**Riqueza y abundancia de especies polinizadoras (Ceratopogonidae) en cacao fino y de aroma en Manabí-Ecuador**

Silvia Lorena Montero-Cedeño1, Ernesto Gonzalo Cañarte-Bermudez**2**, José Bernardo Navarrete-Cedeño2 y Pedro Sanchez-Hernández3

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

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

3Procesadora Cacao Real, Caracas-Venezuela

[smontero@espam.edu.ec](mailto:smontero@espam.edu.ec)

**Resumen**

La productividad del cacao depende en mucho, del nivel poblacional y actividad de dípteros polinizadores. Sin embargo, las condiciones que influyen en la riqueza y abundancia de estos organismos, en los diferentes niveles tecnológicos de producción, a menudo, no se comprenden; por lo que, se realizó un estudio para determinar la población y diversidad de Ceratopogonidae, en tres niveles tecnológicos de cacao con tres sustratos, en Santa Ana-Manabí. Para colectar los polinizadores, se utilizaron trampas tipo pirámide, distribuidas en el área experimental, durante 18 meses. Se efectuó un análisis faunístico. Se registró un total de 116973 individuos de Ceratopogonidae, agrupados en siete especies de género *Forcipomyia*, tres de *Dasyhelea* y dos de *Culicoides.* El género *Forcipomyia* sobresalió en el sistema cacao-forestal. Con relación al sustrato, fue en el pseudotallo de plátano/banano, donde se registró la mayor población de especímenes; en contraste con hojarasca, cuya población fue muy baja. *Dasyhelea borgmeieri* fue la especie que se comportó como superdominante, superabundante y superfrecuente, seguida por *Forcipomyia quatei* que fue dominante, abundante y frecuente, tanto en los niveles de producción como en los sustratos. Los niveles tecnológicos y el sustrato de sobrevivencia influyen en la composición de la diversidad y abundancia de las poblaciones de Ceratopogonidae en el cultivo de cacao, destacando el sistema cacao forestal y el sustrato pseudotallo de plátano/banano.

**Palabras clave:** *Theobroma cacao,* polinizadores, diversidad, análisis faunístico.

**Abstract**

Cocoa productivity depends to a great extent on the population level and activity of pollinating dipterans. However, the conditions that influence the richness and abundance of these organisms, at different technological levels of production, are often not understood; Therefore, a study was carried out to determine the population and diversity of Ceratopogonidae, in three technological levels of cocoa with three substrates, in Santa Ana-Manabí. To collect the pollinators, pyramid-type traps were used, distributed in the experimental area, for 18 months. A faunal analysis was carried out. A total of 116,973 individuals of Ceratopogonidae were recorded, grouped into seven species of the genus Forcipomyia, three of Dasyhelea and two of Culicoides. The genus Forcipomyia excelled in the cocoa-forest system. Regarding the substrate, it was in the plantain / banana pseudostem, where the largest population of specimens was recorded; in contrast to litter, whose population was very low. Dasyhelea borgmeieri was the species that behaved as superdominant, superabundant and superfrequent, followed by Forcipomyia quatei which was dominant, abundant and frequent, both in production levels and in substrates. Technological levels and survival substrate influence the composition of the diversity and abundance of Ceratopogonidae populations in cocoa cultivation, highlighting the forest cocoa system and the plantain / banana pseudostem substrate.

Keywords: Theobroma cacao, pollinators, diversity, faunal analysis.

**INTRODUCCIÓN**

Se ha determinado que, la producción del cacao *Theobroma cacao*, se sustenta en gran medida de los niveles poblacionales y de la actividad de los polinizadores. El 90% de la cosecha depende de que, la polinización natural se realice adecuadamente (FAO, 2008). Esta polinización, es básicamente entomófila, pues la disposición de las estructuras florales, el tamaño de la flor, la incompatibilidad en plantas de cacao y su polen pegajoso, no facilitan la polinización a través de otros agentes naturales, como el viento y el agua (Toledo-Hernández, 2017).

La literatura refiere que dípteros de la familia Ceratopogonidae, son los principales insectos responsables de la polinización en cacao, la cual es altamente dependiente de la sincronización de las poblaciones de estas mosquitas con los ciclos de floración y factores ambientales, principalmente la precipitación, al facilitar la reproducción de estas mosquitas (Entwistle, 1958; Toledo-Hernández *et al*., 2017; Arnold, 2018).

Entre los géneros de mosquitas Ceratopogonidae de mayor relevancia están *Forcipomyia*, *Dasyhelea* y *Atrichopogon*, los cuales poseen las características morfológicas que facilitan la actividad polinizadora (Kaufmann, 1975; Soria 1980; Young, 1986), siendo ciertas especies de *Forcipomyia* spp, las que, se especializan en realizar esta función, debido a las características morfológicas específicas del insecto como tamaño y disposición de setas dorsales (Brew, 1988), adaptadas a la compleja estructura floral del cacao que, parece exclusivamente diseñada para la actividad polinizadora por estos ceratopogonidos (Goitia, 1992) que, transfieren el polen, desde las anteras al estilo y estigma.

El rendimiento de las plantaciones de cacao en Ecuador es bajo (Ríos, 2015). Según Young (1982), un factor que interviene en la baja producción de frutos, es la reducción de las poblaciones de insectos polinizadores y las alteraciones o mal manejo de los agroecosistemas, ya que el balance entre el ambiente biótico del ecosistema y el ambiente físico del clima constituyen una condición indispensable para la sobrevivencia de insectos polinizadores (Soria, 1979). En este contexto, la polinización del cacao por insectos de la familia Ceratopogonidae, representa una intervención vital en los distintos niveles tecnológicos de producción del cacao, tanto desde el punto de vista biológico como económico. Asi también Kaufmann (1975) menciona que el tipo y el espaciamiento entre árboles del dosel y la floración de los mismos, influyen sobre los requerimientos ecológicos de los Ceratopogónidos (Schroth y Harvey, 2007; Ramos-Serrano, 2011 y Abjaloo *et al*., 2012).

No obstante, estos agentes polinizadores, generalmente no abundan en las plantaciones de cacao; es necesario garantizar adecuados niveles poblacionales, para lo cual, es recomendable mantener los nichos ecológicos que, son principalmente cáscaras del cacao luego de la cosecha, los mismos que deben ser distribuidos uniformemente en la plantación (Valarezo *et al*., 2012; Montero, *et al.,* 2019), además, de pseudotallo de musáceas, heliconias, bromelias y la misma hojarasca de cacao que, también sirven de fuente de alimentación y reproducción (Frimpong, 2011; INIAP, 2015; Arnold, 2018; Cañarte *et al*., 2021). Ya que, la idoneidad del hábitat para visitantes de flores como los ceratopogonides, son condiciones oscuras y húmedas, con rica materia orgánica del suelo, para desarrollarse y prosperar (Kaufmann, 1975; Young, 1986; Toledo-Hernández *et al*., 2017).

Es muy poco lo que se conoce en Ecuador sobre la diversidad de insectos que favorecen la polinización del cacao y que intervienen o interactúan en los diferentes sistemas productivos de este cultivo. Con estos antecedentes, este trabajo permite determinar la riqueza, abundancia y diversidad de los polinizadores Ceratopogonidae, en tres niveles tecnológicos de cacao con tres sustratos, en Santa Ana-Manabí.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente investigación se la desarrolló en la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, localizada en Santa Ana-Manabí. Ubicada geográficamente a 1°07'25.7"S y 80°24'50.9"W y en las condiciones 81% de HR; 851,57 mm y 26,4 °C. Se estudiaron tres niveles tecnológicos y tres sustratos alimenticios. En cada uno de los tres niveles se registró la riqueza y abundancia de los polinizadores, monitoreados en tres sustratos alimenticios. Se establecieron nueve parcelas, conformadas a su vez por nueve árboles cada una.

Una trampa tipo “pirámide” fue ubicada en cada parcela y en cada una, se organizaron dos montículos del sustrato correspondiente, uno para la colocación de la trampa y el otro como atrayente de polinizadores, los mismos que fueron renovados una vez al mes. En el caso de los sustratos cáscara de cacao y pseudotallo de plátano/banano, fueron dejados expuestos por tres días a la descomposición y posterior oviposición de insectos polinizadores; sólo después de este periodo se cubrieron con las trampas “pirámide” (Figura 1).



*Figura 1. Esquema de la trampa tipo “pirámide”, para captura de insectos polinizadores en cacao.*

Se realizó un análisis faunístico considerando las especies identificadas de la familia Ceratopogonidae, reportadas en los tres niveles y sustratos en estudio. Este análisis consistió en el cálculo de los índices de dominancia, abundancia y frecuencia de cada especie, además, de los índices de diversidad y uniformidad de las especies de polinizadores presentes. Se consideró a todos los Ceratopogonidae colectados y separadamente por cada una de las colectas en cada trampa. Se utilizó el programa ANAFAU, desarrollado por la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) (Lofego y Moraes, 2006; Cruz et al., 2012). La diversidad se determinó por el índice Shannon-Weaver 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).

**RESULTADOS**

Se contabilizaron 116 978 especímenes de dípteros de la familia Ceratopogonidae, agrupados en 12 especies de los géneros *Forcipomyia, Dasyhelea y Culicoides*, identificadas en los tres niveles de producción de cacao estudiados en esta localidad (cacao monocultivo, cacao + frutales y cacao + forestales). *Forcipomyia* fue el género con mayor riqueza (siete especies), seguido de *Dasyhelea* (tres especies) y *Culicoide*s con dos especies. Las doce especies identificadas, fueron coincidentemente reportadas en los tres niveles en estudio. Sin embargo, cacao + frutales y cacao + forestales, se destacaron al presentar mayor abundancia de especímenes Ceratopogonidae.

Las poblaciones de las especies de *Forcipomyia* fueron proporcionalmente más abundantes en el sistema cacao + forestales, con 64% del total especímenes colectados. Mientras que, en los sistemas cacao + frutales y cacao monocultivo, fueron las especies de *Dasyhelea*, las que se destacaron por su abundancia, con 63 y 53%, respectivamente. No obstante, *Forcipomyia* tuvo también en estos dos sistemas una importante participación porcentual de sus poblaciones. Por su parte, las especies de *Culicoides*, no superaron en 10% de la población total, en ninguno de los tres niveles de producción de cacao (Figura 2).

*Figura 2. Distribución porcentual de los géneros Forcipomyia, Dasyhelea y Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae). Santa Ana, Manabí*

Al realizar el análisis faunístico con los datos de Ceratopogonidae en los tres niveles de producción de cacao, se observó que del género *Forcipomyia*, las especies *F. quatei y F. youngi* se destacaron, al presentarse como especies dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), en los tres sistemas de cacao. Mientras que del género *Dasyhelea*, la especie *D. borgmeieri* fue la única superdominante (SD), superabundante (sa) y superfrecuente (SF), en los tres niveles en estudio, sobresaliendo entre las doce especies identificadas en esta investigación. Seguido de la especie *D. cacaoi* que se mostró como dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), en cacao + frutales y cacao monocultivo. Dentro del género *Culicoides*, la especie *C. pusillu*s que se presentó como dominante (D), abundante (a) y muy frecuente (MF), pero sólo en el nivel cacao + frutales.

Cuando se analiza la riqueza y abundancia de las poblaciones de Ceratopoginidae presentes entre los sustratos alimenticios en estudio, se determinó, la presencia de las mismas doce especies 12 especies de los géneros *Forcipomyia, Dasyhelea y Culicoides*, ya identificadas en los sistemas de cacao, las mismas que se encontraron en los sustratos cáscara de cacao y pseudotallo de plátano/banano. Mientras que en el sustrato hojarasca, sólo fue constatada la presencia de ocho especies: *Forcipomyia* (cuatro especies), *Dasyhelea* (dos especies) *y Culicoides* (dos especies). En relación a la abundancia, se destacó el sustrato pseudotallo de plátano/banano, al registrar la mayor población de Ceratopogonidae (66237 especímenes), en contraste con la hojarasca, donde apenas se recuperaron 2293 especímenes.

Las poblaciones de las especies de *Forcipomyia* fueron proporcionalmente más abundantes en los sustratos hojarasca y cáscara de cacao con el 74% y 57%, del total especímenes colectados, respectivamente. Mientras que, en el sustrato pseudotallo de plátano/banano fueron las especies de *Dasyhelea,* aquellas que, se destacaron por su abundancia (61%), seguido de *Forcipomyia* con el 34% del total de la población colectada. Con relación a la abundancia de las poblaciones de *Culicoides*, estas no superaron el 6% observado en el sustrato cáscara de cacao (Figura 3).

*Figura 3.  Distribución porcentual de los géneros Forcipomyia, Dasyhelea y Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae). Santa Ana, Manabí*

El análisis faunístico realizado con los datos de colectas de adultos de Ceratopogonidae en los tres sustratos alimenticios en plantaciones de cacao, determinó que, para el género *Forcipomyia,* la especie *F. quatei* fue la única que se presentó como superdominante (SD), superabundante (sa) y superfrecuente (SF), en el sustrato hojarasca; mientras que, en los sustratos cáscara de cacao y pseudotallo de plátano/banano, esta misma especie, sólo fue dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF). *Forcipomyia youngi* fue por otra parte, la especie más consistente, ya que, se presentó como dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), en los tres sustratos alimenticios estudiados. En el género *Dasyhelea*, fue la especie *D. borgmeieri* que destacó por ser superdominante (SD), superabundante (sa) y superfrecuente (SF), en el sustrato pseudotallo de plátano/banano y dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), en el sustrato cáscara de cacao; no así, en el sustrato de hojarasca, donde esta misma especie, fue apenas dominante (D), común (c) y frecuente (F). Por otro lado, *D. cacaoi* le sigue en importancia al ser dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), en el sustrato pseudotallo de plátano/banano. Dentro del género *Culicoides*, fue nuevamente la especie *C. pusillus* que, apenas se presentó como dominante (D), común (c) y frecuente (F), en el sustrato pseudotallo de plátano/banano.

No obstante, en los tres sistemas de producción de cacao en estudio, se reportaron las mismas 12 especies de familia Ceratopogonidae, fueron los sistemas monocultivo de cacao y cacao + frutales, los que presentaron mejores índices de diversidad de especies según Shannon-Weaner. Así como también alcanzaron los mejores índices de equitabilidad. Cuando analizamos la diversidad de especies de Ceratopogonidae, entre los sustratos alimenticios, se observa que los sustratos cáscara de cacao y pseudotallo de plátano/banano, registraron los mayores índices de diversidad de especies según Shannon-Weaner. A diferencia del menor índice alcanzado por la hojarasca que, además, presentó el menor número de especies (Tabla 1).

*Tabla 1. Diversidad y equitabilidad de los géneros Forcipomyia, Dasyhelea y Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae). Santa Ana, Manabí.*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Sistemas de producción de cacao | No de especies | Diversidad (H) | Varianza | Intervalo de confianza (IC) | | Equitabilidad  (E) |
| Mín. | Max. |
| Cacao monocultivo | 12 | 1,5627 | 0,0000 | 1,5626 | 1,5627 | 0,6289 |
| Cacao + frutales | 12 | 1,5240 | 0,0000 | 1,5240 | 1,5240 | 0,6133 |
| Cacao + forestales | 12 | 1,4588 | 0,0000 | 1,4587 | 1,4588 | 0,5871 |
| Sustratos alimenticios |  |  |  |  |  |  |
| Cáscara de cacao | 12 | 1,5428 | 0,0000 | 1,5427 | 1,5428 | 0,6209 |
| Pseudotallo de plátano/banano | 12 | 1,5341 | 0,0000 | 1,5341 | 1,5341 | 0,6174 |
| Hojarasca | 8 | 1,4002 | 0,0003 | 1,3995 | 1,4009 | 0,6733 |

**DISCUSIÓN**

En lo referente a la riqueza y abundancia de mosquitas Ceratopogonidae, en este estudio, no se encontró diferencia entre los sistemas de producción. Esto sugiere que, los polinizadores no son influenciado por las diferentes especies vegetales sembradas en el cacaotal. Estos resultados, son coherentes con los encontrados por Zegada *et al.* (2020), quienes señalan que, la riqueza y abundancia de visitantes florales en cacao, no varía entre distintos niveles tecnológicos de producción, que ellos estudiaron (monocultivo convencional, monocultivo orgánico, agroforestal convencional, agroforestal orgánico y sistema agroforestal sucesional). Además, estos autores mencionan que los dípteros no presentaron diferencias significativas entre los sistemas evaluados.

Las mayores diferencias en la abundancia entre los polinizadores en el presente estudio, se ve influenciada más por los sustratos encontrado que, por las especies vegetales que acompañan al cacaotal. Al respecto, estudios relizados por Mavisoy *et al.* (2013), mencionan que, la presencia de los polinizadores depende de las características de humedad que hay en cada sustrato. Estas pueden variar de acuerdo a las condiciones de sombra que genera cada especie; cuando hay menos lluvia, se puede mantener la humedad, porque las hojas caídas forman estratos entre ellas, lo que limitaría la evaporación y proporciona un refugio ideal para los estados inmaduros de estos grupos. Así mismo, coincide con lo expuesto por Alvarado *et al.* (2017), quienes manifiestan que la humedad y sombra de las plantaciones de cacao, son factores decisivos para la anidación de *Forcipomyia*.  La cobertura del dosel, a su vez, afecta la distribución y abundancia de la mosquilla, por lo que el manejo de la poda y la diversidad de árboles del dosel dentro de la población, pueden beneficiar la dinámica poblacional de este género.

La cobertura con hojarasca y otros restos vegetales (frutas en descomposición), presentaron una relación positiva con la abundancia de los tres generos de polinizadores, lo que coincide con lo reportado por varios autores (Kaufmann, 1975; Winder, 1977; Besemer, *et al.,* 1979; Azhar y Wahi, 1984 y Córdoba, 2013; Cañarte *et al.,* 2021). Según estos autores, la biomasa en descomposición (hojarasca y restos de frutas), ofrece un excelente sustrato como habitat para la reproduccion y protección de los insectos polinizadores, ya que, sus larvas se alimentan principalmente de bacterias y hongos que allí crecen.

Evidentemente, los polinizadores no se desarrollarían bien en suelos con otros tipos de coberturas, y menos en suelo desnudo, porque no encontrarian el ambiente bióico adecuado y estarían expuestos a sus depredadores naturales (hormigas y otros). En cacaotales jovenes, donde la cobertura del suelo es escasa de hojarasca y otros restos vegetales, se recomienda fomentar la poblacion de polinizadores, distribuyendo trozos depseudotallos de musaceas (cortados en rodajas), donde los insectos adultos pueden ovipositar y las larvas crecer adecuadamente (Young, 1986).

**CONCLUSIONES**

* Fueron identificadas 12 especies de la familia Ceratopogonidae, de las cuales siete correspondieron al género *Forcipomyia* (*F. genualis, F. quatei*, *F. uramaensis*, *F*. *youngi*, *F*. *pictoni*, *F*. *werneri* y *F*. *winderi*); tres a *Dasyhelea* (*D. borgmeieri*, *D*. *cacaoi*, y *D*. *winderi*) y dos *Culicoides* (*C. paraensis* y *C. pusillus*)*.*
* Las 12 especies, se registraron en los tres niveles tecnológicos de producción, encontrándose mayor abundancia de especímenes en los niveles cacao + frutal y cacao + forestal. *Forcipomyia* fue el género con mayor riqueza en los tres niveles tecnológicos de cacao.
* Los sustrtos de pseudotallo de musáceas y cáscaras de cacao, bridan las condiciones idóneas para el desarrollo de las poblaciones de mosquitas polinizadoras de la familia Ceratopogonidae.
* *Forcipomyia quatei* se destacó, al presentarse como la especie dominante (D), muy abundante (ma) y muy frecuente (MF), tanto en los tres niveles tecnológicos de cacao, como en los sustratos estudiados.

**BIBLIOGRAFÍA**

Adjaloo, M.K.; Oduro, W.y Banful, B.K.B. 2012. Floral phenology of upper Amazon cocoa trees: Implications for reproduction and productivity of cocoa. ISRN *Agronomy*. 2012.

Alvarado, D.; Pérez, J.; Velásquez, G. y Velásquez, M. 2017. Manual de polinizaciones controladas en cacao. Instituto de Investigación y Desarrollo del sur del occidente, Mazatenango.

Arnold, S.E.J.; Bridgemohan, P.; Perry, G.B.; Spinelli, G.R.; Pierre, B.; Murray, F.; Haughton, C.; Dockery, O.; Grey, L.; Murphy, S.T.; Belmain, S.R. y Stevenson, P.C.M. 2018. The significance of climate in the flower visitor dynamics of a tropical agroforestry system. *Agric. Ecosyst. Environ*. 254: 1-9.

Azhar, I. y Wahi, M. 1984. Pollination of cocoa in Malaysia: identification of taxonomic composition and breeding sites, ecology and pollinating activities, and seasonal abundance. *The Incorporated Society of Planters*. p. 77-89.

Besemer, H. y Soria, S. 1978. Laboratory rearing of *Forcipomyia* spp. midges (Diptera, Ceratopogonidae) 1 Adult feeding, larval feeding and copulation trials; a revision of Saunders method of rearing. *Revista Theobroma* (Brazil) 8: 43-59.

Brew, A.H. 1988. Cocoa pod husk as breeding substrate for forcipomyia midges and related species which pollinate cocoa in Ghana. *Cocoa Growers Bulleting* 40: 40-42.

Cañarte-Bermúdez, E.; Montero-Cedeño, S. y Navarrete-Cedeño, B. 2021. Reconocimiento, importancia y cuidado de los polinizadores en los sistemas de producción del cacao. 1era. Ed. 2021.

Córdoba, C.; Cerda, R.; Deheuvels, O.; Hidalgo, E. y Declerck, F. (2013). Polinizadores, Polinización y Producción Potencial de Cacao en Sistemas Agroforestales de Bocas del Toro, Panamá. *Agroforestería en las Américas* Nº 49, 26-32.

Cruz, W.P.; Sarmento, R.A.; Pedro-Neto, M.; Ferreira Jr., D.F. y Rodríguez, D.M. 2012. Analise faunística de ácaros fitoseídeo em pinhão-manso e plantas espontâneas associadas. *Agroecossistemas* 4:17-32

Entwistle, H.M. 1958. Pollination studies. Annual Report of the West African Cocoa. *Research Institute* 1956-7. pp. 45-47.

Frimpong, E.A., Gemmill-Herren, B., Gordon, I., Kwapong, P.K., 2011. Dynamics of insect pollinators as influenced by cocoa production systems in Ghana. J. Pollinat. Ecol. 5, 74–80.

Goitia, W.; Bosque, C. y Jaffe, K. 1992. Interacciones Hormigas-Polinizador en Cacao. Turrialba, 42: 178-186.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2015. Informe Técnico Anual - estación Portoviejo, Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV) Entomología-Fitopatología.

Kaufmann, T. 1975. Ecology and behavior of cocoa pollinating Ceratoponidae in Ghana, W. Africa. *Enviromental Entomology* 4(2): 347-351.

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.

Mavisoy, K.H.; Cabezas, S.R.; Somarriba, E.; Cerda, R.; Pérez, G. y Ballesteros, W. 2012. Evaluación de la abundancia de ceratopogónidos (Diptera) polinizadores de cacao (*Theobroma cacao*) en la hojarasca de siete árboles de sombra en Talamanca, Costa Rica. Turrialba Costa Rica, CATIE. (en preparación).

Montero-Cedeño, S.; Sánchez, P.; Solórzano, R.; Pinargote, A. y Cañarte, E. 2019. Floración y Diversidad de Insectos Polinizadores en un Sistema Monocultivo de Cacao. *ESPAMCIENCIA*. 10(1): 1-7.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2008. Polinización, un servicio del ecosistema. Consultado el 30 de octubre de 2008. Disponible en ftp://ftp.fao.org/docrep/ fao/010/i0112e/i0112e06.pdf.

Ramos-Serrano, R. 2011. Estudio de la Diversidad de Insectos Polinizadores en Sistemas Agroforestales de Cacao y su Relación con la Productividad y Diversidad de Especies del Dosel. Honduras.

Ríos, D. (2015). Descripción de la diversidad entomológica asociada a la flor de *Theobroma cacao*. Obtenido de: <http://repositorio.puce.edu.ec/bits> tream/handle/22000/8660/MONOGRAFIA%20POLINIZADORES%20DEL%20CACAO.pdf;sequence=1

Schroth, G. y Harvey, C.A. 2007. Biodiversity conservation in cocoa production landscapes: an overview. *Biodivers Conserv* 16(8): 2237-2244

Soria, S. d. J. (1979). Ceratopogonid, midges (Diptera: Nematocera) collected from cacao flowers in Palmira, Colombia: An account of their pollinating abilities. Revista Theobroma (Brasil) v. 9 (2) p. 77-84.

Toledo-Hernández, M.; Wanger, T.C. y Tscharntke, T. 2017. Neglected pollinators: ¿can enhanced pollination services improve cocoa yields? A review. *Agric. Ecosyst. Environ*. 247: 137-148.

Valarezo, O.; Cañarte, E. y Navarrete, B. 2012. Artrópodos asociados al cultivo de cacao en Manabí. *Revista La Técnica*. 7: 34-42.

Winder, J. 1977. Recent research on insect pollination of cocoa. Cocoa Growers Bulletin no. 26: 11-19.

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.

Young, A.M. 1986. Habitat differences in cocoa tree flowering, fruit-set and pollinator availability in Costa Rica. *J. Trop. Ecol.* 2: 163-186.

Zegada, H.; Leslie, J.; Lafuente-Cartagena, I.; Naoki, K. y Armengot, L. 2020. Variación en la producción de visitantes florales de cacao (*Theobroma cacao*) entre cinco sistemas de en Sara Ana, Alto Beni, Bolivia. *Ecología en Bolivia* [en línea]. 2020, vol.55:3: 145-159. ISSN 1605-2528.