

BIOLOGÍA FLORAL DEL CACAO Y DIVERSIDAD DE INSECTOS POLINIZADORES EN TRES SUSTRATOS ALIMENTICIOS EN MANABÍ-ECUADOR

Silvia Lorena Montero Cedeño¹, Ernesto Gonzalo Cañarte Bermúdez², Pedro Sánchez³

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

²Departamento de Entomología, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Portoviejo, Manabí, Ecuador.

³ProcesadoracacaoReal, Caracas-Venezuela, pipasanchez@gmail.com

Contacto: smontero@espam.edu.ec

RESUMEN

El cultivo del cacao *Theobroma cacao* presenta problemas de incompatibilidad, por lo que depende fundamentalmente de la actividad de insectos polinizadores, que aseguren una producción sustentable. El objetivo de la presente investigación fue determinar la biología floral y la diversidad de polinizadores asociados a tres sustratos alimenticios en un sistema monocultivo de cacao fino y de aroma en Manabí-Ecuador. Se establecieron nueve parcelas, compuestas de nueve árboles cada una, con tres tratamientos, que correspondieron a tres sustratos alimenticios (pseudotallo de plátano, cascara de cacao y hojarasca de cacao). Se seleccionó tres ramas del árbol central de cada parcela y se cuantificó el número total de flores, flores polinizadas y fecundadas (cuajadas). Además, se capturó mediante trampas tipo "pirámide" la diversidad 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 fue observada 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 cascara de cacao. Mientras que en parcelas con pseudotallo de plátano, se registró mayor abundancia de insectos polinizadores de la familia de Ceratopogonidae.

PALABRAS CLAVE: *Theobroma cacao*, *Ceratopogónidos*, polinizadores.

ABSTRACT

Cocoa cultivation *Theobroma cacao* presents problems of incompatibility, so it depends mainly on the activity of pollinating insects, which ensure a sustainable production. The objective of the present investigation was to determine the floral biology and diversity of pollinators associated to three food substrates in a monoculture system of fine cocoa and aroma in Manabí-Ecuador. Nine plots were established, consisting of nine trees each, with three treatments, which corresponded to three food substrates (banana pseudostem, cocoa husks and cocoa litter). Three branches of the central tree of each plot were selected and the total number of flowers, pollinated and fertilized flowers (curds) was quantified. In addition, the diversity of pollinating insects (Diptera: Ceratopogonidae), recovered in the three food substrates under study, was captured using "pyramid" traps. A completely randomized block design was used, with three repetitions and a faunal analysis was carried out with the pollinator populations. No significant differences were observed in the number of flowers, percentage of pollination and fertilization between the plots with the three food substrates, however, pollination and fertilization of cocoa flowers was higher in plots with cocoa husk substrate. While in plots with banana pseudostem, there was a greater abundance of pollinating insects of the Ceratopogonidae family.

KEY WORDS: ***Theobroma cacao*, Ceratopogónidos, Pollinators.**

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao *Theobroma cacao*, 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 y el aire, que inciden sobre el ritmo de la floración y cosecha. Esta planta, se caracteriza por presentar durante su vida productiva abundantes flores en racimos, 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 F. 2004).

Una planta de cacao puede llegar a producir más de 300 flores por cada ciclo productivo, considerándose un total de 80 a 100 nudos reproductivos totales por planta (UC, 2010). No se tiene un conocimiento completo del mecanismo de la polinización del cacao, un rasgo peculiar 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, 1995).

No obstante, la alta producción de flores de una planta de cacao, muchos materiales presentan el problema de la incompatibilidad, que se hereda en forma simple, como cualquier otra característica del árbol (Enríquez, 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 grave que en otros árboles frutales, porque los insectos polinizadores son pocos y solamente trasladan en cierto tiempo el polen de un árbol a otro Enríquez, (1985)

Otro aspecto a considerar sobre estos polinizadores encargados de la fecundación de la flor del cacao, es el sustrato que se encuentren en el área del cultivo y que es fundamental para asegurar la diversidad de insectos polinizadores y otros detritívoros que aportan a la riqueza de estos suelos. Los polinizadores requieren de suelos profundos, no endurecidos, permeables arcillo-arenosos con abundante materia orgánica y buen drenaje durante el invierno, que conserven humedad durante el verano (Batista, 2009).

La polinización se da mayormente gracias a la acción de mosquitas del genero *Forcipomyia*, que recorren el interior de la flor de cacao en busca de alimento. Estas mosquitas recorren longitudinalmente cada uno de los cinco estaminoides y eventualmente penetra dentro de cualquiera de las cinco bolsas petaloides de la flor (Soria, 1980).

Es poca la información actualizada que se tiene en Ecuador sobre la biología floral y reproductiva del cacao, así, como la diversidad de polinizadores presentes en un sistema monocultivo de cacao fino y de aroma cultivado bajo las condiciones de Manabí. Si consideramos que en esta provincia se cultivan alrededor de 100.000 ha, que representa aproximadamente un tercio de la superficie nacional, resulta de gran valor la generación de este tipo de información básica que ayude a comprender el rol de los polinizadores en la producción de este importante rubro de la economía del país. Por lo que esta investigación tuvo como objetivo determinar la biología floral 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 un lote de cacao fino y de aroma, ubicado en la unidad de docencia, investigación y vinculación de la Carrera de Ingeniería Agrícola de la ESPAM-MFL en el sitio El Limón, parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí, situado geográficamente entre las coordenadas 00 49' 27,9"S; 80° 10' 47.2"O a 15 msnm.

Procedimiento

Se establecieron nueve parcelas, compuestas de nueve árboles cada una, con tres tratamientos, que correspondieron a tres sustratos alimenticios (pseudotallo de plátano, cascaras de cacao y hojarascas de cacao), en tres repeticiones y dos periodos de evaluación. En cada fecha, se seleccionó tres ramas del árbol central de cada parcela, se eligió una sección de cada rama, donde se contabilizó el número de flores cerradas presentes y se eliminó todas

las demás (abiertas, fecundadas, secas); al cuarto día se cuantificó en cada rama, el número de flores abiertas y activas, las cuales son consideradas polinizadas, mientras que las restantes son no polinizadas (secas). A partir de esta fecha, con una frecuencia semanal y hasta los 21 días después de iniciada la prueba, se estimó el número de flores fecundadas, que correspondió a aquellas que se mantuvieron presentes en la sección de rama evaluada, o sea, aquellas 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 parcela, sobre los tres sustratos alimenticios (pseudotallo de plátano, cascaras de cacao y hojarasca de cacao), en las tres repeticiones, 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. La trampa permaneció herméticamente cerrada, exceptuando una abertura superior y lateral, donde se colocó un tubo de vidrio, colocando en su extremo un frasco de vidrio de 9 cm, conteniendo alcohol al 70% (Gráfico 1).



Gráfico 1. Esquema de la trampa propuesta por Winder y Silva y modificada (Mendoza, 1980) para la captura de insectos polinizadores ubicada en el interior de la parcela de cacao. ESPAM-MFL. Calceta, Bolívar, Manabí, 2018.

El contenido de los frascos en cada trampa, fueron colectados quincenalmente y reemplazados por frascos limpios conteniendo alcohol 70%. Las muestras obtenidas fueron llevadas hasta el laboratorio de Entomología de la Estación Experimental Portoviejo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), donde se revisó los frascos y se contó y separó por morfo-especies a

los insectos polinizadores de la familia Ceratopogonidae. Durante este estudio se realizó nueve colectas de polinizadores. Para su determinación se utilizó la colección de referencia de polinizadores 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 la Biología floral y Reproductiva 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 y una prueba de separación de medias (tukey $\alpha=0.05$). 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 consideró todos los ceratopogonidos colectados y separadamente por cada una de las nueve colectas en cada trampa. Se utilizó el programa ANAFU, 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 Neto 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 establecieron 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) o poco frecuente (PF) (Lofego y Moraes, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No fue observada diferencias significativas en el número total de flores de cacao entre las parcelas con los tres sustratos alimenticios ($p>0,05$) (Gráfico 2).

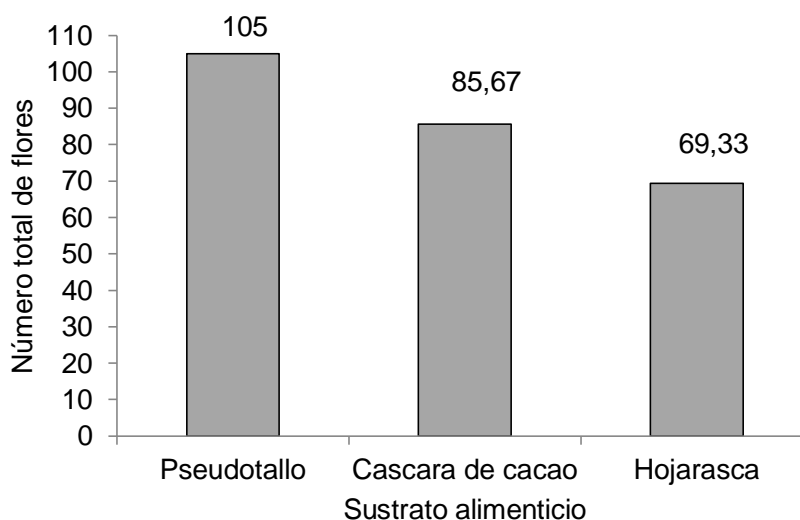


Gráfico 2. Número total de flores de cacao presentes en plantas con tres sustratos alimenticios (pseudotallo de plátano, cascara de cacao y hojarasca de cacao). ESPAM-MFL. Calceta, Bolívar, Manabí, 2018.

Cuando se analizó el porcentaje de polinización, tampoco se determinó diferencias significativas entre los tratamientos ($p>0,05$), sin embargo, se observó que las parcelas que contenían como sustrato cáscaras de cacao, presentaron mayor porcentaje de flores polinizadas, con relación a las parcelas que tenían sustrato de hojarasca y pseudotallo de plátano (Gráfico 3), tendencia que fue corroborada en las dos fechas de evaluación.

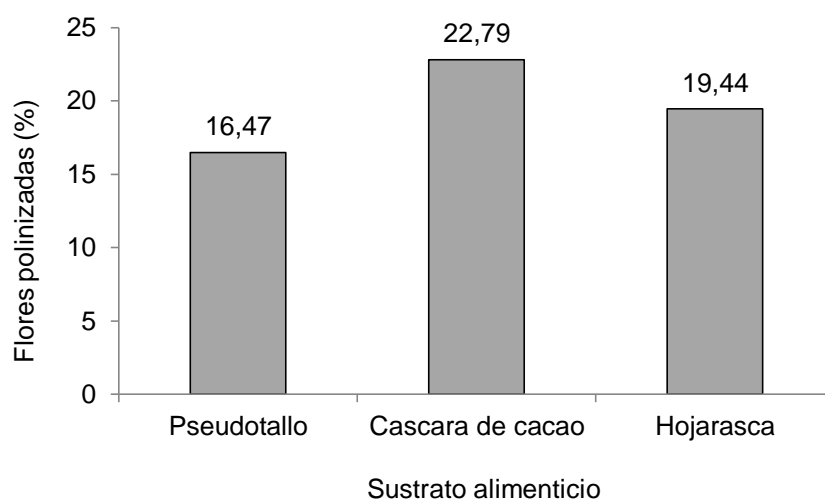


Gráfico 3. Porcentaje de flores de cacao polinizadas entre las parcelas con tres sustratos alimenticios (pseudotallo de plátano, cascara de cacao y hojarasca de cacao). ESPAM-MFL. Calceta, Bolívar, Manabí, 2018.

Al analizar el porcentaje de fecundación de flores de cacao (cuajadas), tampoco se determinó diferencias significativas entre las parcelas conteniendo los tres sustratos alimenticios (pseudotallo de plátano, cascara de cacao y hojarasca de cacao), en ninguno de los dos periodos de evaluación ($p > 0,05$), no obstante, se observó que en aquellas parcelas con sustrato de cascara de cacao, se observó un mayor porcentaje de fecundación de flores, con 4,43 y 5,19% para el periodo 1 y 2 de evaluación, respectivamente, lo cual es coincidente con los resultados de Phillips (1995). Mientras que el menor valor se presentó en las parcelas con sustrato de hojarasca (Gráfico 4).

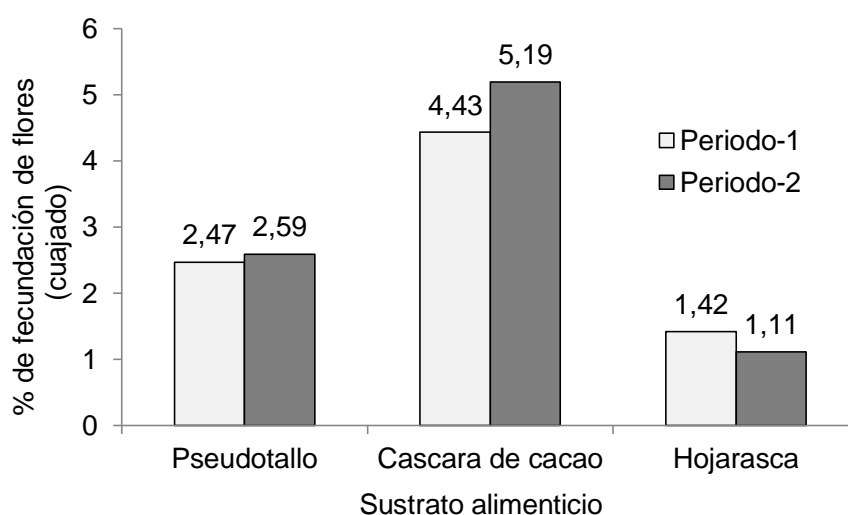


Gráfico 4. Porcentaje de fecundación de flores de cacao (cuajado) entre las parcelas con tres sustratos alimenticios (pseudotallo de plátano, cascara de cacao y hojarasca de cacao) en dos periodos de evaluación. ESPAM-MFL. Calceta, Bolívar, Manabí, 2018.

Durante este estudio, en las nueve colectas realizadas sobre los tres sustratos alimenticios (pseudotallo de plátano, cascara de cacao y hojarasca), se logró contabilizar en total 5247 especímenes de insectos polinizadores de la familia Ceratopogonidae, agrupadas en 19 morfo-especies, de los géneros *Forcipomyia* (8 especies), *Culicoides* (6 especies) y *Dasyhelea* (5 especies) (Gráfico 5), siendo coincidente con resultados 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, 1974; Soria et al. 1981; Young, 1982; Borkent y Spinelli, 2007; Córdoba et al. 2013).

Nuestros resultados confirman la importancia de estos organismos en la actividad polinizadora, necesaria para una adecuada producción de cacao, lo cual es también confirmado por Adjaloo y Oduro (2013), quienes mencionan que esta familia de díptero, 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.

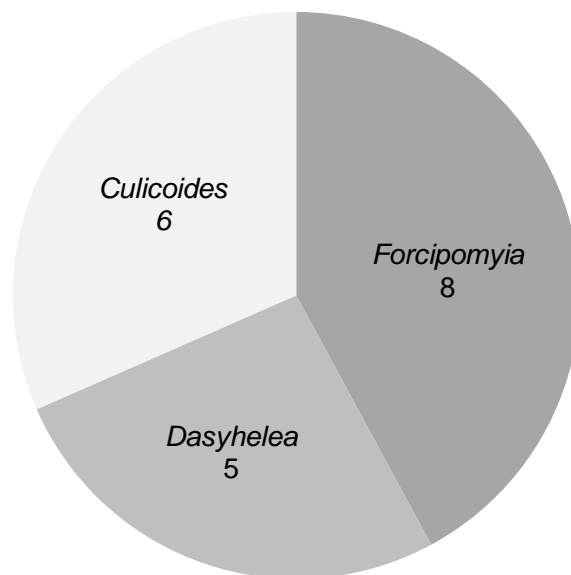


Gráfico 5. Distribución de la riqueza de morfo-especies de insectos polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae) en una plantación de cacao fino y de aroma. ESPAM-MFL. Calceta, Bolívar, Manabí, 2018.

En el Gráfico 6, se observa que la mayor abundancia de ceratopogónidos en esta investigación, se produjo en el cacao que con presencia de pseudotallo de plátano como sustrato, con 2949 especímenes contabilizados, seguido del sustrato con cascara de cacao que alcanzó 2245 especímenes, diferenciándose sustancialmente del sustrato hojarasca, donde sólo fueron colectados 53 especímenes. La relación entre la cobertura del suelo como la hojarasca y la cascara de cacao en descomposición, ha sido reportada por varios autores como sitio ideal para los insectos polinizadores. Azhar y Wahi (1984) citado por Ríos, (2015), mencionan que un hábitat con buena sombra, cascara de cacao en descomposición y con abundante hojarasca forma un sitio ideal para incrementar la abundancia de insectos polinizadores en cacao (Ceratopogonidae).

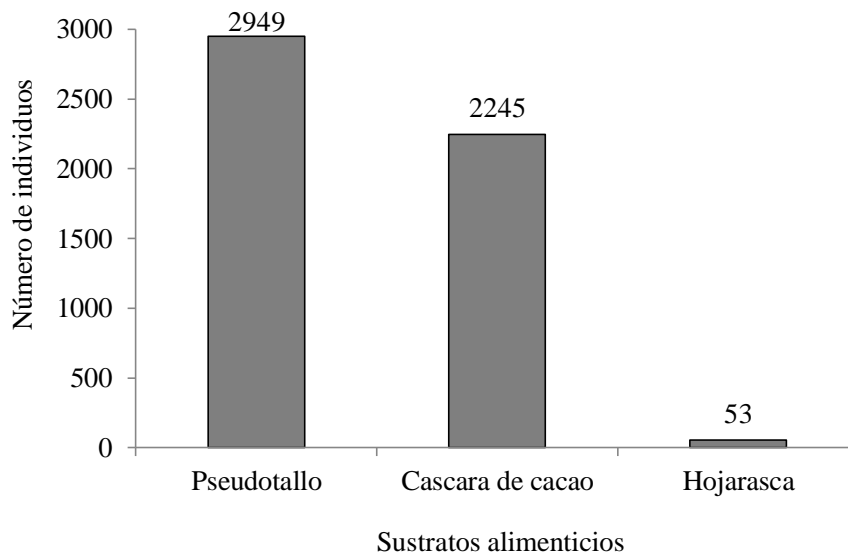


Gráfico 6. Abundancia de insectos polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae) en tres sustratos alimenticios en una plantación de cacao fino y de aroma. ESPAM-MFL. Calceta, Bolívar, Manabí, 2018.

Recientemente, en el año 2013 en Panamá, se determinó las amplias diferencias en la abundancia de polinizadores entre las parcelas estudiadas; las variaciones encontradas estaban influenciadas por la disponibilidad del hábitat necesario para la reproducción de los polinizadores como: montículos de hojarasca, cáscaras de cacao en descomposición y humedad en las plantaciones (Córdoba et al. 2013).

Cuando se analizó la riqueza de estos polinizadores en cada sustrato alimenticio, se determinó que en el sustrato con pseudotallo se reportó 18 morfo-especies de ceratopogónidos, 17 en la cascara de cacao y siete en la hojarasca. Estos resultados sugieren la importancia de estos sustratos como sitios de refugio, alimentación y reproducción de insectos ceratopogónidos, asociados con la actividad polinizadora en cultivos de cacao. Al respecto Valarezo et al. (2012) e INIAP (2015), recomiendan mantener locales de refugio, principalmente cascarones de cacao luego de la cosecha, los mismos que sugieren ser distribuidos uniformemente en la plantación, al igual que pseudotallo de plátano y la misma hojarasca de cacao. Otros autores como 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 brinda un excelente sustrato para la alimentación, reproducción y refugio de los insectos polinizadores, principalmente de sus huevos, larvas y pupas que se alimentan de bacterias y hongos que crecen en estos ambientes.

El análisis faunístico realizado con los datos obtenidos en los tres sustratos alimenticios (pseudotallo de plátano, cascara de cacao y hojarasca), se observó que la morfo-especie 3 (*Dasyhelea* sp.1), se presentó como la única especie superdominante (SD), superabundante (sa) y superfrecuente (SF) en los tres sustrato alimenticios (Tabla 1), seguido de las morfo-especies 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 cascara de cacao. Mientras que la morfo-especie 16 (*Culicoides* sp.5) (Gráfico 7), se presentó como dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), solamente en el sustrato pseudotallo (Cuadro 1). No obstante, el número de morfo-especies en los sustratos pseudotallo y cascara de cacao fue muy similar, se observa un mejor índice de diversidad en el sustrato cascara de cacao, siendo su valor (0,8831) el más cercano a 1 (Cuadro 2).

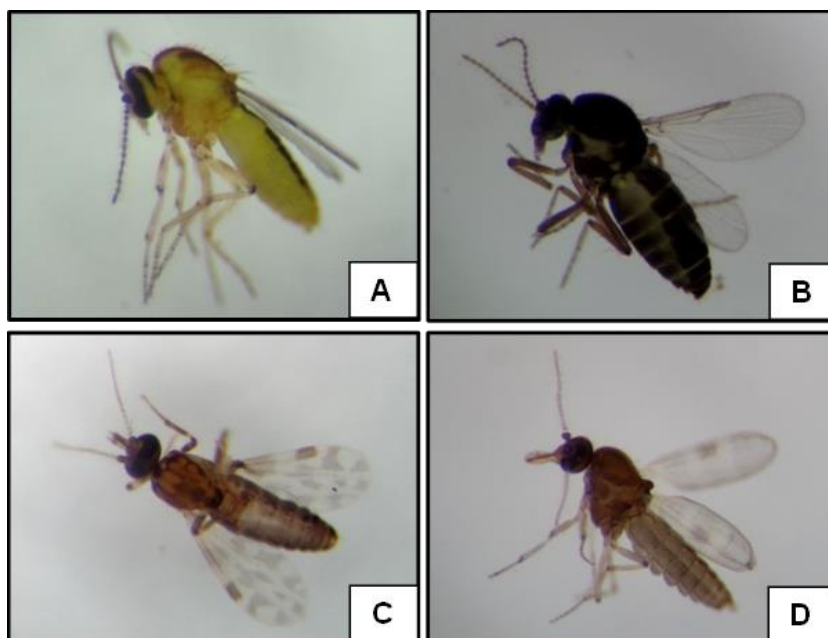


Gráfico 7. Morfo-especies de insectos polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae) de mayor abundancia presentes en tres sustratos alimenticios en una plantación de cacao fino y de aroma. A. *Dasyhelea* sp.1; B. *Dasyhelea* sp.2; C. *Culicoides* sp.3; D. *Culicoides* sp.5. ESPAM-MFL. Calceta, Bolívar, Manabí, 2018.

Cuadro 1. Número de individuos y reportes de insectos polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae) presentes en tres sustratos alimenticios en una plantación de cacao fino y de aroma en sistema monocultivo, con sus niveles de dominancia, abundancia y frecuencia. ESPAM-MFL. Calceta, Bolívar, Manabí, 2018.

Morfo-especies	Géneros	Sustrato alimenticio/refugio														
		Pseudotallo de plátano					Cascara 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 morfo especies de polinizadores (Diptera: Ceratopogonidae), índices de Shannon-Weaner para diversidad y equidad de los polinizadores asociados presentes en tres sustratos alimenticios en una plantación de cacao fino y de aroma en sistema monocultivo, ESPAM-MFL. Calceta, Bolívar, Manabí, 2018.

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
Cascara de cacao	17	0,8831	0,0010	0,881730	0,884426	0,3117
Hojasca	7	1,4807	0,0138	1,448378	1,513012	0,7609

CONCLUSIONES

La polinización y fecundación de flores de cacao fue superior en parcelas con sustrato de cascara de cacao. Mientras que en parcelas con pseudotallo de plátano, se registró mayor abundancia de insectos polinizadores de la familia de Ceratopogonidae.

AGRADECIMIENTOS

Los autores dejan constancia de su agradecimiento a los estudiantes del sexto semestre, de la Carrera de Ingeniería Ambiental, de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, por su colaboración en el levantamiento de la información de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

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.

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 N° 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. Agroecosistemas 4:17-32.

Enríquez, G y Paredes, A. 1983. El cultivo del cacao. 2 ed. Costa Rica. EUNED. P 18-19.

Enriquez, 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.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. 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, pg 263-268, U.S.A.

Lofego, A. C.; Moraes, G. J. 2006. Ácaros (Acari) associados 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. ISSN-0034-7744) Vol. 56 (2): 789-794.

Mejía F Luís Antonio, 2005. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Aspectos ecofisiológicos relacionados con el cultivo del cacao

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* Vol 10 (2) pg 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*. Edición 07. Portoviejo, EC. pp. 34-42.

Winder, J. 1977. Field observations on Ceratopogonidae and other Díptera: Nematocera associated with cocoa flowers in Brazil. *Bulletin of Entomological Research* no. 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*, Vol 19, pg 47-63.