

FLORACIÓN Y DIVERSIDAD DE INSECTOS POLINIZADORES EN UN SISTEMA MONOCULTIVO DE CACAO

FLOWERING AND DIVERSITY OF POLLINATOR INSECTS IN A CACAO MONOCULTURE SYSTEM

Silvia Lorena Montero-Cedeño¹, Pedro Sánchez², Ramón Solórzano-Faubla³, Antonio Pinargote-Borrero³, Ernesto Gonzalo Cañarte-Bermúdez³

¹Carrera de Ingeniería Ambiental, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, Km 2.7 Vía Calceta-El Limón.

²Procesadora Cacao Real, Caracas-Venezuela

³Departamento de Entomología, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Portoviejo, Manabí, Ecuador.
Email: smontero@espam.edu.ec

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
22/12/2018

Aceptado:
03/06/2019

Licencia:
CC BY-NC-SA 4.0

Revista
ESPAMCIENCIA
10(1):1-7

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar la floración y la diversidad de polinizadores asociados a tres sustratos alimenticios en cacao fino y de aroma en sistema de monocultivo. Se establecieron nueve parcelas, compuestas de nueve árboles cada una, con tres tratamientos, que correspondieron a tres sustratos alimenticios (pseudotallo de plátano, cáscaras de cacao y hojarasca de cacao). Se seleccionaron tres ramas del árbol central de cada parcela y se cuantificó el número total de flores, flores polinizadas y fecundadas (cuajadas). Además, se capturaron mediante trampas tipo “pirámide” diversas especies de insectos polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae), recuperados en los tres sustratos alimenticios en estudio. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones y se realizó un análisis faunístico con las poblaciones de polinizadores. No se observaron diferencias significativas en el número de flores, porcentaje de polinización y fecundación entre las parcelas con los tres sustratos alimenticios. Sin embargo, la polinización y fecundación de flores de cacao fue superior en parcelas con sustrato de cáscara de cacao. Mientras que en parcelas con pseudotallo de plátano, se observaron mayor abundancia de insectos polinizadores de la familia Ceratopogonidae.

Palabras clave: *Theobroma cacao* L, Ceratopogonidae, polinizadores.

Abstract

This research aimed to determine flowering and the diversity of pollinators linked with three breeding substrates in a monoculture system of fine flavor cacao. For the purpose, nine plots of nine trees each were selected, the trial consisted of three treatments corresponding to breeding substrates (plantain pseudostem, cacao pod shells, and cacao leaf litter). Three branches from the central tree within each plot were selected, the total number of flowers, pollinated flowers, and fertilized flowers (fruit set) were counted. In addition; several species of pollinator insects (Diptera: Ceratopogonidae) were trapped using “pyramid” type traps, they were collected from the three breeding substrates under study. A randomized complete block design with three replicates and a faunistic analysis with the pollinator populations were carried out. There were no significant differences for number of flowers, pollination percentage, and flower set between plots for the three breeding substrates. However; pollination and cocoa flower set was higher in plots with cacao pod shells. While plots with plantain pseudostem showed plenty of pollinator insects from the family Ceratopogonidae.

Keywords: *Theobroma cacao* L., Ceratopogonidae, pollinators.

INTRODUCCIÓN

El cacao *Theobroma cacao* L. presenta problemas de incompatibilidad, dependiendo fundamentalmente de la actividad de insectos polinizadores, que aseguren una producción sustentable. Este cultivo alcanza su madurez productiva después de los tres años de su establecimiento en campo, tiempo a partir del cual su fenología es influenciada por la humedad del suelo, distribución de las lluvias, sombra y manejo del cultivo, que inciden sobre el ritmo de la floración y cosecha. Esta planta, se caracteriza por presentar durante su vida productiva abundantes flores, a lo largo del tronco y ramas, la mayor floración se produce entre los meses de diciembre a enero. Sin embargo, produce flores prácticamente todo el año (Mejía y Arguello, 2000).

No se tiene un conocimiento completo del mecanismo de la polinización del cacao, un rasgo distintivo es la enorme cantidad de flores que se producen en un árbol, pudiendo llegar a 5000 flores en un semestre, de estas, no más del 5% son polinizadas (Phillips *et al.*, 1995).

No obstante, la alta producción de flores de una planta de cacao, muchos materiales presentan el problema de incompatibilidad, que es heredable en forma simple, como cualquier otra característica del árbol (Enríquez y Paredes, 1983). En muchas regiones productoras de cacao, los árboles muestran una incompatibilidad superior a 50%, por lo que existe más floración que producción de frutos. La incompatibilidad del cacao, es más severa que en otros árboles frutales, ya que son pocas las especies de insectos polinizadores y solamente trasladan en cierto tiempo el polen de un árbol a otro (Enríquez, 1985).

Otro aspecto a considerar, es el sustrato que se encuentren en el área del cultivo, lo cual es fundamental para asegurar la diversidad de estos polinizadores y otros detritívoros que aportan a la riqueza de estos suelos. Los polinizadores requieren un hábitat con abundante materia orgánica y buen drenaje, especialmente durante el periodo lluvioso, que conserven humedad durante el resto del año (Batista, 2009).

La polinización se realiza preferentemente por la acción de mosquitas del género *Forcipomyia* (Diptera: Ceratopogonidae), que recorren el interior de la flor de cacao en busca de néctar. Estas mosquitas se movilizan longitudinalmente por cada uno de los cinco estaminoides y eventualmente caminan dentro de cualquiera de las cinco bolsas petaloides de la flor de cacao (Soria, 1980).

Es poca la información actualizada que se tiene en Ecuador sobre la floración del cacao, así, como la diversidad de insectos polinizadores, presentes en los varios sistemas de producción de cacao fino y de aroma,

entre ellos el monocultivo bajo las condiciones de Manabí. Considerando las 100.000 ha de cacao que se cultivan en esta provincia, lo cual representa aproximadamente un tercio de la superficie nacional, resulta de gran valor la generación de este conocimiento básico, que ayude a entender el rol de los polinizadores en la producción de este importante cultivo para la economía del país. Por lo que esta investigación tuvo como objetivo determinar la floración y la diversidad de polinizadores asociados a tres sustratos alimenticios en un sistema monocultivo de cacao fino y de aroma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El estudio se realizó en la época seca de 2018, en un lote monocultivo de cacao fino y de aroma, en el campus politécnico de la ESPAM-MFL, localizada en el sitio El Limón, parroquia Calceta, cantón Bolívar-Manabí, en las coordenadas 0°49'27,9''S; 80°10'47,2''O, a 15 m.s.n.m. bajo las condiciones climáticas (precipitación anual 838,7 mm, temperatura media anual 26°C y humedad relativa media 80,9%). La plantación está sembrada con los clones EET 575 y EET 576, a un distanciamiento de 3 m x 3 m, se efectuó una poda de mantenimiento y no se realizó controles fitosanitarios, para no interferir con la presencia de los polinizadores.

Procedimiento

Se establecieron nueve parcelas, de nueve árboles cada una, con tres tratamientos, que correspondieron a tres sustratos alimenticios: pseudotallo de plátano, cáscara de cacao (5 kg) y hojarasca de cacao (1 kg), con tres repeticiones. Se determinaron dos periodos de evaluación y en cada uno se seleccionó tres ramas del árbol central de cada parcela, se eligió una sección de 1 m en cada rama, donde se contabilizó el número de flores cerradas presentes (botones florales). Al cuarto día se cuantificó en cada sección; previamente seleccionada, el número de flores abiertas y activas, las cuales son consideradas polinizadas, mientras que las restantes son no polinizadas (secas). Con estos datos se determinó el porcentaje de polinización. A partir de esta fecha, con una frecuencia semanal y hasta 21 días después de iniciada la prueba, se contabilizó el número de flores fecundadas, que correspondió a aquellas que se mantuvieron presentes en la sección de rama evaluada, y que lograron realizar la transición de flor a fruto.

Para la captura de los insectos polinizadores de la familia Ceratopogonidae, se colocó en el interior de cada una de las nueve parcelas con los sustratos alimenticios (pseudotallo de plátano, cáscara de cacao y hojarasca de cacao), una trampa tipo "pirámide" truncada Winder y Silva, modificada por Mendoza (1980), la cual fue

construida de madera de 0,70 m de altura y base de 0,50 x 0,50 m. Las trampas permanecieron herméticamente cerradas, excepto una abertura superior y lateral, en las que se colocó una manguera y en cuyo extremo un frasco de vidrio de 9 cm, el mismo que contenía alcohol al 70%, donde se realizó la captura y recuperación de los polinizadores (Figura 1).



Figura 1. Imagen de la trampa tipo “pirámide” propuesta por Winder y Silva y modificada (Mendoza, 1980). El Limón-Calceta, Bolívar-Manabí. ESPAM-MFL.

El contenido de los frascos de cada trampa, se colectó quincenalmente y fueron reemplazados por frascos limpios que contenían 30 mL de alcohol 70%. Las muestras obtenidas fueron llevadas al laboratorio de Entomología de la Estación Experimental Portoviejo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Se revisó cada frasco, se contó y separó por morfoespecies los insectos polinizadores de la familia Ceratopogonidae. Durante este estudio se realizaron nueve colectas. Para la identificación taxonómica de los polinizadores, se utilizó una colección de referencia de Ceratopogonidae asociados a cacao existente en el Departamento de Entomología de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, identificada por el especialista Pablo Ignacio Marino del Museo de la Plata de Argentina (Marino y Spinellii, 2008).

Análisis estadístico

Para analizar la floración del cacao, se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con tres tratamientos y tres repeticiones. Los promedios de estas variables fueron sujetos de un análisis de varianza. Se usó el software estadístico Infostat 1.0 (InfoStat, 2001).

La riqueza y abundancia estimada de los insectos polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae), presentes en las parcelas de cacao con tres sustratos alimenticios, fue expresada en número de especies e individuos. Se realizó un análisis faunístico considerando todas las especies de polinizadores Ceratopogonidae reportados en los tres sustratos en estudio. Este análisis consistió en el cálculo de los índices de diversidad, dominancia, abundancia y frecuencia de cada especie. Se consideraron todos los ceratopogonidos colectados, separadamente en cada una de las nueve colectas en las trampas. Se utilizó el programa ANAFAU, desarrollado por la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidad de São Paulo (ESALQ/USP) (Lofego y Moraes, 2006; Cruz *et al.*, 2012). La diversidad se determinó por el índice Shannon-Weaner y la dominancia por el método de Kato, que considera la abundancia y frecuencia de las especies colectadas (Laroca y Mielke 1975 citado por Lofego y Moraes, 2006). Las especies se clasificaron como súper dominante (SD), dominante (D) o no dominante (ND). La abundancia fue determinada por la suma total de los individuos de cada especie. Se empleó una medida de dispersión (Silveira *et al.*, 1976), a través del cálculo del desvío estándar y el intervalo de confianza (IC) de la media aritmética para 1 y 5% de probabilidad. Se estableció las siguientes clases de abundancia: súper abundante (sa), muy abundante (ma), abundante (a), común (c), dispersa (d) o rara (r). La frecuencia se determinó estableciéndose la clase de frecuencia de acuerdo con cada intervalo de confianza de la media aritmética al 5% de probabilidad. Se determinaron las siguientes clases de frecuencia: súper frecuente (SF), muy frecuente (MF), frecuente (F) poco frecuente (PF) (Lofego y Moraes, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el periodo y área bajo estudio no se observó diferencias significativas en el número total de flores de cacao entre las parcelas con los tres sustratos alimenticios ($p > 0,05$) (Gráfico 1).

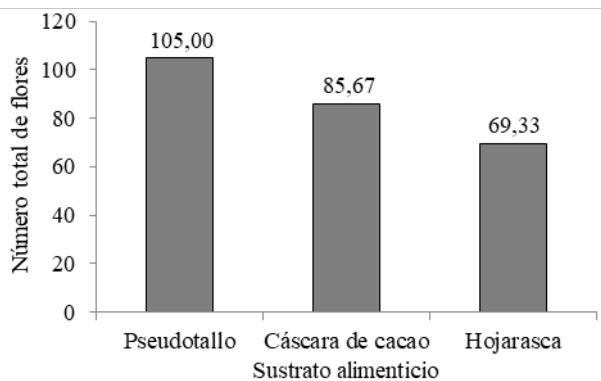


Gráfico 1. Número total de flores de cacao presentes en plantas con tres sustratos alimenticios. El Limón-Calceta, Bolívar-Manabí. ESPAM-MFL.

Cuando se analizó el porcentaje de polinización, no se determinó diferencias significativas entre los tratamientos ($p>0,05$). Sin embargo, se observó que las parcelas que contenían como sustrato cáscara de cacao presentaron mayor porcentaje de flores polinizadas, en relación a las parcelas que tenían sustrato de hojarasca y pseudotallo de plátano (Gráfico 2), tendencia que fue corroborada en los dos periodos de evaluación.

Al analizar el porcentaje de fecundación de flores de cacao (cuajado), no se registró diferencias significativas entre las parcelas que contenían los tres sustratos alimenticios (pseudotallo de plátano, cáscara de cacao y hojarasca de cacao), en ninguno de los dos periodos de evaluación ($p>0,05$).

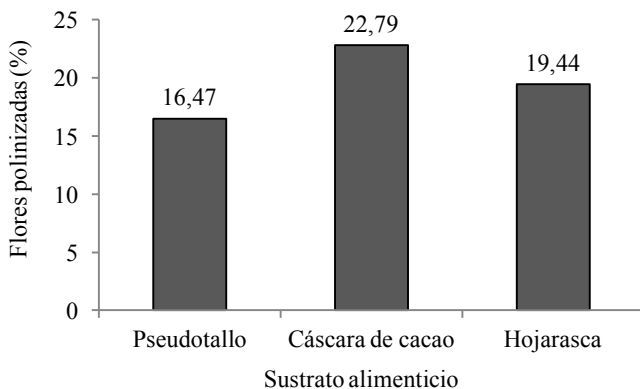


Gráfico 2. Porcentaje de flores de cacao polinizadas entre las parcelas con tres sustratos alimenticios. El Limón-Calceta, Bolívar-Manabí. ESPAM-MFL.

Se observó que en aquellas parcelas con sustrato de cáscara de cacao, se registró un mayor porcentaje de fecundación de flores, con 4,43 y 5,19% para el periodo 1 y 2 de evaluación, respectivamente, lo cual coinciden con

los resultados de Phillips *et al.* (1995). Mientras que el de menor valor se presentó en las parcelas con sustrato de hojarasca (Gráfico 3).

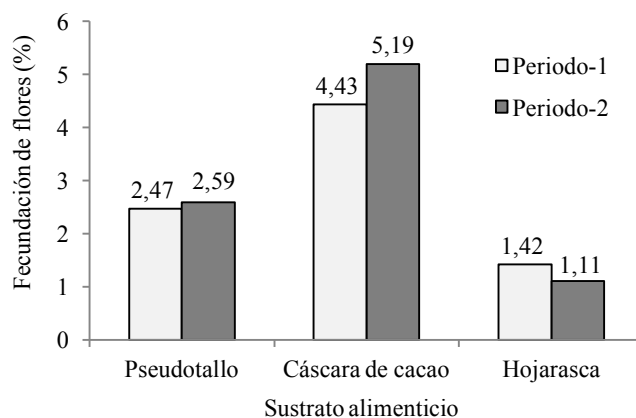


Gráfico 3. Porcentaje de fecundación de flores de cacao (cuajado) entre las parcelas con tres sustratos alimenticios. El Limón-Calceta, Bolívar-Manabí. ESPAM-MFL.

Durante este estudio, en las nueve colectas realizadas sobre los tres sustratos alimenticios (pseudotallo de plátano, cáscara de cacao y hojarasca), se contabilizó 5.247 especímenes de insectos polinizadores de la familia Ceratopogonidae, agrupadas en 19 morfoespecies, de los géneros *Forcipomyia* (8 especies), *Culicoides* (6 especies) y *Dasyhelea* (5 especies) (Gráfico 4), resultados similares a los encontrados por Cañarte *et al.* (2017), en una plantación de cacao, monocultivo, en el valle del Río Portoviejo-Manabí, así como de otros investigadores, que citan entre los géneros de mayor relevancia en la actividad de polinización del cacao a *Forcipomyia*, *Dasyhelea* y *Atrichopogon*, por poseer las características morfológicas necesarias para realizar esta actividad (Kaufmann, 1975; Soria *et al.*, 1981; Young, 1982; Borkent y Spinelli, 2007; Córdoba *et al.*, 2013).

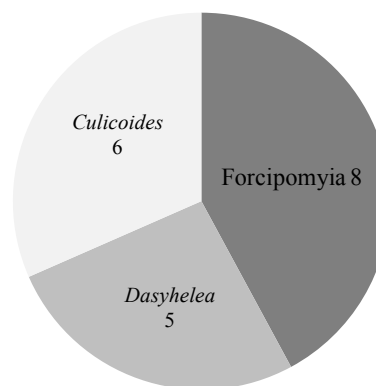


Gráfico 4. Distribución de la riqueza de morfoespecies de insectos polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae). El Limón-Calceta, Bolívar-Manabí. ESPAM-MFL.

Los resultados obtenidos confirman la importancia de estos insectos en la actividad polinizadora, necesaria para una adecuada producción de cacao, lo cual es también afirmado por Adjaloo y Oduro (2013) y Cañarte *et al.* (2017), quienes mencionan que los ceratopogónidos son los principales responsables de la polinización del cacao, siendo altamente dependiente de la sincronización de las poblaciones de estas mosquitas con los ciclos de floración del cacao y factores ambientales, principalmente la precipitación, que influye directamente en su actividad.

En el gráfico 5, se aprecia que la mayor abundancia de ceratopogónidos en esta investigación, se observó en el cacao con presencia de pseudotallo de plátano como sustrato, con 2949 especímenes contabilizados, seguido del sustrato con cáscara de cacao que alcanzó 2245 especímenes, diferenciándose sustancialmente del sustrato hojarasca, donde solo fueron colectados 53 especímenes. La relación entre la cobertura del suelo como la hojarasca y la cáscara de cacao en descomposición, ha sido reportada por varios autores como sitio ideal para los insectos polinizadores. Córdoba *et al.* (2013); Azhar y Wahi (1984) citados por Ríos (2015), mencionan que un hábitat con buena sombra, cáscaras de cacao en descomposición y con abundante hojarasca, forman un sitio ideal para incrementar la abundancia de insectos polinizadores ceratopogónidos en cacao.

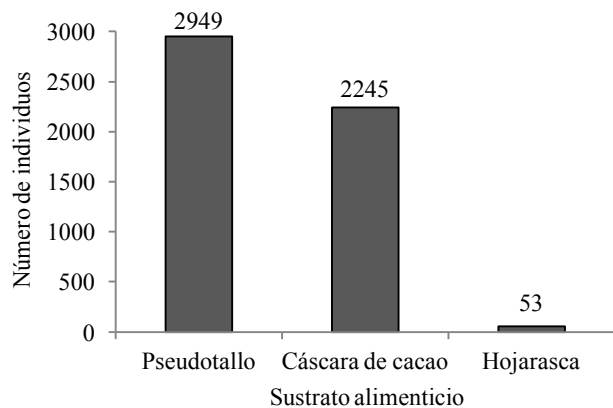


Gráfico 5. Abundancia de insectos polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae) en tres sustratos alimenticios El Limón-Calceta, Bolívar-Manabí. ESPAM-MFL.

Cuando se analizó la riqueza de estos polinizadores en cada sustrato alimenticio, se determinó que en el sustrato con pseudotallo de plátano, se reportó 18 morfoespecies de ceratopogónidos, 17 en la cáscara de cacao y siete en la hojarasca. Estos resultados sugieren la importancia de estos sustratos como sitios de refugio, alimentación y reproducción de estos dípteros, asociados con la actividad polinizadora en cultivos de cacao. Al respecto Valarezo *et al.* (2012) e INIAP (2015), recomiendan mantener locales de refugio, principalmente cáscara de cacao luego de la

cosecha, los mismos que recomiendan sean distribuidos uniformemente en la plantación, al igual que pseudotallo de plátano y la misma hojarasca de cacao. Kaufmann (1975); Winder (1977); Azhar y Wahi (1984), manifiestan que la diversidad y abundancia de polinizadores en cacao están influenciadas por la disponibilidad de hábitat, donde la biomasa en descomposición de hojarasca y restos de frutas, plantas asociadas al sistema brindan un excelente sustrato para la alimentación, reproducción y refugio de huevos, larvas y pupas de insectos polinizadores, que se alimentan principalmente de bacterias y hongos que crecen en estos ambientes.

En el análisis faunístico realizado con los datos obtenidos en los tres sustratos alimenticios (pseudotallo de plátano, cáscara de cacao y hojarasca), se observó que la morfoespecie 3 (*Dasyhelea* sp.1), se presentó como la única especie superdominante (SD), superabundante (sa) y superfrecuente (SF) en los tres sustratos alimenticios (Cuadro 1), resultados similares a los reportados por Cañarte *et al.* (2017), seguido de las morfoespecies 6 (*Dasyhelea* sp.2), y 10 (*Culicoides* sp.3), que se presentaron como dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), en los sustratos pseudotallo de plátano y cáscara de cacao. Mientras que la morfo-especie 16 (*Culicoides* sp.5) (Figura 2), se presentó como dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), solamente en el sustrato pseudotallo (Cuadro 1). No obstante, el número de morfoespecies en los sustratos pseudotallo y cáscara de cacao fue muy similar, se observa un mejor índice de diversidad en el sustrato cáscara de cacao, siendo su valor (0,8831) el más cercano a 1 (Cuadro 2).

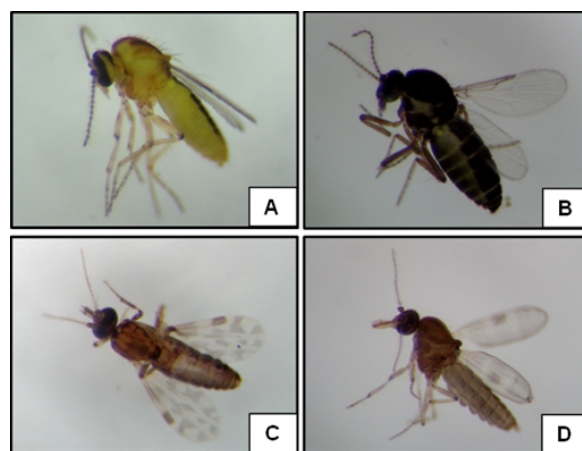


Figura 2. Morfoespecies de insectos polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae) de mayor abundancia presentes en tres sustratos alimenticios. A. morfo-especie 3 (*Dasyhelea* sp.1), B. morfoespecies 6 (*Dasyhelea* sp.2), C. morfoespecie 10 (*Culicoides* sp.3), D. morfo-especie 16 (*Culicoides* sp.5).

Cuadro 1. Número de individuos y registro de insectos polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae). El Limón-Calceta, Bolívar-Manabí. ESPAM-MFL

Morfo-especies	Géneros	Sustrato alimenticio/refugio														
		Pseudotallo de plátano					Cáscara de cacao					Hojarasca				
		N ¹	R ²	D ³	A ⁴	F ⁵	N ¹	R ²	D ³	A ⁴	F ⁵	N ¹	R ²	D ³	A ⁴	F ⁵
1	<i>Culicoides</i> sp.1	9	2	ND	r	PF	6	4	ND	r	PF	-	-	-	-	-
2	<i>Dasyhelea</i> sp.1	2009	8	SD	sa	SF	1844	9	SD	sa	SF	14	2	D	a	MF
3	<i>Forcipomyia</i> sp.1	30	5	ND	c	F	51	7	D	ma	MF	3	1	ND	c	F
4	<i>Dasyhelea</i> sp.2	231	8	D	ma	MF	75	8	D	ma	MF	1	1	ND	d	PF
5	<i>Culicoides</i> sp.2	7	1	ND	r	PF	21	4	ND	c	F	-	-	-	-	-
6	<i>Forcipomyia</i> sp.2	21	3	ND	d	PF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	<i>Dasyhelea</i> sp.3	71	5	D	c	F	7	2	ND	r	PF	-	-	-	-	-
8	<i>Culicoides</i> sp.3	130	5	D	ma	MF	91	5	D	ma	MF	3	1	ND	c	F
9	<i>Forcipomyia</i> sp.3	45	6	ND	c	F	39	6	D	a	MF	-	-	-	-	-
10	<i>Forcipomyia</i> sp.4	59	8	D	c	F	11	5	ND	d	PF	6	2	ND	c	F
11	<i>Culicoides</i> sp.4	31	4	ND	c	F	13	6	ND	c	F	-	-	-	-	-
12	<i>Forcipomyia</i> sp.5	10	3	ND	r	PF	3	2	ND	r	PF	-	-	-	-	-
13	<i>Culicoides</i> sp.5	221	5	D	ma	MF	29	2	D	c	F	-	-	-	-	-
14	<i>Dasyhelea</i> sp.4	42	1	ND	c	F	2	1	ND	r	PF	-	-	-	-	-
15	<i>Dasyhelea</i> sp.5	-	-	-	-	-	24	1	ND	c	F	-	-	-	-	-
16	<i>Forcipomyia</i> sp.6	11	3	ND	d	PF	15	4	ND	c	F	24	2	D	ma	MF
17	<i>Forcipomyia</i> sp.7	12	3	ND	d	PF	11	2	ND	d	PF	-	-	-	-	-
18	<i>Culicoides</i> sp.6	6	1	ND	r	PF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	<i>Forcipomyia</i> sp.8	4	2	ND	r	PF	3	1	ND	r	PF	2	1	ND	c	F
Σ		2949					2245					53				

¹Número de especímenes; ²Reportes de ocurrencia; ³Dominancia (método 2. Sakagami & Larroca): SD = súper dominante, D = dominante, ND = no dominante; ⁴Abundancia: sa = súper abundante, ma = muy abundante, a = abundante, c = común, d = dispersa, r = rara; ⁵Frecuencia: SF = súper frecuente, MF = muy frecuente, F = frecuente, PF = poco frecuente. - Especie no presente.

Cuadro 2. Número de morfoespecies de polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae), índices de Shannon-Weaner para diversidad y equidad de los polinizadores asociados. El Limón-Calceta, Bolívar-Manabí. ESPAM-MFL.

Sustrato alimenticio	No. de morfo- especies	Diversidad (H)	Varianza	Intervalos de confianza (IC)		Índice de Uniformidad (E)
				Min.	Max.	
Pseudotallo de plátano	18	1,3310	0,0008	1,330005	1,332024	0,4605
Cáscara de cacao	17	0,8831	0,0010	0,881730	0,884426	0,3117
Hojarasca	7	1,4807	0,0138	1,448378	1,513012	0,7609

CONCLUSIONES

La floración del cacao fue superior en parcelas con sustrato de cáscara de cacao. Mientras que en parcelas con pseudotallo de plátano, se registró mayor abundancia de insectos polinizadores de la familia Ceratopogonidae.

AGRADECIMIENTOS

Los autores dejan constancia de su agradecimiento a los estudiantes del sexto semestre, periodo 02-abril al 07-septiembre 2018, de la Carrera de Ingeniería Ambiental, de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL), por su colaboración en el levantamiento de la información de este estudio.

LITERATURA CITADA

Adjaloo, M.K y Oduro. W. 2013. Appl. Insect assemblage and the pollination system in Cocoa (*Theobroma cacao* L). Journal of Applied Biosciences 62: 4582 – 4594.

Azhar, I; Wahi M. 1984. Pollination of Cocoa in Malaysia: Identification of Taxonomic Composition and Breedings Sites, Ecology and Pollinating Activities, and Seasonal Abundance, Cocoa and coconut Division, MADRID Hilir Perak, Teluk Intan, Perak. The incorporated society of planters. Kuala Lumpur, Malaysia. P 77-89.

Batista, L. 2009. El Cultivo de cacao, guía técnica. República Dominicana. Centro para el desarrollo agropecuario forestal (en línea). Consultado el 16 de junio de 2016. Disponible en:

<http://docplayer.es/1149300-Guiatecnica-el-cultivo-de-cacao-autor.htm>

Borkent, A. & G. R. Spinelli. 2007. Neotropical Ceratopogonidae (Diptera: Insecta). In: Adis, J., J. R. Arias, G. Rueda-Delgado & K. M. Wattzen (Eds): Aquatic Biodiversity in Latin America (ABLA). Vol 4. Pensoft Publishers, Sofia-Moscow, 198 pp.

Cañarte, E., Navarrete J., Valarezo, O. y Solórzano, R. 2017. Biodiversidad de insectos polinizadores y su rol en la producción de cacao fino y de aroma en Manabí-Ecuador. Memorias de XL Jornadas Nacionales de

- Biología. 16 al 18 de noviembre de 2016. Guayaquil, Ecuador. p.32.
- Córdoba, C., Cerda, R., Deheuvels, O., Hidalgo, E., & Declerck, F. 2013. Polinizadores, Polinización y Producción Potencial de Cacao en Sistemas Agroforestales de Bocas del Toro, Panamá. *Agroforestería en las Américas* 49:26-32.
- Cruz, W. P.; Sarmiento, R. A.; Pedro-Neto, M.; Ferreira Jr., D. F. y Rodríguez, D. M. 2012. Análise faunística de ácaros fitoseídeo em pinhão-mansão e plantas espontâneas associadas. *Agrocossistemas* 4:17-32.
- Enríquez, G y Paredes, A. 1983. El cultivo del cacao. 2 ed. Costa Rica. EUNED. P 18-19.
- Enríquez, G.A. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- InfoStat 2001. Software Estadístico, versión 1.0. Manual del usuario. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. 241p. infostat@agro.uncor.edu.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2015. Informe Técnico Anual - estación Portoviejo, Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV) Entomología-Fitopatología.
- Kaufmann T. 1975. Studies on the ecology and biology of a cocoa pollinator, *Forcipomyia squamipennis* I. & M. (Diptera, Ceratopogonidae), in Ghana, Cocoa Research Institute. *Bulletin Entomology Research* No 65:263-268.
- Lofego, A. C.; Moraes, G. J. 2006. Ácaros (Acari) asociados a mirtáceas (Myrtaceae) em áreas de cerrado no estado de São Paulo com análise faunística das famílias Phytoseiidae e Tarsonemidae. *Neotrop Entomol* 35:731-746.
- Marino, P. y Spinellii, G. 2008. Biting Midges of the *Forcipomyia* (*Forcipomyia*) *argenteola* group in Southern South America, with description of a new species and a key to the Neotropical species (Diptera: Ceratopogonidae). *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol.* 56(2): 789-794.
- Mejía Flores, LA; Arguello Castellanos, O. 2000. Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de Cacao. CORPOICA. Bucaramanga, Colombia. 30 p.
- Mendoza, J. 1980. Comparación de diferentes sitios de crianza para insectos polinizadores del cacao. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Portoviejo, EC. Universidad Técnica de Manabí. 69 p.
- Phillips-Mora, W. Rodríguez, P; Fritz. 1995. Marcadores de ADN: Teoría, aplicaciones y protocolos de trabajo con ejemplos de investigación en Cacao (*Theobroma cacao* L). Turrialba, Costa Rica. CATIE p183. Serie técnica. Informe técnico No. 252
- Ríos, D. 2015. Descripción de la diversidad entomológica asociada a la flor de *Theobroma cacao*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8660/MONOGRAFIA%20POLINIZADORES%20DEL%20CACAO.pdf;sequence=1>
- Silveira-Neto, S.; Nakano, O.; Barbin, D. y Villa-Nova, N. A. 1976. Manual de Ecología dos Insetos. São Paulo, Brasil.
- Soria 1980. Insect pollination of cacao in Costa Rica. 1. Preliminary list of the ceratopogonid midges collected from flowers, *Revista Theobroma*. 10(2): 61-69.
- Soria, S de J; Chapaman, R; Knoke, J. 1981. Cacao pollination in Costa Rica. 2. Breeding sites of ceratopogonid (Diptera, Nematocera) midges. *Revista Theobroma*. 11(2):119-123.
- Valarezo, O. Cañarte, E. Navarrete, B. 2012. Artrópodos asociados al cultivo de cacao en Manabí. *Revista La Técnica*. 7: 34-42.
- Winder, J. 1977. Field observations on Ceratopogonidae and other Díptera: Nematocera associated with cocoa flowers in Brazil. *Bulletin of Entomological Research*. 67:57- 63.
- Young, A. 1982. Effects of shade cover and availability of midge breeding sites on pollinating midge population and fruit set in two cocoa farm. *Journal of Applied Ecology*, 19:47-63.