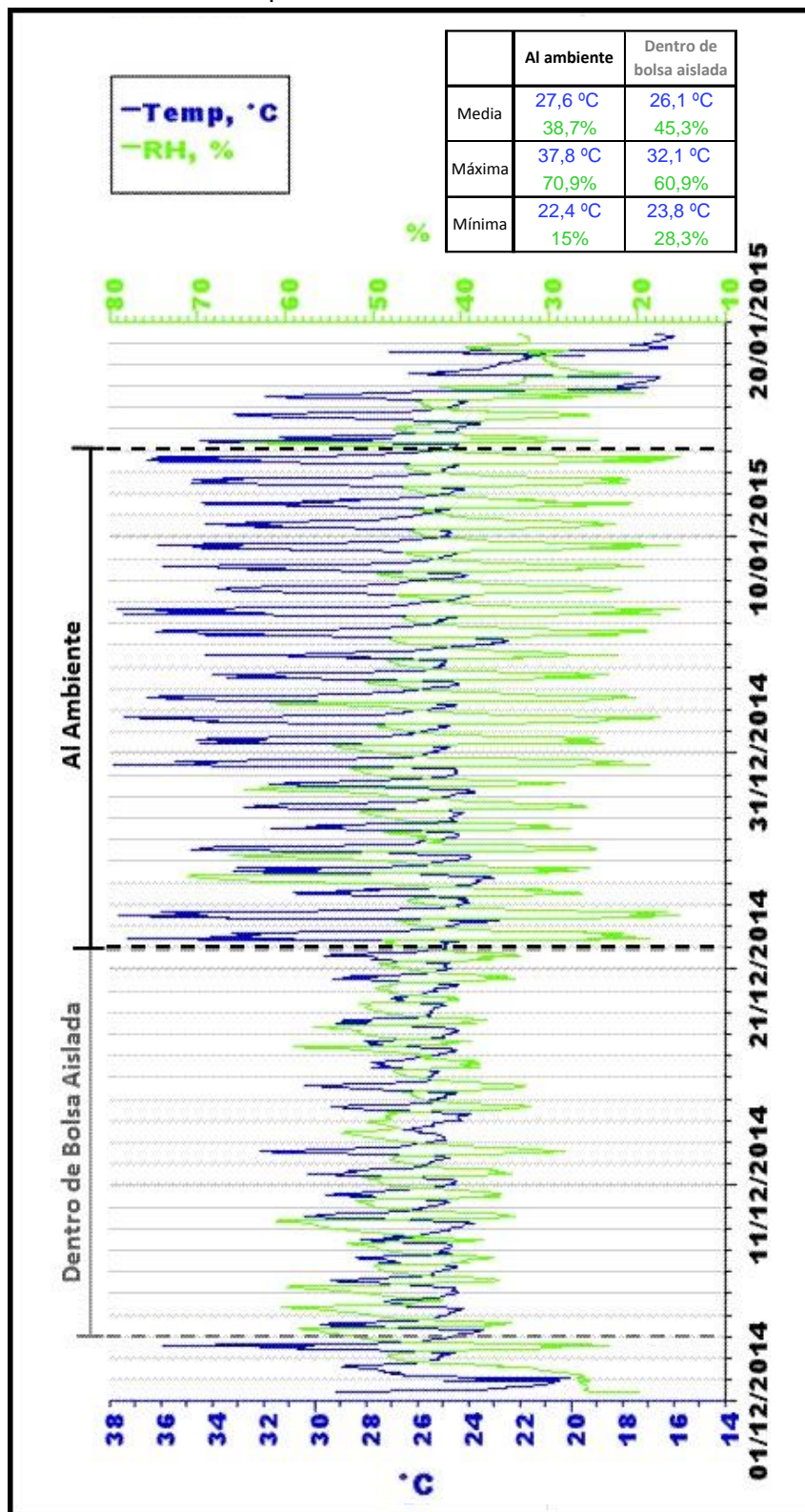
1 Tuo Y, Koua HK, Hala N. 2011. Biology of *Elaeidobius kamerunicus* and  
2 *Elaeidobius plagiatus* (Coleoptera: Curculionidae) main pollinators of oil palm in  
3 West Africa. European Journal of Scientific Research 49(3): 426-432. ([http://step-](http://step-project.net/NPDOCS/EJSR_49_3_10.pdf)  
4 [project.net/NPDOCS/EJSR\\_49\\_3\\_10.pdf](http://step-project.net/NPDOCS/EJSR_49_3_10.pdf))

5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24



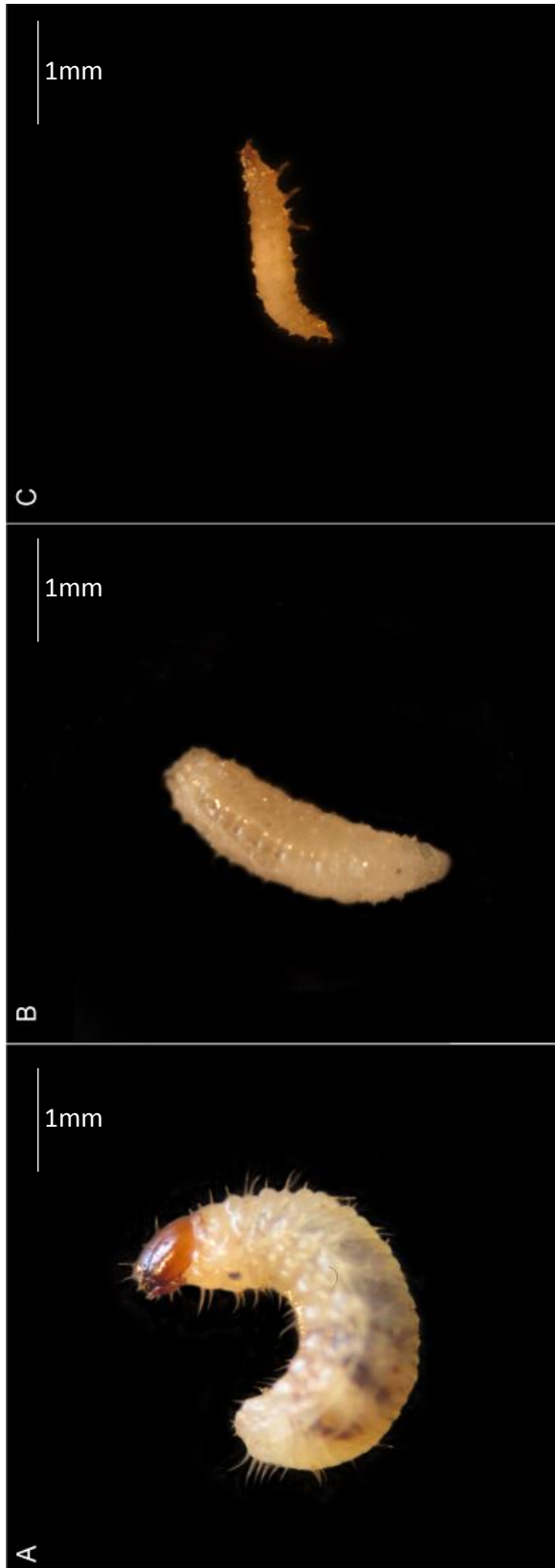


1 **Figura 3:** Comparación de temperatura y humedad relativa (RH), tomadas al ambiente y en una  
 2 inflorescencia dentro de una bolsa de polietileno.



1 **Figura 4:** Larvas de los tres escarabajos nativos en el último estadio.

2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23



24 Las tres imágenes están en la misma proporción. A: *Couturierius* sp. B: *Grasidius* sp. C: *Mystrops* sp.

1 **Figura 5:** Pupas de los tres escarabajos nativos en los últimos días.

2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23



24 Las tres imagines están en la misma proporción. A: *Couturierius* sp. B: *Grasidius* sp. C: *Mystrops* sp.

1 **Figura 6:** Adultos de los tres escarabajos nativos, vista lateral y dorsal.

2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23



24 Las seis imágenes están en la misma proporción. A, D: *Couturierius* sp. B, E: *Grasidius* sp. C, F: *Mystrops* sp.

1 **Tabla 1:** Experimentos de eficiencia de polinización en inflorescencias aisladas y comparación de  
 2 eficiencia de polinizadores nativos - disposición de tratamientos en inflorescencias femeninas  
 3 aisladas de las palmas híbridas (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*) en el lote J5-22, detalle y  
 4 esquema del lote en la Figura 2.

	Número de Palma	Cantidad de Racimos	Tratamiento - Polinización	Número de Repetición	Número de Palma	Cantidad de Racimos	Tratamiento - Polinización	Número de Repetición
5	X1	1	PN	1	X17	1	PC	5
6	X2	2	PN	2	X18	3	PC	4
			PC	1			P3	6
7	X3	1	P-	1	X19	1	PG	6
			PN	3			P3	7
8	X4	1	P3	1	X20	1	PM	4
			PG	1			P-	3
9	X5	1	P-	2	X21	2	PM	5
			P3	2			PG	7
10	X6	1	PC	2	X22	2	PE	3
			PG	2			PM	6
11	X7	2	PN	4	X23	2	P-	4
			PM	1			P-	5
12	X8	3	PN	5	X24	2	PE	4
			PE	1			PG	8
13	X9	1	PC	3	X25	1	PM	7
			PM	3			P-	6
14	X10	2	PG	5	X26	1	PE	5
			PN	6			PC	6
15	X11	3	P3	3	X27	1	PN	7
			PG	3			P-	7
16	X12	1	PN	2	X28	1	PC	6
			PM	2			X29	1
17	X13	2	P3	4	X30	1	P-	7
			PE	2			X31	1
18	X14	1	P3	4	X32	1	PE	6
			PG	4			X33	1
19	X15	2	P3	5	X34	1	P3	8
			PG	4				

18 Tratamientos PN y PE son del experimento de eficiencia de polinización en inflorescencias aisladas; PN fue polinizado con los tres  
 19 escarabajos nativos del Ecuador (*Couturierius* sp., *Grasidius* sp. y *Mystrops* sp.) y polen de la palma *Elaeis oleifera*, PE fue polinizado  
 20 por el escarabajo africano *Elaeidobius kamerunicus* con polen de la palma *Elaeis guineensis*. Tratamientos PC, PG, PM y P3 son del  
 21 experimento de comparación de eficiencia de polinizadores nativos; PC fue polinizado con *Couturierius* sp., PG fue polinizado con  
 22 *Grasidius* sp., PM fue polinizado con *Mystrops* sp. y P3 fue polinizado con una mezcla de las tres especies nativas. Estos cuatro  
 23 tratamientos fueron polinizados con polen de *Elaeis guineensis*. El tratamiento P- no fue polinizado por ningún escarabajo y fue el  
 24 control negativo.

1 **Tabla 2:** Experimento de eficiencia de polinización con liberaciones *in situ* en palmas híbridas  
 2 (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*) - promedios generales del porcentaje y peso de los tres tipos  
 3 de frutos.

4	Información		Porcentaje (%) *			Peso (Kg) *		
	Tratamiento	Número de repeticiones (n)	Frutos Normales	Frutos Partenocárpicos	Frutos Abortados	Frutos Normales	Frutos Partenocárpicos	Frutos Abortados
5	P I	15	10,2 ± 7,8 a	21,4 ± 12,3 a	68,5 ± 11,6 a	0,78 ± 0,4 a	0,45 ± 0,4 a	0,78 ± 0,5 a
6	P II	15	13,1 ± 10,1 a	51,1 ± 16,2 c	35,8 ± 17,4 c	1,46 ± 1,2 a	1,45 ± 0,6 b	0,28 ± 0,3 b
7	P III	15	10,4 ± 8,7 a	26,3 ± 13,7 a	63,3 ± 18 a	0,96 ± 0,9 a	0,67 ± 0,4 a	0,57 ± 0,3 a
8	P IV	15	5,9 ± 9,9b	20,7 ± 23,4 a	73,4 ± 26,8 a	0,9 ± 0,9 a	0,88 ± 0,5 a	0,28 ± 0,1 b
9	2O2**	6	8,0 ± 3,3 a	34,4 ± 15,3 ab	57,615 ab			
10	2P2**	6	12,2 ± 3,1 a	42,4 ± 9,9 bc	45,4 ± 10,6 bc			
	2O1**	6	11,1 ± 8,5 ab	53,1 ± 19,6 bc	35,7 ± 15,5 bc			
	2P1**	6	26,2 ± 24,9 a	35,4 ± 22,1 bc	38,5 ± 13,7 bc			

11 Los tratamientos PI, PII y PIII tuvieron liberaciones directas de tres escarabajos nativos del Ecuador (*Couturierius* sp., *Grasidius* sp. y  
 12 *Mystrops* sp.), el tratamiento PIV no tuvo liberaciones directas, pero estaba cerca de los tratamientos donde si hubieron liberaciones.  
 13 Los tratamientos 2O1, 2O2, 2P1 y 2P2 tuvieron liberaciones directas del escarabajo africano *Elaeidobius kamerunicus*.  
 14 \* Comparaciones por variable hechas con la prueba no paramétrica de Mann-Whitney. En columnas medias con letra igual no difieren  
 15 significativamente (p>0,05). \*\* Datos recolectados y proporcionados por la empresa Energypalma S.A.

16  
 17  
 18  
 19  
 20  
 21  
 22  
 23  
 24

1 **Tabla 3:** Resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para varios tratamientos,  
 2 para el experimento de eficiencia de polinización con liberaciones *in situ* en palmas híbridas  
 3 (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*), en las tres variables de porcentaje de frutos.

4	Tratamientos comparados	PI, PII, PIII y PIV			PI, PII y PIII			PI, PII, PIII, PIV, 2O1 <sup>o</sup> , 2O2 <sup>o</sup> , 2P1 <sup>o</sup> y 2P2 <sup>o</sup>		
5	Variable analizada (%)	Frutos Normales	Frutos Partenocárpicos	Frutos Abortados	Frutos Normales	Frutos Partenocárpicos	Frutos Abortados	Frutos Normales	Frutos Partenocárpicos	Frutos Abortados
6	Chi-cuadrado	11,72	21,65	21,6	2,02	20,77	19,73	15,45	34,08	39,74
7	Significación (p)	0,00**	0,00**	0,00**	0,36	0,00**	0,00**	0,31	0,00**	0,00**

9 Los tratamientos PI, PII y PIII tuvieron liberaciones directas de tres escarabajos nativos del Ecuador (*Couturierius* sp., *Grasidius* sp. y  
 10 *Mystrops* sp.) con polen de *Elaeis guineensis*, el tratamiento PIV no tuvo liberaciones directas, pero estaba cerca de los tratamientos  
 11 donde si hubieron liberaciones. Los tratamientos 2O1, 2O2, 2P1 y 2P2 tuvieron liberaciones directas del escarabajo africano  
 12 *Elaeidobius kamerunicus* con polen de *Elaeis guineensis*. <sup>o</sup> Datos recolectados y proporcionados por la empresa Energypalma S.A. \*  
 13 Diferencia significativa entre tratamientos (p<0,05). \*\* Diferencia altamente significativa entre tratamientos (p<0,01).

14  
 15 **Tabla 4:** Experimento de eficiencia de polinización en inflorescencias aisladas de palmas híbridas  
 16 (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*)- promedios generales y desviaciones estándar del porcentaje  
 17 y peso de los tres tipos de frutos.

18	Información		Porcentaje (%) *			Peso (Kg) *		
19	Tratamiento	Número de repeticiones (n)	Frutos Normales	Frutos Partenocárpicos	Frutos Abortados	Frutos Normales	Frutos Partenocárpicos	Frutos Abortados
20	PN	7	7,1 ± 7,2 a	43,2 ± 25,9 a	49,7 ± 28,8 a	0,45 ± 0,4 a	1,49 ± 1,2 a	1,13 ± 0,6 a
21	PE	7	8,2 ± 8,1 a	51,3 ± 19,6 a	40,4 ± 15,1 a	0,87 ± 0,7 a	2,6 ± 1,2 a	1,33 ± 0,6 a
22	P-	7	0,0 ± 0 b	0,0 ± 0 b	100 ± 0 b	0,0 ± 0 b	0,0 ± 0 b	0,89 ± 0,1 b

24 El tratamiento PN tuvo una polinización con una mezcla de tres especies nativas del Ecuador (*Couturierius* sp., *Grasidius* sp. y  
 25 *Mystrops* sp) con polen de *Elaeis oleifera*. El tratamiento PE fue polinizado con el escarabajo africano *Elaeidobius kamerunicus* y con  
 26 polen de *Elaeis guineensis*. El tratamiento P- no fue polinizado con ningún escarabajo, fue el control negativo. \* Comparaciones por  
 27 variable hechas con la prueba no paramétrica de Mann-Whitney. En columnas medias con letra igual no difieren significativamente  
 28 (p>0,05).

1 **Tabla 5:** Resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para varios tratamientos,  
 2 para el experimento de eficiencia de polinización en inflorescencias aisladas de palmas híbridas  
 3 (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*), y las tres variables de porcentaje de frutos.

Tratamientos comparados	PN y PE		
	Frutos Normales	Frutos Partenocárpicos	Frutos Abortados
Variable analizada (%)			
Chi-cuadrado	0,37	0,49	0,69
Significación (p)	0,84	0,48	0,4

9 El tratamiento PN tuvo una polinización con una mezcla de tres especies nativas del Ecuador (*Couturierius* sp., *Grasidius* sp. y  
 10 *Mystrops* sp) con polen de *Elaeis oleifera*. El tratamiento PE fue polinizado con el escarabajo africano *Elaeidobius kamerunicus* y con  
 11 polen de *Elaeis guineensis*.

12  
 13 **Tabla 6:** Experimento de comparación de eficiencia de polinizadores nativos en inflorescencias  
 14 de palmas híbridas (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*) - promedios generales y desviación  
 15 estándar, de la cantidad, promedio y peso de los tres tipos de frutos.

Información		Porcentaje (%) *			Peso (Kg) *		
Tratamiento	Número de repeticiones (n)	Frutos Normales	Frutos Partenocárpicos	Frutos Abortados	Frutos Normales	Frutos Partenocárpicos	Frutos Abortados
PC	7	4,8 ± 5,6 a	14,4 ± 22,4 a	80,8 ± 23,2 a	0,5 ± 0,4 a	0,64 ± 1 a	1,12 ± 0,3 a
PG	8	1,5 ± 1,8 a	10,8 ± 18,1 a	87,7 ± 19,9 a	0,18 ± 0,3 a	0,6 ± 1 a	0,91 ± 0,4 a
PM	7	1,8 ± 2 a	6,8 ± 8,4 a	91,4 ± 10 a	0,18 ± 0,2 a	0,26 ± 0,3 a	1,04 ± 0,5 a
P3	8	6,9 ± 8,8 a	18,5 ± 25,1 a	74,6 ± 33,2 a	0,59 ± 0,5 a	0,61 ± 0,5 a	1,03 ± 0,6 a
P-	7	0,0 ± 0 b	0,0 ± 0 b	100 ± 0 b	0,0 ± 0 b	0,0 ± 0 b	0,85 ± 0,1 a

22 PC fue polinizado con *Couturierius* sp., PG fue polinizado con *Grasidius* sp., PM fue polinizado con *Mystrops* sp. y P3 fue polinizado  
 23 con una mezcla de las tres especies nativas. Estos cuatro tratamientos fueron polinizados con polen de *Elaeis guineensis*. El  
 24 tratamiento P- no fue polinizado por ningún escarabajo y fue el control negativo. \* Comparaciones por variable hechas con la prueba  
 25 no paramétrica de Mann-Whitney. En columnas medias con letra igual no difieren significativamente (p>0,05).

1 **Tabla 7:** Resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para varios tratamientos,  
 2 para el experimento de comparación de eficiencia de polinizadores nativos en inflorescencias de  
 3 palmas híbridas (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*), y las tres variables de porcentaje de frutos.

4 Tratamientos comparados	5 PC, PG, PM, P3 y P-			6 PC, PG, PM y P3		
	7 Variable analizada (%)	Frutos Normales	Frutos Partenocárpicos	Frutos Abortados	Frutos Normales	Frutos Partenocárpicos
8 Chi-cuadrado	14,37	11,68	14,32	3,25	1,53	2,10
Significación (p)	0,00**	0,02*	0,00**	0,35	0,68	0,55

9 PC fue polinizado con *Couturierius* sp., PG fue polinizado con *Grasidius* sp., PM fue polinizado con *Mystrops* sp. y P3 fue polinizado  
 10 con una mezcla de las tres especies nativas. Estos cuatro tratamientos fueron polinizados con polen de *Elaeis guineensis*. El  
 11 tratamiento P- no fue polinizado por ningún escarabajo y fue el control negativo. \* Diferencia significativa entre tratamientos (p<0,05).

12 \*\* Diferencia altamente significativa entre tratamientos (p<0,01).

13  
 14  
 15  
 16  
 17  
 18  
 19  
 20  
 21  
 22  
 23  
 24  
 25

1 **Tabla 8:** Experimento de biología de los polinizadores - promedios generales de datos de  
 2 medidas, desviación estándar y tiempo de duración de cada estadio de las tres especies de  
 3 escarabajos nativos del Ecuador, criados en inflorescencias masculinas de *Elaeis oleifera*.

4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22

Estadios	Couturieri sp.		Grasidius sp.		Mystrops sp.	
	N	Ancho (mm)	N	Ancho (mm)	N	Ancho (mm)
L1	45	0,9 ± 0,2	30	0,6 ± 0,1	30	0,5 ± 0,1
L2	30	1,6 ± 0,3	45	1,3 ± 0,3	30	0,5 ± 0,1
L3	90	2,2 ± 0,2	60	2,1 ± 0,2	60	0,6 ± 0,1
P	45	1,5 ± 0,1	45	1,2 ± 0,1	45	0,8 ± 0,1
A	15	1,1 ± 0,1	15	1 ± 0,1	15	0,8 ± 0,1

Estadios	Duración de estadios	
	Días	Días
L1	3	2
L2	2	3
L3	6	4
P	3	3
Total	14	12

23 L1: Estadio larval 1, L2: Estadio larval 12, L3: Estadio larval 3, P: Estadio de pupa y A: Estadio adulto. Medias promedio de 15  
 24 medidas por día por estadio.

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Pablo Ignacio Sandoval Acuña, C.I. 171233832-4 autor del trabajo de graduación titulado: “Polinización entomófila de híbridos interespecíficos de la palma aceitera africana y la palma aceitera americana (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*) con escarabajos nativos del Ecuador.” previo a la obtención del grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales:

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la ley orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Quito, 4 de mayo del 2014.

Sr. Pablo Sandoval Acuña

CI: 171233832-4

## **Directrices para autores/as**

ENTOMOTROPICA es una publicación seriada de carácter científico de la Sociedad Venezolana de Entomología que se publica cuatrimestralmente en los meses de abril, agosto y diciembre. Se publican trabajos relacionados con la fauna entomológica neotropical, siguiendo un concepto amplio de entomología que incluye Parainsecta (Collembola, etc.), pero también arácnidos y miriápodos. Todos los manuscritos serán arbitrados por especialistas en el área, quienes sugerirán al Comité Editorial (CE) la pertinencia para publicación. No obstante la decisión final sobre la aceptación de un manuscrito compete exclusivamente al CE.

ENTOMOTROPICA publica los siguientes tipos de trabajos:

- Foros. Discusiones realizadas por un grupo de especialistas o “expertos”, para analizar los diferentes aspectos de un tema, aclarar controversias o tratar de resolver problemas de interés sobre temas relacionados con la entomología.
- Artículos Científicos. Documentos que describen los resultados originales de investigaciones y que no han sido previamente publicados en otros medios divulgativos.
- Notas. Breves descripciones de técnicas o equipos novedosos, registros faunísticos, migraciones, hospederos nuevos y otros temas biológicos o taxonómicos de interés para los usuarios de la revista.
- Artículos de Revisión. Revisiones sobre temas importantes de interés entomológico que resuman, analicen y discutan informaciones ya publicadas y esbocen opciones para investigaciones futuras.
- Resenciones de libros entomológicos o con capítulos dedicados a la entomología.
- Notas necrológicas de entomólogos que contribuyeron notablemente al conocimiento de esta ciencia.

### **Normas de Presentación de Manuscritos:**

El manuscrito debe ser enviado preferiblemente a través de nuestro sistema de recepción y seguimiento editorial en línea (<http://www.entomotropica.org>), en los idiomas español, inglés o portugués. Si tiene dificultades para enviarlo por este medio, hágalo al correo electrónico [entomotropica@gmail.com](mailto:entomotropica@gmail.com).

La estructura del manuscrito deberá seguir el siguiente esquema:

En la primera página debe colocarse:

1.1. Título completo.

1.2. Título de Página o Cabecera no mayor de 20 palabras.

1.3. El nombre del autor o autores con sus respectivas afiliaciones institucionales, direcciones postales, y correos electrónicos indicando quién es el autor contacto para la correspondencia (si

usa el sistema en línea, el contacto para correspondencia será el autor que lo envía). Se debe tener en cuenta el consentimiento de los coautores

En la segunda página debe aparecer el Resumen en el idioma del manuscrito y una versión (Abstract) en inglés, no mayor de 120 palabras. Debe ser conciso, específico, no evaluativo y exponer claramente el propósito y contenido del manuscrito (incluir los conceptos, métodos empleados, hallazgos o implicaciones más importantes y las conclusiones).

A partir de la tercera página, debe estructurarse el resto del manuscrito en las siguientes secciones:

3.1. Introducción: Debe presentar el fundamento racional del estudio y suministrar suficientes antecedentes para la comprensión y evaluación los resultados.

3.2. Materiales y Métodos: Describir el diseño experimental y dar detalles suficientes de los materiales y métodos utilizados en la investigación para que un investigador pueda repetir los experimentos.

3.3. Resultados y Discusión: Los resultados deben expresarse clara y sencillamente, y la Discusión debe ocuparse de decir lo que éstos significan, presentando los principios, relaciones y generalizaciones que los Resultados indican y su concordancia, o no, con trabajos anteriormente publicados.

3.4. Conclusiones: Formule sus conclusiones de la forma más clara posible, y resuma las pruebas que respaldan cada conclusión.

3.5. Agradecimiento: Si la hubiere, agradecer cualquier ayuda técnica o financiera.

3.6. Referencias: Debe basarse preferentemente en trabajos relevantes al tema y ya publicados.

#### Recomendaciones Generales

##### Gráficos y Dibujos.

Deben representar de forma clara y concisa los conceptos que se quieren transmitir. Para separar series de datos en los gráficos deberá usarse diferentes tipos de relleno, líneas ó marcadores de puntos (histogramas, gráficos de líneas, gráficos de puntos). Las escalas deberán ser ajustadas, evitando en lo posible zonas sin representación de datos y que permita a la vez una clara visualización de todas las series involucradas. El uso de color debe evitarse en lo posible. Deben colocarse al final del manuscrito con sus respectivas leyendas. Los formatos electrónicos aceptados, en orden de preferencia son: .ai (Adobe Illustrator), .cdr (Corel Draw), .eps (Enhanced Postscript), .wmf (Windows Metafile).

##### Fotografías

Deben ser de buena calidad (al menos 300 dpi de resolución) y mostrar claramente el motivo a ilustrar. Las reproducciones en color en la versión digital son gratuitas, en la versión impresa debe contactarse con la revista para una actualización de costos. Deben colocarse al final del manuscrito con sus respectivas leyendas. Los formatos electrónicos aceptados, en orden de

preferencia son: .tif (Tagged Image File), .jpg (Joint Photographic Group, de al menos 85% de calidad), .bmp (Bitmap File).

## Mapas

Deben ser claros, precisos y de buena calidad (al menos 300 dpi de resolución). Mostrar la escala gráfica, el norte geográfico, contener la ubicación relativa (país -> región -> área de interés), tener una grilla de coordenadas geográficas. Deben colocarse al final del manuscrito con sus respectivas leyendas. Los formatos electrónicos aceptados, en orden de preferencia son: .tif (Tagged Image File), .jpg (Joint Photographic Group, de al menos 85% de calidad), .bmp (Bitmap File).

## Presentación del Manuscrito

El archivo deberá estar en formato OpenOffice, Microsoft Word, RTF, o WordPerfect. El manuscrito deberá ser presentado a doble espacio, fuente Arial tamaño 12 pt y con numeración de líneas activado. Sin formatos de estilo.

Los encabezados como Resumen, Abstract, Introducción, etc. deben estar separados del texto, subordinados por una línea en blanco.

En el texto, los nombres científicos de organismos deben estar en *itálicas o bastardillas*, acompañados por el nombre del autor (no abreviado) y el año de publicación al señalarlos por primera vez (ej. *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762); *Paromenia venata* Young, 1977) en adelante, se abreviarán los géneros con la letra inicial. En caso de que se deban abreviar dos o más géneros con la misma inicial, se permitirán dos letras según la convención del grupo (*A. aegypti*; *P. venata* ).

Las medidas deben seguir el sistema métrico decimal, empleando las abreviaturas oficiales, sin punto (salvo que sea final de una oración). Los decimales deben separarse mediante una coma; las unidades mil deben ser separadas por un espacio (1 998 m), con excepción de los años (1998). Grados Celsius se indican como 26 °C; las coordenadas geográficas como lat 03° 05' 10" N, long 60° 18' 03" W.

Los plaguicidas, deben ser indicados por sus nombres comunes o técnicos (en minúsculas) y pueden ir acompañados por sus nombres comerciales (en mayúsculas y entre paréntesis).

Los términos “Figura” y “Cuadro” no deben ser abreviados en el texto y van con la primera letra en mayúscula. No deben incluirse pies de página.

Las citas en el texto serán indicadas como sigue: Batemann (1972), (Batemann 1972), (Olivares y Angulo 1996), (Geraud-Pouey et al. 1997), (Anónimo 1998) o si es Institución, con las letras indicativas en mayúsculas, por ejemplo: (IUCN 1994).

Bajo Referencias, todas las obras citadas deben ser ordenadas en orden alfabético, por el apellido del primer autor y por año. Los nombres de revistas periódicas no deben ser abreviados.

Ejemplos:

## Revistas

Geraud-Pouey F, Chirinos D, Rivero G. 1997. Dinámica poblacional y daños causados por Gelechiidae minadores en tomate en la región noroccidental del estado Zulia, Venezuela. Boletín de Entomología Venezolana (NS) 12(1): 43-50.

Batemann MA. 1972. The ecology of fruit flies. Annual Review of Entomology 17:493-518.

Olivares TS, Angulo A. 1996. El órgano timpánico en la clasificación de Lepidoptera: Noctuidae. Boletín de Entomología Venezolana 11(2):155-183.

## Libros

[IUCN] International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. 1994. IUCN Red list categories. Gland (Switzerland): mCN. 22 p.

Ross H. 1948. A textbook of entomology. New York: J Wiley. 532 p.

Schubert C. 1980. Aspectos geológicos de los Andes venezolanos: historia, breve síntesis, el cuaternario y bibliografía. En: Monasterio M, editora. Estudios ecológicos en los páramos andinos. Mérida (Venezuela): Universidad de Los Andes. p 29-46.

## Tesis

Pantchenko G. 1978. Arrastre ("Drift") de insectos béticos en el Rio Limón, Edo. Aragua [Tesis de Grado]. Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias. 57 p

## Publicaciones electrónicas

Etxebeste I, Pajares JA .2010. Verbenone protects pine trees from colonization by the six-toothed pine bark beetle, *Ips sexdentatus* Boern. (Col.: Scolytinae). Journal of Applied Entomology. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0418.2010.01531.x>

Martínez NJ, Franz NM, Acosta JA. 2008. Structure of the scarab beetle fauna (Coleoptera: Scarabaeoidea) in forest remnants of western Puerto Rico. Entomotropica 24(1): 1-9. (<http://www.entomotropica.org/index.php/entomotropica/article/view/228>, consulta on-line: 15 mayo 2010)