

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
CARRERA DE CULTIVOS TROPICALES

**DETERMINACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA
ENTOMOFAUNA EN EL AGROECOSISTEMA DE CAFÉ EN
BOQUETE Y RENACIMIENTO, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

CARLOS DANIEL ARAÚZ PITY

4-748-970

DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2022

**DETERMINACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA
ENTOMOFAUNA EN EL AGROECOSISTEMA DE CAFÉ EN
BOQUETE Y RENACIMIENTO, PROVINCIA DE CHIRIQUI**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDA PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN CULTIVOS
TROPICALES**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DEL INSTITUTO DE
INNOVACIÓN AGROPECUARIA DE PANAMA**

APROBADO:

MSC. JOSÉ A. LEZCANO B.

DIRECTOR

Ph. D. RUBÉN D. COLLANTES

ASESOR

MSC. JOSÉ C. URETA

ASESOR

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2022

AGRADECIMIENTO

Ante todo, gracias al Señor Todopoderoso, por haberme dado la oportunidad de iniciar y culminar esta meta, con su ayuda, paciencia, fortaleza, esperanza, amor y gracia, en este camino complejo, siempre con su apoyo incondicional.

Agradezco a mis padres Carlos Araúz y Miriam Pitty, junto a mis hermanos Arturo y Javier, por ser una parte importante en la inspiración del desarrollo de este trabajo.

Gracias a mi familia, mis abuelos, tíos, primos, sobrinos, muy especialmente a mi tía Margoth, por su apoyo, palabras de aliento, guía, aprecio, solidaridad y amor en esta carrera.

A mis amigos, por personas que nunca dejaron de preocuparse, preguntar, dar ideas, soluciones, respuestas tanto en buenos momentos, como en los malos, para seguir perseverando en esta meta.

Le doy gracias a cada uno de mis miembros de mi comité Asesor por su colaboración en el transcurso de mi trabajo de graduación; especialmente, al Ing. M. Sc José A. Lezcano, por ayudarme con la iniciativa y desarrollo de esta investigación y al Ing. Javier Almillategui, por guiarme y brindarme tanto conocimientos y facilidades del laboratorio de Entomología de Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá.

Un agradecimiento especial al Ing. M. Sc. Román Gordón, por su apoyo en el análisis estadístico de los datos y al profesor Rubén Collantes por la colaboración brindada en la revisión de literatura

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a DIOS, porque todo se lo debo a Él, por haberme permitido las fuerzas, dirección, sabiduría, inteligencia, salud, paciencia y rodearme de las personas edificantes, para poder culminar el desarrollo de este trabajo.

A mis padres Carlos Araúz y Miriam Pitty, por haberme enseñado siempre, a esforzarme y seguir adelante ante cualquier situación, y haber permitido darme la oportunidad de llegar a mis estudios superiores, con mucho esfuerzo y trabajo.

A mi familia en general, por sus pequeños y grandes rasgos me ayudaron a perseverar en lograr mi meta, y dedico finalmente a mis amigos, ya que ellos son una parte importante en cada situación que atravesamos en la vida, que sea esto solo una pequeña enseñanza de luchar por tus sueños y diferentes metas que tendremos en la vida.

DETERMINACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA ENTOMOFAUNA EN EL AGROECOSISTEMA DE CAFÉ EN BOQUETE Y RENACIMIENTO, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ

Araúz, P., C. D. 2021. Determinación de la Biodiversidad de la Entomofauna en el Agroecosistema de café en Boquete y Renacimiento, Provincia de Chiriquí. Trabajo de Graduación Ingeniero Agrónomo en Cultivos Tropicales, Universidad de Panamá, Chiriquí, Panamá.

RESUMEN

El cultivo de café en Panamá forma parte de uno de los agroecosistemas que posee gran biodiversidad de entomofauna, siendo de gran interés económico para el desarrollo del mismo, ya que la biodiversidad puede dar señales del deterioro o conservación a causa del manejo del ser humano en el ecosistema o el impacto del cambio climático. El objetivo del estudio fue determinar la biodiversidad de la Entomofauna en Agroecosistemas de café en Boquete y Renacimiento en dos épocas: seca y lluviosa. Se realizaron muestreos en plantaciones de café en seis localidades, considerando dos estratos foliares de la planta y sobre el suelo (hojarasca). Las muestras fueron procesadas en el laboratorio del IDIAP, localizado en Boquete, Chiriquí. La clasificación e identificación de las mismas, se obtuvo en el Laboratorio de Entomología, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá, ubicado en David, Chiriquí. Se uso un diseño de parcelas divididas, con arreglo de bloques completos al azar, dos subparcelas en arreglo factorial. Se calificó el aspecto relacionado con la biodiversidad, escogiendo el índice de Shannon-Wiener. De acuerdo a los resultados, la biodiversidad se obtuvo más alta a nivel de familias (1.82), en comparación con el orden (1.27). En cuanto a estratos se obtuvo mayor índice en hojarasca (1.84) que en foliar (1.25). En las épocas se obtuvo el mayor índice en la estación seca (1.59) que en la estación lluviosa (1.51). La localidad que obtuvo mayor índice fue Jaramillo (1.77), seguido de Río Sereno (1.69), Palo Alto (1.68), Alto Boquete (1.39), Palmira (1.38) y Volcancito (1.38).

PALABRAS CLAVES: Agroecosistema, biodiversidad, cafetos, entomofauna, índice Shannon-Wiener,.

DETERMINATION OF ENTOMOFAUNA BIODIVERSITY IN THE AGROECOSYSTEM OF COFFEE IN BOQUETE AND RENACIMIENTO, PROVINCE OF CHIRIQUÍ

Araúz, P., C. D. 2021. Determination of Entomofauna Biodiversity in Coffee Agroecosystem in Boquete and Renacimiento, Province of Chiriqui. Graduate Work Agricultural Engineer in Tropical Crops, University of Panama, Chiriqui, Panama.

ABSTRACT

Coffee cultivation in Panama belongs to one of the agroecosystems that has greater biodiversity of entomofauna, being of major economic interest for its development, since biodiversity can give us signs of habitat loss due to human management of the ecosystem or by the impact of climate change.

The objective of this study was to determine the biodiversity of the Entomofauna associated with coffee agroecosystems in Boquete and Renacimiento, province of Chiriquí during two seasons: dry and rainy. Samples were obtained in coffee plantations from 6 locations, considering two strata of the plant, the leaf part and litter. The specimens were processed in the IDIAP laboratory, located in Boquete, Chiriquí. The classification and identification of the insects was achieved in the Entomology Laboratory, of the Faculty of Agricultural Sciences, University of Panama, located in David, Chiriquí. A divided plot design was used, with a random complete block and arrangement, two subplots in a factorial arrangement. The biodiversity index was managed, choosing the Shannon-Wiener index. The entomofauna biodiversity was higher at family level (1.82), compared to the order (1.27). Regarding strata, a higher index was obtained in litter (1.84) than in foliar samples (1.25). Comparing the seasons, the highest index was obtained during dry season (1.59) in comparison to the rainy season (1.51). The locality that obtained the highest index was Jaramillo (1.77), followed by Rio Sereno (1.69), Palo Alto (1.68), Alto Boquete (1.39), Palmira (1.38) and Volcancito (1.38).

KEY WORDS: Agroecosystem, biodiversity, coffee trees, entomofauna, Shannon-Wiener index.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.	3
1.2. Antecedentes	4
1.3. Justificación.	5
1.4. Objetivos	6
1.4.1. Objetivo general.	6
1.4.2. Objetivos específicos.	6
1.5. Hipótesis.	7
1.6. Alcances y limitaciones del estudio.	8
2. REVISIÓN DE LITERATURA	9
2.1. Índice de Shannon-Wiener.	9
2.2. La Biodiversidad Entomológica	11
2.2.1. Importancia de la Biodiversidad entomológica	13
2.2.2. Medidas de Biodiversidad	14
2.3. Agroforestería en café	15
2.3.1 Efectos de la Agroforestería sobre plagas y	

enfermedades en café	17
2.3.2 Características morfológicas de las especies encontradas para Órdenes y Familias según Borrór <i>et al.</i> (1981).	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1. Descripción del área en estudio.	31
3.1.1. Localización del muestreo	31
3.2. Materiales y equipo utilizados en el muestreo en campo.	31
3.3. Materiales y equipo utilizados en laboratorio.	32
3.4. Metodología	32
3.4.1. Muestreo	32
3.4.2. Procesamiento de las muestras.	34
3.4.3.1. Procesamiento de la Hojarasca.	35
3.4.3.2. Conteo de individuos después de la extracción.	36
3.4.3. Calculo del Índice de Shannon-Wiener	37
3.5. Diseño experimental	38
3.5.1. Parámetros a evaluados	40
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
5. CONCLUSIONES	63
6. RECOMENDACIONES	64
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS	71

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	Pág.
I. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DEL ORDEN COLEOPTERA RECOLECTADAS.	21
II. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DEL ORDEN COLLEMBOLA RECOLECTADAS.	23
III. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DEL ORDEN DIPTERA RECOLECTADAS.	23
IV. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DEL ORDEN DERMAPTERA, EMBIOPTERA, EPHEMEROPTERA RECOLECTADAS.	25
V. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DEL ORDEN HIMENOPTERA RECOLECTADAS.	26
VI. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DEL ORDEN HEMIPTERA RECOLECTADAS.	27
VII. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DEL ORDEN HOMOPTERA, LEPIDOPTERA, ISOPTERA, NEUROPTERA, ODONATA RECOLECTADAS.	28
VIII. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DEL ORDEN, ORTHOPTERA, PSOCOPTERA, THYSANOPTERA, TRICHOPTERA, ZORAPTERA RECOLECTADAS.	29
IX. LOCALIDADES EN ESTUDIO, ÉPOCA Y ESTRATOS.	39
X. CUADRADO MEDIO PARA LOS ÍNDICES DE SHANNON-WIENNER PARA LOS NÚMEROS DE ÓRDENES DE INSECTOS EN BOQUETE Y RENACIMIENTO.	41
XI. MEDIA DEL ÍNDICE PARA ÓRDENES, FAMILIAS Y PARA ÉPOCA SEGÚN LAS LOCALIDADES EN ESTUDIO DE BOQUETE Y RENACIMIENTO 2017.	42
XII. VALOR DE T Y DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA (DMS)	43

PARA EL ÍNDICE DE ÓRDENES POR LOCALIDAD, ÉPOCA Y ESTRATO.

XIII. LA COMPARACIÓN DE MEDIA DEL ÍNDICE GLOBAL PARA ÓRDENES SEGÚN, ÉPOCA, ESTRATO FOLIAR y HOJARASCA.	44
XIV. CUADRADO MEDIO PARA LOS ÍNDICES DE SHANNON-WIENNER PARA LOS ÍNDICES DE FAMILIAS DE INSECTOS EN BOQUETE Y RENACIMIENTO.	44
XV. VALOR DE T Y DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA (DMS) PARA EL ÍNDICE DE FAMILIA PARA LOCALIDAD, ÉPOCA Y ESTRATO.	45
XVI. LA COMPARACIÓN DE MEDIA DEL ÍNDICE GLOBAL PARA FAMILIA SEGÚN ÉPOCA, ESTRATO FOLIAR Y HOJARASCA.	45
XVII. COMPARACIÓN DEL ÍNDICE GLOBAL DE BIODIVERSIDAD DE SHANNON - WIENNER ENTRE LAS LOCALIDADES EN LA ÉPOCA SECA Y LLUVIOSA PARA ESTRATOS.	46
XVIII. NÚMERO DE FAMILIA DEL ORDEN COLEOPTERA Y COLLEMBOLA SEGÚN LA LOCALIDAD.	47
XIX. NÚMERO DE FAMILIA DE LOS ÓRDENES DIPTERA, DERMAPTERA, EMBIOPTERA, EPHEMEROPTERA Y HIMENOPTERA, SEGÚN LA LOCALIDAD.	50
XX. NÚMERO DE FAMILIA DE LOS ÓRDENES HEMIPTERA, HOMOPTERA, LEPIDOPTERA, ISOPTERA, NEUROPTERA, ODONATA, ORTHOPTERA, PSOCOPTERA, THYSANOPTERA, TRICHOPTERA Y ZORAPTERA, SEGÚN LA LOCALIDAD.	55

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
1.	MUESTREO UTILIZANDO DE LA RED ENTOMOLÓGICA PARA EL MUESTREO FOLIAR.	33
2	ÁREA DEFINIDA POR UN ARO PARA EL MUESTREO DE HOJARASCA.	34
3	EXTRACCIÓN DE INSECTOS POR CAÍDA EN ALCOHOL PROCEDENTES DE LA HOJARASCA CON LA AYUDA DEL EMBUDO DE BERLESSE	35
4	SEPARACIÓN DEL MATERIAL MEDIANTE USO DE ESTEREOSCOPIO	36

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		Pág.
1.	VISTA PARCIAL DE FINCA DE CAFÉ EN LOCALIDAD DE JARAMILLO	71
2	VISTA DE LA TOMA MUESTRA DE HOJARASCA	71
3	UTILIZACIÓN DE EMBUDO DE BERLESSE PARA LA EXTRACCIÓN DE MICROARTRÓPODOS	72
4	VISTA DEL PROCEDIMIENTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS	72
5	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS COLOCADAS EN VIALES CON ALCOHOL AL 95%	73
6	ÍNDICE DE ORDEN LOCALIDAD POR ÉPOCA	73
7	ÍNDICE DE FAMILIA LOCALIDAD POR ÉPOCA.	74
8	ÍNDICE DE ALTO BOQUETE ÉPOCA X ESTRATO	74
9	ÍNDICE DE JARAMILLO ÉPOCA X ESTRATO	75
10	ÍNDICE DE PALMIRA ÉPOCA X ESTRATO	75
11	ÍNDICE DE PALO ALTO ÉPOCA X ESTRATO	76
12	ÍNDICE DE RIO SERENO ÉPOCA X ESTRATO	76
13	ÍNDICE DE VOLCANCITO ÉPOCA X ESTRATO	77
14	CIFRAS DE PRODUCTORES DE CAFÉ POR PROVINCIA CIERRE AGRICOLA 2014-2015	78

1. INTRODUCCIÓN

Los insectos constituyen una parte fundamental de la biodiversidad, siendo la Clase mas numerosa del reino animal, teniéndose más de un millón de especies descritas, los cuales presentan una gran diversidad morfológica expresada en sus formas, colores, tamaños y formas de vida (Blas y Del Hoyo, 2013).

La conservación de los insectos es muy importante para el mantenimiento de los ecosistemas, ya que muchas especies son beneficiosas participando en procesos tan importantes como la polinización, el control de plagas y malas hierbas o la degradación de la materia orgánica entre otros (Blas y Del Hoyo, 2013).

Beneficios como estos se pueden ver en insectos polinizadores, en especial por la abeja melífera (*Apis mellifera* L.), donde estudios indican que están correlacionados con aumentos en el amarre y el peso de los frutos del café (Legorreta, 2008).

El uso potencial de los insectos representa una contribución importante para el debate de la biodiversidad, como perspectiva para la valoración económica y cultural de animales considerados habitualmente como inútiles (Blas y Del Hoyo, 2013).

El término biodiversidad se acuñó a finales de la década de 1980, significa diversidad o variedad biológica. La diversidad biológica actual es el resultado de un complejo e irrepetible proceso evolutivo, entre patrones que son consecuencia de la actuación prioritaria de factores ecológicos y eventos generados por procesos altamente impredecibles, entre patrones y procesos que actúan y se detectan a una escala espacial local o regional y otros a una escala geográfica (Moreno, 2001).

Para el estudio de la biodiversidad se necesita igualmente recopilar información biológica, pero esta vez sobre escalas espaciales mucho mayores y sobre una mayor variedad de grupos taxonómicos (Moreno, 2001).

Mediante la recolección de inventario de insectos se pueden determinar varios aspectos, por ejemplo, si la riqueza de especies es alta, o si la presencia de especies con rangos de distribución restringida indique endemismo, o si la disminución de la abundancia de especies y grupos se debe a consecuencias de alteraciones humanas (Villarreal *et al*, 2004).

Según Mendieta y Rocha (2007), la Agroforestería es una serie de técnicas que incluyen la combinación, simultánea o secuencial, de árboles y cultivos alimenticios, árboles y ganado, o todos los tres elementos, lo cual incluye un conjunto de prácticas o combinación de prácticas agropecuarias que se realizan en el mismo lugar y al mismo tiempo (prácticas simultáneas), o aquellas

desarrolladas en el mismo sitio, pero en épocas diferentes (prácticas secuenciales).

En los agroecosistemas de café es importante analizar las experiencias agroecológicas y el potencial de la biodiversidad para la construcción de nuevos ecosistemas agrícolas y forestales sostenibles (Lopes *et al.* 2012).

Es preciso entender que la acción de algunos productos químicos, no totalmente selectivos sobre los insectos plagas puede ejercerse sobre la totalidad de la fauna entomológica del café, provocando desequilibrios biológicos favorables a la proliferación rápida de otros enemigos, por la destrucción de sus enemigos naturales (Cisneros, 1995).

1.1. Planteamiento del problema

El cultivo de café en Panamá es uno de los agroecosistemas que posee una gran variedad de entomofauna, siendo de gran interés económico para el desarrollo del rubro, ya que implica una interacción favorable o perjudicial dependiendo como se maneje. En Chiriquí la información que se posee sobre los diferentes actores entomológicos en el café es limitada, siendo conocidas mayormente las consideradas plagas, trayendo como problema el desconocimiento de la entomofauna benéfica asociada al desarrollo del café. Por lo tanto, para la mayoría de los agricultores tienen la tendencia o el poco conocimiento de que la biodiversidad de la entomofauna es muy importante, ya

que va más allá de solo verlo como un enemigo, sino que en la gran mayoría puede ser un aliado estratégico para el cultivo. Adicionalmente, es meritorio considerar la pérdida de biodiversidad, producto del cambio climático y del manejo convencional con enfoque reduccionista y simplificado que el ser humano realiza en la mayoría de áreas con cultivos a causa del cambio climático y el manejo que le ha dado el hombre al ecosistema en las diferentes áreas, entre ellas a la agricultura.

1.2 Antecedentes

El tema de biodiversidad se ha venido incorporando sin duda cada vez más en las agendas políticas de los países de la región centroamericana, especialmente en la década de los noventa, trayendo así cambios positivos en las actitudes y percepciones de los decisores políticos (Pedroni y Jiménez, 2002).

El inicio de la actividad cafetalera en las tierras altas de Chiriquí data desde 1894 con el cultivo organizado de café, en Alto Lino, distrito de Boquete (Valdespino y Jaramillo, 2011).

Entre las principales plagas que han afectado a este cultivo en las tierras altas de Chiriquí se encuentra: cochinillas, minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*), taladrador del tallo, Ojo de Gallo (*Mycena citricolor*), Roya (*Hemileia vastatrix*), Derrite, Antracnosis (*Colletotrichum coffeanum*), Broca (*Hypothenemus hampei*) y falsa broca (*H. obscurus* o *H. seriatus*) (Valdespino y Jaramillo, 2011).

Estudios realizados sobre biodiversidad de artrópodos en México, demostraron la predominancia de insectos del orden diptera entre las que se encontraron en mayor número las familias: Drosophilidae, Phoridae, Chloropidae, Neriidae, Sarcophagidae; en cuanto al orden Hymenoptera la de mayor predominancia fue de la familia Formicidae; en Coleoptera las de mayor Número: las familias Chrysomelidae , Curculionidae, Scolytidae, Scarabaeidae, Staphylinidae, Carabidae, Hydrophilidae, Histeridae y Coccinelidae en el cultivo de café y que el 42% total de las especies fueron enemigos naturales. El cultivo de café orgánico tuvo más abundancia de insectos benéficos (Ibarra y Nuñez (1990), citado por Ambrecht y Perfecto, 2001).

1.3 Justificación

Este estudio se realizó debido a la importancia que ejercen los insectos asociados a los cultivos de café siendo estos indicadores naturales de la salud en el agroecosistema y la tendencia de la afectación del cambio climático a estos, pero actualmente no existen documentos a nivel nacional, que permitan tanto a estudiantes, profesionales, como a productores conocer la diversidad de los insectos tanto en el área foliar, como en el suelo, como parte fundamental de cualquier agroecosistema.

La importancia de la biodiversidad en un cultivo de café radica en que un brote de una plaga se debe al mal uso de los insecticidas, no es más que en principio, un desequilibrio en el sistema donde la biodiversidad ha disminuido. Los

insecticidas usados de forma irracional intensifican este desequilibrio (Armbrecht y Perfecto 2001).

Esta investigación se realizó como un estudio de referencia de la biodiversidad entomológica existente en el cultivo de café en las tierras altas, lo cual servirá como un apoyo para los productores, en cuanto a los conocimientos de los especímenes que se encuentran dentro de sus cafetales. Este estudio indicará cuales son benéficos y cuales son plagas. Lo cual ayudara a proponer mejores medidas para el manejo del cultivo.

Este estudio forma parte de la formación como opción para obtener el grado académico como requisito de la entidad universitaria.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Conocer la biodiversidad entomológica en el sistema agroforestal de café en localidades de Boquete y Renacimiento.

1.4.2 Objetivos específicos:

1. Identificar ordenes de insectos en el estrato foliar y sobre el suelo, en parcelas de café en fincas de diferentes localidades.
2. Identificar familias en los estratos foliar y hojarasca, en parcelas de café en fincas de diferentes localidades.

3. Comparar la biodiversidad entomológica entre las localidades cafetaleras bajo condiciones de época lluviosa y seca en el estrato foliar y hojarasca.
4. Estimar y comparar en las localidades cafetaleras de Boquete y Renacimiento el índice de biodiversidad entomológica.

1.5 Hipótesis

1. Ho: No se logra identificar los órdenes de insectos entre las localidades en estudio.

$$\mu_o = \mu_n$$

Ha: Se logra identificar una orden de insecto diferente entre las localidades en estudio. $\mu_o \neq \mu_n$

2. Ho: No se identificaron familias de insectos entre las localidades en estudio.

$$\mu_o = \mu_n$$

Ha: Se identificó una familia de insecto diferente entre las localidades en estudio. $\mu_o \neq \mu_n$

3. Ho: No se encontró diferencias entre las localidades entre la época lluviosa y seca. $\mu_o \neq \mu_n$

Ha: Se encontró diferencias en una localidad entre la época lluviosa y seca.

$$\mu_o \neq \mu_n$$

4. Ho: No se encontró diferencias en el valor del índice de biodiversidad entre las localidades muestreadas. $\mu_o = \mu_n$

Ha: Se encontró diferencias en el valor del índice de biodiversidad entre las localidades muestreadas. $\mu_o \neq \mu_n$

1.6 Alcances y limitaciones del estudio

Alcances

Esta investigación ofrece información sobre la biodiversidad entomológica en café, para los productores, estudiantes, ambientalistas y público general.

Limitaciones

Se fundamentaron en la falta recursos económicos, las condiciones ambientales prevalentes, que limitó algunas veces el momento de muestreo por las condiciones adversas (lluvia y brisa, entre otras), para realizar la colecta de material; haciendo esto extender aún más el tiempo planificado. Las claves taxonómicas para identificar estaban en inglés dificultando encontrar algunos términos técnicos específicos para el uso adecuado. Adicionalmente, al momento de desarrollar el estudio, no se contaba con suficiente información científica disponible relacionada con la materia, dificultando la obtención de referencias aplicables a las condiciones de Panamá

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Índice de Shannon-Wiener

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Según Magurran (1988), citado por Moreno (2001) el índice de Shannon-Wiener, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, $H' = 0$ cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos n_i , es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa (H'_{max}). Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña.

La precisión en la estimación del índice de Shannon-Wiener puede calcularse mediante la aproximación siguiente:

$$SD_{H'} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^S n_i \log_2 n_i - \left(\sum_{i=1}^S n_i \log_2 n_i \right)^2}{n^2}}$$

$SD_{H'}$ = desviación estándar del índice de Shannon-Wiener.

La ecuación de H' se aplica para comunidades extensas donde se conocen todas las especies S y las abundancias proporcionales p_i de todas ellas. En la práctica los parámetros son estimados como:

$$\hat{H}' = - \sum_{i=1}^S \left[\left(\frac{n_i}{n} \right) \times \log_2 \left(\frac{n_i}{n} \right) \right]$$

Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice según Shannon (1948), citado por Mora *et al.* (2017). Entre los ecosistemas que podemos encontrar con mayores valores

están los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas.

La utilización del índice de Shannon y Wiener, ha implicado la gran utilidad en diversas áreas de la biodiversidad, tales como bosques, donde se han obtenido índices bajos (0,32) en genero de árboles Quercus (Mora et al. 2017), se ha utilizado para medir la biodiversidad de fitoplancton (2.07) y zooplancton (1.75) teniendo resultados promedios bajos (Junta de Andalucía, 2004), se ha utilizado este índice mucho en aves e insectos por mencionar algunos, así como en otros organismos.

2.2 La Biodiversidad entomológica

La biodiversidad es la totalidad de los genes, las especies y los ecosistemas de una región, comprendiendo que la diversidad de genes se entiende la variabilidad de los genes entre los individuos de una misma población o de diferentes poblaciones de una misma especie. La biodiversidad se distribuye de manera ampliamente heterogénea en el mundo, incrementando generalmente desde los polos hacia el ecuador y disminuyendo a elevaciones más altas (Pedroni y Jiménez 2002).

Norse *et al.* (1986), citado por Piera (1999) fueron los primeros investigadores que generalizaron el término Biodiversidad a tres niveles: diversidad genética dentro de cada especie, diversidad de especies (riqueza o número de especies)

y diversidad ecológica (comunidades). Pero la auténtica explosión del término aconteció dos años más tarde cuando Wilson (1988), citado por Piera (1999) se refirió a la Biodiversidad como el patrimonio o riqueza biótica singular e irreplicable de cada lugar, región ó continente y, en última instancia, de toda la humanidad.

En la agricultura del pasado se conservaban numerosas variedades y especies de plantas y animales. Con la introducción de agroquímicos, esta biodiversidad se está perdiendo (Pedroni y Jiménez 2002).

La transformación de paisajes en las regiones tropicales y la intensificación de los monocultivos ha sido una de las principales causas de pérdida de biodiversidad, heterogeneidad de ecosistemas y cambios en la estructura vegetal, entre otros (Guhl (2004), citado por Rojas *et al.* 2012).

Diferentes plagas destruyen anualmente más del 25% de la producción agrícola mundial. Más del 90% de los insectos potencialmente dañinos para la agricultura, tienen poblaciones controladas por enemigos naturales que viven en áreas naturales o semi-naturales alrededor de las áreas cultivadas. La substitución del control de plagas que ejercen estos enemigos naturales mediante pesticidas se estima en 54 mil millones de dólares por año (Pedroni y Jiménez 2002).

Los medios más comunes o tradicional a la conservación de la biodiversidad están enfocados generalmente en la protección de hábitats naturales en parques y reservas, ignorando la posibilidad que hay en ciertos hábitats agrícolas como una oportunidad (Bichier 2006).

2.2.1. Importancia de la Biodiversidad entomológica

Inventariar la diversidad de los organismos es una señal clara de madurez científica y cultural de cualquier nación. Como objetivo dar a conocer la cantidad y ubicación de los “bienes biológicos” que coexisten con nosotros. Como resultado la gran parte de nuestros bienes materiales han sido y siguen siendo producto de nuestro conocimiento y manejo de nuestro medio natural y los insectos no escapan de ello. Entre tanto los insectos representan más de la mitad de las especies conocidas, su rol como proveedores de bienes y servicios suele ser desconocido e ignorado. Un ejemplo claro podemos destacar los Estados Unidos de América, su valor económico de las acciones de los insectos sobre procesos naturales tan esenciales y específicos como la polinización, el control de plagas, la descomposición y el reciclaje de nutrientes o la nutrición animal ha sido estimado en unos 57 mil millones de dólares anuales (Lobo, 2015).

Efectivamente, el beneficio real es intangible y una valorización monetarista no es capaz de identificar el valor sobre ello, el precio, lo beneficios propiciados por los insectos y su gran variedad de formas y funciones. Añadirle un conocimiento

amplio en aspecto taxonómico, biogeográfico y ecológico de la entomofauna, puede ayudarnos a resaltar de antemano la aparición de adversos efectos medioambientales ante alteraciones que brindamos con nuestro actuar. Lo primero en decaer puede ofrecernos señales sobre lo que vendrá y las posibilidades de mitigarlo; observando su ecología y sus ciclos vitales ampliamente cortos como los insectos, es el mejor candidato para actuar como indicador y así anticipar la respuesta de los sistemas biológicos ante el cambio climático (Lobo, 2015).

Las personas encontrarán beneficio en la conservación de los Insectos. No se puede vender bioética a quien pasa hambre, pero se puede ilustrar y ponderar el valor de los insectos. La tarea de los entomólogos es dar a conocer sus hallazgos científicos a todos aquellos que hablan y pugnan por la preservación de la Biodiversidad. (Samways (1993), citado por Piera 1999).

2.2.2. Medidas de Biodiversidad

En el sentido más estricto la biodiversidad es el concepto derivado de la Teoría de la Información; es una medida de la heterogeneidad del sistema, es decir, de la cantidad y proporción de los diferentes elementos que contiene. Anexado al significado que en sí misma tiene la biodiversidad, es también un parámetro muy útil en el estudio, descripción y comparación de las comunidades de organismos. Dado que la biodiversidad en una comunidad es una expresión del reparto de recursos y energía, su estudio es una de las aproximaciones más útiles en el

análisis comparado de las comunidades, o incluso de regiones naturales (Halffter & Ezcurra (1991), citado por Piera 1999).

De todos los índices descritos en la literatura, los dos más clásicos son el Índice de Simpson y el Índice de Shanon-Wiener. El Índice de Shannon-Wiener, a veces incorrectamente denominado Índice de Shannon-Weaver (Krebs, (1985) citado por Piera 1999), procede de la teoría de la información.

2.3 Agroforestería en café

Agroforestería es el nombre genérico para describir un sistema de uso de la tierra en el cual los árboles se combinan temporal y espacialmente con pasturas (uso animal) o cultivos agrícolas; en la agroforestería se mezclan elementos de la agricultura con elementos forestales que se traducen en sistemas de producción sostenibles en la misma unidad de terreno (Arcila *et al.* 2007).

En términos generales, la agroforestería es un sistema de manejo sostenible de los cultivos y del suelo mediante el cual se busca aumentar los rendimientos en forma continua combinando la producción de las especies arbóreas con cultivos de valor económico, con aplicación de prácticas de manejo compatibles con las prácticas culturales de la población local (Arcila *et al.* 2007).

La importancia relativa y el efecto de las diferentes interacciones entre los árboles de sombra y el café dependen de las condiciones del sitio (suelo y clima), la selección del genotipo (especie, variedad y procedencia), las

características bajo y sobre el suelo de los árboles y los cultivos, así como de las prácticas de manejo del cultivo principal. Estas interacciones pueden afectar positiva o negativamente la producción del café (Arcila *et al.* 2007).

La combinación de árboles y cultivos es una asociación entre entes diferentes que coexisten y comúnmente difieren en rendimientos económicos. En el caso de los cafetales en sistemas agroforestales, sería de los árboles de los cuales se esperaría la menor utilidad. Por tanto, la introducción de estos en los cultivos no debe causar pérdidas en la productividad por máspreciado que sea su servicio ambiental. La tarea es conocer, identificar e integrar la forestería y la agricultura a las tecnologías forestales y agronómicas, apoyándose en el conocimiento de tradiciones sociales rurales y las destrezas en las relaciones humanas (Arcila *et al.* 2007).

Los árboles de sombrero en los cafetos permiten ejercer un control sobre la economía del agua lo que mitiga los efectos que los períodos de déficit hídrico imponen sobre la producción; también, contribuyen a mantener la fertilidad del suelo, ayudan a reducir la erosión, reciclan nutrientes y aportan gran cantidad de materia orgánica, además incrementan las poblaciones de plantas epífitas y aumentan la diversidad de las especies de aves, entre otros (Arcila *et al.* 2007).

2.3.1 Efectos de la Agroforestería sobre insectos y enfermedades en café

Los insectos y las enfermedades (hongos y nematodos) involucran un rol sobre la productividad y la rentabilidad de las plantaciones de café. Los efectos de los árboles de sombra sobre plagas y enfermedades dependen en primera instancia de los requerimientos del insecto o del patógeno, así como también de los agentes de control de estas plagas y enfermedades (Montagnini *et al.* 2015). A continuación, mencionaremos algunos:

- ❖ Aumento de los nichos: al aumentar las especies arbóreas y al hacerse más compleja la estructura del dosel del SAF (sistema agroforestal), se proveen nichos para que coexista un mayor número de especies, incluyendo insectos y aves, que pueden ejercer un biocontrol sobre algunas plagas del cafeto, por ejemplo la broca (*Hypothenemus hampei*, coleoptero que pone sus huevos en los granos verdes de café; (Armbrecht y Gallego (2007), citado por Montagnini *et al.* 2015). Inversamente, los árboles de sombra también pueden ser huéspedes alternos para plagas y enfermedades, como se ha mostrado para el agente del ojo de gallo (*Mycena citricolor*), hongo que produce lesiones en las hojas y la epidermis de los granos del cafeto, y el cual también puede atacar al árbol de sombra *Inga edulis*. Incluso para la broca, se ha comprobado que el coleoptero puede refugiarse y reproducirse en otras

frutas que no sean las cerezas del café (Damon (2000), citado por Montagnini *et al.* 2015).

- ❖ Alteración del microclima: al modificar los árboles las condiciones microclimáticas, se puede ayudar a regular ciertas plagas y enfermedades, pero también favorecer a otras. Por ejemplo, al reducir la energía de las gotas de lluvia y por lo tanto el “splashing” (dispersión por salpique), los árboles de sombra ayudan a disminuir la propagación del Coffee Berry Disease (*Colletotrichum kahawae*, un hongo que pudre los granos de café y, por ahora, no está presente en América Latina (Mouen *et al.* (2008) Citado por Montagnini *et al.* 2015). La reducción de la velocidad del viento en sistemas agroforestales (SAF) también permite proteger las hojas del cafeto contra daños mecánicos, al reducir la entrada de patógenos oportunistas. La sombra, a través de sus efectos regulatorios de la carga fructífera, ayuda a eliminar casi completamente la antracnosis (muerte descendente de las ramas), la cual está asociada a hongos del género *Colletotrichum*. Agentes de biocontrol, como *Beauveria bassiana* para la broca o *Lecanicillium lecanii* para el hongo responsable de la roya (*Hemileia vastatrix*), que produce lesiones en las hojas del cafeto, pueden encontrar en SAF condiciones adecuadas para su sobrevivencia y proliferación (Staver *et al.* (2001) citado por Montagnini *et al.* 2015). De nuevo, inversamente, estas condiciones microclimáticas más favorables también pueden beneficiar a otros

patógenos. Se sabe que la sombra incrementa los ataques de ojo de gallo y de mal de hilachas (*Ceratobasidium noxium*), hongo que invade y luego seca las hojas de cafeto, que quedan colgando. Se supone que la sombra también favorece la broca, probablemente por mayor humedad relativa del aire, la cual aumenta la longevidad y la fecundidad del insecto (Baker *et al.* (1994) citado por Montagnini *et al.* 2015).

2.3.2 Características morfológicas de las especies encontradas para Órdenes y Familias según Borror *et al.* (1981).

Según Borror *et al.* (1981) la identificación de insectos difiere de la identificación de otros tipos de organismos, solo en que es probable que sea algo más difícil, porque hay más tipos de insectos que cualquier otra cosa.

Hay cuatro cosas que complican el problema de la identificación de insectos. Primero, hay tantas especies diferentes de insectos. En segundo lugar, la mayoría de los insectos son pequeños y los caracteres identificativos suelen ser difíciles de ver. En tercer lugar, muchos insectos son poco conocidos, y cuando finalmente se identifican, puede tener solo un nombre técnico y poca información biológica. Cuarto, muchos insectos pasan por etapas muy diferentes en su historia de vida, y se puede llegar a conocer insectos en una etapa de su ciclo de vida y saber muy poco de esos mismos insectos en otra etapa (Borror *et al.* 1981).

El éxito en la ejecución de un insecto a través de una clave depende en gran medida de la comprensión de los caracteres utilizados. Las claves analíticas están hechas para personas que no conocen la identidad de un espécimen. Una vez que se ha identificado un espécimen con una clave, las identificaciones posteriores de este mismo insecto a menudo pueden basarse en caracteres tales como apariencia general, tamaño, forma, y color, sin referencia a caracteres diminutos. Es evidente que se use en la identificación de insectos un estereoscopio binocular para ver muchos caracteres del insecto. La mayoría de los insectos, una vez que se sabe qué buscar, se pueden identificar con una buena lupa (aumento de aproximadamente 10X) (Borror *et al.* 1981).

La mera identificación y denominación de insectos no debe ser el objetivo final del estudio de insectos. Hay mucho más interés en los insectos que solo identificarlos. Ir más allá y aprender algo sobre los hábitos, la distribución y la importancia de los insectos como parte fundamental de nuestro entorno (Borror *et al.* 1981).

CUADRO I. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DEL ORDEN COLEOPTERA RECOLECTADAS.

Orden Coleoptera	
Familia	Características morfológicas
Carabidae	Antenas salen entre los ojos y las bases mandibulares, Cabeza generalmente más estrecha que el protórax; protórax más estrecho que los élitros, Clípeo no expandido lateralmente, patas cursoriales.
Chrysomelidae	Antenas cortas o moderadamente largas; rara vez más largas que el largo del cuerpo; con 9-11 segmentos; filiformes, aserradas o clavada, Ojos general enteros. Formula tarsal 4-4-4, 5 esternitos abdominales visibles, Procoxas cónicas, cavidades gral. cerradas.
Coccinellidae	Formula tarsal 3-3-3; realmente 4-4-4, pero el tercer segmento gral. diminuto; 2do segmento dilatado; uñas dentadas en la base. Cabeza frecuentemente cubierta con el pronoto. Antenas cortas, con 8-11 segmentos; mazo de 3-6 segmentos. Palpos maxilares con el segmento terminal agrandado.
Cucujidae	Cuerpo alargado, muy plano. Antenas de 11 segmentos; filiformes o clavadas. Cabeza prognata. Formula tarsales 5-5-5 o 5-5-4. Procoxas globosas.
Curculionidae	Cabeza prolongada en un pico o hocico distintivo, antenas generalmente escondidas en cavernas, procoxas cónicas a globosas, 5 esternitos abdominales visibles. Formula tarsal 4-4-4.
Elateridae	Cuerpo alargado, más o menos aplanado; abdomen puntiagudo posteriormente. Antenas con 11 segmentos, filiformes, aserradas o pectinadas. Pronoto con esquinas traseras alargadas posteriormente. Formula tarsal 5-5-5. Coxas delanteras globosas. Prosterno con espina posteriormente en una cavidad en el mesoterno.
Lycidae	Cabeza cubierta dorsalmente, antenas con 11 segmentos aserradas, élitros con surcos longitudinales resaltados, mesocoxas muy separadas.
Mordellidae	Cuerpo alargado, algo aplanado lateralmente, con el abdomen puntiagudo posteriormente. Jorobados en vista lateral. Protórax delgado y doblado hacia abajo. Antenas generalmente de 11 segmentos, filiformes, aserradas, menos común con mazo. Patas traseras algo agrandadas. Procoxas con cavidades abiertas.

Orden Coleoptera	
Familia	Características morfológicas
Nitidulidae	Cuerpo alargado a ovalado, general algo aplanado; Antenas de 11 segmentos; capitadas con mazo de 3-5 segmentos. Formulas tarsales 5-5-5,4-4-4,3-3-3. Tarsómeros 1-3 expandidos lateralmente. Élitros enteros a truncados.
Ostomatidae	Cuerpo alargado, algo aplanado, con los élitros y el pronoto algo separado, antenas con mazo. Tarsos 5-5-5, con el primer segmento muy corto.
Ptinidae	Cuerpo alargado a globoso. Antenas generalmente con 11 segmentos; filiformes. Pronotos más estrechos que los élitros, frecuentemente en forma de gorra sobre la cabeza. Patas largas, con los trocánteres traseros cuadrados. Élitros alargados, ovalados a globosos.
Salpingidae	Élitros largos, cubriendo entero el abdomen. Muchos son alargados y otros aplanados. Pronoto amplio en el medio y estrecho en la base y el ápice. Formula tarsal 5-5-4.
Scarabaeidae	Cuerpo ovalado a alargado, robusto. Antenas de 8- 10 segmentos (gral 10); flabelada, con mazo con 3-7 segmentos, lamelas delgadas; pueden ser acodadas.
Scolytidae	Cuerpo más o menos alargado y cilíndrico. Nariz pequeña e inconspicua. Antenas de 5-11 segmentos; acodadas; con mazo grande, redondo, gral 2 segmentos. Cabeza gral doblada debajo del protórax. Procoxas globosas, cavidades abiertas. Formula tarsal 4-4-4. Élitros frec. Doblados apicalmente y tuberculados subapicalmente.
Silphidae	Cuerpo robusto, ovalado o alargado. Antenas con 11 segmentos, con mazo generalmente pubescente. Élitros enteros o truncados. Formula tarsal 5-5-5.
Staphylinidae	Cuerpo generalmente alargado, algo aplanado. Antenas filiformes, rara vez con mazo o acodadas. Mandíbulas Gral. grandes y filosas. Formula tarsal casi siempre 5-5-5. Élitros casi siempre cortos, exponiendo el segundo y tercer segmentos abdominales.
Tenebrionidae	Forma de alargada a ovalada o subcircular, de algo aplanada a muy convexa. Antenas de 11 segmentos, rara vez de 10; filiformes, moniliformes, aserradas o ligeramente clavadas. Antenas insertadas debajo de una ceja que se mete al ojo compuesto. Ojos casi siempre emarginados. Formula tarsal 5-5-4. 5 esternitos abdominales visibles.

CUADRO II. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DEL ORDEN COLLEMBOLA RECOLECTADAS.

Orden COLLEMBOLA	
Familia	Características morfológicas
Entomobryidae	Cuarto segmento abdominal al menos dos veces más largo que el tercero a lo largo de la línea media del dorso. Cuerpo escamoso o con clavias de cerdas; fúrcula siempre bien desarrollada,
Poduridae	Ojos generalmente presentes; tercer segmento antenal con órganos sensoriales papilares solamente; segmento de la boca con grandes vesículas terminales retráctiles; integumento sin poros distribuidos regularmente.
Sminthuridae	Cuerpo ovalado o globular, el abdomen con los 4 segmentos basales fusionados y los segmentos 5 y 6 formando una pequeña papila apical.

CUADRO III. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DEL ORDEN DIPTERA RECOLECTADAS.

Orden Díptera	
Familia	Características morfológicas
Calliphoridae	Por lo general 2 cerdas notopleurales, y cerdas post-humeral posterior localizada al lado de la cerda pre-sutural. La arista usualmente plumosa más allá de la mitad basal. Pro-pleura usualmente pubescente. cuerpo a menudo metálico. Celda R ₅ estrechándose o cerrada apicalmente. 2 suturas notopleurales.
Cecidomyiidae	Cuerpo delgado, con patas largas, apariencia de mosquitos. Antenas gral largas de 14 –16 segmentos, generalmente tan largo como el cuerpo o más. Ocelos ausentes. Ojos compuestos casi o totalmente pegados dorsalmente. Ocelos gral ausentes. Venas R con 2 ramificaciones, venas posteriores débiles.
Ceratopogonidae	Vena M casi siempre bifurcada. Cabeza redondeada por detrás. Metanoto redondeado. Patas de longitud moderada, patas traseras las más largas. Partes bucales con mandíbulas, adaptadas para picar.
Chironomidae	La vena C termina en la punta del ala, la vena M no ramificada (bifurcada). Cabeza plana por detrás. Metanoto frecuentemente con una ranura media. Patas largas; generalmente las patas delanteras las más largas. Antenas con 7 a 16 segmentos. Filiformes (hembras) plumosas (machos). Partes bucales con mandíbulas.

Orden Díptera	
Familia	Características morfológicas
Chloropidae	Celda anal ausente, triangulo ocelar grande. Cuerpo relativamente desnudo. Coloración amarillenta a oscura.
Curtonotidae	Costa espinosa; arista larga-plumosa. Las cerdas fronto-orbitales se inclinan por delante de la espalda inclinada, ambas alejados de los ojos; Mesopleura con cerdas. (Las cerdas fronto-orbitales se inclinan por delante de la espalda inclinada)
Dolichopodidae	Vena r-m a $\frac{1}{4}$ de la base del ala o ausente. Genitales masculinos a menudo plegados hacia adelante bajo el abdomen. Cuerpo usualmente metálico. Antenas cortas de 3 segmentos aristadas o estiladas. Vena R con 3 ramificaciones.
Drosophilidae	Mesopleura sin cerdas; arista usualmente larga-plumosa. Cerda esternopleural presente. Celda anal presente.
Heleomyzidae	Platos orbitales cortos, no alcanzando el nivel de las antenas; cerdas ocelares entre el ocelo medio y lateral; 1 a 2 pares de orbitales-frontales. Vena 2A variable, algunas veces el margen del ala.
Micropezidae	Cabeza de perfil tan larga o más larga que alta; celda anal cuadrada o puntiaguda apicalmente; 1 cerda esternopleural o ninguna
Muscidae	La sexta vena nunca alcanza el margen del ala. Usualmente mas de una cerda esternopleural. Superficie inferior del escutelo generalmente sin pelos finos. Celda R ₅ Variable. pero a menudo reducida apicalmente; Calipteros variables, pero el caliptero inferior suele ser mucho más grande que el superior
Phoridae	Alas redondeadas apicalmente, con venas fuertes en la parte anterior y venas oblicuas débiles; antenas aparentemente unisegmentadas, con una arista larga; patas posteriores largas, los fémures aplanados lateralmente, moscas pequeñas o diminutas con aspecto de jorobado.
Piophilidae	Divergencia postvertical; 2A no alcanza el margen del ala.
Psychodidae	Alas cortas, anchas, puntiagudas apicalmente, generalmente densamente peludas y colocadas en forma de techo sobre el cuerpo cuando están en reposo. Rs usualmente con 4 ramificaciones; no cruza las venas excepto cerca de la base del ala
Sciaridae	Tienen los ojos encontrándose por encima de las bases de las antenas y la vena transversal r-m está en línea con apariencia como una extensión basal de Rs. Halteres ausentes en hembras de <i>P. scábiei</i> .

Orden Díptera	
Familia	Características morfológicas
Stratiomyidae	Ausencia de espuelas tibiales o, a lo mucho, tibias medias con una ligera espuela apical; Rs surgen de la base opuesta de la celda discal; ramificaciones de R más o menos apiñadas juntamente cerca del margen costal
Tephritidae	Sc apicalmente curvado hacia la costa en un ángulo casi recto y generalmente terminando antes de alcanzar la costa; costa rota cerca del final de Sc. alas generalmente estampadas.
Therevidae	R ₅ y M ₁ no se curvan hacia adelante y terminan detrás de la punta del ala. generalmente son algo peludas o cerdosas, y a menudo tienen el abdomen puntiagudo

CUADRO IV. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DEL ORDEN DERMAPTERA, EMBIOPTERA, EPHEMEROPTERA RECOLECTADAS.

Orden Dermaptera	
Familia	Características morfológicas
Forficulidae	Extensión distal del segundo segmento tarsal dilatado, más amplio que el tercer segmento, y sin una densa cerda de pelos por debajo. Antenas con 12-16 segmentos; coloración usualmente amarillenta, chocolatoso.
Orden Embioptera	
Teratembiiidae	R4 +5 en alas del macho bifurcada; cerco izquierdo segmentado en 2.
Orden Ephemeroptera	
Baetidae	Con 2 filamentos caudales; bases del MA ₂ y MP ₂ atrofiado, de 1 a 2 venas cortas marginales entre las principales venas longitudinales.

CUADRO V. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DEL ORDEN HIMENOPTERA RECOLECTADAS.

Orden Himenóptera	
Familia	Características morfológicas
Aphelinidae	Antenas con no más de 8 segmentos, sin incluir los aneli. Ojos grandes. Pronoto corto. Alas delanteras con vena marginal tan larga o más larga que la vena submarginal; vena estigmática muy corta; vena postmarginal muy corta o ausente. Mesotibias con espinas largas pero no gruesas. Tarsos con 4 a 5 segmentos.
Bethylidae	Abdomen con 6 a 7 visibles tergitos; cabeza usualmente oblonga y larga, usualmente más larga que ancha; cuerpo negro. Fémures anteriores usualmente delgados en el medio; hembras.
Braconidae	Celda costal ausente. Alas delanteras con 1 a 0 venas recurrentes. Primera celda submarginal y discoidal usualmente separadas. Propodeum no prolongado detrás de la coxa trasera. Abdomen no peciolado, y si es peciolado, entonces el peciolo no está curvado o expandido apicalmente. El abdomen es tan largo como la cabeza y tórax combinados.
Ceraphronidae	Abdomen redondo lateralmente. Machos con antenas de 11 segmentos; hembras con tarsos delanteros no como una pinza.
Diapriidae	Celda marginal pequeña o incompleta, o ausente; vena discoidal ausente o incompleta; alas traseras sin un lóbulo jugal. Antenas con 11 a 14 segmentos, usualmente clavada en hembras. Primer segmento abdominal formando un distintivo peciolo.
Dryinidae	Celda marginal grande, pero no siempre completamente cerrada; vena discoidal presente; primer segmento abdominal no formando in distintivo peciolo; alas traseras con un lóbulo jugal; antenas con 10 segmentos (Emboleminae), tarsos delanteros de la hembra en forma como de una pinza.
Encyrtidae	Vena marginal corta, más corta que la vena submarginal; escutelo nunca pequeño o transversalmente lineal. Tibias medias sin espinas laterales. Tarsos con 4 a 5 segmentos. Antenas generalmente con 9 a 12 segmentos. Mesopleura convexa ancha.
Eulophidae	Axilas se extienden hasta adelante o más allá de las tégulas; espina apical de protibia con espina apical pequeña y recta. Tarsos usualmente con 4 segmentos; antenas acodada con 9 o menos segmentos.
Eurytomidae	Pronoto más o menos cuadrado casi tan largo como ancho; abdomen de la hembra redondeado o ovalado más o menos comprimido, el segundo tergito nunca muy grande. Tórax groseramente perforado (puntuado). Antenas con 12 a 13

	segmentos. Tarsos con 5 segmentos. Coxas y fémures traseros no agrandados.
	Orden Himenoptera
Familia	Características morfológicas
Evaniidae	Alas traseras con un distintivo lóbulo jugal; abdomen pequeño, ovalado a circular y comprimido, con un peciolo cilíndrico.
Formicidae	Primer segmento abdominal (algunas veces los primeros 2 segmentos abdominales) teniendo una joroba o nodo y fuertemente diferenciado del resto del abdomen; antenas usualmente acodadas, al menos en hembras, con el primer segmento largo; pronoto más o menos cuadrado en vista lateral, usualmente no alcanza la tégula.
Scelionidae	Abdomen más o menos alargado a ovoide lateralmente y dorso ventralmente aplanado. Antenas con 11 a 12 segmentos.
Tiphiidae	Mesoesterno con 2 lóbulos, que se proyectan en medio y cubren parcialmente las bases de las coxas medias; alas traseras con lóbulo jugal. Segmentos abdominales separados por fuertes constricciones; ojos usualmente no emarginados. Cabeza no alargada, usualmente ovalada y más ancha que alta.
Torymidae	Alas delanteras no dobladas longitudinalmente en reposo, ovipositor exsertado y usualmente muy largo. Sutura parapsidal presente en el tórax. Abdomen no puntuado. Tarsos con 5 segmentos. Coxas traseras son muy largas.
Vespidae	Uñas tarsales simple. Antenas no clavadas. Mesotibias con 2 espinas apicales. Alas delanteras con 3 celdas submarginales. Alas dobladas en posición de descanso.

CUADRO VI. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DEL ORDEN HEMIPTERA RECOLECTADAS.

Orden Hemiptera	
Familia	Características morfológicas
Berytidae	Cuerpo y apéndices largos y esbeltos; primer segmento de la antena larga y engrandecido apicalmente, el último segmento en forma de mazo, fémur expandido apicalmente.
Coreidae	Cabeza estrecha y más pequeña que el pronoto, coxa trasera más o menos cuadrada. Ocelos presente. Antenas con 4 segmentos. Metatibias puede tener dilataciones en forma de hoja. Glándula odorífera entre el segundo y tercer par de pata.
Cydnidae	Escutelo más o menos triangular y no extendiéndose al apéndice del abdomen. Tibias espinosas.

Orden Hemiptera	
Familia	Características morfológicas
Enicocephalidae	Alas delanteras enteramente membranosas, el corium y la membrana no diferenciada; pico de 4 segmentos; cabeza larga, constreñida detrás de los ojos y la base y algo hinchado entre estas dos constricciones; patas delanteras raptorales.
Gelastocoridae	Antenas escondida; patas delanteras raptorales, más corta que las patas medias, ojos fuertemente protuberante; pico corto, escondido por las fémures anteriores
Lygaeidae	Alargados, brillantes insectos negros; fémures delanteros moderadamente hinchados y armados debajo con 2 hileras de dientes. Membrana de hemiélitros con solo 4 a 5 venas. Antenas de 4 segmentos, pico de 4 segmentos. Ocelo presente.
Reduviidae	Antenas con el último segmento no hinchado; fémures anteriores no más que moderadamente agrandado; raptorales; cabeza más o menos cilíndrica usualmente con una sutura transversal cerca de los ojos. Pico corto con 3 segmentos y encajando dentro de un canal en el prosternum.

CUADRO VII. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DEL ORDEN HOMOPTERA, LEPIDOPTERA, ISOPTERA, NEUROPTERA, ODNATA RECOLECTADAS.

Orden Homoptera	
Familia	Características morfológicas
Aphididae	Cornículas casi siempre presentes y conspicuas; vena M en alas delanteras con ramificaciones; hembras y usualmente algunos machos con partes bucales funcionales; sin abundante glándula cerosa.
Cercopidae	Tibias posteriores con 1 o 2 espinas gruesas lateralmente y una corona de espinas cortas en la punta; la cabeza generalmente no está cubierta en gran medida por el pronoto, la cara inclinada hacia atrás; longitud del pico variable
Cicadellidae	Tibias traseras con 1 o más fila de pequeñas espinas; coxa trasera transversal.
Cicadidae	Posee 3 ocelos; insectos robustos con alas delanteras membranosas; machos usualmente con órganos productores de sonidos (Timbalos) ventralmente en la base del abdomen. Insectos no saltadores.

Orden Homoptera	
Familia	Características morfológicas
Coccidae	Cuerpo alargado, ovoide. Apertura anal cubierta por 2 platos triangulares; abdomen con una hendidura anal bien desarrollada. Antenas ausentes, pico con 2 segmentos.
Diaspididae	Pico y antenas de 1 segmento; patas y antenas ausentes o vestigiales. Cuerpo suave y escondido debajo de un escudo duro, que se puede separar fácilmente del cuerpo.
Ortheziidae	Anillo anal distintivo, con numerosos poros y 6 setas largas, antenas de 3 a 8 segmentos.
Orden Lepidoptera	
Tortricidae	1A débil tanto en las alas delanteras como traseras, a menudo desarrolladas solo cerca del margen del ala. Cu ₂ en el ala delantera que surge en tres cuartos de la celda discal basal.
Orden Isoptera	
Rhinotermitidae	Escala del ala delantera más larga que el pronoto; pronoto plano, cerco de 2 segmentos.
Orden Neuroptera	
Chrysopidae	Sc y R ₁ en alas delanteras no fusionadas cerca de la punta del ala, y Rs aparecen sin ramificaciones.
Orden Odonata	
Coenagrionidae	Cu ₁ y Cu ₂ bien desarrollada, ambas extendiéndose a varias celdas distales al arculo. Al aterrizar, por lo general, mantiene el cuerpo horizontal y las alas juntas sobre el cuerpo.

CUADRO VIII. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DEL ORDEN, ORTHOPTERA, PSOCOPTERA, THYSANOPTERA, TRICHOPTERA, ZORAPTERA RECOLECTADAS.

Orden Orthoptera	
Familia	Características morfológicas
Acrididae	Alas y tímpano casi siempre presente; antenas no usualmente largas; machos sin un filo en el tercer tergito abdominal.
Blattellidae	En las hembras, placa subgenital entera, no dividida longitudinalmente. Machos con estilo variable a menudo modificado, asimétrica o en desigual tamaño. Fémures anteriores con 2 a 3 espinas apicales. Alas traseras con una porción apical (un triángulo intercalado o área apendicular). Pronoto y alas traseras densamente cubierto con pubescencia sedosa.

Blattidae	Plato subgenital dividida longitudinalmente; machos con estilo similar, delgado, alargado y recto.
Orden Psocoptera	
Familia	Características morfológicas
Polypsocidae	Palpos labiales ampliamente triangulares; lacinia uniformemente cónica hacia la punta, puntiaguda, usualmente sin un diente definido; gonapofisis ausente; Cu 1b en alas delanteras muy corta o ausente, Cu1a terminando en el margen distal del ala.
Pseudocaeciliidae	Cu1a en alas delanteras usualmente no fusionada con M. algunas veces enteramente ausente; si Cu1a en alas delanteras esta fusionada con M.
Orden Thysanoptera	
Phlaeothripidae	Último segmento abdominal tubular, la hembra sin un ovipositor; alas delanteras si están presentes, también sin vena o con una vena media corta que no se extiende a la punta del ala, y la membrana sin pelos microscópicos; antena de 4 a 8 segmentos.
Orden Trichoptera	
Psychomyiidae	Mesoescutelo con un par de verrugas; R ₂₊₃ no bifurcada en ninguna ala.
Orden Zoraptera	
Zorotypidae	Las antenas moniliforme y con 9 segmentos. Las formas sin alas carecen ambas de ojos y ocelos, las formas aladas tienen ojos compuestos y 3 ocelos. Tarsos con 2 segmentos y tiene 2 uñas. Los cercos son pequeños y unisegmentado y con terminación en una larga cerda. El abdomen es corto, oval y con 10 segmentos. Parte bucal tipo masticador.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área en estudio.

3.1.1. Localización del muestreo

La investigación se realizó entre el 22 de febrero de 2016 y el 13 de junio de 2017 en las localidades de Palmira, Palo Alto, Volcancito, Jaramillo, en el distrito de Boquete, y en Rio Sereno, en el distrito de Renacimiento, provincia de Chiriquí (Cuadro I). La precipitación anual promedio fue de 2,300 mm, temperaturas de 19.7 °C, una radiación solar entre los 316 a 496 nanómetros y una humedad relativa de 88%. Los suelos son francos arenosos, de color negro, originándose de cenizas volcánicas, clasificándose como andisoles. Con un pH promedio de 5.1 y contenido de material orgánico superior a 10% y bajo contenido de fósforo.

3.2. Materiales y equipo utilizados en el muestreo en campo.

Para el muestreo en campo en las diferentes localidades utilizamos:

- ❖ Red entomológica.
- ❖ Marcador.
- ❖ Gps.
- ❖ Caja de materiales.
- ❖ Cinta métrica.
- ❖ Marco circular de área de 0.15 m².
- ❖ Bolsas de papel (31 x 15 Cm).
- ❖ Viales.
- ❖ Etiquetas.
- ❖ Alcohol al 95%.
- ❖ Palita de jardinería.

3.3. Materiales y equipo utilizados en laboratorio.

- ❖ Embudo de Berlesse.
- ❖ Bombilla de 40 watts.
- ❖ Vaso químico de 100 ml.
- ❖ Frascos de vidrio.
- ❖ Estereoscopio.
- ❖ Juego de disección.
- ❖ Cámara.
- ❖ Alcohol al 95%.
- ❖ Papel toalla.
- ❖ Clave taxonómica de insectos.
- ❖ Vidrio reloj.

3.4. Metodología

3.4.1. Muestreo

Se seleccionó una finca por localidad y una finca como testigo (IDIAP Boquete y Río Sereno) por distrito (Cuadro IX). La toma de muestra se realizó en dos épocas: seca y lluviosa. El muestreo consistió en la recolección de insectos sobre el área foliar en dos estratos, por árbol y sobre el suelo (hojarasca), en horas de la mañana, debido a que los insectos realizan su mayor actividad en este periodo de tiempo. Para el muestro de los árboles de café se utilizó una red entomológica pasándola por el estrato superior y medio de la planta. Se realizó un muestreo sistemático, con cuatro replica, que consistió en un recorrido sobre la parcela siguiendo la línea de siembra, subiendo por una y bajando por la siguiente línea dejando una intermedia, con pases de red entomológica, con movimientos en zigzag (Figura 1).



Figura 1. Muestreo utilizando red entomológica para el área foliar de cafetos.

Las muestras se tomaron del estrato alto y medio del área foliar del árbol; las capturas procedentes del estrato foliar se colocaron en viales con alcohol al 95% con sus respectivas etiqueta e información. Para las muestras sobre el suelo (hojarasca y maleza) se usó un marco circular de 0.15 m². La parcela utilizada para el estudio tuvo un área de 1000 m² por finca por muestreada, cada parcela fue dividida en cuatro cuadrantes, siendo cada cuadrante una repetición (submuestra). Las muestras de hojarasca y malezas se colocaron en bolsas de papel, en la cual se registró la fecha, hora, localidad, corregimiento, distrito y la ubicación geográfica con el uso de un GPS (Figura 2).



Figura 2. Área definida por un aro para el muestreo de hojarasca.

3.4.2. Procesamiento de las muestras

El procesamiento y obtención de las muestras obtenidas se realizó en el laboratorio del IDIAP, corregimiento de Alto Boquete, distrito de Boquete, Chiriquí. La segunda parte que consistió en la clasificación e identificación de las muestras, se realizó en el Laboratorio de Entomología, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agropecuarias (F.C.A.), Universidad de Panamá, Corregimiento de Chiriquí, distrito de David, provincia de Chiriquí.

3.4.3.1. Procesamiento de la Hojarasca.

Una vez obtenida las muestras de hojarasca, esta se trasladó en un lugar donde no le pegase la luz del sol directamente y que fuese fresco, pero no refrigerado. Se procesaron antes de 48 horas, lo cual es la recomendación en este tipo de manejo.

Las muestras fueron colocadas en un embudo de Berlesse, durante seis días con una bombilla de 40 watts, teniendo el cuidado que la muestra no se alterara lo más posible en su composición (Figura 3). La extracción de la fauna entomológica se realizó por efecto del calor y la luz que obliga a los insectos a bajar por el embudo hasta ser recogidos en un frasco colector (vaso químico) que contenía de 100 ml con alcohol al 95% (Figura 3).



Figura 3. Utilización del embudo de Berlesse en la extracción de insectos de la hojarasca. Las muestras son colocadas en una malla que se encuentra dentro de embudo.

3.4.3.2. Conteo de individuos después de la extracción.

Con la ayuda de un estereoscopio, se separó el material biológico de las partículas del suelo y restos vegetales que contenía el alcohol. Los especímenes se colocaron con mucho cuidado y manejo en frascos entomológicos (viales) separados conteniendo alcohol al 95%, para posteriormente identificarlos (Figura 4). Este procedimiento fue basado en el protocolo 18 sobre Determinación de micro artrópodos del suelo (Rosales 2008).



Figura 4. Separación y conteo de individuos encontrados en las muestras de hojarasca, a través del uso del estereoscopio.

La identificación del material procedente del área foliar y hojarasca se realizó con ayuda de claves dicotómicas de Borror *et al.* (1981) para cada uno de los grupos encontrados, lo que respecta a este estudio se separaron por órdenes y

familias, una vez identificado en cada vial se procedió a colocarle su respectiva identificación con los datos de muestreo correspondientes (localidad, fecha de recolecta, orden, familia etc.).

3.4.3. Cálculo del Índice de Shannon-Wiener

Se utilizó el índice de **Shannon-Wiener** para medir la biodiversidad en cada localidad, la cual expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. La fórmula para determinación del Índice es la siguiente:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde,

H' = índice de biodiversidad de Shannon-Wiener.

$\sum p_i$ = es la sumatoria de la abundancia relativa.

$\ln p_i$ = el logaritmo natural de la abundancia relativa.

La H' mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar.

Para el cálculo del índice de diversidad se realizó de la siguiente manera:

- ❖ Se suma la cantidad del número de especímenes por orden y por familia por cada muestra.
- ❖ Se suma el total por localidad de los diferentes especímenes encontrados por orden y por familia.
- ❖ Se divide el número de especímenes por orden y por familia entre el total de la sumatoria de los diferentes especímenes encontrados (abundancia relativa (**pi**)).
- ❖ Se obtiene el producto del logaritmo y de la abundancia relativa (**Log* Pi**).
- ❖ Se obtiene el producto de la abundancia relativa (**pi**) por el logaritmo de pi (**Log pi**).
- ❖ Se hace la sumatoria de este último producto, dando así el índice. Hay que recordar que para este índice solo se obtendrán valores positivos.

3.5 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de parcela dividida, con arreglo de Bloque completos al Azar, con dos subparcelas en arreglo factorial. Donde el factor A fueron las localidades, el factor B dos épocas y el factor C los dos estratos (Cuadro IX).

CUADRO IX. LOCALIDADES EN ESTUDIO, ÉPOCA Y ESTRATOS.

Localidades (Factor A)	Épocas (Factor B)	Estratos (Factor C)
Alto Boquete	1. Lluviosa	1. Hojarasca
	2. Seca	2. Foliar
Jaramillo	1. Lluviosa	1. Hojarasca
	2. Seca	2. Foliar
Palmira	1. Lluviosa	1. Hojarasca
	2. Seca	2. Foliar
Palo Alto	1. Lluviosa	1. Hojarasca
	2. Seca	2. Foliar
Rio Sereno	1. Lluviosa	1. Hojarasca
	2. Seca	2. Foliar
Volcancito	1. Lluviosa	1. Hojarasca
	2. Seca	2. Foliar

El Modelo Lineal Aditivo fue el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \gamma_k + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

μ es la media general.

τ_i efecto del estrato ($i = 1, 2$).

β_j efecto de la localidad ($j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$).

$(\tau\beta)_{ij}$ error de parcela grande.

γ_k efecto de la época ($k = 1, 2$).

$(\tau\gamma)_{ik}$ y $(\beta\gamma)_{jk}$ interacciones.

Estrato x época y localidad x época.

$(\tau\beta\gamma)_{ijk}$ error de parcela pequeña.

ε_{ijk} no estimable.

3.5.1. Parámetros a evaluados.

- ❖ Número de insectos recolectados sobre el área foliar por localidad.
- ❖ Número de insectos recolectados sobre en hojarasca por localidad.
- ❖ Número de insectos recolectados en época seca.
- ❖ Número de insectos recolectados en época lluviosa.
- ❖ Número de insectos recolectados según localidades en hojarasca y área foliar.
- ❖ Número de órdenes de insectos recolectados por muestra.
- ❖ Número de Familias de insectos recolectados por muestra.

Los valores de los índices encontrados fueron sometidos a un análisis de varianza, y las medias se compararon con la prueba LSD.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CUADRO X. CUADRADO MEDIO PARA LOS ÍNDICES DE SHANNON-WIENNER PARA LOS NÚMEROS DE ÓRDENES DE INSECTOS EN BOQUETE Y RENACIMIENTO.

F de V	g.l.	SC Tipo III	Cmedio	F-Valor	Pr > F
Modelo	59	29.93	0.51	4.15	<.0001
Error	36	4.40	0.12		
Total	95	34.32			
R²	CV	Media			
0.87	47.8	0.73			

En el Cuadro X, se presentan los valores del coeficiente de determinación (0.87), y el modelo que fue altamente significativo (Pr <.0001) y un coeficiente de variación de 47.8, que se considera normal en estudios de insectos.

El coeficiente de determinación (R^2) obtenido fue de 0.87, que nos indica que el modelo utilizado (parcelas divididas) se ajusta de una forma excelente y confiable.

CUADRO XI. MEDIA DEL ÍNDICE PARA ÓRDENES, FAMILIAS Y PARA ÉPOCA SEGÚN LAS LOCALIDADES EN ESTUDIO DE BOQUETE Y RENACIMIENTO. 2017

Localidad	Índice de Shannon-Wiener			
	Órdenes	Familia	Época seca	Época lluviosa
Volcancito	0.95 A	1.19 A	2.16	0.59
Alto Boquete	0.78 AB	0.96 ABC	0.99	1.80
Rio Sereno	0.73 AB	1.16 AB	1.46	1.91
Jaramillo	0.69 AB	0.79 C	1.56	1.97
Palmira	0.63 B	0.80 BC	1.78	0.98
Palo Alto.	0.61 B	0.76 C	1.56	1.80

Media seguida de la misma letra en la misma columna no difieren entre sí ($P>0.05$) según LSD.

En el cuadro XI, se observa la media del índice de Shannon-Wiener para órdenes entre localidades que estuvieron entre 0.61 y 0.95; esto indica que el índice de biodiversidad encontrado entre las localidades para órdenes, la localidad de volcancito presentó el mayor índice (0.95) seguido de Alto Boquete (0.78), Rio Sereno (0.73) y Jaramillo (0.69), no presentando diferencias estadísticas entre ellas ($Pr > 0.05$). Se encontraron diferencias estadísticas ($Pr<0.05$) entre las localidades de Palmira y Palo Alto. La localidad de Alto Boquete no difiere de las localidades de Rio Sereno, Jaramillo, Palmira y Palo Alto. La localidad de Rio Sereno (testigo) no difiere de las localidades de Jaramillo, Palmira y Palo Alto.

Al comparar las medias para el índice de biodiversidad de Shannon-Wiener para familias entre localidades, los índices estuvieron entre 0.76 y 1.19. La localidad de volcancito presentó el mayor índice de biodiversidad (1.19) seguido de Rio Sereno (1.16) y Alto Boquete (0.96), no presentando diferencias estadísticas entre ellas ($Pr > 0.05$) (Cuadro XI). Entre las localidades de Palmira (0.80), Jaramillo (0.79) y Palo Alto (0.76), no difieren estadísticamente entre ellas.

Al comparar el índice de Shannon-Wiener entre localidades para la época seca y lluviosa, se obtuvo índices en un rango de 0.99 a 2.16; mientras que en la época lluviosa este índice estuvo entre 0.59 y 1.97. La localidad de Volcancito presentó en la época seca el mayor índice con un valor de 2.16, y en la época lluviosa el mayor índice lo presentó la localidad de Jaramillo con 1.97.

CUADRO XII. VALOR DE T Y DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA (DMS) PARA EL ÍNDICE DE ÓRDENES POR LOCALIDAD, ÉPOCA Y ESTRATO.

(LSD)	Órdenes/Localidad	Órdenes/época	Órdenes/estrato
Alfa	0.05	0.05	0.05
g.l. Error	18	18	36
CM Error	0.180961	0.101044	0.122104
Valor t	2.10092	2.10092	2.02809
DMS	0.316	0.14	0.14

En el Cuadro XII, se presenta el valor del DMS, y el valor de t, para las variables en estudio.

CUADRO XIII. LA COMPARACIÓN DE MEDIA DEL ÍNDICE GLOBAL PARA ÓRDENES SEGÚN, ÉPOCA, ESTRATO FOLIAR y HOJARASCA.

Época		Estrato	
Lluviosa	Seca	Hojarasca	Foliar
0.78 A	0.68 A	1.12917 A	0.33333 B

En el Cuadro XIII, se presentan la comparación de medias general del índice para las épocas en todas las localidades, y los índices de los estratos entre todas las localidades. Entre las época lluviosa y seca, no se presentaron diferencias estadísticas ($Pr > 0.05$), mientras que se encontró diferencias estadísticas ($Pr < 0.05$) entre los estratos hojarasca y foliar, entre todas las localidades.

CUADRO XIV. CUADRADO MEDIO PARA LOS ÍNDICES DE SHANNON-WIENNER PARA LOS ÍNDICES DE FAMILIAS DE INSECTOS EN BOQUETE Y RENACIMIENTO.

F de V	g.l.	SC Tipo III	Cmedio	F-Valor	Pr > F
Modelo	59	46.39	0.79	2.99	0.00
Error	36	9.46	0.26		
Total	95	55.85			
R²	CV				
0.83	54.4				

En el Cuadro XIV, se presentan los valores del coeficiente de determinación (0.83) y el modelo altamente significativo ($Pr < 0.00$) que indica el ajuste del modelo para este estudio.

El coeficiente de determinación (R^2) obtenido (0.83) nos indica que el modelo utilizado (parcelas divididas) se ajusta de una forma excelente y confiable.

CUADRO XV. VALOR DE T Y DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA (DMS) PARA EL ÍNDICE DE FAMILIA PARA LOCALIDAD, ÉPOCA Y ESTRATO.

(LSD)	Órdenes/Localidad	Órdenes/época	Órdenes/estrato
Alfa	0.05	0.05	0.05
g.l. Error	18	18	36
CM Error	0.24237	0.190176	0.262887
Valor t	2.10092	2.10092	2.02809
DMS	0.3657	0.19	0.21

CUADRO XVI. LA COMPARACIÓN DE MEDIA DEL ÍNDICE GLOBAL PARA FAMILIA SEGÚN ÉPOCA, ESTRATO FOLIAR Y HOJARASCA.

Época		Estrato	
Lluviosa	Seca	Hojarasca	Foliar
1.02 A	0.87 A	1.4244 A	0.4613 B

En el Cuadro XVI, se presentan la comparación de medias general del índice de familia para las épocas en todas las localidades, y los índices de los estratos de

familia entre todas las localidades. El índice global para familia entre las época lluviosa y seca, no se presentaron diferencias estadísticas ($Pr > 0.05$), por lo tanto no influyo las épocas en el estudio en el número de familias; mientras que se encontró diferencias estadísticas ($Pr < 0.05$) entre los estratos hojarasca y foliar, entre todas las localidades.

CUADRO XVII. COMPARACIÓN DEL ÍNDICE GLOBAL DE BIODIVERSIDAD DE SHANNON - WIENNER ENTRE LAS LOCALIDADES EN LA ÉPOCA SECA Y LLUVIOSA PARA ESTRATOS

Localidades	SECA				LLUVIOSA				Índice Global por Localidad (IG)
	HOJARAZCA		FOLIAR		HOJARAZCA		FOLIAR		
	ORDEN	FAMILIA	ORDEN	FAMILIA	ORDEN	FAMILIA	ORDEN	FAMILIA	
Volcancito	1.78	2.917	1.7	2.25	1.12	1.27	0	0	1.38
Rio Sereno	1.4	2.13	0.6	1.74	1.76	2.45	1.48	1.95	1.69
Alto Boquete	1.17	2.11	0	0.69	1.49	1.89	1.68	2.14	1.39
Palmira	1.5	2.03	1.39	2.2	1.8	2.12	0	0	1.38
Jaramillo	1.518	2.17	1.24	1.33	1.48	2.6	1.73	2.08	1.77
Palo alto	1.796	2.28	1.1	1.1	1.23	2.206	1.61	2.16	1.68
Promedio	1.53	2.27	1.00	1.55	1.48	2.09	1.08	1.38	1.55
IG orden	1.27								
IG familia	1.82								
IG estrato	Hojarasca: 1.84				Foliar: 1.25				
IG época	Seca: 1.59				Lluviosa: 1.51				

En cuanto a la biodiversidad podemos observar que se obtuvo más alta el taxón de familia (1.82), en comparación al orden (1.27). En cuanto a estratos se obtuvo mayor índice en hojarasca (1.84) que en foliar (1.25). En las épocas se

obtuvo el mayor índice en la estación seca (1.59) que en la estación lluviosa (1.51). La localidad que obtuvo mayor índice fue Jaramillo, seguidamente de Río Sereno, Palo Alto, Alto Boquete, Palmira y Volcancito (Cuadro XVII).

CUADRO XVIII. NÚMERO DE FAMILIA DEL ORDEN COLEOPTERA Y COLLEMBOLA SEGÚN LA LOCALIDAD.

Alto Boquete	Río Sereno	Palo Alto	Palmira	Volcancito	Jaramillo
Orden Coleoptera					
Staphylinidae					
Chrysomelidae					
Cucujidae	Scarabaeidae				
Ptinidae	Scolytidae				
Carabidae	Carabidae				
	Nitidulidae	Lycidae	Nitidulidae		
Elateridae		Curculionidae	Salpingidae	Curculionidae	
	Tenebrionidae		Silphidae		Tenebrionidae
Coccinellidae	Ostomatidae		Mordellidae	Ostomatidae	Coccinellidae
Orden Collembola					
Entomobryidae					
Sminthuridae			Sminthuridae		
Poduridae					

Las familias del orden Coleoptera (Cuadro XVIII) se presentaron en todas las localidades. Este orden estuvo representado por un total de 17 familias. Las localidades de Palmira y Volcancito mostraron mayor número familias (nueve),

en cambio la localidad de palo alto fue que presentó menos número de familias (siete). Este es uno de los órdenes que más representación obtuvo en cuanto número de porcentaje (28.46%), lo cual coincide con estudios realizados en insectos asociados en café realizado por Aguilar *et al.* (2019).

Los miembros de la familia Chrysomelidae generalmente son fitófagos, podemos encontrar ejemplo como *Nodonota* sp., el cual los adultos consumen hojas, botones florales y flores, trayendo consigo la caída de flores (Sermeño *et al.* 2019). En la familia Curculionidae tenemos el picudo de la hoja del café (*Epicaerus capetillensis*), el cual tiene una distribución tropical, se ha encontrado en El Salvador en cafetales ubicados a 1000 msnm .Los adultos provocan los daños, alimentándose de las hojas (Sermeño *et al.* 2019). Dentro de la familia Elateridae podemos mencionar *Conoderus* sp., tiene varios hospedadores como lo son el sorgo, maíz, arroz y cultivos hortícolas. Sus larvas comen raíces, minando tubérculos y llegando a debilitar o matar la planta (Sermeño *et al.* 2019). En la familia Scarabaeidae está la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) que se alimenta de raíces en su estado larval, se han encontrado a *Phyllophaga dasipoda* en cafetales entre 500 a 800 msnm en el Salvador. También se encuentra especies aliada en la contribución de la degradación de materia orgánica como *Copris* spp. (Sermeño *et al.* 2019). En la familia Carabidae tenemos a *Calosoma* spp., el cual es un depredador de larvas de *Spodoptera frugiperda* (familia Noctuidea) y otras plagas (Sáenz y De La Llana 1990).

En la familia Coccinellidae tenemos a *Eupalea picta*, un insecto benéfico que se alimenta de insectos del Orden Homoptera. En el Salvador hay reportes depredando áfidos en cafetales entre 500 a 1100 m.s.n.m. (Sermeño *et al.* 2019). En la familia Lycidae tenemos a *Calopteron* sp., se le conoce como depredador de caracoles, también de Aphididae, Pseudococcidae y otros insectos (Sermeño *et al.* 2019). Por último, en la familia Scolytidae tenemos a la broca del café (*Hypothenemus hampei*), considerada una de las principales plagas del café, ya que la hembra perfora el fruto en el extremo apical, donde pone los huevos y estos al germinar hacen túneles en diferentes direcciones destruyendo parcialmente el grano y provocando la caída de frutos (Sermeño *et al.* 2019).

El orden Collembola estuvo presente en las localidades, de Alto Boquete, Río Sereno, Palo Alto, Palmira (Cuadro XVIII). Este orden estuvo representado por un total de tres familias, Entomobryidae, Sminthuridae y Poduridae. La localidad de Alto Boquete fue la que obtuvo mayor número de familias (tres) seguido de Palmira (dos), mientras que en las localidades de Río Sereno, Palo Alto y Volcancito solo Entomobryidae. La familia Sminthuridae, se encuentran especies económicamente importantes como la especie *Sminthurus viridis*, conocida como la pulga de la alfalfa, la cual se ha convertido en una plaga importante de la alfalfa y otras leguminosas (Borrer *et al.* 1981). Otras especies pueden hacer daños considerables en los invernaderos y muchas hortalizas en etapa de plántula. De forma general los colémbolos se alimentan de algas unicelulares,

polen y partes blandas de vegetación y esporas de hongos, muchos de ellos son coprófagos, la presa más consumida es nematodos (Borrór et al. 1981). En Panamá no se han reportado especies de Collembolos que produzcan daños a cultivos tropicales (IDIAP 2013).

CUADRO XIX. NÚMERO DE FAMILIA DE LOS ÓRDENES DIPTERA, DERMAPTERA, EMBIOPTERA, EPHEMEROPTERA Y HIMENOPTERA, SEGÚN LA LOCALIDAD.

Alto Boquete	Río Sereno	Palo Alto	Palmira	Volcancito	Jaramillo
Chironomidae				Chironomidae	
Ceratopogonidae		Stratiomyidae		Ceratopogonidae	
Psychodidae	Dolichopodidae		Psychodidae		
Muscidae			Cecidomyiidae		
Calliphoridae			Calliphoridae		Heleomyzidae
Sciaridae		Chloropidae		Chloropidae	Micropezidae
	Therevidae	Phoridae		Therevidae	
				Phoridae	
				Drosophilidae	
				Curtonotidae	
			Piophilidae		
			Tephritidae		
Orden Dermaptera					
	Forficulidae				
Orden Embioptera					
					Teratembiiidae
Orden Ephemeroptera					
					Baetidae
Orden Himenoptera					
Formicidae					
Diapriidae		Tiphiidae	Bethylidae	Diapriidae	

	Torymidae		Encyrtidae		
	Scelionidae		Sceliónidae		Scelionidae
Vespidae				Ceraphronidae	
	Dryinidae			Aphelinidae	Dryinidae
	Evanidae	Braconidae		Braconidae	Eurytomidae
	Eulophidae				Eulophidae

El orden diptera estuvo presente en todas las localidades y se encuentra principalmente en los estratos foliar del cultivo de café (Cuadro XIX). Este orden estuvo representado por un total de 18 familias. La localidad con mayor número de familias presentadas fue Volcancito (12) y la localidad de Palmira con la menor cantidad de familias (tres). Este orden obtuvo una de la mayor cantidad representativa (13.30%) de insectos obtenidos, lo cual coincide con estudios realizados en insectos asociados en café realizado por Aguilar *et al.* (2019). En la familia Psychodidae conocida como moscas de baño, podemos mencionar *Lutzomyia* spp., de importancia medica ya que es un vector de la enfermedad conocida como leishmaniasis (lepra de montaña), ocasionada por el protozoario *Leishmaniasis braziliensis* (Sáenz y De La Llana 1990). La familia Cecidomyiidae podemos destacar *Stenodiplosis* (antes *Contarinia*) *sorghicola* (mosquita del sorgo): la cual causa espigas vanas; algunos son predadores de plagas de cultivos y se han utilizado en control biológico de malezas (Sáenz y De La Llana 1990). Con la familia Stratiomyidae se destaca *Hermetia Illucens L.* (mosca guarera), la cual provoca daños al banano, ocasionando una quemazón de color

que da apariencia de piel de lagarto, provocando que no se pueda comercializar el producto (Moreno 2009). Drosophilidae (pequeña mosca de las frutas) presenta pocas especies que son predadoras de Pseudococcidae o ectoparásitos de larvas de lepidoptera. *Drosophila* spp. Es una plaga de tomate para exportación (Sáenz y De La Llana 1990). Muscidae presenta varios vectores de enfermedades como *Glossina* spp., que provoca la enfermedad del sueño; *Musca domestica* transmite la disentería, bacterias del cólera y la fiebre tifoidea a nivel mundial. *Hematobia irritans* son plagas del ganado (Sáenz y De La Llana 1990). Calliphoridae presenta varios papeles importantes; en la parte económica esta *Cochliomyia hominivorax*, que es el barrenador del ganado y en la parte ecológica presenta (*Phaenicia sericata*) un servicio de gran valor para al hombre al ayudar a remover animales muertos, descomponiéndolos provocando reciclaje de materia orgánica (Sáenz y De La Llana 1990). Por último tenemos a Tephritidae (mosca de la fruta o mosca del mediterráneo) siendo una familia de muchas plagas de cultivos, especialmente en los trópicos. En el caso del café esta se infesta en mayores porcentajes de ovoposición en los estados de fruto de café pintón y maduro, especialmente en el tercio inferior de la planta, reportándose perdidas en café del 20.52%, correspondiendo el 5.20% a la calidad del fruto y el 5.32% a la pérdida del grano pergamino seco (Portillo *et al.* 1995) en el Salvador.

El orden dermaptera estuvo presente en Río Sereno, Palo Alto, Palmira y Volcancito (Cuadro XIX). Este orden solo presentó la familia Forficulidae.

Conocida como tijereta, tiene un papel importante como depredadores de ácaros, pulgones y otros homópteros (Zumbado y Azofeifa 2018). *Forficula auricularia* apreciada en frutales como el manzano donde actúa sobre el pulgón lanudo (*Erisoma lanigerum*). También se conoce como depredador de huevos conociéndose *Doru sp.*, actuar sobre huevos de *Spodoptera frugiperda* en maíz (Sáenz y De La Llana 1990). Se conocen como grandes descomponedores de materia vegetal, carroña e insectos vivos, como contribuyente en el reciclaje de la materia orgánica.

El orden embioptera solo estuvo presente en una localidad (Jaramillo) (Cuadro XIX). Este orden solo presentó una familia (Teratembidae). De forma general se alimentan de materia vegetal, especialmente de grama y hojas muertas, musgo, líquenes y corteza de árboles (Borror *et al.* 1981).

El orden Ephemeroptera solo estuvo presente en la localidad de Jaramillo (Cuadro XIX). Este orden solo presentó una familia (Baetidae) conocida como moscas de mayo, su mayor papel radica en su valor como alimento para peces de agua dulce, aves, anfibios, arañas y insectos predadores. La mayoría de las especies de las moscas de mayo en la etapa ninfal están restringidas a tipos particulares de hábitats, por lo que la fauna de un hábitat acuático puede servir como indicador el grado de contaminación de ese hábitat (Borror *et al.* 1981). En la familia Baetidae, se encuentran tolerancias amplias a la temperatura y, hasta cierto punto, a la contaminación.

El orden Himenoptera estuvo presente en todas las localidades (Cuadro XIX). Este orden presentó 15 familias en total. La localidad que presentó más familias (ocho) fue la localidad de Rio Sereno, contrario a esto la localidad de Alto Boquete fue la que menos presentó (tres). Este orden obtuvo una mayor cantidad representativa de insectos (24.20%), lo cual coincide con estudios realizados en insectos asociados en café realizado por Aguilar *et al.* (2019). Formicidae posee varios aliados en el café. Estudios realizados por Vélez *et al.* (2006) encontró hormigas *Solenopsis geminata* como depredador de *Hypothenemus hampei* en estado adulto durante el secado de café; hormigas arbóreas (*Azteca instabilis*), que siendo predadoras logran mantener bajas las poblaciones del minador de la hoja de café en plantaciones bajo sombra (Rojas *et al.* 2012). Bethylidae tiene ectoparasitoides sobre *Hypothenemus hampei*, el más conocido *Prorops nasuta* (Sáenz y De La Llana 1990). Braconidae tiene *Diaeretella rapae*, que es un parasitoide que controlan *Toxoptera aurantii* (aphididae), el cual afecta el follaje y las flores del café (Zumbado y Azofeifa 2018). Encyrtidae tiene *Metaphycus helvolua* y *Scutellista cyanea*. El primero se comporta como parasitoide endófago, el segundo como depredador de huevos de la familia Coccidae (Sermeño *et al.* 2019). Eulophidae actúa como parasitoide, claro ejemplo de varios esta *Derostenus sp.*, que actúa sobre el minador de la hoja del café (*Perileucoptera coffeella*). Scelionidae actúa con *Encarsia opulenta* como parasitoide de la mosca negra de los cítricos (*Aleurocanthus woglumi*), la cual afecta plantaciones de cítricos y café, afectando con la reducción de la

fructificación de hasta un 80% con altas densidades de poblacionales (Myartseva y Luna 2005). Evaniidae conocida como avispa insignia, son parásitos de capsulas de huevos de las cucarachas y se pueden localizar en edificaciones y lugares donde habitan cucarachas (Borror *et al.* 1981).

CUADRO XX. NÚMERO DE FAMILIA DE LOS ÓRDENES HEMIPTERA, HOMOPTERA, LEPIDOPTERA, ISOPTERA, NEUROPTERA, ODONATA, ORTHOPTERA, PSOCOPTERA, THYSANOPTERA, TRICHOPTERA Y ZORAPTERA, SEGÚN LA LOCALIDAD.

Alto Boquete	Río Sereno	Palo Alto	Palmira	Volcancito	Jaramillo
Orden Hemiptera					
Reduviidae			Berytidae	Reduviidae	
Coreidae				Coreidae	
Cydniidae					
Gelastocoridae					
Lygaeidae	Enicocephalidae				
Orden Homoptera					
Ortheziidae		Cercopidae	Ortheziidae		
Cicadellidae			Cicadidae	Cicadellidae	
	Aphididae			Aphididae	
				Diaspididae	
				Coccidae	
Orden Lepidoptera					
					Tortricidae
Orden Isoptera					
				Rhinotermitidae	

Orden Neuroptera				
		Chrysopidae		
Orden Odonata				
		Coenagrionidae		
Orden Orthoptera				
Blattidae	Blattellidae		Acrididae	
Orden Psocoptera				
		Pseudocaeciliidae		
				Polypsocidae
Orden Thysanoptera				
Phlaeothripidae			Phlaeothripidae	
Orden Trichoptera				
			Psychomyiidae	
Orden Zoraptera				
	Zorotypidae		Zorotypidae	

El orden Hemiptera estuvo presente en casi todas las localidades, con excepción de la localidad de Jaramillo (Cuadro XX). Este orden presentó un total de siete familias. La localidad de Alto Boquete presentó mayor número de familias (cinco) y la localidad de Palo Alto menor número de familias (uno). Este orden obtuvo uno de los mayores porcentajes en cantidad representativa (4.79%), lo cual coincide con estudios realizados en insectos asociados en café realizado por Aguilar *et al.* (2019). Reduviidae se reconoce como un depredador de diferentes

insectos como cucarachas, larvas de mariposa y escarabajos, incluye además chinches fitófagas, pulgones, áfidos y trips. Ejemplo claro destacamos *Zelus tetracanthus*, que depreda a moscas de la *fruta* (Diptera: Tephritidae). También se usa como herramienta para el control de la chinche chamusquina *Monalonion velezangeli* (Hemiptera: Miridae) (Sermeño *et al.* 2019). Berytidae posee *Jalysus* spp., que tiene comportamientos diversificado, siendo un plaga menor de pastos y a la vez alimentándose de huevos del gusano bellotero (*Heliothis virescens*), que afecta el algodón y el tabaco (Sáenz y De La Llana 1990). Coreidae tiene el chinche de patas de hoja (*Leptoglossus zonatus*), es un fitófago que ataca algodón, maíz, sorgo, marañón y café (Sáenz y De La Llana 1990). Cydnidae tiene a la chinche subterránea (*Cyrtomenus bergi*), ha sido reportada en Brasil como plaga en el cultivo de caña de azúcar y algodón, encontrándose alimentado de raíces de palma africana (Cividades *et al.* 1981). Gelastocoridae conocido como los chinches sapo (*Gelastocorus* spp.), se alimentan de otros insectos; capturan a su presa saltando sobre ella y agarrándola con sus patas delanteras (Borrer *et al.* 1981). Lygaeidae tiene al chinche ojón (*Geocoris* spp.), el cual se alimenta de ácaros y otras plagas de soya y algodón (Sáenz y De La Llana 1990). Enicocephalidae son Insectos mosquito o insectos de cabeza únicos: estos son insectos pequeños, delgados, depredadores que tienen una cabeza de forma peculiar y las alas delanteras completamente membranosas. Por lo general, se encuentran debajo de piedras o corteza o en los escombros,

donde se alimentan de varios insectos pequeños. Algunas especies forman grandes enjambres y vuelan como mosquitos (Borrór *et al.* 1981).

El orden homoptera estuvo presente en todas las localidades (Cuadro XX). Este orden presentó un total de siete familias. La localidad de Volcancito obtuvo la mayor cantidad de familias (cinco) y las localidades de Jaramillo y Palo Alto con igual menor cantidad (uno). Este orden obtuvo uno de los mayores porcentajes en cantidad representativa (7.45%), lo cual coincide con estudios realizados en insectos asociados en café realizado por Aguilar *et al.* (2019). Cercopidae conocidos generalmente como salivero, se conoce la plaga más famosa a *Aenolamia postica*, ataca principalmente la caña de azúcar (Sáenz y De La Llana 1990). Se han visto cercopidos (*Clastoptera obtusa*) afectando también árboles de cacao y café, afectando las flores y los frutos tiernos (Sermeño *et al.* 2019). Ortheziidae tiene al piojo blanco harinoso (*Orthezia praelonga*), atacando diferentes árboles con infestaciones severas, principalmente cítricos, mango y café (Sermeño *et al.* 2019). Cicadellidae posee una gran cantidad de insectos que afectan gran diversidad de cultivos. Destacamos *Homalodisca vitripennis* que es un vector importante de la bacteria *Xylella fastidiosa*, que ha provocado importantes pérdidas en la viticultura e industrias ornamentales en California. Se alimenta de una amplia variedad de plantas ornamentales y cultivos de café (Sermeño *et al.* 2019). Cicadidae conocidas como chicharras, posee importancia de plaga menor para el café en Nicaragua, mediante *Diceroprocta transversa*, por el daño que provoca en las ramitas cuando oviposita, dañando

principalmente la parte apical de esta (Sáenz y De La Llana 1990). Aphididae conocido como áfidos o pulgones, presentan una gran variedad de afectación de diversas plantas al chupar la savia y ser transmisores de muchas enfermedades. El pulgón verde de los cítricos, transmisor del virus de la tristeza (*Aphis spiraecola*, antiguamente conocido como *Aphis citricola*) ataca principalmente café, cítricos, papaya y cacao (Sáenz y De La Llana 1990). Diaspididae conocida como escamas, es una plaga que ataca árboles frutales y ornamentales. La escama roja (*Chrysomphalus dictyospermi*), ataca cítricos, mango, aguacate, palma africana, banano, guayaba y otras plantas (Sáenz y De La Llana 1990). Coccidae, posee la escama hemisférica (*Saissetia coffeae*), ataca café, té, cítricos y plantas ornamentales (Sermeño *et al.* 2019).

El orden lepidoptera solo fue presentado en una sola localidad (Jaramillo) (Cuadro XX). Este orden solo presentó una sola familia (Tortricidae). Tortricidae es un microlepidoptero, plaga de cultivos, específicamente *Platynota rostrana*, sus larvas afectan el frijol, enrollando las hojas (Sáenz y De La Llana 1990).

El orden Isoptera solo estuvo presente en una sola localidad (Volcancito) (Cuadro XX). Este orden solo presentó una familia (Rhinotermitidae). En esta familia se presenta *Reticulitermes flavipes*, que a menudo construyen tubos de barro a la madera que no están en contacto con el suelo. La termita subterránea oriental, es probablemente la especie más destructiva del orden. Los miembros de grupo siempre mantienen contacto con el suelo (Borrer *et al.* 1981).

El orden Neuroptera solo estuvo presente en una localidad (Palo Alto) (Cuadro XX). Este orden solo presentó una familia (Chrysopidae). esta familia son insectos comunes que ocurre generalmente en pastos, malezas y en el follaje de árboles y arbustos. *Chrysoperla externa*, es predador de plagas de cultivos (ácaros, escamas, áfidos) (Sermeño *et al.* 2019).

El orden Odonata solo estuvo presente en dos localidades (Río Sereno y Palo Alto) (Cuadro XX). Este orden solo presentó una familia (Coenagrionidae). Ejemplo de esta tenemos *Argia anceps*, que es un caballito del diablo de la familia de los caballitos de alas angostas. Hay que recordar que los Odonata de forma general son relativamente grandes y a menudo insectos bellamente de colores que pasan gran parte de su tiempo en vuelo. Los estados inmaduros son acuáticos, y los adultos se encuentran generalmente cerca del agua. Todas las etapas son depredadores y se alimentan de varios insectos y otros organismos y, desde el punto de vista humano, son generalmente muy beneficiosos. Los adultos son inofensivos para las personas; es decir, no muerden ni pican. Su importancia radica en la evaluación de los ecosistemas de agua dulce (Borrór *et al.* 1981). Se usan como indicadores tanto de la calidad del agua como de la integridad ecológica de dichos ecosistemas, así como para monitorear los efectos del cambio ambiental y de la recuperación de hábitats alterados.

El orden Orthoptera estuvo presente en casi todas las localidades con excepción de Jaramillo y Palo Alto (Cuadro XX). Este orden solo presentó tres familias

(Blattidae, Blattellidae y Acrididae). Acrididae conocido como saltamontes, se ha reportado en Nicaragua a *Chromacris colorata*, como plaga poco importante en café en la zona del pacífico (Sáenz y De La Llana 1990). Blattidae y Blattellidae son comúnmente conocidas como cucarachas, ambas son plagas de edificaciones. Blattidae tenemos a *Periplaneta americana*, que se encuentra común en casas. Blattellidae tiene a *Blattella germanica*, muy común en restaurantes y hospitales (Sáenz y De La Llana 1990).

El orden Psocoptera estuvo presente en todas las localidades (Cuadro XX). Este orden solo presentó dos familias (Pseudocaeciliidae y Polypsocidae). La localidad con mayor número de familias fue Jaramillo (dos) y de menor número de familias fueron las demás localidades con una respectivamente. En forma general los psocópteros son plagas de museos. Se alimentan de hongos, cereales, polen, fragmentos de insectos muertos y otros materiales similares (Borror *et al.* 1981). Pseudocaeciliidae tiene *Laschesilla pedicula*, suele ser común en edificios donde hay cereales, productos de paja o materiales vegetales frescos. Polypsocidae presenta hábito, que habitan en el follaje de árboles y arbustos, pasan la primera generación de la temporada en la basura del suelo y los adultos de esta generación vuelan al follaje para establecer la próxima generación (Borror *et al.* 1981).

El orden Thysanoptera estuvo presente en la mayoría de las localidades con excepción de Rio Sereno y Palo Alto (Cuadro XX). Este orden solo presentó una

familia (Phlaeothripidae). En esta familia tenemos a *Idolothrips marginatus*, la mayoría se alimentan de esporas; algunos son depredadores y se alimentan de pequeños insectos y ácaros; unos pocos son alimentados de plantas y algunos de ellos pueden ser de importancia económica (Borror *et al.* 1981).

El orden Trichoptera solo estuvo presente en una localidad (Volcancito) (Cuadro XX). Este orden solo presentó una familia Psychomyiidae. De forma general este orden se caracteriza su principal importancia biológica, radica en el hecho de que las larvas son una parte importante del alimento de muchos peces y otros animales acuáticos (Borror *et al.* 1981).

El orden Zoraptera solo estuvo presente en dos localidades (Palmira y Palo Alto) (Cuadro XX). Este orden solo presentó una familia (Zorotypidae). Es la única familia que existe actualmente, por lo que también solo posee un solo género (*Zorotypus* spp.). Viven en aserrín viejo, debajo de corteza de troncos y en troncos podridos. Su alimentación está basada principalmente de esporas de hongos y algunos que se alimentan de pequeños artrópodos muertos (Borror *et al.* 1981). Aunque algunos son depredadores de nematodos, ácaros y otros artrópodos pequeños (Zumbado y Azofeifa 2018).

5. CONCLUSIONES

Existe biodiversidad entomológica en el sistema agroforestal del cafeto en las diferentes localidades de tierras altas chiricanas estudiadas, representada por al menos 18 ordenes y 82 familias.

Se identificó la presencia de insectos en cafetos sobre los diferentes estratos estudiados.

La mayor biodiversidad de la entomofauna se registró en época seca, localizándose en el estrato del suelo de los cafetos, ubicados en la localidad de Volcancito y el menor registro en Palmira, y en el estrato foliar el mas alto fue en Volcancito y menor en Alto Boquete.

En la época lluviosa, la mayor biodiversidad se encontró en el estrato del suelo de cafetos, en la localidad de Río Sereno y menor en Volcancito; y en el estrato foliar el mayor fue la localidad de Alto Boquete y la menor fueron en las localidades de Volcancito y Palmira respectivamente.

Al comparar el índice de Shanon y Wiener respecto a las localidades de Boquete y renacimiento no hubo diferencias significativas.

6. RECOMENDACIONES

Efectuar nuevas evaluaciones de la biodiversidad de la entomofauna de los distritos de Boquete y Renacimiento e incluir nuevas localidades.

Aumentar el conocimiento del potencial de este aspecto de biodiversidad en las zonas turísticas relacionadas a los cafetos.

Capacitar a productores con la información generada sobre el conocimiento de plagas e insectos benéficos en las áreas productoras de cafetos.

Publicar los resultados obtenidos en este estudio en revistas científicas, para complementar futuros estudios al tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, E.; Morales, C.; Rosales, M.; Gómez, J.; Cena, J.; Alonso, R. 2019. Insectos asociados a cultivos de café en Simojovel de Allende, Chiapas (en línea). Consultado 9 mar. 2021. Disponible en: <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2019/EC/EC%20379-384.pdf>

Arcila, P.; Farfán, V.; Moreno, B.; Salazar, G.; Hincapié, G. 2007. Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 309 p.

Armbrecht, I; Gallego, MC. 2007. Testing ant predation on the coffee berry borer in shaded and sun coffee plantations in Colombia. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 124:261-267.

Armbrecht, & I Perfecto. 2001. Actas del Simposio Café y Biodiversidad: Diversidad de Artrópodos en los Agroecosistemas Cafeteros, 11. *Revista Protección Vegetal*, 12(2): 11-16. (Universidad del Salvador).

Baker, PS; Rivas, A; Balbuena, R; Ley, C; Barrera, JF. 1994. Abiotic mortality factors of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*). *Entomología Experimentalis Et Applicata* 71:201-209.

Bichier, P. 2006. La Agroforestería y el Mantenimiento de la Biodiversidad (en línea). Consultado el 25 de oct. 2015. Disponible en: <http://www.actionbioscience.org/esp/biodiversidad/bichier.html>

Blas, M.; Del Hoyo, J. 2013. Entomología cultural y conservación de la biodiversidad: los insectos en las Artes Mayores. *Cuadernos de la Biodiversidad* no. 42: 1-22.

Borror, Donald J; De Long, Dwight M; Triplehorn, Charles A. 1981. Introduction to the study of insects, fifth edition. Philadelphia, Pa.: Saunders College. 938 p.

Cisneros, F. 1995. Control de Plagas Agrícolas (en línea). Lima, PE. Consultado 3 mar, 2022. Disponible en: http://www.avocadosource.com/books/cisnerosfausto1995/cpa_toc.htm

Cividades, F.; Silveira, N & Machado, P.1981. Iluctuacao populacional de *Cidnideus* colectados en regioes Canavieras de Sao Paulo En: Científico Sao Paulo. 9 (2) 241-245p.

Coste R. 1980. El café: técnicas agrícolas y producciones tropicales. Costa Rica, Editorial Texto. 277 p.

Damon, A. 2000. A review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). Bulletin of Entomological Research 90:453-465.

Guhl, A. (2004). Café y cambio de paisaje en la zona cafetera colombiana entre 1970 y 1997 *Cenicafé*, 55(1), 29-44.

Ibarra-Núñez, G., J.A. García and M.A. Moreno. 1995. Diferencias entre un cafetal orgánico y uno convencional en cuanto a diversidad y abundancia de dos grupos de insectos, pp. 11 5-1 29. In *Memorias Primera Conferencia Internacional IFOAM sobre café orgánico*. Universidad Autónoma Chapingo. México.

IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá).2013. *Ciencia Agropecuaria: revista científica*. no.21. Panamá, PA. Anual. 154 p.

Junta de Andalucía. 2004. Aplicación práctica e interpretación de los criterios de calidad a un humedal (en línea). Sevilla, ES. Consultado 13 ago. 2019. Disponible en http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Estado

[_Y_Calidad_De_Los_Recursos_Naturales/Ecosistemas/Humedales/PDFs/Informe_MEDWET_SUDOE_anexo_mgp.pdf](#)

Krebs, C. J., 1985. Ecology: The experimental analysis of Distribution and Abundance. Blackwell, Oxford.

Lasso, M. 2015. Aumenta la competencia para el café Geisha panameño (en línea). Panamá. Consultado 23 de oct. 2015. Disponible en: <http://laestrella.com.pa/panama/nacional/aumenta-competencia-para-cafe-geisha-panameno/23838258>

Legorreta R. 2008. Efecto del sistema de cultivo sobre la diversidad y abundancia de insectos visitantes del café (*Coffea arabica* L.) en el centro del estado de Veracruz. México. 14 p.

Lobo, J.M. 2015. Biodiversidad entomológica Ibérica. Revista IDE@ - SEA, n° 3:1-8. Consultado 29 sep. 2019. Disponible en: http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_3.pdf

Lopes, P.; Kageyama, P.& K. Araújo. 2012. La biodiversidad y el control biológico natural: elementos clave para la gestión de las principales plagas del café. LEISA revista de agroecología 28 (1): 13-15.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

Mendieta, M.& L. Rocha. 2007. Sistemas Agroforestales. Managua, NI, UNA. 117 p.

Montagnini, F.; Somarriba, E.; Murgueitio, E.; Fassola, H.; Eibl, B. 2015. Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. 1º ed. – Cali, CO: CIPAV; Turrialba, CR: CATIE. 454 p

Mora, C. A., Burbano, O. N., Méndez, C., & Castro, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus* L.) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(35), 68-75 p.

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 p.

Moreno, J. 2009. Identificación y manejo integrado de plagas en Banano y platanó Magdalena y Urabá Colombia (en línea). Consultado 7 de May. 2021. Disponible en: <https://itscv.edu.ec/wp-content/uploads/2018/10/plagas-y-enfermedades-en-banano.pdf>

Mouen , J; Njiayouom, I; Bieysse, D; Ndoumbè , M; Cilas, C; Nottéghem, JL. 2008. Effect of shade on Arabica coffee berry disease development: Toward an agroforestry system to reduce disease impact. *Phytopathology* 98:1320-1325.

Myartseva, N., & Luna , F. 2005. *Encarsia perplexa* huang y polaszek, 1998 (Hymenoptera: chalcidoidea, aphelinidae) en México y el sureste de Texas, EUA. *Folia Entomológica Mexicana*, 44(3),297-304.(en línea). Consultado 26 de May. 2021. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42444303>

Norse, E. A., Rosenbaum, K. L., Wilcove, D. S., Wilcox, B. A., Romme, W. H., Johnston, D. W. & Stout, M. L., 1986. *Conserving biological diversity in our national forests*. Washington, D. C.: The Wilderness Society.

Pedroni, L.; Jimenez M. 2002. Biodiversidad: el problema y los esfuerzos que se realizan en Centroamérica. Turrialba, CR., CATIE. 48 p.

Petit, L.; Petit, D.; Christian, D.; Powell H. 1999. Bird communities of natural and modified habitats in Panama. *Ecography* 22: 292-304.

Piera, M. 1999. Apuntes sobre Biodiversidad y Conservación de Insectos: Dilemas, Ficciones y ¿Soluciones? Sociedad Entomológica Aragonesa (en línea). Zaragoza, ES. Consultado 13 ago, 2019. Disponible en <http://entomologia.rediris.es/aracnet/num2/biodiv/>

Portillo, M., González, G. y Nuñez Bueno, L. 1995. Evaluación y descripción del daño ocasionado por *Ceratitis capitata* al café. Revista Colombiana de Entomología, Vol. 21. No.1, p.15-24.

Rojas, A.; Hartman, K.; Almonacid, R. (2012). El impacto de la producción de café sobre la biodiversidad, la transformación del paisaje y las especies exóticas invasoras. En Ambiente y Desarrollo XVI (30); 93-104.

Rosales, F.; Pocasangre, L.; Trejos, J.; Serrano, E.; Peña. 2008. Guía de diagnóstico de la calidad y salud de suelos (FE Rosales, ed.) Bioversity International, Montpellier, Francia. 80 p.

Sáenz, M.; De La Llana, A. 1990. Entomología Sistemática. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 211 p.

Samways, M. J., 1993. A spatial and process sub-regional framework for insect and biodiversity conservation research and management. En: Perspectives on Insect Conservation. Gaston, K. J., New, T. R. & Samways, M. J. (Eds.), pp. 1-28. Intercept Ltd., Andover, U.K., 250 pp.

Sermeño, J.; Pérez, D.; Serrano, L.; Parada, M.; Joyce, A.; Maldonado, E.; Alvanes, Y.; Rodríguez, F.; Girón, D.; García, D.; Hernández, C.; Rivas, F.; Rivera, F.; Parada, F.; Rodríguez, E.; Vásquez, E.; Lovo, L. 2019. Diversidad de artrópodos y sus enemigos naturales asociados al café (*Coffea arabica* L.) en El Salvador. Editorial universitaria. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, San Salvador, El Salvador, C.A. 248p.

Shannon, C. (1948). The mathematical theory of communication. En: The mathematical theory of communication. Shannon C.E. y Weaver W. (Ed). University of Illinois Press Urbana. p. 29-125.

Staver, C; Guharay, F; Monterroso, D. and Muschler, R. 2001. Designing pest-suppressive multistrata perennial crop systems: shade-grown coffee in Central America. *Agroforestry Systems* 53(2):151-170.

Valdespino, E.; Jaramillo, J. 2011. Caracterización del Sistema Productivo de café en Tierras Altas de la provincia de Chiriquí (Proyecto de Zonificación Agroecológica). Panamá, MIDA. 71 p.

Villarreal, H.; Alvarez, M.; Córdoba, S.; Escobar, F.; Fagua, G.; Gast, F.; Mendoza, H.; Ospina, M. & A.M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, CO. 236 p.

Vélez, M.; Bustillo, A.; Posada, F. Depredación de *Hypothenemus hampei* por hormigas durante el secado solar del café. *Cenicafé* 57(3):198-207. 2006.

Wilson, E. O., 1988. The current state of biological diversity. En: *Biodiversity*, E. O. Wilson editor, pp. 3-18. National Academy Press, Washington, D. C. 521 pp.

Zumbado, M. A. y Azofeifa, D. 2018. Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología. Heredia, Costa Rica. Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). 204 pp.

jkANEXOS

ANEXO 1. VISTA PARCIAL DE FINCA DE CAFÉ EN LOCALIDAD DE JARAMILLO



ANEXO 2. VISTA DE LA TOMA MUESTRA DE HOJARASCA



ANEXO 3. UTILIZACIÓN DE EMBUDO DE BERLESSE PARA LA EXTRACCIÓN DE MICROARTRÓPODOS



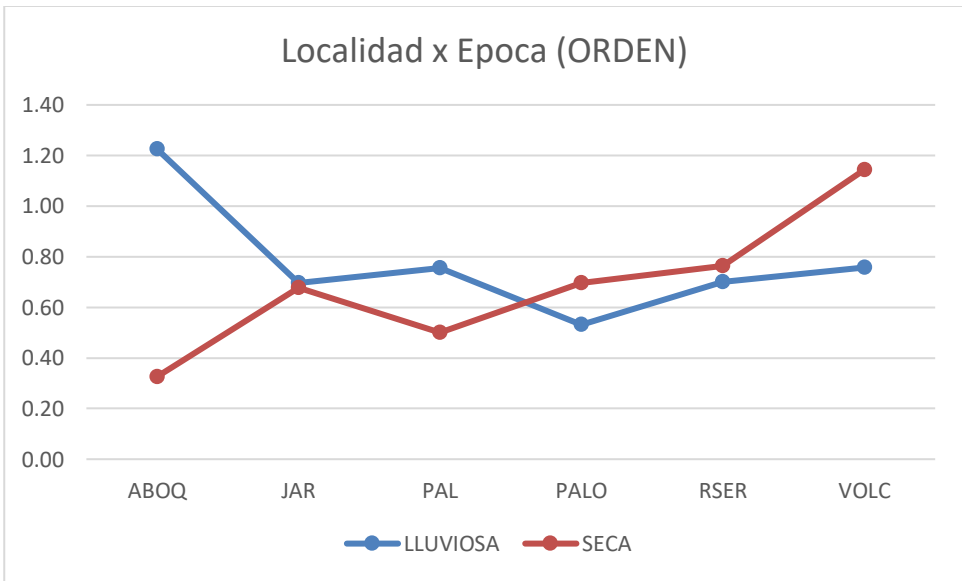
ANEXO 4. VISTA DEL PROCEDIMIENTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS



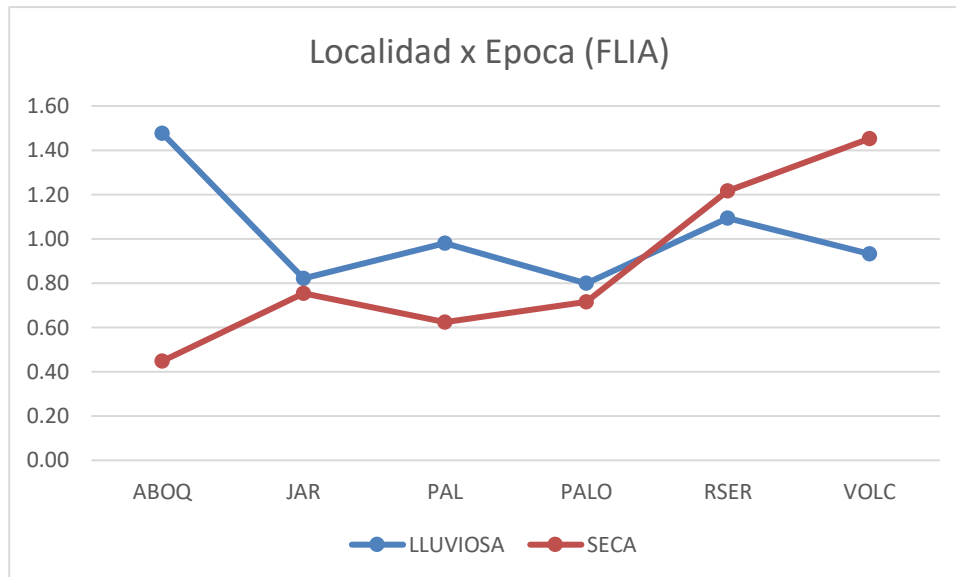
ANEXO 5. IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS COLOCADAS EN VIALES CON ALCOHOL AL 95%



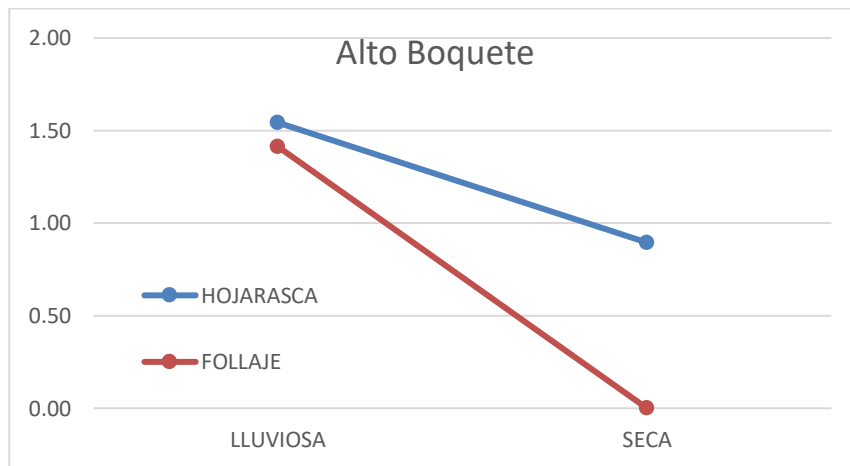
ANEXO 6. ÍNDICE DE ORDEN LOCALIDAD POR ÉPOCA



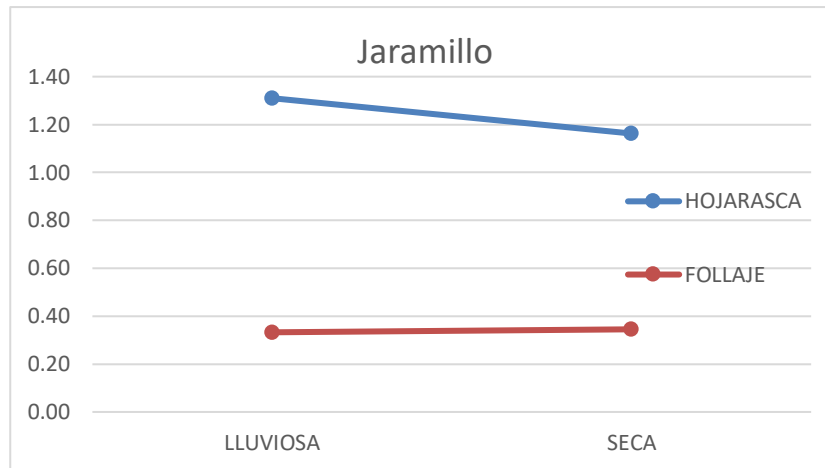
ANEXO 7. ÍNDICE DE FAMILIA LOCALIDAD POR ÉPOCA.



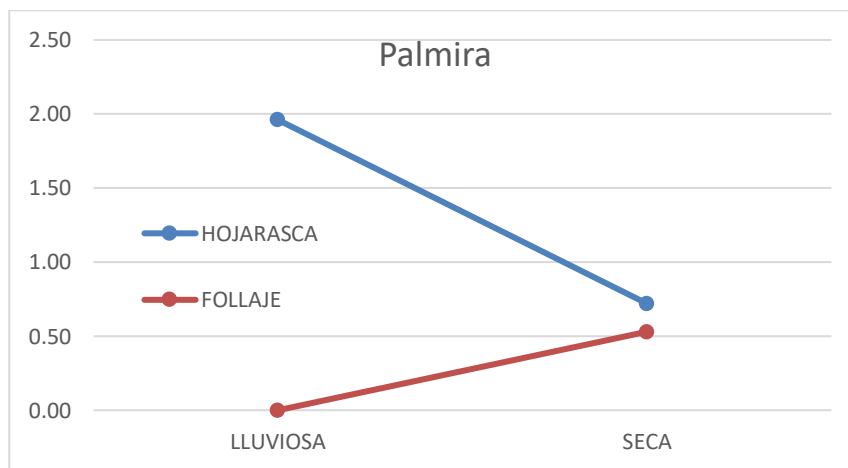
ANEXO 8. ÍNDICE DE ALTO BOQUETE ÉPOCA POR ESTRATO



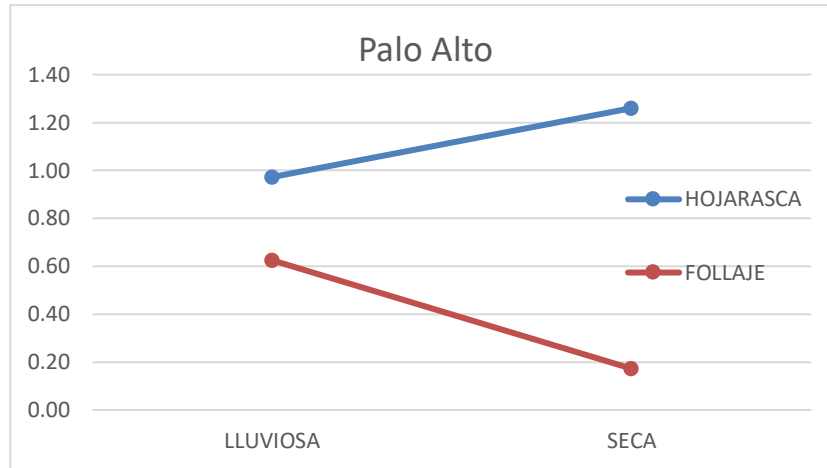
ANEXO 9. ÍNDICE DE JARAMILLO ÉPOCA POR ESTRATO



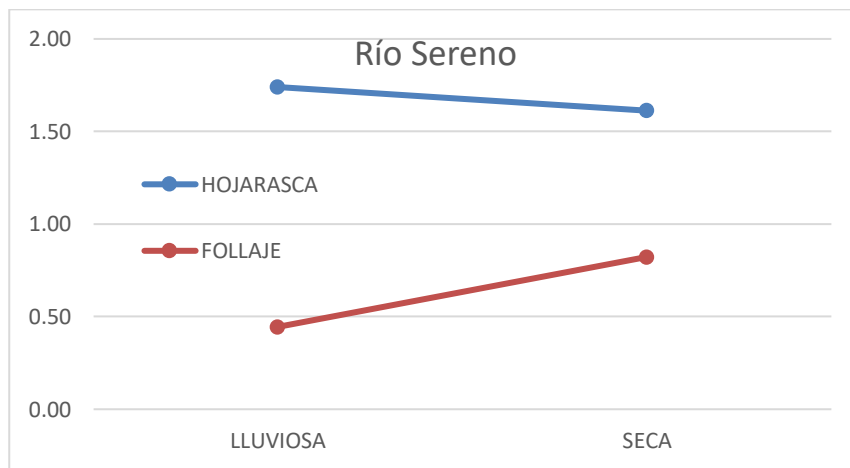
ANEXO 10. ÍNDICE DE PALMIRA ÉPOCA POR ESTRATO



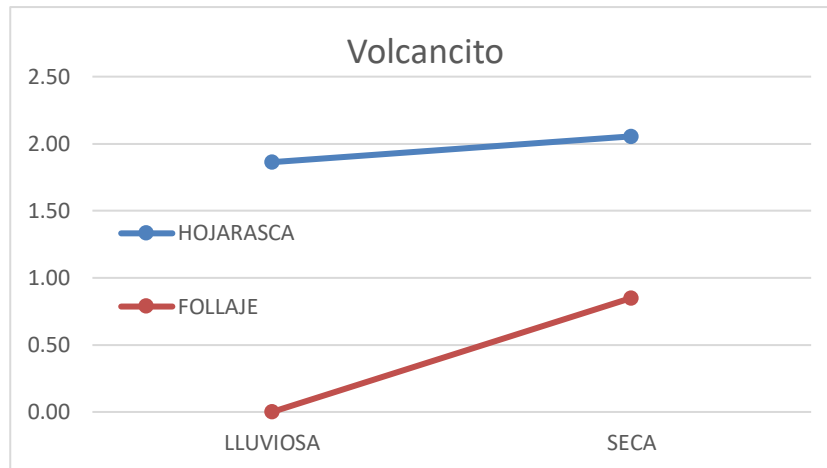
ANEXO 11. ÍNDICE DE PALO ALTO ÉPOCA POR ESTRATO



ANEXO 12. ÍNDICE DE RIO SERENO ÉPOCA POR ESTRATO



ANEXO 13. ÍNDICE DE VOLCANCITO ÉPOCA POR ESTRATO



ANEXO 14: CIFRAS DE PRODUCTORES DE CAFÉ POR PROVINCIA CIERRE AGRICOLA 2014-2015

MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO
DIRECCIÓN DE AGRICULTURA - OFICINA DE PLANIFICACION
CULTIVO DE CAFÉ / CIERRE AGRICOLA AÑO 2014-2015

REGIONES	PROGRAMADO				SIEMBRA			COSECHA					Superficie para semilla (ha.)	
	No. de prod.	Superficie a sembrar (ha.)	REND. Qq/ha.	Producción (Q)	No. de prod.	Superficie		No. de prod.	Superficie (HA.)	Producción				REND. Qq/ha.
						ha.	%			Quintales	Kilogramos	Ton. Métrica		
T O T A L	7,576	19,364	12.09	234,119	8,314	19,886	102.70	8,161	16,495	201,220	9,127,137.98	9,146.36	12.20	0
Chiriquí	1,450	9,000	18.51	166,550	1,458	8,940	99.33	1,458	6,813	130,229	5,907,057.21	5,919.50	19.11	
Veraguas	1,196	1,132	5.50	6,226	999	800	70.67	999	653	3,535	160,344.07	160.68	5.41	
Herrera	148	165	4.80	792	165	175	106.06	165	95	324	14,696.32	14.73	3.41	
Coclè	1,371	4,272	8.00	34,176	1,668	4,265	99.84	1,668	4,105	34,868	1,581,577.61	1,584.91	8.49	
Panamá Oeste /Capira	1,062	1,866	5.00	9,330	1,061	2,218	118.86	1,061	1,795	11,009	499,357.23	500.41	6.13	
Colón	1,459	1,452	7.50	10,890	1,953	1,980	136.36	1,800	1,600	15,290	693,539.11	695.00	9.56	
Panamá Este / Chepo	150	130	4.50	585	150	212	163.08	150	189	786	35,652.17	35.73	4.16	
Los Santos	20	30	5.00	150	27	39	130.00	27	27	135	6,123.47	6.14	5.00	
Bocas del Toro	120	117	4.44	520	120	120	102.56	120	118	480	21,772.32	21.82	4.07	
Darién	100	100	5.00	500	205	125	125.00	205	100	600	27,215.40	27.27	6.00	
Gnobe Buglé	500	1,100	4.00	4,400	508	1,012	92.00	508	1,000	3,964	179,803.08	180.18	3.96	