

# Estudio de la dinámica de polinizadores del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en tres sistemas de producción

## Study of the dynamics of cocoa (*Theobroma cacao*) pollinators in three production systems

Ricardo Salazar-Díaz<sup>1</sup>, Virginia Torres-Coto<sup>2</sup>

---

*Fecha de recepción: 18 de enero de 2016*

*Fecha de aprobación: 18 de julio de 2016*

Salazar-Díaz, R.; Torres-Coto, V. Estudio de la dinámica de polinizadores del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en tres sistemas de producción. *Tecnología en Marcha*. Vol. 30-1. Enero-Marzo 2017. Pág 90-100.

DOI: 10.18845/tm.v30i1.3088

- 1 Máster en Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de Producción, profesor investigador, Escuela de Agronegocios del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correos electrónicos: risalazar@itcr.ac.cr, ricardosalazard@hotmail.com
- 2 Estudiante avanzada de la carrera de Ingeniería en Agronegocios, Escuela de Agronegocios del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: torrrescotovirginia@gmail.com



## Palabras clave

Insectos; polinizadores de cacao; sistemas de producción; manejo agronómico.

## Resumen

El presente estudio evalúa sistemas agroecológicos de producción, la dinámica de insectos polinizadores de cacao, y su relación con el manejo del cultivo y la productividad.

El área de estudio estará comprendida en tres diferentes sistemas de producción, (convencional, orgánico y tradicional), ubicados en la provincia de Limón, Costa Rica. Los sistemas productivos se escogieron procurando buscar los contrastes más fuertes posibles en el manejo agronómico de los mismos.

El método de muestreo se realizó utilizando aspiradores manuales. Esta técnica nos permitió, asegurar la captura de insectos directamente dentro de las flores.

Según diferentes investigaciones [1] [2] [3], en el cacao, la polinización es llevada a cabo casi exclusivamente por micro dípteros de la familia Ceratopogonidae, entre los cuales, ciertas especies del genero Forcipomyia se encuentran altamente especializadas para polinizar las flores del cacao debido a las características específicas de la estructura morfológica del insecto, nuestros resultados no evidenciaron tanta presencia de esta familia, solamente se encontraron dos especímenes en el sistema de manejo orgánico. A diferencia de especies de la familia Thysanoptera que fueron los insectos que se encontraron en mayor cantidad en cada una de los tres sistemas de producción. Especies de la familia Cecidoniidae y Sciaridae también fueron encontradas en los tres sistemas de producción.

El sistema de producción tradicional fue el que registró mayor cantidad de insectos capturados, también registró mayor cantidad de flores y mayor cantidad de frutos contabilizados. El sistema de producción orgánica fue la que registró menor cantidad de insectos, flores y frutos.

## Keywords

Insects; cocoa pollinators; production systems; crop management.

## Abstract

This study aims to assess agro-ecological production systems, the dynamics of cocoa pollinating insects and their relationship with crop management and productivity.

Three different production systems (conventional, organic and traditional), located in the province of Limon, Costa Rica, were chosen trying to find contrasts in their agricultural management.

Sampling method was performed using manual aspirators. This technique allowed us to ensure catch insects directly from the flowers.

According to different investigations [1] [2] [3], in cocoa, pollination is carried out almost exclusively by Diptera Micro Ceratopogonidae family, including Certain species of the genus Forcipomyia that are highly specialized to pollinate the cacao flowers due to the specific characteristics of the morphological structure of the insect. But our results did not show much presence of this family, only two specimens were found in the organic management system. Unlike species of the family Thysanoptera insects were found in greater amounts in each of the three systems. Species from Cecidoniidae and Sciaridae families were also found in the three systems.

The traditional production system was the one that registered the highest number of insects, also recorded the highest numbers of flowers and fruits recorded. The organic production system was the one that registered fewer insects, flowers and fruits.

## Introducción

La polinización por animales representa un servicio crítico para los ecosistemas, tanto desde el punto de vista biológico como económico. El rendimiento de las plantaciones de cacao en Centroamérica es bajo, alrededor de 250 kg. Ha/año, en algunas zonas de Costa Rica como e Talamanca se produce menos de 100 kg. Ha/año. Según el autor Allen Young [4] un factor que interviene en la producción de frutos, es la reducción de las poblaciones de insectos polinizadores y sus ecosistemas.

Actualmente se desconoce cuál es el estado de la abundancia y riqueza de las poblaciones de insectos polinizadores del cacao en relación al manejo que se le da a la plantación en Costa Rica. El desconocimiento del estado real de las poblaciones y los requerimientos ecológicos de estos insectos puede ser riesgoso en tanto que se pueden estar incurriendo en medidas y prácticas que desfavorezcan las poblaciones de estos importantes animales en los sistemas de cultivo del cacao.

Los resultados de esta investigación permitirán obtener información importante para técnicos y productores, sobre la relación entre el manejo del cultivo, la dinámica poblacional de los polinizadores del cultivo para el mejoramiento de la productividad.

## Materiales y métodos

El proyecto se llevó a cabo en tres fincas ubicadas en la provincia de Limón (Costa Rica). Dos de ellas en el cantón de Talamanca (distritos Watsi y Bratsi) y la otra en 28 millas en el cantón de Matina. Los sistemas de cultivo del cacao se escogieron procurando buscar variedad entre un sitio de muestreo y el otro. No se buscó representatividad sino más bien los contrastes más fuertes posibles entre el manejo agronómico en los sistemas productivos. Los tres sistemas seleccionados de producción del cultivo de cacao fueron: Manejo intensivo convencional, manejo orgánico y manejo tradicional.

Para el proceso de muestreo de insectos dentro de cada cacaotal, con el uso de aspiradores manuales, se aspiraron 200 flores por finca en cada uno de los muestreos. Esta técnica nos permitió, asegurarnos de capturar insectos directamente desde las flores. En total se realizaron tres muestreos en cada finca durante la época de floración (entre los meses de abril y agosto). La hora en las cuales se realizaron los muestreos fue entre las 7:00 am y 9:00 am. Según Frimpong (2009) [5] el pico donde hay mayor actividad de los polinizadores de cacao es entre 7.00h y 12.00h. Los insectos capturados se conservaron en etanol al 70% para luego ser trasladados al laboratorio de la Escuela de Agronegocios del Tecnológico de Costa Rica, para su respectivo conteo e identificación.

## Resultados y discusión

### Descripción del manejo de los sistemas de producción

En el diagnóstico agroforestal presentado por Somarriba y otros (2003) [6] se menciona que, en la región de Talamanca, los sistemas agroforestales están principalmente conformados por cacao, banano, maderables como *Cordia alliodora* (Laurel) y *Cedrella odorata* (cedro amargo) y frutales como *Inga* spp. (Guaba) y cítricos (*Citrus* spp).

El cacao es una planta perenne de hasta 20 metros de altura, su raíz es pivotante y puede llegar a medir 2 metros de profundidad, sus hojas son simples y pueden ser de color verde, marrón, morado o rojizo. Su flor es hermafrodita con polinización entomófila [7] y nacen en troncos y ramas principales donde anteriormente se encontraban hojas [8].

La tasa de fecundación es bastante baja ya que solamente se fecundan de un 3% a un 5% [9]. Sus frutos desde el punto de vista botánico son bayas [10] con semillas que van de 30 a 40 unidades por fruto, los cuales tardan de 5 a 6 meses en alcanzar su madurez desde su polinización [7].

### Manejo intensivo convencional

Es difícil encontrar una finca donde el manejo agronómico sea intensivo, dado a que generalmente en esta zona el cacao se cultiva en sistemas diversificados y desde el punto de vista agroecológico, estos sistemas de producción favorecen un manejo agronómico con poco uso de insumos externos.

Sin embargo, hemos seleccionado una hectárea de la Finca la Lola bajo esta modalidad, debido a que el manejo que se le da a la plantación, es lo más cercano a un manejo intensivo. Se realizan cuatro aplicaciones de 150 gramos de fertilizante químico (18-5-15 fórmula cafetalera), se aplica herbicidas a una dosis de 1500 cc por bomba de espalda una o dos veces por año y se aplica biofertilizantes una vez al mes en época de floración. Con respecto a las podas, después de la poda de formación que se realizó a los dos meses de edad del árbol, se realizan dos podas de mantenimiento al año.

La Finca la Lola es propiedad del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Se ubica en 28 millas de Bataán, Cantón de Matina, Provincia de Limón, en la costa atlántica de Costa Rica a 10°06' longitud oeste y una altitud de 40 msnm. Según las zonas de vida de Holdridge, la zona pertenece al bosque tropical húmedo.

La mayor parte del suelo de la finca (69%) está ocupada por suelo arcilloso-limoso, el 21% por arena gruesa y un 10% por arcillo-arenoso. Por otra parte, la topografía es catalogada como casi plana.

### Manejo orgánico

Hemos considerado la Finca propiedad de la Asociación de Pequeños Productores de Talamanca (APPTA), como una finca con manejo agronómico orgánico, de igual manera bajo un sistema agroforestal de producción diversificada. A diferencia del manejo intensivo convencional, aquí no se utiliza ningún agroquímico, además que los insumos orgánicos que se apliquen debe de ser aprobados por la certificación orgánica ya que se cuenta con la misma.

La práctica más frecuente, es la aplicación de biofertilizantes con motobombas una vez al mes, no se aplica abonos directamente al suelo y el manejo de la poda, después de la poda de formación a los dos meses de edad de los árboles, se realizan dos podas de mantenimiento al año. Ocasionalmente se aplican insecticidas orgánicos para el control de la chinche del cacao (*Sahlbergella singularis*). El control de arvenses se realiza de forma mecánica (motoguadaña), dos o tres veces al año.

La Finca APPTA con una extensión de tres hectáreas, se encuentra ubicada en el distrito de Bratsi, cantón de Talamanca, Provincia de Limón, en la costa atlántica de Costa Rica 82 49' longitud Oeste y una altitud de 32 m.s.n.m. Según las zonas de vida de Holdridge, la zona pertenece al bosque tropical húmedo.

No tenemos información detallada del tipo de suelo de la finca de APPTA, podríamos decir que la topografía es catalogada como casi plana y el suelo aparenta ser de tipo arcilloso.

### Manejo tradicional

Cuando decimos manejo tradicional nos referimos al manejo habitual que realizan los productores indígenas en Talamanca al cultivo de cacao, que lo podríamos considerar como

un mínimo manejo, en el sentido de prácticas culturales. A diferencia del manejo orgánico (que este tipo de manejo también está certificado orgánico) no se aplica ningún insumo a la plantación, ni abonos orgánicos, ni foliares, ni insecticidas orgánicos. Después de la poda de formación a los dos meses de edad, solamente se realiza una poda de mantenimiento al año. El control de arvenses se realiza una vez al año de forma manual (machete).

Hemos seleccionamos la Finca de Marina López Morales, con una extensión de una hectárea ubicada en Watsi, cantón de cantón de Talamanca, Provincia de Limón, en la costa atlántica de Costa Rica.

A la finca de Marina se le realizaron análisis químicos de suelos, y de los resultados podemos decir que el suelo no presenta problemas de acidez. A pesar que el pH se encuentra en el límite de 5,5; el bajo nivel de acidez intercambiable y el alto valor de la suma de bases hacen que el porcentaje de saturación de acidez sea despreciable. Nutricionalmente, este suelo presenta una deficiencia de P que posiblemente esté limitado por el alto contenido de Ca. Por otra parte, la relación C/N (inferior a 20) y el contenido de M.O (superior a 2) indican que es un suelo con muy buena disponibilidad de nitrógeno tal y como lo menciona Rojas (2004).

Igual que las fincas anteriores podríamos decir que la topografía es catalogada como casi plana.

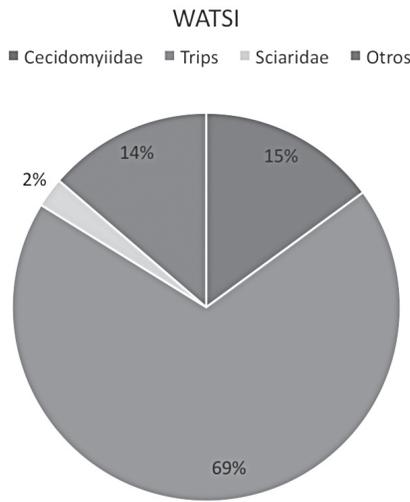
#### **Diversidad de insectos polinizadores de cacao**

A continuación, se presentan gráficos que detallan un promedio de la cantidad de insectos presentes en las diferentes fincas, los cuales fueron recolectados por medio de la técnica de aspiración en flores. Especies de la familia Ceratopogonidae fueron los menos encontrados, solamente se encontró un 9% de especímenes de esta Familia en la finca de APPTA, en Watsi y La Lola no se reportó Forcipomyias. Especímenes de la familia Thysanoptera fueron los más encontraron en Watsi, APPTA y La Lola, con una cantidad promedio de 69%, 40% y 63% respectivamente.

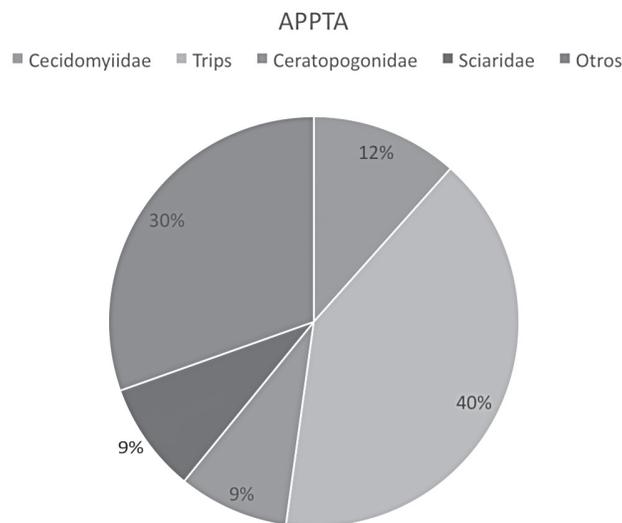
El ítem de “Otros” representan a otras especies encontradas en las flores muestreadas, que hasta el momento no ha reportado funcionalidad en la polinización de cacao, como los son avispas, hormigas, ácaros, arañas y otros insectos.

En la figura 1 se muestra la dinámica poblacional en la finca con manejo tradicional (WATSI), en el cual se observa que los insectos con mayor presencia (69%), son los llamados Trips, de la familia Thysanoptera, estos suelen ser de color negro o color café como se muestra en la figura 4b, seguidos de los pertenecientes a la familia Cecidoniidae (15%) y un porcentaje menor (2%) la familia Sciaridae.

La finca con manejo orgánico (APPTA), por su parte muestra una dinámica poblacional donde se muestra al igual que en la figura 1, una mayor presencia de Trips, seguido por la familia Cecidomyiidae, la cual es una familia de dípteros que por lo general miden aproximadamente 3mm de longitud, y son reconocidos fácilmente por su venación de las alas, mostrando dos venas largas y pronunciadas como se observa en la figura 4a, y con un porcentaje muy significativo (9%) se encuentra la familia Sciaridae.



**Figura 1.** Promedio de insectos recolectados en la finca WATSI.

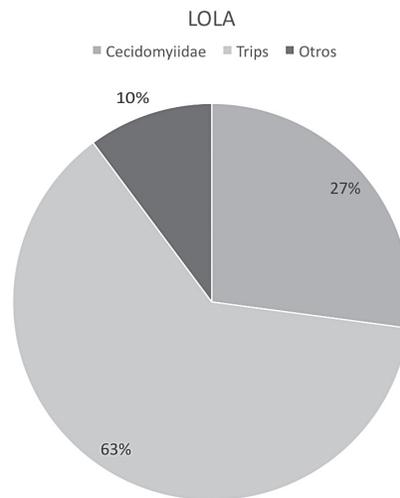


**Figura 2.** Promedio de insectos recolectados en la finca APPTA.

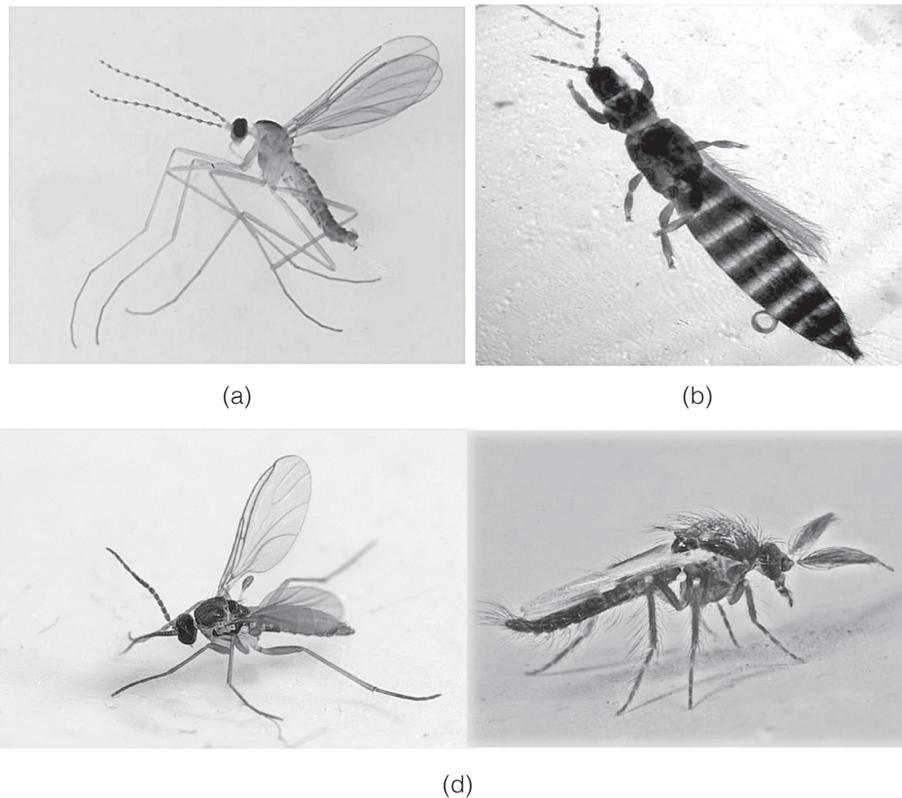
La familia Sciaridae mostró un mayor porcentaje de presencia en esta finca, respecto a las demás fincas, esta familia es un grupo de moscas, su tamaño varía entre 1,0 - 11,0 mm, donde las hembras son más grandes que los machos, su característica principal al momento de reconocerlos es la venación de las alas la cual es bifurcada como se muestra en la figura 4c.

Esta finca comparada con las otras dos fincas, mostro una presencia de insectos pertenecientes a la familia Ceratopogonidae, la cual es una familia de pequeñas moscas, que han sido reconocidas en este caso por sus antenas con flagelos, mostrándose plumosas en los machos, como se observa en la figura 4d.

La figura 3 muestra el comportamiento de la población en la finca con manejo convencional (La Lola), donde se observa al igual que en las fincas anteriores una presencia significativa de la familia Thysanoptera y en un porcentaje menor insectos de la familia Cecidomyiidae, el porcentaje de otros en este caso es mayor en comparación a las otras dos fincas.



**Figura 3.** Promedio de insectos recolectados en la finca LOLA.



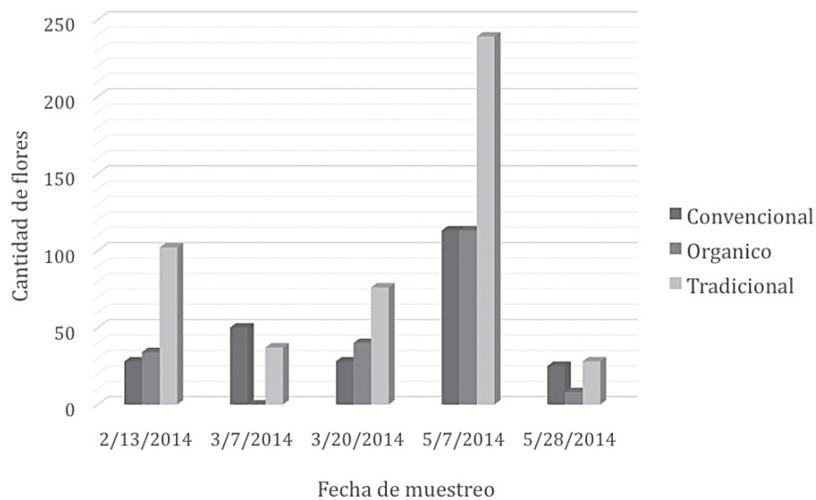
**Figura 4.** Especies familia (a) Cecidomyiidae, (b) Thysanoptera, (c) Sciariidae, (d) Ceratopogonidae.

### Producción de frutos y flores

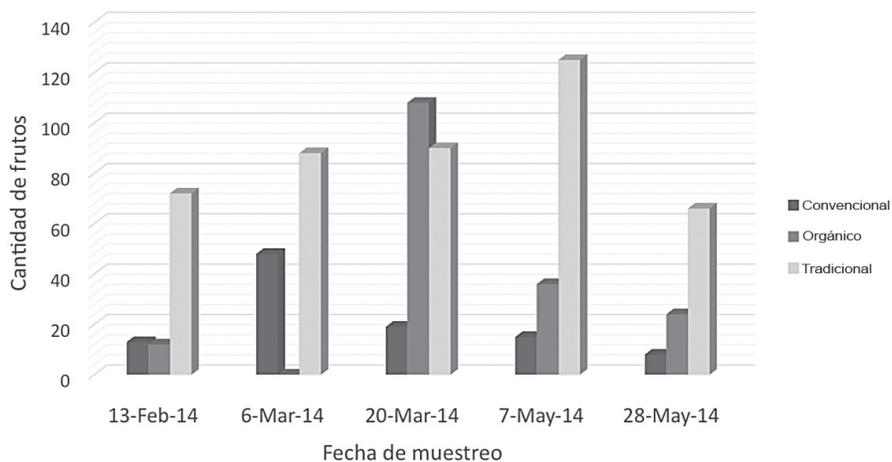
Según los datos obtenidos y como se muestra en la figura 5, la producción de flores fue mayor en finca con manejo tradicional siendo la mayor cantidad en el mes de mayo, con aproximadamente 239 flores seguido de una producción de 102 flores en el mes de febrero.

En el caso de la finca con manejo orgánico, la mayor producción se dio en el mes de mayo, con una cantidad de 113 flores aproximadamente, al igual que en la finca con manejo convencional, la cual presenta para el mes de marzo una producción de 50 flores aproximadamente, siendo esta la finca que produjo más unidades en el mes de marzo.

Para el mes de mayo en el segundo muestreo, se evidenció una disminución significativa en la producción de flores, comparado con el primer muestreo de este mismo mes donde se contabilizó la mayor cantidad de flores.



**Figura 5.** Cantidad de flores presentes en las diferentes fincas estudiadas.

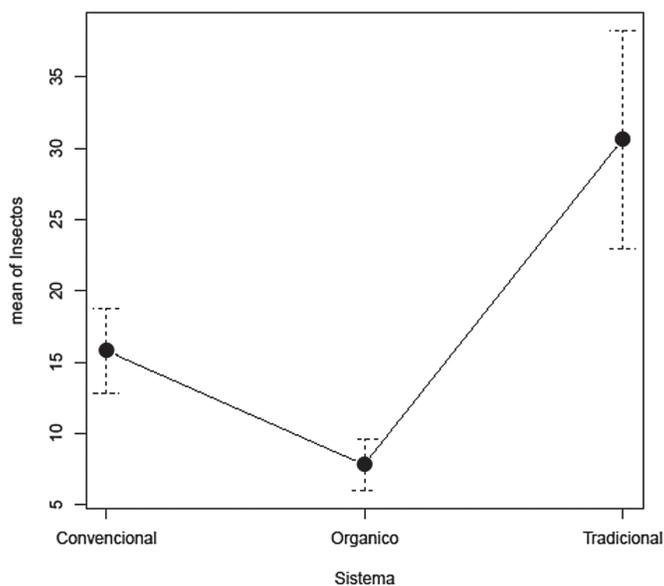


**Figura 6.** Cantidad de frutos presentes en las diferentes fincas estudiadas.

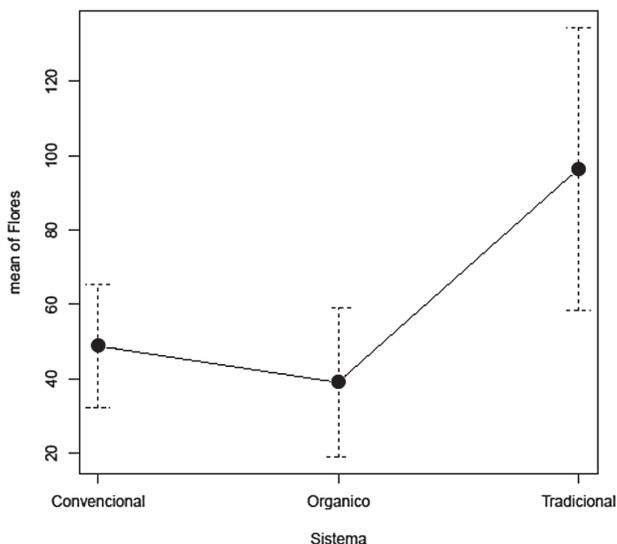
En la figura 6 se observa que la finca tradicional (Watsi) presenta la mayor producción en cuatro de los cinco muestreos, se observa como la producción en la finca convencional (La Lola) tiende a disminuir a partir de la segunda fecha de muestreo, y también se observa el pico de producción en la finca orgánica (APPTA) en la tercer fecha de muestreo.

Los frutos contabilizados durante estos muestreos, fueron mazorcas entre verdes y maduras que estuvieran sanas. Cabe mencionar que, si bien es cierto, las visitas a las fincas eran coordinadas con los encargados de las mismas, la posibilidad que se cosecharan mazorcas durante la fecha de muestreo no estaba bajo nuestro control.

Relación entre la dinámica poblacional de los polinizadores y la cantidad de flores en los sistemas de producción evaluados.



**Figura 7.** Media de insectos muestreados.



**Figura 8.** Media de flores contabilizadas.

La figura 7 muestra las medias de los insectos muestreados en cada una de las fincas evaluadas, podemos observar como la finca tradicional (Watsi) presenta significativamente mayor cantidad de insectos, el doble de cantidad que la finca convencional (La Lola) y el triple de cantidad que la finca orgánica (APPTA). De las tres fincas evaluadas, la finca orgánica (APPTA) es la que presentó menor cantidad de insectos polinizadores.

La figura 8, muestra las medias de la cantidad de flores contabilizadas en cada una de las fincas evaluadas, y se observa el mismo comportamiento. La finca tradicional (Watsi) es la que presentó la mayor cantidad de flores, luego le sigue la convencional (La Lola) y por último la orgánica (APPTA) que fue la que contabilizó menor cantidad de flores.

## Conclusiones

A pesar de que algunas de las variables se trataron de controlar, como las horas del día en que se realizaba los muestreos, el método de muestreo, la misma cantidad de flores muestreadas y los mismos clones de árboles seleccionados; habían otras variables que no se podían controlar como los diferentes microclimas y los recursos disponibles (luz y nutrientes) en cada una de las fincas evaluadas.

Al no contar con un área de producción de cacao lo suficientemente grande como para establecer un diseño experimental más apropiado, justamente para minimizar estas variables no controlables, es decir en una misma finca, encontrar o establecer los tres manejos evaluados (convencional, orgánico, tradicional) hizo que tuviéramos que realizar el estudio en tres áreas diferentes, 28 millas, Bratsi y Watsi.

Si bien es cierto no podemos asegurar que los insectos muestreados, fueron los encargados del servicio de polinización, con el método de muestreo utilizado nos aseguramos que los insectos al menos estaban dentro de la flor.

A pesar de que la literatura menciona que especies de la Familia Ceratopogonidae son los insectos especializados en brindar el servicio de polinización de cacao, nuestros resultados no evidenciaron tanta presencia de estos, solamente se encontraron dos especímenes en la finca orgánica (APPTA). A diferencia de especies de la familia Thysanoptera que fueron los insectos que se encontraron en mayor cantidad en cada una de las tres fincas. Especies de la familia Cecidoniidae también fueron encontradas en las tres fincas.

La finca tradicional (Watsi) fue la que registró mayor cantidad de insectos, también registró mayor cantidad de flores y mayor cantidad de frutos, en cantidades considerable a comparación con las otras dos fincas (orgánica y convencional). La finca orgánica (APPTA) fue la que registró menor cantidad de insectos, flores y frutos.

## Bibliografía

- [1] T. Kaufmann, «Ecology and Behavior of Cocoa Pollinating Ceratopogonidae in Ghana, W. Africa, » *Environmental Entomology*, pp. 4(2):347-351.
- [2] S. Soria, «Locais de coleta e distribuicao de Forcipomya (Diptera, Ceratopogonidae) relacionadas com a floracao e frutificao do cacauerio na bahia, Brasil, » *Revista Theobroma, Itabuna, Brasil*, vol. 3, nº 2, pp. 41-49, 1973.
- [3] S. d. J. Soria, W. Wirth y K. Chapman, «Insect pollination of cacao in Costa Rica. 1. Preliminary list of the ceratopogonid midges collected from flowers, » *Revista Theobroma*, vol. 10, nº 2, pp. 61-68, 1980.
- [4] A. Young, «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, pp. 47-63, 1982.



- [5] E. Frimpong, I. Gordon, K. Wapong y B. Gemmill-Herren, «Dinamyc of cocoa pollination tools and aplicaciones for surveying and monitoring cocoa pollinators, » International Journal of Tropical Insects Science, vol. 29, nº 2, pp. 62-69, 2009.
- [6] E. Somarriba, M. Trivelato, M. Villalobos , K. Morán , L. Orozco y A. & Lopez , «Diagnóstico agroforestal de pequeñas fincas cacaoteras orgánicas de indígenas Bribri y Cabécar de Talamanca, Costa Rica,» Agroforestería en las Américas , pp. 10 (37-38), 24-30, 2003.
- [7] G. Wood, Cocoa, 4 ed., London: Blackwell Science, 2001.
- [8] M. Navarro y A. Mendoza, Cultivo del cacao en sistemas agroforestales: Guía técnica para promotores, Nicaragua, 2006.
- [9] A. Dubón y J. Sánchez, Manual de producción de cacao, La Lima, Cortés, Honduras, 2011.
- [10] K. Romero, «Propuesta de un diseño agroforestal con cacao y especies maderables en la región de Lachuá, Guatemala., » Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal, Cartago, Costa Rica, 2014.