

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**



**TAXONES DE INSECTOS QUE INTERACTUAN CON LAS FLORES DE  
LOS CULTIVARES DE PALTO (*Persea Americana* Mill.) DEL CIFO –  
UNHEVAL, 2021.**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**  
**AGRICULTURA, BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TESISTA:**  
**AYRA MAYO, MARITZA ESPERANZA**

**ASESOR:**  
**M.Sc. IGNACIO CÁRDENAS, SEVERO**

**HUÁNUCO – PERÚ**  
**2023**

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	7
Agradecimiento .....	8
Resumen.. .....	9
Abstract... .....	10
Introducción .....	11
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
1.1. Fundamentación del problema de investigación .....	12
1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos .	13
1.3. Formulación de objetivos generales y específicos.....	13
1.4. Justificación .....	14
1.5. Limitaciones.....	14
1.6. Formulación de hipótesis generales y específicos.....	15
1.7. Variables.....	15
1.8. Definición teórica y Operacionalización de variables .....	16
II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Antecedentes.....	17
2.2. Bases teóricas .....	19
2.3. Bases conceptuales.....	30
2.4. Bases epistemológicas o bases filosóficas .....	31
III. METODOLOGÍA.....	32
3.1. Ámbito.....	32
3.2. Población .....	32
3.3. Muestra.....	32
3.4. Nivel y tipo de estudio.....	34
3.5. Diseño de investigación .....	34
3.6. Métodos, técnicas e instrumentos .....	34

3.7.	Validación y confiabilidad del instrumento .....	35
3.8.	Procedimiento.....	35
3.9.	Tabulación y análisis de datos.....	37
3.10.	Consideraciones éticas .....	38
IV.	RESULTADOS .....	39
V.	DISCUSIÓN.....	53
	CONCLUSIONES .....	57
	RECOMENDACIONES.....	58
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
	ANEXOS.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variables.....	16
<b>Tabla 2.</b> Variedades de palto en el CIFO-UNHEVAL. ....	33
<b>Tabla 3.</b> Índices de diversidad de insectos según variedades de palto del CIFO. 41	41
<b>Tabla 4.</b> Riqueza de insectos rarificados con base a la variedad de palto del CIFO que presentó menor abundancia.....	42
<b>Tabla 5.</b> Riqueza de la comunidad insectos estimada mediante métodos asintóticos no paramétricos .....	43
<b>Tabla 6.</b> Diversidad estimada de insectos con muestras rarificadas y extrapoladas. ....	44
<b>Tabla 7.</b> Diversidad asintótica estimada de insectos y estadísticos relacionados.....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Dicogamia sincronizada de las flores del palto.....	25
<b>Figura 2.</b> Matriz de correlación de Pearson de los índices de diversidad de Renyi y Hill. **significativa para un error Tipo I al 95% de confianza ( $\alpha = 0.05$ ) y *** significativa para un $\alpha = 0.01$ . $N_0$ = entropía 0 de Renyi, H = entropía 1 de Renyi (entropía de Shannon), $H_{b2}$ = entropía de Shannon en base 2, $N_1$ = número de Hill 1, $N_{b2}$ = número de Hill en base 2, $N_2$ = número de Hill 2, $E_1$ : equidad de Shannon y $E_2$ = equidad de Simpson.....	39
<b>Figura 3.</b> Modelos de abundancia de las especies de insectos observados en las inflorescencias del palto. Para las variedades que resultaron null o lognormal habría mayor equidad de insectos ( $E_1$ y $E_2$ ), es decir habrá un mejor ajuste hacia la distribución lognormal o nulo. ....	40
<b>Figura 4.</b> Curva de rarefacción de insectos para las variedades de palto del CIFO. 42	42
<b>Figura 5.</b> Curva de acumulación de especies rarificadas y extrapoladas en función a las abundancias de individuos de insectos de las variedades de palto del CIFO. 45	45
<b>Figura 6.</b> Composición y abundancia relativa de especies de insectos de las variedades de palto del CIFO. Sp = morfoespecie. ....	46
<b>Figura 7.</b> Composición y abundancia relativa de especies de insectos según hora de visita y mes de observación en los árboles de palto del CIFO. Sp = morfoespecie. ....	47
<b>Figura 8.</b> Curvas de la diversidad alpha de insectos que visitan las flores de las variedades de palto del CIFO. Las líneas continuas indica interpolación y las discontinuas indican extrapolación hasta el doble de muestras observadas.	49
<b>Figura 9.</b> Curvas de la diversidad alpha de insectos que visitan las flores de las variedades de palto del CIFO según meses. Las líneas continuas indica interpolación y las discontinuas indican extrapolación hasta el doble de muestras observadas.....	50

**Figura 10.** Curvas de la diversidad alpha de insectos que visitan las flores de las variedades de palto del CIFO según horario. Las líneas continuas indica interpolación y las discontinuas indican extrapolación hasta el doble de muestras observadas..... 51

**Figura 11.** Matriz de coeficientes de correlaciones de Spearman de la abundancia de insectos según el taxón orden y variables de la floración de las variedades de palto del CIFO. Col = Coleóptera, Dip = Díptera, Hem = Hemíptera, Hym = Hymenóptera, Lep = Lepidóptera, NFA = número de flores por árbol, NBF = número de botones florales, SF = sin floración y Tem\_C = temperatura en grados centígrados. \* indica significancia al 5%, \*\* indica significancia al 1%. ..... 52

## **Dedicatoria**

Es para mí un gran satisfacción dedicar esta tesis con mucho cariño y amor a mis padres Leonardo Ayra Dimas y Aydee Mayo Advincula que han sido un apoyo fundamental en mi formación profesional, por brindarme su amor, apoyo, comprensión y recursos para lograrlo.

A mis hermanos Carlos, Yudith, Lizbeth y Ronaldo por estar presentes en todo momento y siempre fueron mi apoyo y fortaleza.

A Gianmarco Odicio Altamirano, por estar siempre en esos momentos difíciles brindándome su amor, paciencia, comprensión y apoyarme durante la ejecución de esta investigación.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, en especial a mis tíos Sabina y Constantino por todo su apoyo.

## **Agradecimiento**

Mi agradecimiento sincero al asesor de tesis el M.Sc. Severo Ignacio Cárdenas; por su tiempo e interés en el presente trabajo de investigación y por compartir sus conocimientos.

Mi gratitud, también a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, y a cada docente quienes con su apoyo y enseñanzas formaron la base de mi vida profesional.

Al Centro de Investigación Frutícola Olerícola (CIFO), por facilitarme el huerto para poder realizar mis evaluaciones. Agradezco especialmente a la Sra. Alicia por la amabilidad, atención y ayuda que me brindo durante el tiempo que acudí al huerto.

## Resumen

El estudio se realizó en el Centro de Investigación Frutícola Olerícola (CIFO) de la UNHEVAL con el propósito de evaluar los taxones de insectos que interactúan con las flores de los cultivares de palto durante los meses de abril hasta agosto del 2021. La muestra de conglomerados fue de un árbol de 23 variedades del banco de germoplasma de palto, cada conglomerado fue estratificado en tres ramas. En cada uno de los estratos se realizaron los conteos de los insectos en dos horarios diferentes en la mañana y en la tarde; y la observación del número de flores y el número de botones florales se realizaron en tres ramas o panículas de la inflorescencia seleccionadas aleatoriamente. La frecuencia de las observaciones fue de una vez por semana, para ello se utilizó el método de observación directa. Los datos fueron organizados en una matriz con el cual se realizó un estudio de la diversidad alfa de insectos. Se encontró que varias especies de insectos están asociados con las flores de las variedades de palto. Se encontraron especímenes que pertenecen a 5 órdenes, 15 familias, con una riqueza de 24 morfoespecies y una abundancia total de 6504 individuos. Siendo los órdenes Díptera, Hymenóptera y Coleóptera los más abundantes; en los meses de abril a agosto, la morfoespecie 11 (1168 individuos) resulto con mayor abundancia, seguido de la morfoespecie 16 (1058); morfoespecie 8 (848); y la morfoespecie 21 (843 especies). Esta investigación revela que existen varios insectos asociados con las flores de las variedades de palto que pueden contribuir a la polinización.

**Palabras claves:** *diversidad alfa, inflorescencia, insectos polinizadores, variedad de palto.*

## **Abstract**

The study was carried out at the Centro de Investigación Frutícola Olerícola (CIFO) of UNHEVAL with the purpose of evaluating the insect taxa that interact with the flowers of the avocado cultivars during the months of April to August 2021. The sample of conglomerates it was from a tree of 23 varieties from the avocado germplasm bank, each conglomerate was stratified into three branches. In each of the strata, insect counts were made at two different times in the morning and in the afternoon; and the observation of the number of flowers and the number of flower buds were made in three randomly selected branches or panicles of the inflorescence. The frequency of the observations was once a week, for which the direct observation method was used. The data were organized in a matrix with which a study of the alpha diversity of insects was carried out. Several species of insects were found to be associated with the flowers of avocado varieties. Specimens belonging to 5 orders, 15 families, with a richness of 24 morphospecies and a total abundance of 6504 individuals were found. Being the orders Diptera, Hymenoptera and Coleoptera the most abundant; in the months of April to August, morphospecies 11 (1168 individuals) resulted in greater abundance, followed by morphospecies 16 (1058); morphospecies 8 (848); and the morphospecies 21 (843 species). This research reveals that there are several insects associated with the flowers of avocado varieties that can contribute to pollination.

**Keywords:** alpha diversity, inflorescence, pollinating insects, avocado variety.

## Introducción

El palto es una especie frutícola que presenta un comportamiento floral muy especial; este comportamiento es conocida como dicogamia protoginea, la dicogamia involucra la presencia de estructuras femeninas y masculinas dentro de la misma flor, que maduran en distintos tiempos; es decir el pistilo madura antes que los estambres; asimismo cabe señalar que existen dos tipos de cultivares según su comportamiento floral, los cultivares tipo A (Hass), se caracteriza porque la estructura femenina está activa por la mañana y los cultivares tipo B (Zutano, Edranol, Ettinger, Fuerte, etc.) la estructura femenina está activa por la tarde (Yarita 2008).

Sin embargo se produce un traslape diario eficiente entre las flores femeninas de tipo A y las flores masculinas de tipo B durante la mañana, y viceversa durante la tarde; en la mayoría de los cultivares de palto existe también una etapa regular de autotraslape diario de flores en estado femenino en el mismo árbol, que ocurre de 1 a 3 horas aproximadamente; en condiciones de clima frío existe un retraso en los tiempos de apertura floral, pudiendo modificar totalmente los horarios de apertura de las flores en estado femenino y masculino durante el día (Ish-Am 2004).

En el caso del palto existen dos aspectos que pueden limitar seriamente la formación de fruta, el fenómeno dicogamia protogínea que influye en el tipo de polinización requerida por esta especie y la presencia de patrones de floración A y B (Jiménez 2016).

En determinados ambientes, la interplantación de cultivares A y B maximiza la polinización y favorece a un aumento de los rendimientos; sin embargo, también existen referencias de otros lugares donde se considera que, basta el traslape de flores femeninas y masculinas dentro del mismo cultivar para asegurar buenas cosechas (Yarita 2008).

## I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Fundamentación del problema de investigación

El cultivo del palto (*Persea Americana* Mill.) es una especie frutícola que contienen nutrientes importantes para el cuerpo humano, según Ortega (2003), por ejemplo, el fruto del cultivar Hass provee proteínas, grasas, carbohidratos y vitaminas hidrosolubles y liposolubles. El Perú ya es el segundo país exportador de palto Hass, superando los 350 000 t. en el 2019 y también el segundo en rendimiento (12.2 t/ha) (FAO 2020). Según MINAGRI (2018), la superficie cosechada en el 2017 fue de 39 629 ha, siendo La Libertad el principal productor abarcando el 42,3%, seguida por Lima con 18,5%, Ica con 11,6%, Junín 7,8% y por último Arequipa con 3,4%, estas cinco (05) regiones concentran el 83,5% de la producción nacional.

El palto es una especie preferentemente alógama que presenta un complejo mecanismo de polinización conocido como dicogamia sincronizada, debido a que, durante el estado de floración, la antesis de las flores de la panícula se produce de forma escalonada y sincronizada (Cabezas *et al.* 2003). Entre los principales agentes de la polinización son los insectos. Las especies de insectos (abejas) en áreas de cultivo de palto en todo el mundo, son considerados polinizadores potenciales, siendo la diversidad de estos insectos la clave para garantizar un rendimiento adecuado de frutos y las especies más efectivas son las que se encuentran en alta abundancia (Materu 2019). En la interacción, las flores ofrecen alimento, como polen, néctar (Monzón *et al.* 2020) y otras sustancias y a cambio los insectos polinizan las flores.

Sumado a la complejidad de la interacción, ha habido poca investigación sobre qué diversidad de especies de insectos polinizadores visitan las flores de palto durante la fase de floración (Materu 2019), así mismo, se sabe poco sobre la provisión de servicios de polinización a escalas locales y regionales (Willcox *et al.* 2019). El Centro de Investigación Frutícola Olerícola (CIFO) es un modelo de jardín urbano, caracterizada por su diversidad inter e intraespecífica de cultivos, siendo uno de los más importantes el banco de germoplasma de palto conformado por 21 cultivares

y las parcelas especializadas de los cultivares Fuerte + Hass. Con respecto a los taxones de insectos polinizadores, Ignacio y Mamani (2020), reportaron preliminarmente cuatro órdenes (Coleoptera, Diptera, Hymenoptera y Lepidoptera), 22 morfoespecies pertenecientes a 11 familias de los mencionados órdenes. En este contexto, en el presente estudio de investigación se explica los elementos de las interacciones de las flores de los cultivares de palto del CIFO e insectos que visitan por alimento.

## **1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos**

### **Problema general**

¿Cuáles son los taxones de insectos que visitan en la fase de floración a los cultivares de palto (*Persea americana* Mill.) del CIFO-UNHEVAL, 2021?

### **Problemas específicos**

1. ¿Cuáles es la diversidad y abundancia de insectos que visitan por recursos a las flores de los cultivares de palto del CIFO-UNHEVAL, 2021?
2. ¿Cómo afectan los caracteres morfológicos de las flores de los cultivares de palto del CIFO-UNHEVAL y la temperatura ambiental a la diversidad de insectos y el patrón de visita de la fauna insectil?

## **1.3. Formulación de objetivos generales y específicos.**

### **Objetivo general**

Comparar los taxones de insectos que visitan en la fase de floración de los cultivares de palto (*Persea americana* Mill.) del CIFO-UNHEVAL, 2021.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar la diversidad y abundancia de insectos que visitan por recursos a las flores de los cultivares de palto del CIFO-UNHEVAL, 2021.
2. Explicar la relación de la diversidad de insectos con los caracteres morfológicos de las flores de los cultivares de palto del CIFO-

UNHEVAL, la temperatura ambiental y el patrón de visita de la fauna insectil.

#### **1.4. Justificación**

Los insectos cumplen con funciones muy importantes en la medio ambiente durante su ciclo biológico; como por ejemplo reproducirse, alimentarse, movilizarse; todas estas actividades las realizan en las plantas, otros se comportan como polinizadores, actuando de esta manera en forma benéfica en la producción agrícola, ya que realizan la polinización y posterior fecundación de muchas plantas que no pueden realizarla por sí mismas (Ish-Am 2004).

Tal es el caso del palto posee una flor especializada que necesita de los insectos para ser polinizada, por ello es importante conocer los insectos polinizadores ya que juegan un papel fundamental en la producción todas estas acciones y otras más, intervienen en la agricultura, mejorando la polinización cruzada de importancia económica favoreciendo esta labor (polinización) en una buena producción de muchos cultivos, repercutiendo en la economía del agricultor y en la calidad de los frutos y semillas que se obtengan a través de la polinización cruzada, que para este caso es realizada por diferentes insectos polinizadores (Jiménez 2016).

Por ello investigar los taxones de insectos que interactúan con las flores de palto, sirve para conocer la fauna insectil que intervienen en este proceso ya que en la actualidad se está dando importancia a este cultivo no solo a nivel nacional sino también en el departamento de Huánuco es uno de los productores de palto y es un sustento económico para muchos agricultores.

#### **1.5. Limitaciones**

##### **Interna**

Al inicio de las primeras semanas de evaluación se tuvo restricción para el ingreso al CIFO para las respectivas evaluaciones, ya que se requería de una autorización.

## **Externa**

Entre las principales limitaciones encontradas, también están asociadas con la pandemia del COVID-19.

### **1.6. Formulación de hipótesis generales y específicos.**

#### **Hipótesis general**

Los taxones de insectos visitantes son diferentes entre los cultivares de palto (*Persea americana* Mill.) del CIFO-UNHEVAL en la fase de floración.

#### **Hipótesis específicos**

1. La diversidad y abundancia de insectos que visitan por recursos a las flores difieren entre los cultivares de palto del CIFO-UNHEVAL, 2021.
2. La diversidad de insectos y el patrón de visita de la fauna insectil a cultivares de palto del CIFO-UNHEVAL 2021 varia, así mismo, está asociado con los caracteres morfológicos de las flores y la temperatura ambiental.

### **1.7. Variables**

**Variable independiente:** Los insectos visitantes

**Variable dependiente:** Cultivares de palto

### 1.8. Definición teórica y Operacionalización de variables

**Tabla 1.** Operacionalización de variables.

<b>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>			
<b>Título:</b> Taxones de insectos que interactúan con la floración de los cultivares de palto ( <i>Persea Americana</i> Mill.) del CIFO-UNHEVAL, 2021.			
<b>VARIABLES</b>		<b>DIMENCIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
Variable independiente	Los insectos visitantes.	Taxones	Orden Familia Género Morfoespecie
Variable Dependiente	Cultivares de palto	Flor Inflorescencia	Número de flores abiertas. Número de botones florales
Variable interviniente	Clima	Variables bioclimáticas	- Altitud (msnm) - Temperatura (°C) - Precipitación (mm)

**Fuente:** Elaboración propia.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Ish-Am *et al* (1996) sostienen en su trabajo de investigación “Insectos polinizadores del palto en los estados de México y Michoacán” durante los periodos de floración, se colectó material entomológico polinizador del palto; estos insectos fueron identificados previamente, determinando que pertenecen a 3 órdenes, 12 familias y con una riqueza de 21 especies; aunque algunas especies son consideradas eficientes polinizadores del palto en dicha ciudad, (*Apis mellifera* L.) fue la especie que más resaltó.

Según Valdés (2002) sostiene en su trabajo de investigación “Evaluación de la actividad de *Apis Mellifera* L. y otros insectos asociados a la floración del palto (*Persea Americana* Mill.) cv. Hass en dos localidades de la v región (Quillota y la Ligua)”, entre los meses de septiembre a noviembre del 2001, se seleccionaron ocho árboles en dos lugares, para evaluar la actividad polinizadora de *Apis mellifera* L, e identificar otros insectos que podrían contribuir en la polinización, las observaciones se realizaron dos veces por semana, en dos horarios diferentes, en la mañana y en la tarde; donde la superficie de observación correspondió a dos áreas de 1 m<sup>2</sup> cada una (cara norte y sur), para la identificación de los insectos, se procedió a la captura de un ejemplar de cada una de las especies halladas, siendo el orden Hymenóptera el más abundante, y *Apis mellifera* L. la especie de mayor participación, seguido el orden Díptera y el orden Coleóptera ocupó el tercer lugar.

La familia Syrphidae (Díptera), Cleridae (Coleóptera) y las especies *Golletes seminitidus* y *Corynura chlorís* (Hymenóptera), fueron las que presentaron atributos como potenciales polinizadores, y se determinó un modelo para evaluarlos el cual contiene factores como su presencia en las flores, el número de individuos por m<sup>2</sup>, el tipo de recolección (néctar y/o polen), y la frecuencia de sus visitas a las flores. A partir de ello se determinó que *Apis mellifera* L. participa el 88% en la polinización del palto en Quillota y en el 82,8% en La Ligua; por otra parte, el elemento de mayor influencia en la visita de los insectos fue el número de flores abiertas (Valdés 2002).

Carabalí *et al.* (2018) sostienen en su trabajo de investigación “Dípteros asociados a la floración del palto *Persea americana* Mill cv. Hass en Cauca, Colombia”, que existe una alta diversidad de insectos asociados a la floración del palto; aunque las abejas son los principales polinizadores del cultivo, distintas especies visitan sus inflorescencias y poco se conoce sobre su identidad taxonómica; por lo que se escogieron al azar cuatro árboles de palto y, se realizó la captura de insectos y el registro de su comportamiento en 10 inflorescencias/árbol en la mañana y en la tarde; se evaluaron semanalmente los periodos de visita a las flores y la carga polínica de los insectos; donde encontró alta diversidad de insectos, siendo mayor en los dípteros (*Lucilia eximia*, *Chrysomya putoria*, *Palpada scutellaris* y *Ornidia obesa*); los insectos presentaron mayor visita floral entre las (10:30 y 14:30 h), aunque con una baja cantidad de polen en sus cuerpos; esta investigación nos da a conocer que existe una alta diversidad de dípteros asociados a la floración de *Persea americana* que posiblemente contribuye a la dispersión del polen y cumplen diversas funciones biológicas.

“Evaluación de la polinización y cuaja en palto (*Persea Americana* Mill.) mediante el uso de *Bombus Terrestris* (Hymenóptera: Apidae) en la localidad de Quillota, V Región”; se llevó a cabo en la Universidad Católica de Valparaíso de Chile, se realizaron evaluaciones de la actividad de *Bombus terrestris* bajo condiciones climáticas del lugar, donde se contaron el número de insectos visitantes a las flores de palto y la capacidad de *Bombus terrestris* como insecto polinizador a través del número de frutos cuajados. Como resultado se obtuvo que la actividad de abejorros fue mínima, aunque en aquellos árboles que estaban más cercanos a las colmenas fueron los que tuvieron mayor número de visitas; sin embargo, no reflejó una diferencia clara en el número de frutos cuajados; la condición ambiental fue determinante para la actividad de abejas, más que las temperaturas registradas, ya que en días nublados la actividad de ellas bajó drásticamente, en cambio la actividad de abejorros se mantuvieron constante e inclusive incremento (Fried 1999).

“Diversidad taxonómica y grupos funcionales de la fauna insectil en los cultivos de *Persea americana* Mill., *Manguifera indica* L y *Annona cherimola* Mill. del agroecosistema del CIFO – UNHEVAL, Huánuco 2018”; con el objetivo

de evaluar la abundancia y diversidad de los grupos funcionales de insectos, la muestra fue de un árbol por cada variedad, mediante las técnicas de las trampas de caída, el golpe de red y el conteo de individuos en órganos vegetales; entre los resultados de la investigación, se hallaron un total de (74 739 insectos), que fueron agrupados en 85 morfoespecies, pertenecientes a 46 familias y 12 órdenes; demostrando que la mayor diversidad de insectos está asociado al cultivo de palto, como también se han identificado cuatro grupos funcionales (controlador biológico, descomponedor, fitófago y polinizador); en los sistemas de producción del CIFO, hay una diversidad de insectos que brindan diversos servicios ecosistémicos (Mamani 2019).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Origen del palto**

El palto (*Persea Americana* Mill.) conocido como aguacate en otros países, el origen son la Cordillera Central y Centro Oriental de México hasta las sierras de Guatemala. Los primeros europeos que viajaron por esta región durante el siglo XVI encontraron el palto y los cultivaron y distribuyeron en Centroamérica y el Norte de Suramérica (Orduz y Rangel 2002).

### **2.2.2. Clasificación taxonómica**

Bernal y Díaz (2005) describen la siguiente la clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta.

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dipétala

Orden: Laurales

Familia: Lauraceae.

Género: *Persea*

Especie: *Persea americana*

### **2.2.3. Morfología descripción botánica**

Según Bernal y Díaz (2005) manifiestan que “la planta del palto se caracteriza por ser un árbol que en condiciones naturales puede sobrepasar los 10 m de altura, y 14 m de diámetro de copa; el tallo es un tronco cilíndrico, leñoso, ramificado con una corteza áspera.”

#### **a) Hoja**

“Las hojas que presentan son pecioladas, alternas, pueden encontrarse formas como ovada, obovada angosta, cordiforme, lanceolada, el margen puede ser entero u ondulado; pueden medir de 8 a 40 cm de longitud y de 3 a 10 cm de ancho” (Bernal y Díaz, 2005).

#### **b) Raíz**

Bernal y Díaz, (2005) manifiestan que presenta una raíz pivotante, muy ramificada de distribución radial; las raíces secundarias y terciarias se distribuyen superficialmente en los primeros 60 cm, aunque la raíz principal puede superar 1 m de profundidad; pues el 80 y 90 % de las raíces se encuentran en los primeros 60 cm del suelo.

#### **c) Fruto**

“El fruto del palto es una baya, que varía en forma y color de éste varía de verde amarillento a púrpura negro entre las distintas variedades. El tamaño comercial del fruto fluctúa entre los 250 a 300 g” (Legua 2002).

### **2.2.4. Clasificación de las razas**

Las variedades o cultivares de palto que actualmente conocemos se ha producido por combinaciones de distintos materiales genéticos trasladados desde su centro origen; estas razas pueden agruparse según su altura, forma, tamaño de la fruta, color de follaje y adaptación a diferentes condiciones climáticas (Orduz y Rangel 2002), también mencionan las siguientes características de cada una de las razas:

**a) Raza Mexicana:**

Se adapta a alturas mayores de 2000 msnm y soporta bajas temperaturas, presenta frutos pequeños entre 250 y 500 gramos, formados en ramilletes de corteza suave y delgada, color verde claro hasta morado oscuro y alto contenido de grasa; el follaje posee un fuerte olor a anís (Orduz y Rangel 2002).

**b) Raza Guatemalteca:**

“Su mejor adaptación se presenta a alturas entre los 1000 a 2000 msnm y produce frutos entre 2000 a 2300 gr, es de corteza gruesa, su color va desde verde oscuro a café oscuro y contiene poca cantidad de grasa” (Orduz y Rangel 2002).

**c) Raza Antillana:**

Alcanza las mejores producciones desde el nivel del mar hasta 1000 msnm, es adaptada a la zona y las variedades para estas condiciones son elegidas de esta raza; los frutos tienen diversas formas y son grandes, varía entre los 400 a 2000 gr, es de corteza delgada, el color de las hojas varía desde verde claro a amarillo, hasta verde oscuro y morado, tiene bajo contenido de grasa, las hojas no tienen olor a anís (Orduz y Rangel 2002).

**2.2.5. Los cultivares más conocidos en Perú****a) Hass**

De acuerdo con la (INIA 2010), la variedad Hass es originaria de California, y entre sus características genéticas predominan las de la raza Guatemalteca, siendo afectado por heladas en especial al estado de plena flor donde resiste solo hasta  $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; posee una buena productividad y mínimo añerismo, si se le compara con otros cultivares; su precocidad es alta, lográndose cosechas al segundo o tercer año; es de desarrollo mediano y crecimiento globoso, por ello puede plantarse a distancias medias y alta densidad debido a su precocidad; produce un fruto piriforme, de cascara gruesa, algo rugosa y de color verde, el que se torna negro a medida que madura, con un peso que varía entre 180 a 350 g.

**b) Fuerte**

La palta es de color verde tiene características intermedias entre raza mexicana y guatemalteca, por lo que se considera al parecer, un antiguo híbrido natural de estas dos razas; presenta un árbol muy vigoroso, la copa se extiende con tendencia a formar ramas horizontales pegadas al suelo, por ello, se debe plantar a una distancia recomendada; la forma del fruto es piriforme a oblongo y tiende a ser más alargado en lugares de clima más seco y caluroso que en zonas con influencias de costa donde hay humedad alta y temperaturas más frescas; mientras que el peso del fruto varía entre 180 a 420 gr, el extremo del fruto es algo aplanado y el pedúnculo se inserta un poco oblicuo, mientras que la cascara es ligeramente áspera, que se separa con facilidad de la pulpa y el contenido de grasa es medio (Flores 2014).

**c) Zutano**

Es una de las variedades que resiste más al frío  $-3.3^{\circ}\text{C}$ ; la fruta es de color verde claro, de forma piriforme y de cascara delgada, el tamaño va desde 10 a 13 cm de largo, el peso varía de 200 – 300 gr; esta fruta no presenta mucha demanda, ya que posee una maduración muy rápida después de ser cosechada; el hábito de crecimiento del árbol es erecto, por lo que se puede utilizar como productor de polen y en cortinas cortavientos, es un excelente productor y es precoz en la entrada en producción (Flores 2014).

**d) Bacon**

“Híbrido de raza mexicana y raza guatemalteca, resistente a frío, gran altura, cosecha julio a enero y producción 14 t/ha, En valles interandinos a 20 t/ha, en zonas costeras” (INIA 2010).

**e) Edranol**

“Es híbrido de raza guatemalteca y raza mexicana, un importante polinizante de cv Hass, presenta baja producción y muy variable en el tiempo, la fruta tiene de buenas características organolépticas y semilla pequeña” (INIA 2010).

## **f) Mexicano**

Esta variedad, es de origen mexicano, por lo que tolera climas más fríos, secos y calurosos que la variedad Fuerte y Hass; la forma de la fruta es piriforme, ovalada, color púrpura a negro, de tamaño mediano con un peso promedio de 90 a 150 gr. La cosecha se realiza haciendo varias pasadas por el árbol, cuando la fruta toma algo de color, si se espera que se colorea completamente, esta cae; su semilla es muy usada en propagación, llegando a obtener plantas uniformes y de buen vigor (Flores 2014).

### **2.2.6. Sistema reproductivo**

#### **a) Descripción de las flores**

De acuerdo con Fried (1999), el palto presenta flores actinomorfas y hermafroditas, es decir, flores de una disposición regular y flores bisexuales; están compuestas por nueve estambres fértiles y un ovario sésil con estilo alargado, son pequeñas miden de 0,5 a 1,5 cm de diámetro cuando se encuentran totalmente abiertas, de color amarillo verdoso; mientras que el perianto está formado por tres sépalos y tres pétalos; cada uno de los sépalos se encuentra opuesto a un estambre interno; es decir cada uno de ellos posee cuatro sacos polínicos y cuatro valvas por donde se libera el polen.

“Las flores del palto van dispuestas en una inflorescencia denominada panícula (racimo de racimos), que puede ser axilar o terminal; se estiman unas 200 flores por panícula aproximadamente” (Valdés 2002).

#### **b) Grupos Florales**

Según Ish-Am (2004) argumenta que los cultivares de palto se clasifican en dos grupos de floración, de acuerdo con su frecuencia de floración diaria; en climas cálidos los cultivares “tipo A” las flores se abren en estado femenino desde la mañana hasta el mediodía y al día siguiente, estas mismas flores abren de nuevo bajo el estado masculino desde el mediodía y durante la tarde; por otro lado, los cultivares “tipo B” producen flores que abren en estado femenino durante la tarde y abren de nuevo en el estado masculino en la mañana siguiente hasta el mediodía.

Asimismo, ocurre un traslape diario entre las flores femeninas de tipo A y las flores masculinas de tipo B durante la mañana, y viceversa durante la

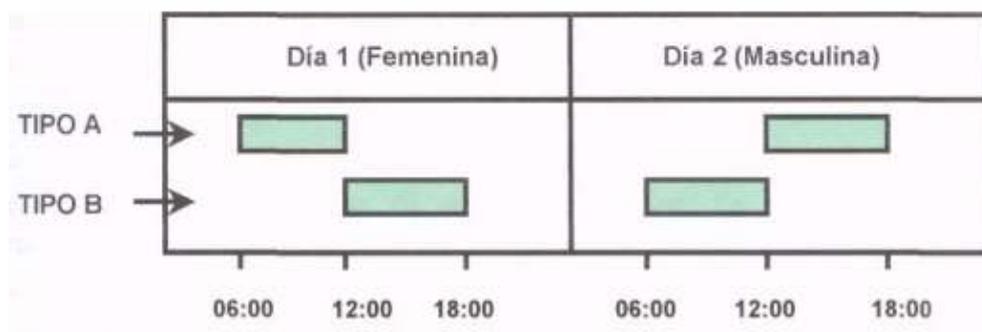
tarde, en mayor parte de los cultivares de palto existe una fase regular de autotraslape diario de flores en estado femenino en el mismo árbol, que ocurre de 1 a 3 horas, en condiciones de clima frío existe un retraso en los periodos de apertura de las flores, que puede alterar completamente durante el día; así como en la apertura de flor en fase femenino como masculino, hay secreción de néctar, aunque en cada caso, éste es producido por grupos diferentes de nectarios (Ish-Am 2004).

Orduz y Rangel (2002) sostienen que en el palto se observa la dicogamia en la cual la maduración de los órganos de la flor no se realiza a un mismo tiempo, como consecuencia se pierde la capacidad de autofecundación de las flores y facilita la polinización cruzada, por tal motivo existen cultivares clasificados por grupos, A y B.

Una flor de la variedad dentro de la categoría "A" se abre por la mañana cuando los pistilos son receptivos, luego se cierra sin que se haya derramado el polen; la segunda apertura se presenta al día siguiente en horas de la tarde cuando ya el polen se ha derramado pero los pistilos no son receptivos; mientras que el ciclo de la apertura es de 36 horas comportándose como flor femenina en la primera apertura y en la segunda como flor masculino. Las flores ubicadas en variedades de categoría "B" se abren por primera vez en la tarde y por segunda vez en la mañana siguiente; mientras que su ciclo de apertura es de 24 horas en la cual se comporta como flor femenina por la tarde y a la mañana siguiente como flor masculino (Orduz y Rangel 2002).

En la floración de los paltos se pueden distinguir dos tipos de floración; las variedades de floración tipo A, abren como femeninas en la mañana, luego en la tarde se cierran, volviendo abrirse como masculinas en la tarde del día siguiente; algo similar ocurre con las variedades tipo B, abren como femeninas en la tarde, luego en la noche se cierran, volviendo abrirse como masculinas en la mañana del día siguiente (Legua 2002).

**Figura 1.** Dicogamia sincronizada de las flores del palto.



Fuente: Legua (2002).

### c) Época y duración de la floración

Fried (1999) menciona que “existe una variación entre cultivares en lo que respecta a la duración de la floración, encontrándose variedades que florecen durante ocho meses y otras durante dos meses, pero la mayoría de los cultivares presenta una floración de tres meses”.

### d) Cuaja y caída de frutos

“Para obtener una buena producción en paltos, se requiere de una exitosa inducción, diferenciación, polinización y cuaja, siendo esta última el factor que afectará el éxito final de un cultivar en una región determinada” (Fried 1999)

Un árbol de palto puede llegar a producir millones de flores, pero solo una pequeña proporción de ellas (menos del 1%) se transforma en frutos retenidos en el árbol en el momento de la cosecha. Este bajo cuajado se debe fundamentalmente a una caída masiva de flores, incluso desde antes de su apertura, y a la abscisión de pequeños frutos en desarrollo que es más frecuente durante los dos meses siguientes al final de la etapa de floración. (Alcaraz *et al.* 2019)

## 2.2.7. Influencia de los factores climáticos en la floración

### a) Temperatura

Legua (2002) manifiesta que la dicogamia está influenciada por la temperatura, observándose una alta similitud entre la temperatura y la apertura floral; cuando a la apertura floral le precede un día frío y con niebla o

lluvia durante la noche y estas condiciones se mantienen durante la apertura, se produce una inversión del ciclo floral para variedades de tipo A, liberando el polen durante la mañana y la fase femenina durante la tarde. Sin embargo, variedades de tipo B bajo las mismas condiciones no presentan el estado femenino y las flores no abren por completo; considerando a la temperatura un factor adicional que inhibe o bien estimula la iniciación floral en el palto, ésta es utilizada como una señal para identificar los cambios anatómicos asociados con la apertura de la floración (Valdés 2002).

Mientras que los árboles de palto que se mantiene a 24°C en el día y 19°C en la noche, con un fotoperiodo de 12 horas aproximado, o con una temperatura constante mayor a los 20°C, no producen inflorescencias, los cuales demuestran que la formación de flores se ve inhibida con temperaturas de 25 a 30°C en el día, sin embargo se formarán flores si las temperaturas son de 20°C o más bajas (Valdés 2002).

Jiménez (2016) indica que las temperaturas bajas alteran los estados florales, y encontró un cambio cuando se hallaba por debajo de los 10°C al inicio de la floración; en el cultivar Hass las flores femeninas iniciaban su apertura alrededor de las 11:00 am y permanecían abiertas hasta las 5:00 pm, mientras que, en el caso de las flores masculinas, Yarita (2014) manifiesta que la apertura inicia a las 3:00 pm y el cierre a las 10:00 am del día siguiente, es decir, el tiempo de traslape fue de dos horas (el mismo que en condiciones de temperatura normal).

Por otro lado MINAGRI (2018) reporta que la temperatura en el palto es muy sensible a las bajas temperaturas, en especial el cultivar Hass, que sufre daño con temperatura menor a -1°C; con respecto a temperaturas de 20°C a 25°C durante el día y 10°C en la noche, se presenta una exitosa fecundación y una buena cuaja, sin embargo en la temperatura mínima para el cuajado de frutos en la variedad fuerte está alrededor de 13,5°C; mientras la lluvia que ocurre durante el período de floración afecta fuertemente la cuaja de frutos, disminuye la actividad de los insectos y causa daño mecánico a los frutos.

**b) Viento**

El viento produce una serie de alteraciones en la cuaja y calidad de los frutos; por otra parte los vientos mayores a los 10 km/h limitan el vuelo de los insectos asimismo perjudican la fecundación; los vientos costeros fríos disminuyen el vuelo de las abejas y el crecimiento del tubo polínico lo que reduce la cuaja y como resultado menor cantidad de fruta, el polen de las flores de palto es pesado y pegajoso, lo que dificulta su transporte por el viento, siendo los insectos las responsables de su traslado; además el beneficio del uso de cortinas cortavientos de variedades polinizantes favorece el vuelo de los insectos y el desarrollo del tubo polínico al crear un clima favorable (Valdés 2002).

**c) Humedad atmosférica**

Existe una alta relación entre la humedad atmosférica y la polinización; con alta humedad relativa entre los 80 a 95% y vientos ligeros 14,4 km/h, la zona del estigma tiende a mantenerse blanca durante la segunda apertura floral y cuando se presentan días ventosos, fríos y secos entre los 40 a 75% o con vientos mayores a 25,2 km/h, los estigmas se secan rápidamente durante la segunda apertura e incluso durante la primera; mientras que con condiciones ambientales de alta humedad, puede ocurrir autopolinización durante la segunda apertura de la flor, no necesariamente una transferencia de polen entre estados I y II (Valdés 2002).

**2.2.8. Problemas de producción**

El palto presenta diversos problemas de producción, los que se aprecian a nivel de polinización, producciones bianuales y fuertes caídas de fruta, lo cual es necesario conocer alternativas que permitan mejorarlos, obteniendo una mayor cantidad de fruta de buena calidad que llegue a cosecha (Valdés 2002).

## **2.2.9. Polinización**

### **a) Tipos de polinización**

#### **La autopolinización.**

Esto ocurre cuando el polen de la flor llega al estigma dentro de la misma flor; este proceso no exactamente requiere de un insecto polinizador; también puede ser realizado por el viento o inclusive de manera espontánea, por la fuerza de gravedad; ya que la autopolinización de la flor del palto puede ocurrir únicamente en su estado masculino, siendo un proceso bastante común y eficiente (Ish-Am 2004).

#### **La polinización cerrada**

Esto ocurre frecuentemente durante el período de traslape entre los estados de flor masculina y femenina dentro de un árbol y de un cultivar; durante la polinización cerrada las flores masculinas como las femeninas están muy cercanas entre sí, por lo que este tipo de polinización puede ser eficientemente; esto depende de la duración del período de auto traslape, el porcentaje de flores femeninas abiertas durante este fase y de la actividad de los insectos polinizadores; generalmente, la polinización cerrada se lleva a cabo con mayor eficiencia en los cultivares tipo A y ocurre con menor eficiencia en los cultivares de tipo B; esto se debe al autotraslape más eficiente que tienen los cultivares tipo A (Ish-Am 2004).

#### **La polinización cruzada**

Esta polinización ocurre entre las flores en estado masculino de cultivares tipo B y las flores en estado femenino de los cultivares tipo A durante la mañana, e inversamente en la tarde; lo mismo puede ocurrir entre árboles del mismo tipo de floración, cuando hay un período de traslape entre las flores masculinas de un árbol y las flores femeninas del otro; para la eficiencia de este tipo de polinización depende de la distancia entre el árbol donante de polen y el árbol polinizado, del mismo modo depende de la eficiencia del período de traslape entre la primera y la última floración femenina y de la movilidad y actividad de los insectos polinizadores (Ish-Am 2004).

## **b) Insectos polinizadores**

Los insectos polinizadores visitan las flores en busca de recursos como por ejemplo el polen, néctar o ambos; además la polinización puede ser realizada por agentes abióticos como la gravedad, el agua y el viento; la polinización también puede ser llevada a cabo por agentes bióticos como los insectos y las flores son polinizadas por éstos, poseen señales de atracción, las cuales consisten en una variedad de colores, aromas y formas de la flor (Jiménez 2016).

Tal es el caso de la polinización entomófila que se lleva a cabo por los insectos y son los polinizadores más eficientes, por sus características que presentan (móviles, pequeños y abundantes); este grupo abarca por ejemplo: a los escarabajos, las moscas, mariposas, polillas y las abejas; a propósito a la polinización por abejas se llama melitofilia y éstas posiblemente son los polinizadores más eficientes e importantes del ecosistema, ya que existe gran cantidad de especies y una amplia diversidad de tamaños, rangos de vuelo y constancia floral; siendo *Apis mellifera* el insecto polinizador más eficiente, porque contiene mayor número de individuos (50 000) por colmena, de los cuales la mitad se dedica a buscar alimento; como resultado la polinización tiene efectos positivos sobre la cantidad, la calidad, el peso, la proporción física y el contenido de azúcar en los frutos; es por ello que abeja *mellifera* ha sido utilizada en programas de polinización en muchos países, los cuales han calculado el valor productivo y han determinado que se incrementa entre (20 a 60 veces) la producción de polen y miel (Jiménez 2016).

Según Ish-Am (2004) los insectos visitan generalmente las flores femeninas como masculinas; en el caso de las abejas visitan a ambos estados de flor alternadamente, recolectando el néctar de ambas y polen de las flores masculinas; estas abejas recolectoras establecen contacto seguro con los estambres de la flor masculina y con el estigma de la flor femenina; estas zonas del cuerpo, son capaces de transportar grandes cantidades de polen de palto y de esta manera, las abejas resultan ser eficientes polinizadores del palto, a diferencia de otros insectos.

Sin embargo en su zona de origen en América Central, las flores de palto son visitadas por más de cien especies distintas de los órdenes (Hymenoptera, Diptera, Coleoptera y Heteroptera); sin embargo la diversidad de insectos que se observan visitando las flores de palto varía de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona de estudio, así como también de las prácticas culturales; los polinizadores más frecuentes visitando las flores de palto son las abejas, avispas, moscas y escarabajos (Alcaraz *et al.* 2019).

Según Valdés (2002) en la mayor parte de las especies, el polen es transferido a través de las abejas, aunque a veces también hay otros insectos polinizadores como por ejemplo: abejorros, moscas y coleópteros; en estos frutales, el polen es pesado y pegajoso, características que lo hacen poco móvil a través del viento, pero sí adherente al cuerpo y patas de los insectos.

### **2.3. Bases conceptuales**

#### **Palto**

El palto es una especie frutícola que presenta un peculiar comportamiento de floración, denominado dicogamia protoginia (Valdés 2002). Se caracteriza por el hecho de que, a pesar de contar con flores completas, el pistilo y los estambres de una misma flor alcanzan la madurez sexual en diferentes momentos; primero madura la parte femenina y posteriormente, la parte masculina comienza a producir polen (Carabalí 2018). Los cultivares de palto se clasifican en dos grupos de floración (A y B), en función de su frecuencia de floración diaria (Ish-Am 2004).

#### **Morfología floral.**

El palto florece en panículas, sus flores son bastante pequeñas miden entre (0.5 a 1.5 cm), son de naturaleza hermafroditas o bisexuales; es decir, presentan estambres y pistilos al mismo tiempo; tienen simetría radial y son producidas en grandes cantidades, por lo que la floración es constante por semanas e incluso meses (Jiménez 2016).

#### **Floración**

“La flor bisexual del palto se abre dos veces, con un período intermedio de cierre. La primera apertura floral ocurre en el estado femenino y la segunda,

generalmente al día siguiente, ocurre en el estado masculino, de liberación del polen” (Ish-Am 2004).

### **Insecto polinizador**

“Un insecto polinizador debe reunir una serie de condiciones, tales como: preferir las flores de un cultivo intensivo, así como a la flora espontánea, coincidir su actividad máxima con la plena floración del cultivo” (Valdés 2002).

### **Polinización**

Las plantas cultivadas destinadas a la producción de frutos y semillas deben ser polinizadas; cabe destacar, que las flores de estas plantas deben recibir polen de la misma especie y en cantidades suficientes para formar frutos y semillas; y de esta manera, la polinización se define sencillamente como el transporte del polen desde la antera de una flor hasta el estigma de la misma o de otra flor (Fried 1999).

### **Autopolinización**

Se denomina así cuando el polen de la flor llega al estigma en la misma flor; este tipo de polinización no necesita de un insecto polinizador y puede ser realizada por el viento o la gravedad; en el caso del palto, la autopolinización ocurre únicamente cuando se encuentra en su estado masculino, siendo un proceso normal y eficiente (Ish-Am 2004).

## **2.4. Bases epistemológicas o bases filosóficas**

Las razas Mexicana y Guatemalteca son originarias de México y Guatemala, mientras que la raza Antillana en el sur de México y Centroamérica, mientras que algunos científicos plantean una cuarta raza, la Costarricense; en cuanto a la domesticación del palto se realizó en Mesoamérica y posiblemente por el intercambio entre civilizaciones nativas se distribuyó y adaptó a Centroamérica, llegando luego a países como Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú (Jiménez 2016).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. **Ámbito**

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Investigación Frutícola Olerícola de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, de abril hasta agosto del 2021.

#### **Ubicación política**

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Huánuco
Distrito	:	Pillco Marca
Lugar	:	Cayhuayna

#### **Posición geográfica**

Latitud	:	09° 57' 7.24"
Longitud	:	76° 14' 54.8"
Altitud	:	1919 msnm
Zona de vida	:	Monte Espinoso-Premontano Tropical (me-PT).

#### **Clima**

Huánuco posee un clima templado y seco con una temperatura promedio de 19°C.

#### 3.2. **Población**

La población estuvo constituida por poblaciones finitas, en un total de 129 árboles (114 del banco de germoplasma de palto nuevo y 15 del banco de germoplasma de palto viejo).

#### 3.3. **Muestra**

La muestra fue de un total de 23 árboles de palto, uno por cultivar (19 del banco de germoplasma de palto nuevo y 4 del banco de germoplasma de palto viejo), las cuales se mencionan en la tabla 2. En cada árbol se realizaron los conteos de los insectos dos veces al día (9 – 12 hr. y 14:30 – 17 hr.) y la observación del número de flores y el número de botones florales se realizaron en tres ramas o panículas de la inflorescencia.

### Unidad de análisis

A nivel de la variable independiente la unidad de análisis fueron los insectos. En el caso de las variables dependientes fue el árbol de palto (por cada cultivar). Los análisis se realizaron con los datos observados de las variables y fueron asociados con los datos de temperatura del ambiente.

**Tabla 2.** *Variedades de palto en el CIFO-UNHEVAL.*

CULTIVO DE PALTO	VARIETADES
Banco de germoplasma nuevo	Hass
	Nabal negra
	Campong
	Molina
	Collin red
	Nabal verde
	Nabal azul
	Zutano
	Bacon
	Queen
	Good friend
	Veronica
	Itzama
	Centro oriental
	Choquett
	Super nabal
	Super fuerte
Fuerte	
Ruicon	
Banco de germoplasma viejo	Duke
	Esparta
	Topa topa
	Mexicana

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.4. Nivel y tipo de estudio**

#### **Nivel de investigación**

La investigación es de alcance explicativo, se explica el patrón de visitas de los taxones de insectos con respecto a la variación de los rasgos de la inflorescencia y flores de los cultivares de palto y el comportamiento de la temperatura (Carabalí *et al* 2018).

#### **Tipo de investigación**

Se realizó una investigación pre-experimental transversal prospectiva de tipo cuantitativo (Rojas 2015). Se aplicó los conceptos de interacción mutualista planta-insectos, diversidad fenotípica de los órganos de las plantas y ecología de insectos. Se analizó los rasgos morfológicos y funcionales de las flores de los cultivares versus el patrón de visitas de los insectos (Valdés 2002 y Carabalí *et al* 2018).

### **3.5. Diseño de investigación**

#### **Esquema del análisis estadístico**

Los datos fueron analizados mediante estadísticos descriptivos, análisis de tablas de contingencia para los datos categóricos y análisis de correlación y/o regresión para explicar el patrón de visitas de los insectos con respecto a la temperatura y los rasgos de las flores.

#### **Datos registrados**

- a) Abundancia de insectos según taxones
- b) Número de flores abiertas
- c) Número de botones florales
- d) Temperatura del ambiente

### **3.6. Métodos, técnicas e instrumentos**

#### **3.6.1. Técnicas**

##### **a) Técnicas bibliográficas**

**Fichaje.** Se utilizaron para construir el marco teórico y las referencias bibliográficas.

### **b) Técnicas de campo**

**Observación.** Permitió visualizar y recolectar insectos directamente del campo.

### **3.6.2. Instrumentos**

#### **a) Instrumentos bibliográficos:**

**Fichas de localización,** Bibliográficos (libros, tesis) y hemerográfica (revistas, periódicos, internet, etc.).

**Fichas de investigación.** Fichas de transcripción y fichas de resumen

#### **b) Instrumento de campo**

**Libreta de campo.** Se utilizó para tomar datos de campo.

**Guía de laboratorio.** Se utilizó para tomar datos del laboratorio.

### **3.6.3. Materiales y equipos**

**a) Materiales.** Libreta de campo, papel bond, lápiz, lapicero, regla, etiquetas, frascos de vidrio, frascos de plástico, plástico color amarillo, fichas de evaluación.

**b) Equipos.** Cámara fotográfica, laptop, memoria USB, lupa 30 x.

**c) Herramientas.** Wincha, Escalera, Red entomológica.

**d) Insumos:** Alcohol de 70°, detergente.

### **3.7. Validación y confiabilidad del instrumento**

Durante las evaluaciones se utilizó las fichas de evaluación (mañana y tarde), para anotar la abundancia de morfoespecies, el número de flores abiertas y el número de botones; también se utilizó la matriz para el estudio de la diversidad alpha.

### **3.8. Procedimiento**

La presente investigación se realizó a través de una secuencia de actividades de campo, laboratorio y gabinete que a continuación se describen cada una de ellas:

#### **3.8.1. Etapa preliminar**

Se realizó la marcación de los árboles en el que se realizaron las observaciones para las variables en estudio (flores e insectos).

### **3.8.2. Etapa de campo**

En esta etapa se realizó las observaciones de las variables en estudio, durante los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto.

#### **Identificación de los cultivares de palto.**

Se realizó la identificación de los cultivares, de las ramas y el respectivo etiquetado de cada cultivar de árbol de palto y se registraron las observaciones, sobre las plantas (enfermas o podadas recientemente).

#### **Reconocimiento de la fauna insectil y floración del palto**

Se tuvo que hacer un primer muestreo de los insectos existentes en el banco de germoplasma de palto y de los cultivares en floración, para poder organizar las fichas de evaluación y de este modo agrupar las morfoespecies halladas, facilitando las próximas evaluaciones (abundancia de insectos, NFA y NBF) en el respectivo cultivo.

#### **Fase de floración y evaluación de poblaciones insectiles**

##### **a. Caracterización de las flores de palto**

En cada cultivar se identificaron tres ramas, en el que se contabilizaron el número de las flores abiertas y el número de los botones florales.

##### **b. Observación de la abundancia de insectos que visitan a los cultivares de palto durante la fase de floración.**

Se realizó evaluaciones de los insectos presentes en los cultivares de palto; mediante fotografías de alta resolución y en las dos horas por día. La frecuencia de observación fue de una vez por semana; para ello se utilizó el método de observación directa, a un árbol por cada variedad, durante 1 – 2 minutos aproximadamente, en las que se contabilizo las morfoespecies de insectos que visitaban las flores y/o inflorescencias durante ese tiempo; para lo cual se tomaron en cuenta los cuadrantes geográficos (norte, sur, este y oeste). Una vez finalizada la evaluación se procedió a la recolección de las morfoespecies con la ayuda de la red entomológica, esto en caso de que no se podía identificar a simple vista.

### **c. Identificación de insectos**

Cuando no se pudo identificar en campo, se colectaron especímenes de cada morfoespecie para hacer la identificación correspondiente de los taxones al cual pertenece. Las muestras fueron analizadas y categorizadas con ayuda de las claves taxonómicas de (Triplehorn y Jhonson 2005).

La clasificación taxonómica de los insectos se realizó mediante análisis de las fotografías y la visualización de los videos, se determinó los órdenes, familias y género de insectos visitantes, así como las abundancias.

#### **3.8.3. Trabajo en gabinete**

##### **Procesamiento de datos**

Se elaboró una base de datos para ser analizada utilizando las funciones de los paquetes `vegan`, `BiodiversityR`, `adespatial`, `plyr`, `RColorBrewer`, `tidyverse`, `sf`, `SpadeR`, `iNEXT`, `reshape2`, `stringr`, `sp`, `corr`, `foreign`, `PerformanceAnalytics`, `psych`, `ggplot2`, `ggrepel`, `RColorBrewer`, `httr` y `ggpubr` del programa estadística RStudio. Los resultados se muestran en tablas y gráficos.

#### **3.9. Tabulación y análisis de datos**

Los datos fueron organizados en una matriz de comunidad de las especies (morfoespecies) de insectos, cuyo esquema se presenta en el Anexo 1, matriz utilizada para el estudio de la diversidad alpha. Además, se generó una matriz ambiental de la abundancia de especies según taxones a nivel de orden, los rasgos de floración y la temperatura ambiente. A partir de esta matriz de comunidad se generaron tres matrices (comunidad de insectos por variedad, comunidad de insectos por meses y comunidad de insectos según horario de visita en el día luz). Con el estudio estas matrices se realizaron los estudios de diversidad y caracterización de los patrones de diversidad de insectos que visitan a las flores de las variedades de palto del CIFO.

A partir de la matriz de comunidad de insectos se generaron las entropías de Renyi (índices de entropía de Shannon (H), el inverso de Simpson ( $1/\lambda$ ), equidad de Pielou) y las ratios de Hill ( $N_0$ ,  $N_1$  y  $N_2$ ), Con las entropías de Renyi y los números de diversidad de Hill (diversidad sin sesgos)

se generó una matriz de correlaciones, luego el estudio de la diversidad alfa se prosiguió a través de los métodos de rarefacción extrapolación para corroborar la eficiencia del muestreo.

La caracterización de la diversidad de especies entre variedades de palto, los meses de estudio y el horario de visita de los insectos a las flores del palto, se realizaron mediante las ratios de Hill y los métodos de rarefacción-extrapolación. Finalmente utilizando la matriz ambiental, se relacionó mediante el coeficiente de Spearman, las abundancias de los taxones con las variables de floración y temperatura ambiente.

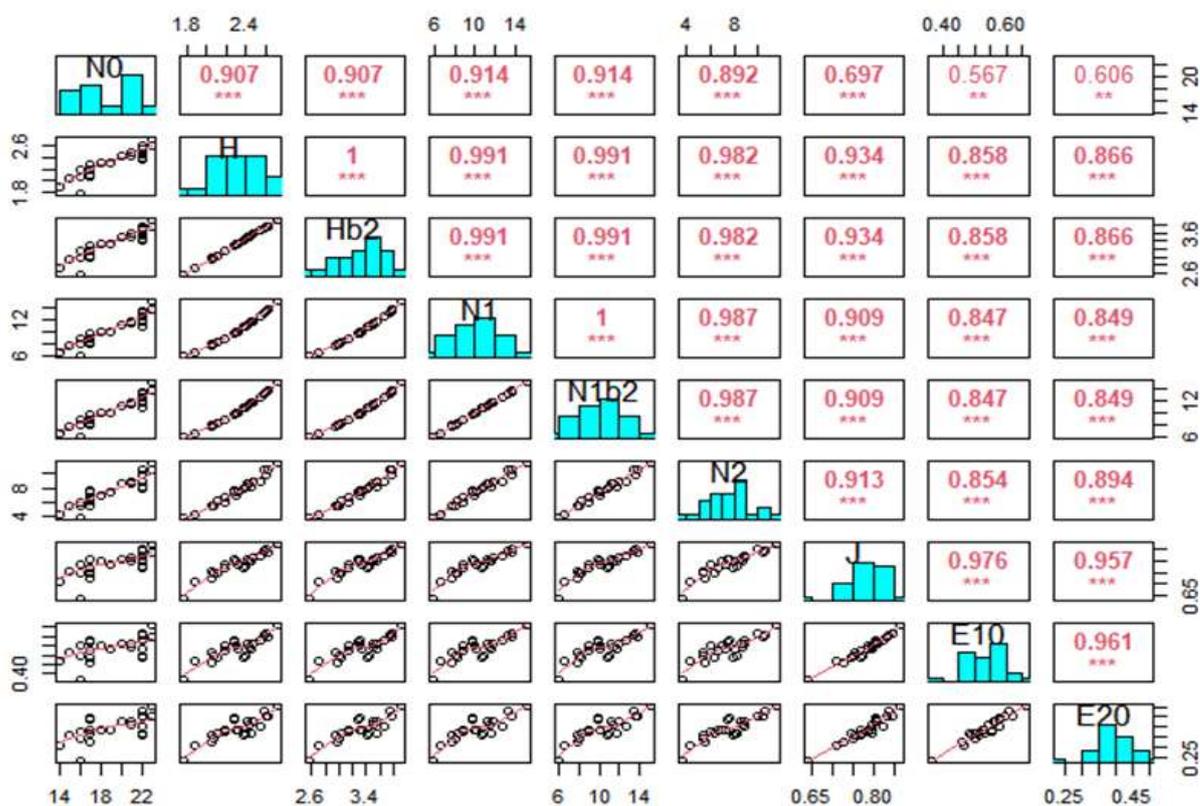
### **3.10. Consideraciones éticas**

El presente trabajo de investigación, respecto a los aspectos éticos protege en primer lugar, la propiedad intelectual de los autores, con respecto a las teorías y conocimientos, citándolos adecuadamente. En segundo lugar se contó con previo autorización para el ingreso para la ejecución de la tesis. Durante el tiempo que duro las evaluaciones no se ha realizado ninguna manipulación genética ni a los insectos, ni a las plantas. Y por último la información obtenida del trabajo realizado en la evaluación en el cultivo de palto se ha mantenido en reserva únicamente para fines de informe de la presente tesis.

## IV. RESULTADOS

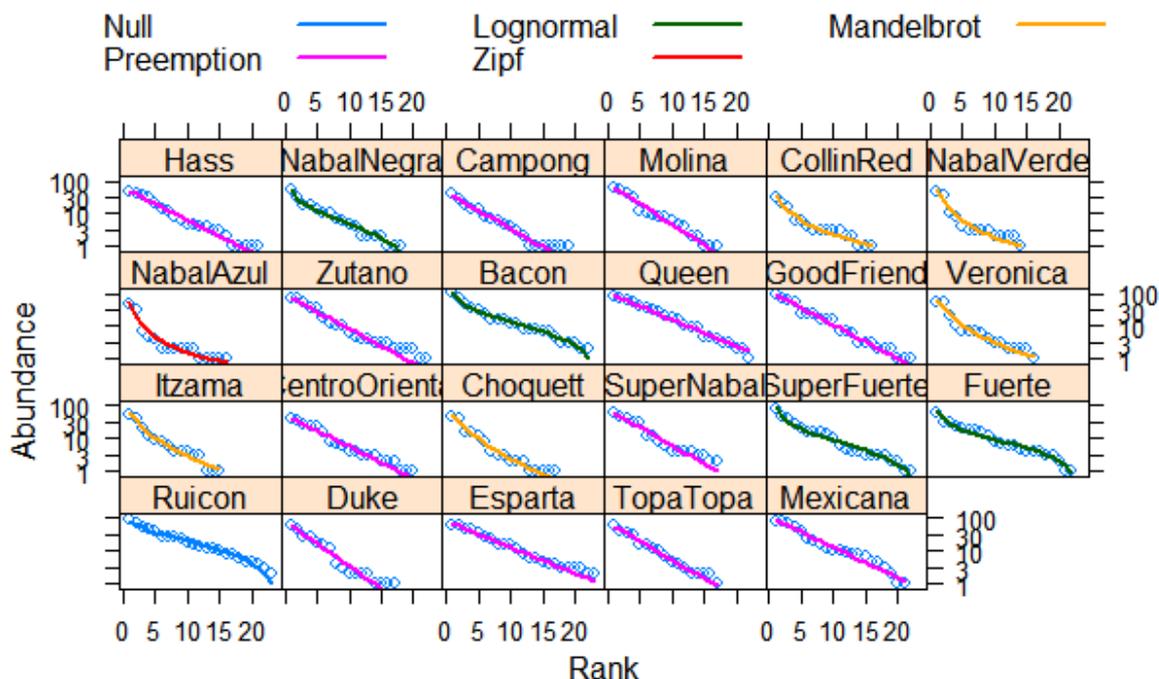
### 4.1. Diversidad alpha de insectos polinizadores de palto.

Se generó una matriz de índices, entropías y equidades de la diversidad de insectos (Anexo 2). Luego de realizar la matriz de correlación de Pearson, se encontró que existen altas y perfectas correlaciones entre los índices de Renyi ( $H_\alpha$ ) y de Hill ( $N_\alpha$ ) (Figura 2). Las ratios del componente de equidad Hill ( $E_1$  y  $E_2$ ) presentaron menores coeficientes de correlación con  $N_0$ , incluso menores que la correlación de  $J$  y  $N_0$ , lo que estaría evidenciado que los componentes de riqueza y equidad de los insectos muestreados serían comparables para las dimensiones variedades de palto, horario de actividad de insectos y funcionalidad de las flores (mañana y tarde), y los cinco meses de estudio; así mismo se estudió su relación con la floración del palto.



**Figura 2.** Matriz de correlación de Pearson de los índices de diversidad de Renyi y Hill. \*\*significativa para un error Tipo I al 95% de confianza ( $\alpha = 0.05$ ) y \*\*\* significativa para un  $\alpha = 0.01$ .  $N_0$  = entropía 0 de Renyi,  $H$  = entropía 1 de Renyi (entropía de Shannon),  $Hb2$  = entropía de Shannon en base 2,  $N1$  = número de Hill 1,  $Nb2$  = número de Hill en base 2,  $N2$  = número de Hill 2,  $E1$ : equidad de Shannon y  $E2$  = equidad de Simpson.

Los modelos de abundancia de las especies de insectos muestreados sugieren que habría mayor equidad en las variedades Ruicon, Bacon, Fuerte, Nabal Negra y Super Fuerte, puesto que para ellos se cumple el supuesto de normalidad, aunque los conglomerados de muestreo pueden no cumplir con el supuesto de independencia debido a la actividad que tienen los insectos con durante el tiempo de muestreo.



**Figura 3.** Modelos de abundancia de las especies de insectos observados en las inflorescencias del palto. Para las variedades que resultaron null o lognormal habría mayor equidad de insectos ( $E_1$  y  $E_2$ ), es decir habrá un mejor ajuste hacia la distribución lognormal o nulo.

La variedad con menor riqueza específica de insectos resultó Nabal Verde (14 especies de un total de 24), mientras que Esparta y Ruicon con mayores riquezas (23 especies cada una). La abundancia de insectos en la variedad más pobre (Nabal Verde) no fue la menor (125 individuos) y las variedades más ricas presentaron abundancias de 418 para Esparta y 534 para Ruicon. La riqueza en la variedad con menor abundancia (Collin Red) fue 16 y en la de mayor abundancia 23 especies. En otras palabras, el rango de abundancia varió desde 108 individuos en la variedad Collin Red hasta 534 en la variedad Ruicon, esta última también presentó los índices de diversidad de Shannon, Gini-Simpson e inverso de Simpson más altos (Tabla 3), en

comparación a la variedad Nabal Azul que presentó los índices más bajos. La diversidad de Shannon total resultó 2.543 y el máximo 2.719.

**Tabla 3.** *Índices de diversidad de insectos según variedades de palto del CIFO.*

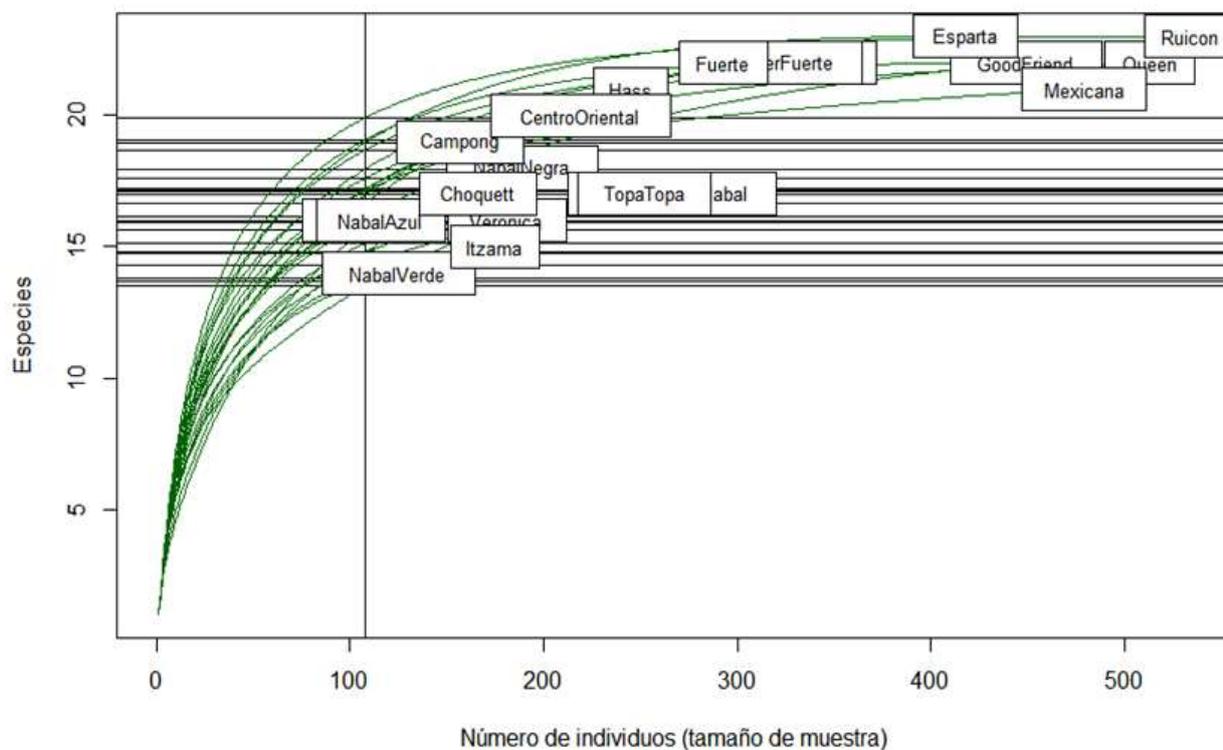
Variedad	Riqueza	Abundancia	Shannon	Gini-Simpson	Inverso de Sipson	Fisher alpha o Logalpha	Berger-Parker	Equidad de Pielou o J. Evenness	Equidad de Buzas-Gibson o E. Eevenness
NabalVerde	14	125	1.874	0.765	4.261	4.042	0.376	0.710	0.465
Itzama	15	175	2.045	0.813	5.355	3.928	0.320	0.755	0.515
CollinRed	16	108	2.179	0.834	6.006	5.191	0.306	0.786	0.553
NabalAzul	16	116	1.766	0.724	3.629	5.031	0.431	0.637	0.366
Veronica	16	181	2.079	0.816	5.423	4.235	0.282	0.750	0.500
Choquett	17	166	2.054	0.816	5.444	4.744	0.301	0.725	0.459
Duke	17	232	2.109	0.840	6.240	4.225	0.267	0.744	0.485
Molina	17	262	2.183	0.848	6.561	4.066	0.252	0.770	0.522
SuperNabal	17	281	2.284	0.868	7.553	3.980	0.217	0.806	0.577
TopaTopa	17	252	2.279	0.866	7.476	4.115	0.234	0.805	0.575
NabalNegra	18	189	2.298	0.856	6.956	4.892	0.291	0.795	0.553
Campong	19	157	2.313	0.862	7.269	5.657	0.261	0.785	0.532
CentroOriental	20	219	2.418	0.884	8.597	5.354	0.196	0.807	0.561
Hass	21	245	2.430	0.884	8.626	5.499	0.184	0.798	0.541
Mexicana	21	479	2.471	0.888	8.917	4.487	0.182	0.812	0.564
Bacon	22	438	2.542	0.887	8.869	4.880	0.231	0.822	0.577
Fuerte	22	293	2.612	0.900	9.949	5.511	0.222	0.845	0.619
GoodFriend	22	449	2.395	0.877	8.150	4.846	0.218	0.775	0.499
Queen	22	513	2.590	0.906	10.609	4.673	0.154	0.838	0.606
SuperFuerte	22	324	2.461	0.876	8.069	5.337	0.259	0.796	0.533
Zutano	22	348	2.373	0.873	7.855	5.220	0.198	0.768	0.488
Esparta	23	418	2.618	0.905	10.507	5.237	0.156	0.835	0.596
Ruicon	23	534	2.719	0.913	11.540	4.892	0.178	0.867	0.659

La rarefacción para la variedad más pobre riqueza estimada la variedad más pobre, todas las posibles combinaciones de las abundancias de los insectos asociadas con las flores de las variedades de palto. En la columna riqueza rarificada de la Tabla 4, se presentan las riquezas estimadas siempre y cuando se hubiese muestreado sólo 108 individuos (criterio de variedad Collin Red de menor abundancia) en cada una de las variedades, estas riquezas rarificadas representan las riquezas de las variedades independientemente de las riquezas observadas. En la Figura 4 se presentan las curvas de las riquezas esperadas de insectos asociados con las flores de las variedades de palto del CIFO con un esfuerzo menor de muestreo de individuos observados en la variedad Collin Red (línea vertical de la figura),

siendo el rango de las riquezas de 13 especies en la variedad Duke hasta un máximo de 20 en la variedad Ruicon.

**Tabla 4.** Riqueza de insectos rarificados con base a la variedad de palto del CIFO que presentó menor abundancia.

Variedad	Riqueza observada	Variedad	Riqueza rarificada	Variedad	Riqueza observada	Variedad	Riqueza rarificada
Nabal Verde	14	Duke	13	Centro Orier	20	Campong	17
Itzama	15	Itzama	14	Hass	21	Zutano	17
Collin Red	16	Nabal Verde	14	Mexicana	21	Mexicana	17
Nabal Azul	16	Molina	14	Zutano	22	Centro Orié	17
Veronica	16	Topa Topa	15	Bacon	22	Hass	17
Molina	17	Veronica	15	Queen	22	Queen	18
Choquett	17	Choquett	15	Good Friend	22	Super Fuer	18
Super Nabal	17	Super Nabal	15	Super Fuerte	22	Bacon	19
Duke	17	Nabal Azul	16	Fuerte	22	Esparta	19
Topa Topa	17	Nabal Negra	16	Ruicon	23	Fuerte	19
Nabal Negra	18	Collin Red	16	Esparta	23	Ruicon	20
Campong	19	Good Friend	16				



**Figura 4.** Curva de rarefacción de insectos para las variedades de palto del CIFO.

Según el método de Chao, la riqueza máxima estimada de especies en la comunidad de insectos asociados con las flores de las variedades de palto del CIFO resultó  $24 \pm 0.0$ , que viene a ser la misma riqueza observada. Esta riqueza estimada indica que el esfuerzo de muestreo realizado fue grande que permitió observar la riqueza total de especies de la comunidad de insectos, y por lo tanto no se encontrarían nuevas especies en nuevos muestreos; en otras palabras, la muestra observada representa la riqueza completa (100%) de la comunidad de insectos estudiada o también se puede decir que la completitud o cobertura del universo de insectos mediante el muestreo ha sido lograda. Los métodos de Jackknife (orden 1 y 2) y Bootstrap también estimaron las mismas riquezas que el método Chao.

La estimación de la riqueza de especies, así como la rarefacción y extrapolación de dichas especies, mediante métodos asintóticos no paramétricos, se realizó considerando las especies raras ( $K = 20$ ) en la comunidad observada ( $D$ ) para un total de 6504 individuos de 24 especies de insectos. Se encontró un coeficiente de variación ( $CV = 1.265$ ) y una completitud ( $C = 1$ ) para la integralidad de los datos de la muestra de abundancia de insectos en las variedades de palto. Los valores estimados para las especies raras y abundantes se presentan en la Tabla 5. Ningún método sugirió que pueden aparecer nuevas especies de insectos en los muestreos de la comunidad de 24 especies (Anexo 3).

**Tabla 5.** *Riqueza de la comunidad insectos estimada mediante métodos asintóticos no paramétricos*

Variable		Value
Número de individuos observados por grupo raro	n_raro	39
Número de especies observadas por grupo raro	D_raro	2
Estimación de la cobertura de la muestra para el grupo raro	C_raro	1
Estimación de CV para grupo raro en ACE	CV_raro	0
Estimación de CV1 para grupo raro en ACE-1	CV1_raro	0
Número de individuos observados por grupo abundante	n_abundancia	6465
Número de especies observadas por grupo abundante	D_abundancia	22

Nota: CV = coeficiente de variación, ACE = estimador de cobertura basado en la abundancia (sigla en inglés), ACE-1 = ACE modificado para casos heterogéneos.

Las interpolaciones por rarefacción de la muestra indican que la muestra de especies observadas en la comunidad de insectos está bien realizada y completa e incluso haciendo dos veces el muestreo realizado en el estudio no se encontraría prácticamente especies raras de insectos en las variedades de palto, en el contexto del estudio realizado. Así mismo, las extrapolaciones para la completitud de la muestra, indica que incluso con la mitad del esfuerzo de muestreo, es decir con 3252 individuos de insectos observados se tendría todas las especies cubiertas en las 23 variedades de palto del CIFO (Tabla 6).

**Tabla 6.** *Diversidad estimada de insectos con muestras rarificadas y extrapoladas.*

Muestra	Abundancia	Método	Orden	qD	qD_LI-IC	qD_LS-IC	SC	SC_LI-IC	SC_LS-IC
1	1	Interpolado	0	1	1	1	10.108	0.105	0.111
100	3252	Interpolado	0	24	24	24	1.000	1.000	1.000
200	6504	Observado	0	24	24	24	1.000	1.000	1.000
300	9740	Extrapolado	0	24	24	24	1.000	1.000	1.000
400	13008	Extrapolado	0	24	24	24	1.000	1.000	1.000

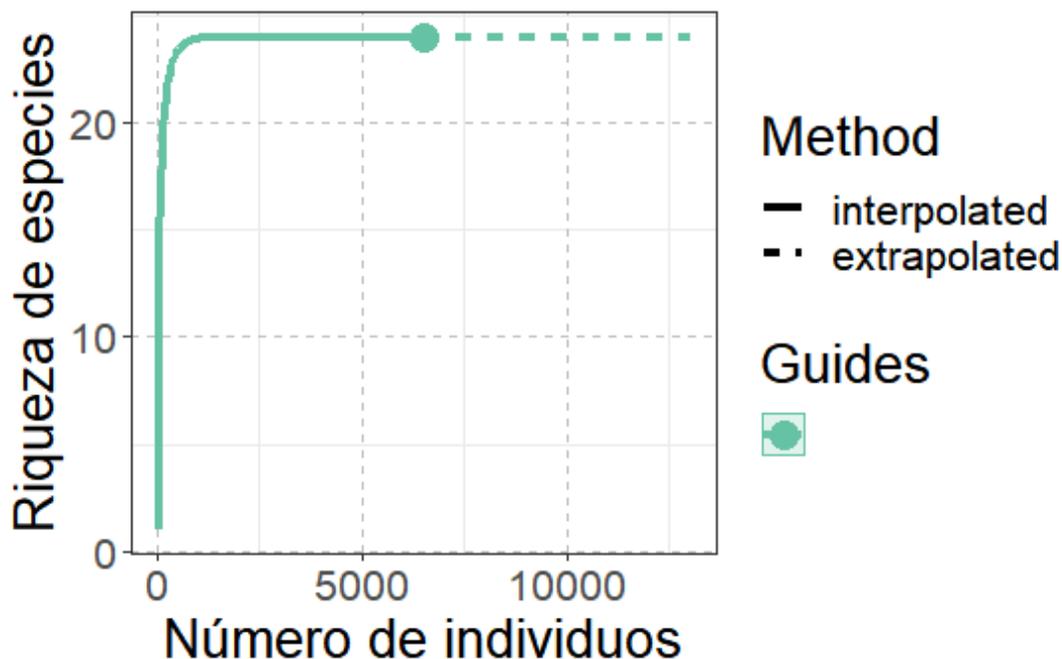
Nota: qD = riqueza observada, LI-IC = límite inferior del intervalo de confianza, LS-IC = límite superior del intervalo de confianza, SC = completitud de la muestra.

La riqueza de especies y los índices de diversidad de Shannon y el inverso de Simpson para el doble de muestra son prácticamente los mismos en comparación a los obtenidos con la muestra observada (Tabla 7), que corroboran entonces que no vale la pena incrementar el esfuerzo de muestreo en las unidades de estudio. La curva de acumulación de las especies de insectos rarificados y extrapolados muestra que se alcanzó la asíntota (Figura 5)

**Tabla 7.** *Diversidad asintótica estimada de insectos y estadísticos relacionados.*

Índice de diversidad	Observado	Estimado	ES estimado	LI-IC (95%)	LS-IC (95%)
Riqueza de especies	24	24	0.0	24	24
Diversidad de Shannon	12.60	12.63	0.15	12.60	12.91
Diversidad de Simpson	9.22	9.23	0.13	9.22	9.48

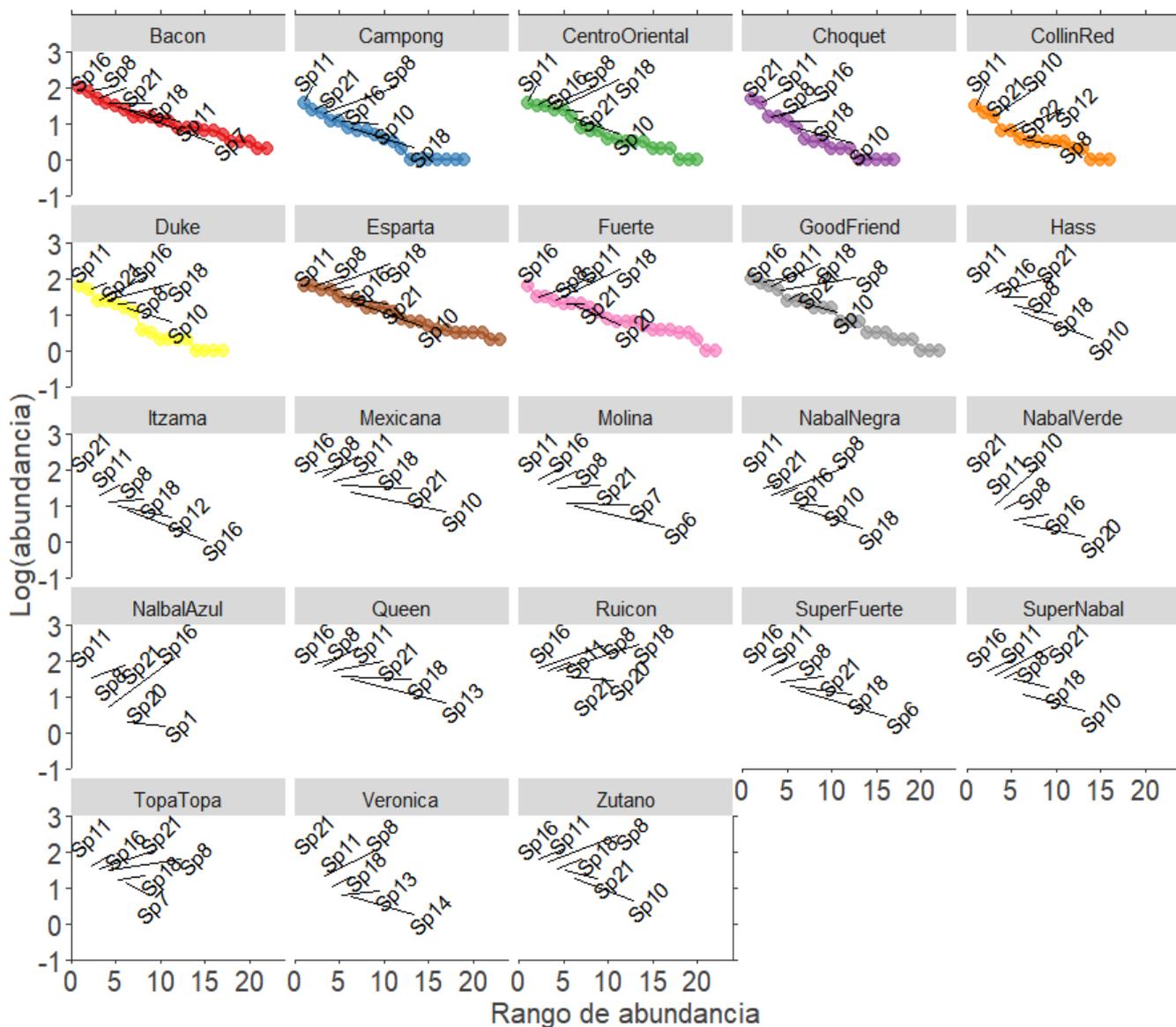
Nota: LI-IC = límite inferior del intervalo de confianza, LS-IC = límite superior del intervalo de confianza.



**Figura 5.** Curva de acumulación de especies rarificadas y extrapoladas en función a las abundancias de individuos de insectos de las variedades de palto del CIFO.

#### 4.2. Relación de la diversidad y patrones de insectos con la floración de los cultivares de palto.

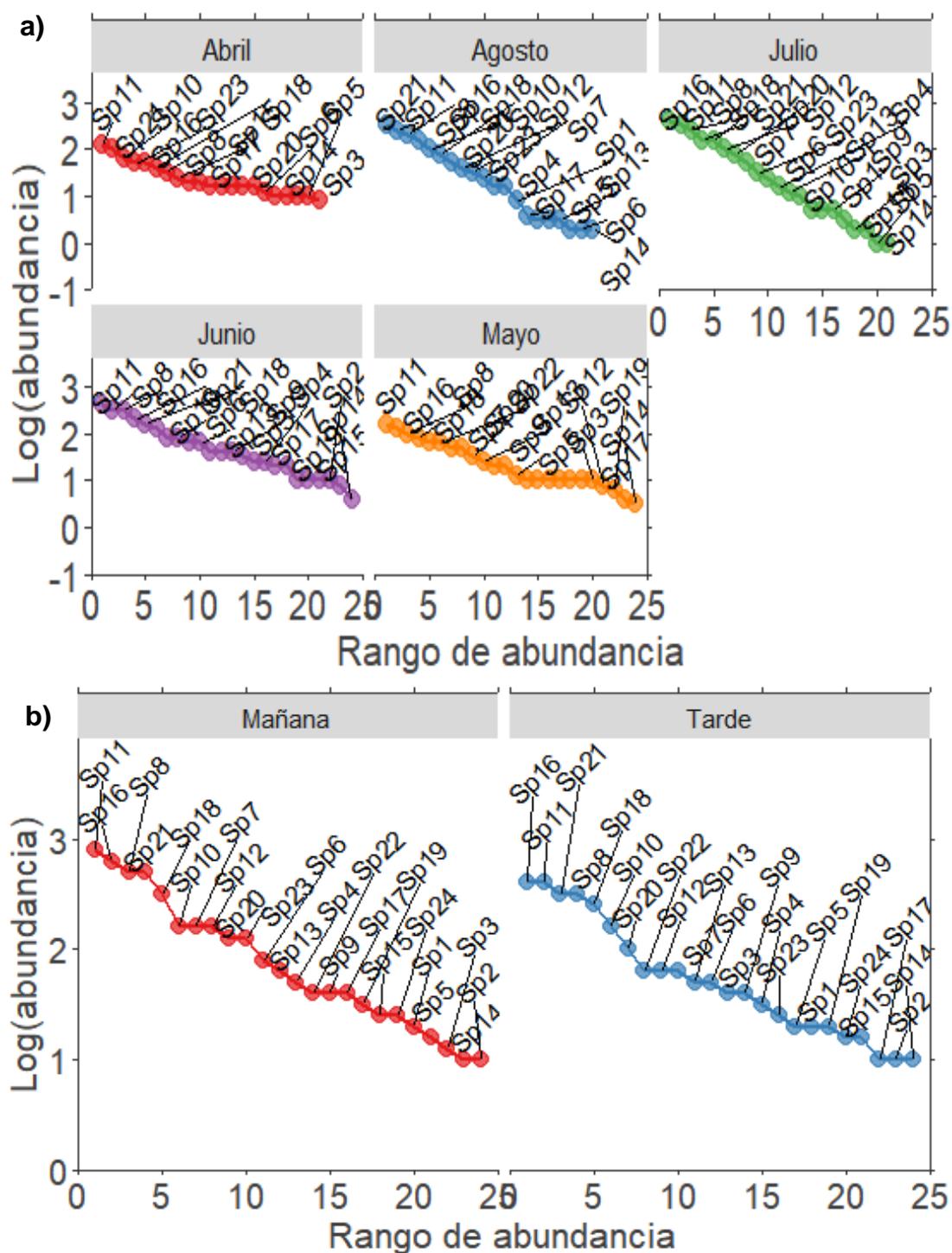
Las curvas de dominancia de Whittaker o curvas de rango de abundancia muestran la composición de las especies y la abundancia relativa de cada una de las seis especies de insectos más importantes observados en las variedades de palto del CIFO. En 10 variedades (Campong, Centro Oriental, Collin Red, Duke, Esparta, Hass, Molina, Nabal Negra, Nabal Azul y Topa Topa) la especie con mayor abundancia es del género *Musca* (morfoespecie 11); en las otras nueve variedades (Bacon, Fuerte, Good Friend, Mexicana, Queen, Ruicon, Super Fuerte, Super Nabal y Zutano) la especie con mayor abundancia fue del género *Apis* (morfoespecie 16); mientras que en las cuatro variedades restantes (Choquet, Itzama, Nabal Verde y Verónica) la especie de mayor abundancia fue una especie de la familia *Formicidae* (morfoespecie 21). Más detalles de dicha composición y abundancia de los insectos en las variedades de palto se presentan en la Figura 6.



**Figura 6.** Composición y abundancia relativa de especies de insectos de las variedades de palto del CIFO. Sp = morfoespecie.

Entre los cinco meses del estudio realizado, en los meses de abril y agosto las morfoespecies 11 y 21 resultaron con mayor abundancia; mientras que en mayo, junio y julio fueron las morfoespecies 11 y 16 (Figura 7a). Así mismo, según el horario de visita de los insectos a las flores de los árboles, se encontró que en las mañanas hay mayor presencia relativa de la morfoespecie 11 (género *Musca*) y en la tarde de la morfoespecie 16 (género *Apis*); mientras que la morfoespecie 14 (familia *Drosophilidae*) tuvo menor

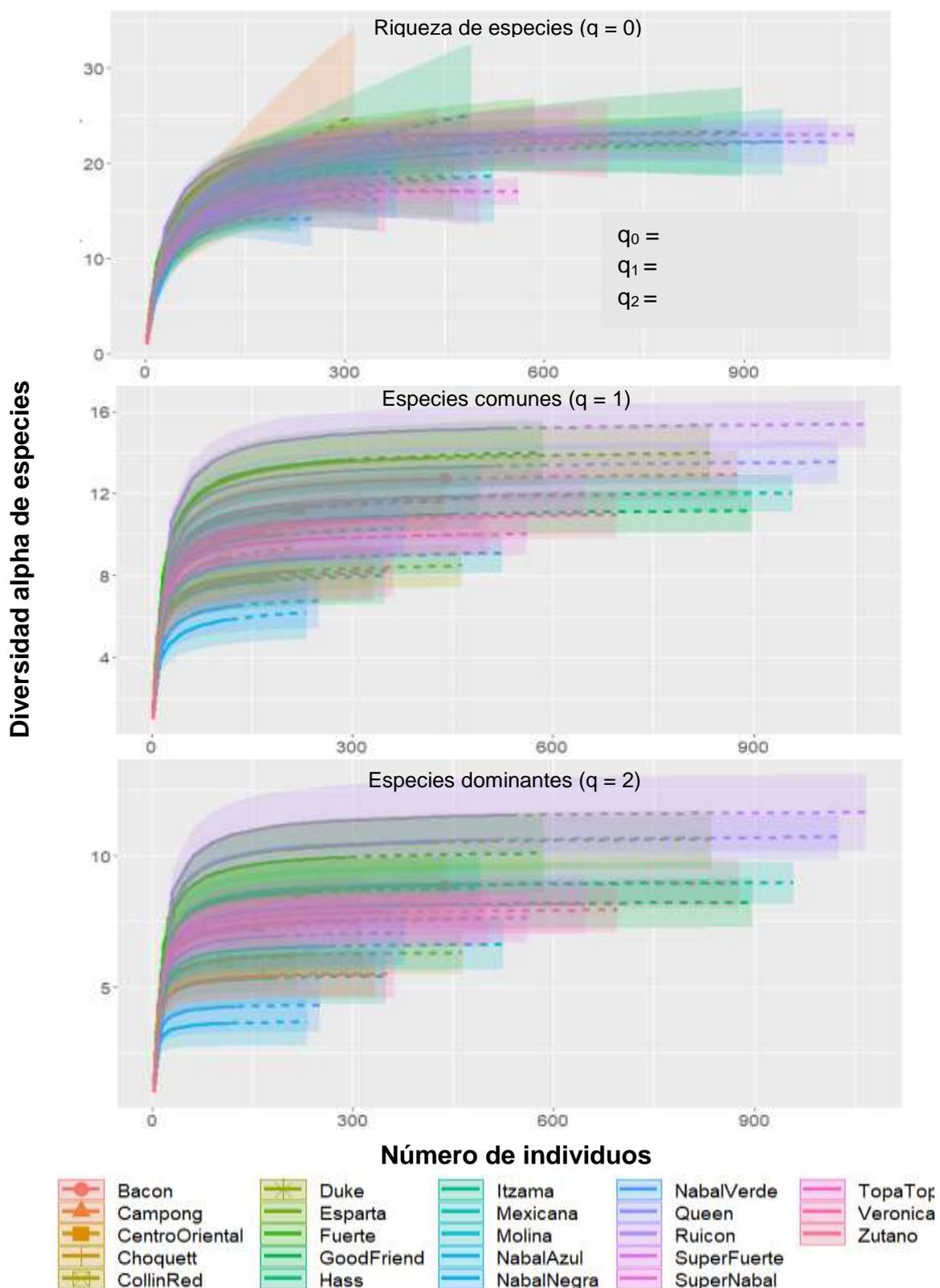
presencia relativa en la mañana y la morfoespecie 2 (familia *Chrysomelidae*) registró menor presencia relativa para la tarde (Figura 7b).



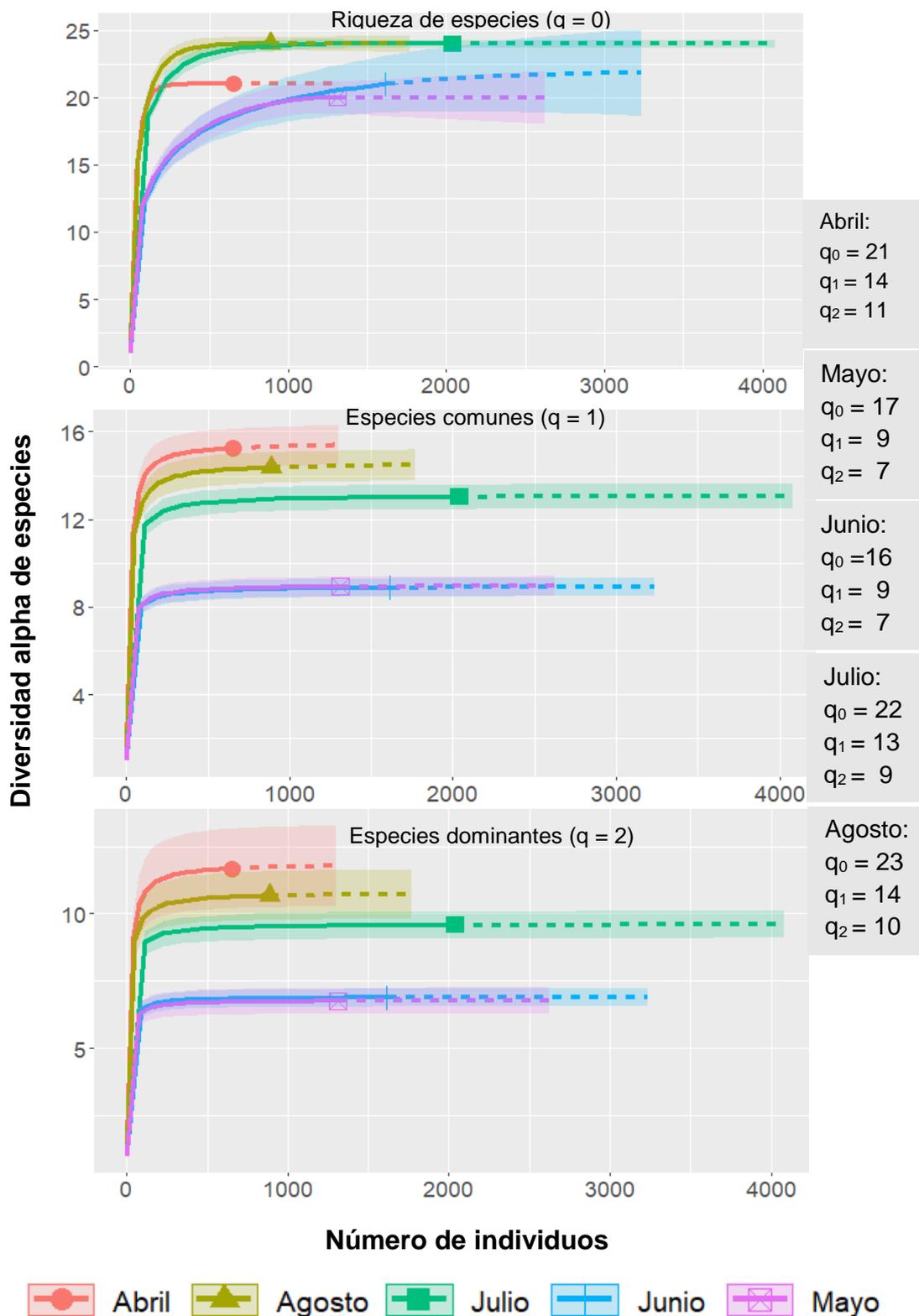
**Figura 7.** Composición y abundancia relativa de especies de insectos según hora de visita y mes de observación en los árboles de palto del CIFO. Sp = morfoespecie.

Los intervalos de las curvas de rarefacción-extrapolación basada en muestras para variedades de palto, meses y horario de visita de insectos a las flores, muestran que existen diferencias significativas para las ratios de Hill, La totalidad de especies de insectos ( $q_0$ ) es menor en las variedades Nabal Verde (14 especies de insectos) con respecto a las variedades Ruicon y Esparta (23 especies de insectos en ambas variedades). Duplicando la muestra se encontraría una clara diferencia de especies comunes ( $q_1$ ) entre las variedades Nabal Negra y Nabal Verde en comparación a las variedades Queen y Ruicon. Para las especies dominantes ( $q_2$ ) de insectos también se encontró patrones similares, en este caso basado en la interpolación (Figura 8).

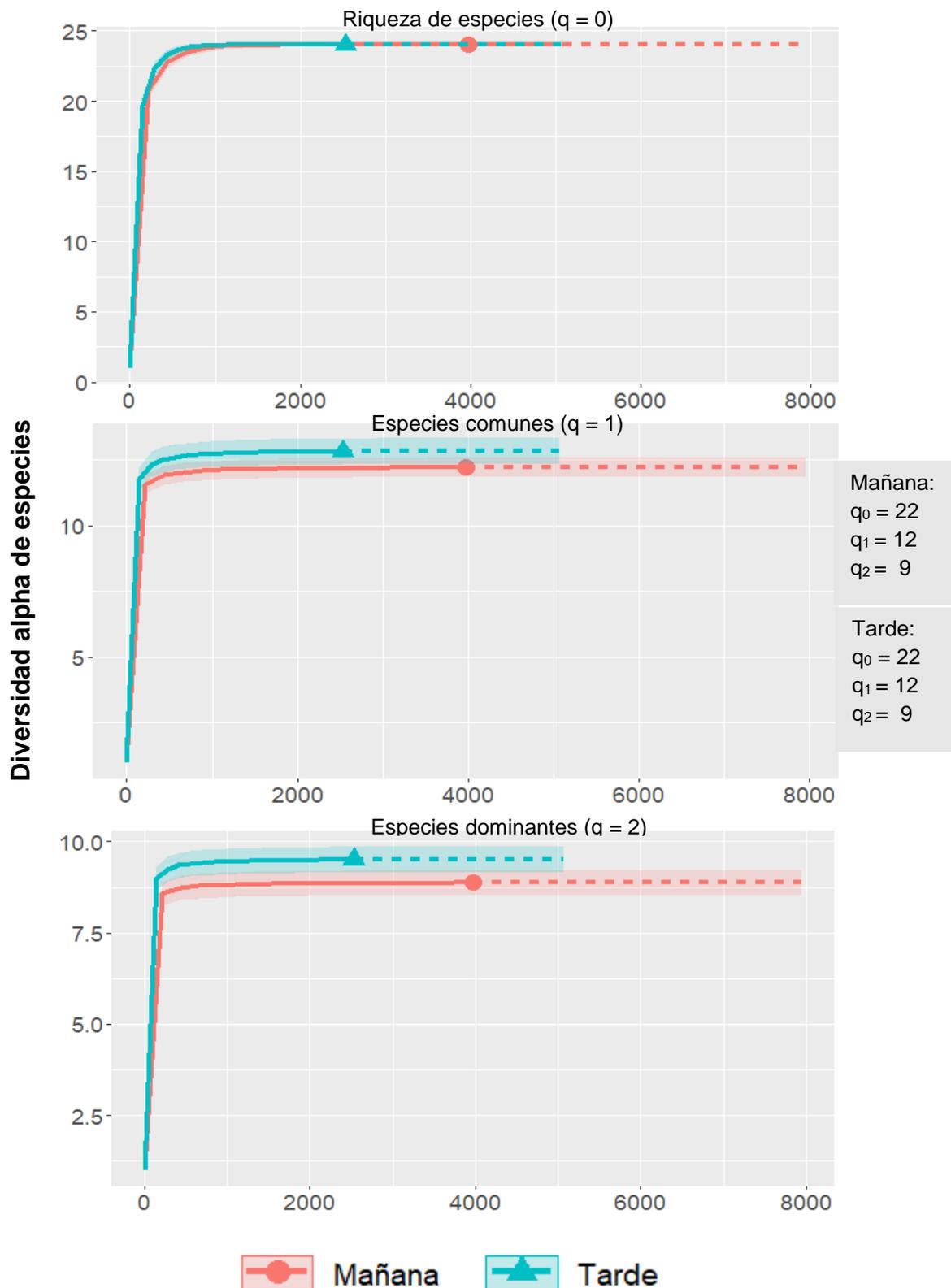
Entre los cinco meses de estudio, para  $q_0$  no se encontró diferencias sustanciales, mientras que para  $q_1$  y  $q_2$  se aprecia diferencias claras (Figura 9), menor diversidad de insectos comunes y dominantes entre los meses mayo y junio (sin diferencias estadísticas), especies comunes y dominantes en niveles medios en los meses de julio y agosto, con diferencias estadísticas significativas con respecto a los meses de mayo y junio. La mayor diversidad de insectos comunes y dominantes se encontró para el mes de abril. Las curvas de interpolación-extrapolación para horarios de visita de los insectos a las flores de las variedades de palto (mañana y tarde) no se encontraron diferencias estadísticas significativas para  $q_0$ ,  $q_1$  ni  $q_2$  (Figura 10). En el Anexo 4, se presentan las coberturas de muestras y las ratios de Hill estimados para las tres variables de estudio: variedad, mes y horario. El rango de la cobertura de muestras fue de 0.96 a 1.00.



**Figura 8.** Curvas de la diversidad alpha de insectos que visitan las flores de las variedades de palto del CIFO. Las líneas continuas indica interpolación y las discontinuas indican extrapolación hasta el doble de muestras observadas.

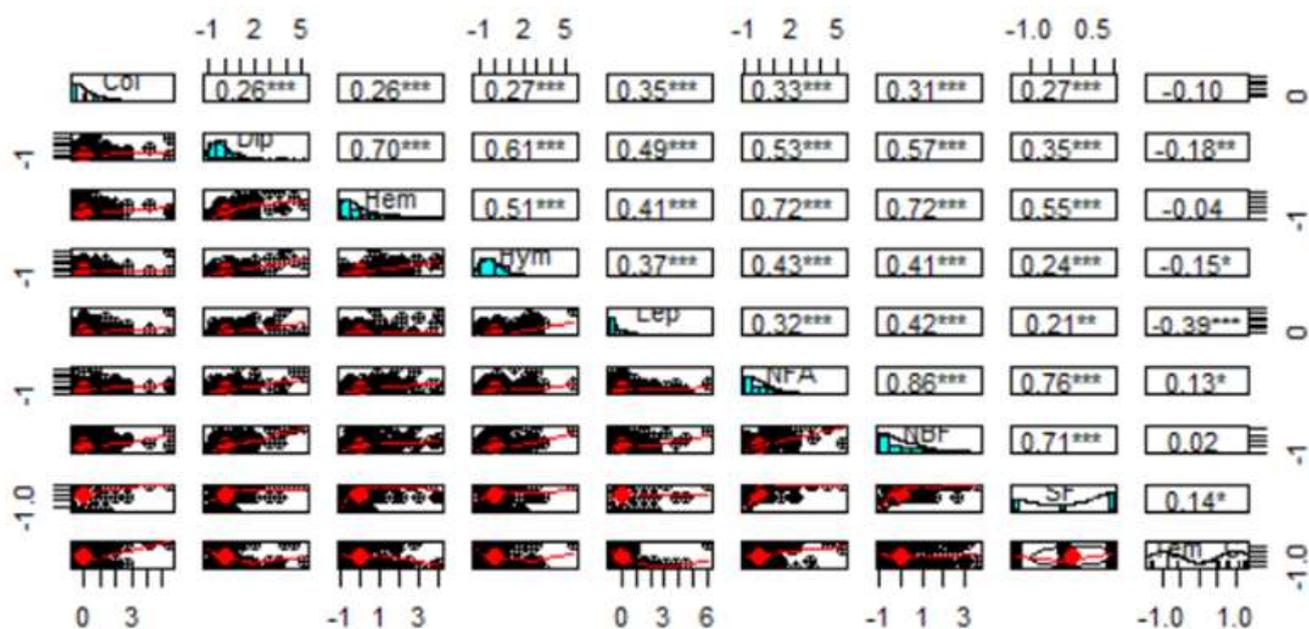


**Figura 9.** Curvas de la diversidad alpha de insectos que visitan las flores de las variedades de palto del CIFO según meses. Las líneas continuas indica interpolación y las discontinuas indican extrapolación hasta el doble de muestras observadas.



**Figura 10.** Curvas de la diversidad alpha de insectos que visitan las flores de las variedades de palto del CIFO según horario. Las líneas continuas indica interpolación y las discontinuas indican extrapolación hasta el doble de muestras observadas.

Se encontró una asociación negativa baja y significativa entre la temperatura del día y la abundancia de los insectos de los taxones Díptera y Lepidóptera, para el resto de los taxones los coeficientes de correlaciones de Spearman fueron casi nulas. Los coeficientes de las correlaciones indican que existan una asociación muy alta entre el NFA y el NBF con los insectos del taxón Hemíptera; también hay una alta asociación positiva de los insectos del orden Díptera con el NFA y NBF, mientras que las asociaciones de estas variables con los insectos de los taxones Coleóptera, Hemíptera y Lepidóptera se encuentran en el rango de moderadas, pero significativas al 1% de error Tipo I (Figura 11).



**Figura 11.** Matriz de coeficientes de correlaciones de Spearman de la abundancia de insectos según el taxón orden y variables de la floración de las variedades de palto del CIFO. Col = Coleóptera, Dip = Díptera, Hem = Hemíptera, Hym = Hymenóptera, Lep = Lepidóptera, NFA = número de flores por árbol, NBF = número de botones florales, SF = sin floración y Tem\_C = temperatura en grados centígrados. \* indica significancia al 5%, \*\* indica significancia al 1%.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Diversidad y abundancia de insectos polinizadores en las variedades de palto.

Los datos de abundancia de insectos hace suponer que la polinización del palto no depende de una sola especie, sino de la diversidad y abundancia de los insectos que sus flores atraen de manera natural, estudios recientes sugieren que los polinizadores están cada vez más amenazados, y varios autores estiman que ha habido reducciones regionales en la abundancia y la diversidad de abejas, así como disminuciones locales de otras poblaciones de polinizadores, como los sírfidos y las mariposas (Carabalí *et al* 2017).

En el presente trabajo de investigación se encontró un total de 6504 insectos que visitan a las flores de las variedades de palto; se encontró una riqueza de 24 morfoespecies pertenecientes a 15 familias de 5 ordenes; la mayor abundancia se registró para los órdenes Diptera con 6 familias: Syrphidae, Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Tachinidae y Drosophilidae, con (3115 individuos), seguido de Hymenoptera con 4 familias: Apidae, Vespidae, Formicidae y Braconidae con (2922 individuos).

La variedad con menor riqueza específica de insectos resultó Nabal Verde (14 especies de un total de 24), mientras que Esparta y Ruicon con mayores riquezas (23 especies cada una). La abundancia de insectos en la variedad más pobre (Nabal Verde) no fue la menor (125 individuos) y las variedades más ricas presentaron abundancias de 418 individuos para Esparta y 534 para Ruicon. La riqueza en la variedad con menor abundancia (Collin Red) fue 16 y en la de mayor abundancia 23 especies. En otras palabras, el rango de abundancia varió desde 108 individuos en la variedad Collin Red hasta 534 en la variedad Ruicon, esta última también presentó los índices de diversidad de Shannon, Gini-Simpson e inverso de Simpson más altos, en comparación a la variedad Nabal Azul que presentó los índices más bajos.

Mientras que Carabalí (2018) en un estudio realizado en 2 parcelas menciona que las flores de cv. Hass son visitadas en mayor número por insectos que pertenecen a los órdenes: Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera y Lepidoptera; donde registró a 31 familias con un total de 974 individuos; siendo el orden Hymenoptera, de la familia Apidae que obtuvo el mayor porcentaje de acuerdo con su abundancia, seguido de Vespidae y Formicidae; considerando a *Apis mellifera* con mayor abundancia; y con respecto al orden Díptera destacan las familias: Syrphidae, Calliphoridae, Tachinidae y Muscidae; mientras que la especie más representativa de Coleóptera fue *Macrodactylus subspinosus* Fabricius; pero los insectos de los órdenes Hemiptera y Lepidóptera resultaron son menor abundancia.

Por su parte Ish-Am y Castañeda (1996); manifiestan que durante las evaluaciones observó una gran cantidad de especies de insectos visitan a la flor del palto; los mismos que fueron identificados, y clasificados perteneciendo a 3 órdenes, 12 familias y 21 especies; aunque algunos especies son consideradas polinizadores eficientes de la zona, *Apis mellifera* L. fue la especie que más resalto.

## **5.2. Relación de la diversidad y patrones de insectos con la floración de los cultivares de palto.**

Entre los cinco meses del estudio realizado, en los meses de abril y agosto las morfoespecies 11 y 21 resultaron con mayor abundancia; mientras que en mayo, junio y julio fueron las morfoespecies 11 y 16. Así mismo, según el horario de visita de los insectos a las flores de los árboles, se encontró que en las mañanas hay mayor presencia relativa de la morfoespecie 11 (género *Musca*) y en la tarde de la morfoespecie 16 (género *Apis*); mientras que la morfoespecie 14 (familia *Drosophilidae*) tuvo menor presencia relativa en la mañana y la morfoespecie 2 (familia *Chrysomelidae*) registró menor presencia relativa para la tarde.

La totalidad de especies de insectos es menor en las variedades Nabal Verde (14 especies de insectos) con respecto a las variedades Ruicon y Esparta (23 especies de insectos en ambas).

Entre los cinco meses de estudio, para la riqueza de especies no se encontró diferencias importantes, mientras que para especies comunes y especies dominantes se aprecia diferencias claras, menor diversidad de insectos comunes y dominantes entre los meses mayo y junio (sin diferencias estadísticas), especies comunes y dominantes en niveles medios en los meses de julio y agosto. La mayor diversidad de insectos comunes y dominantes se encontró para el mes de abril. Las curvas de interpolación-extrapolación para horarios de visita de los insectos a las flores de las variedades de palto (mañana y tarde) no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

En un estudio realizado por Carabalí B, *et al.* (2018), se realizó evaluaciones semanalmente; obteniendo mayor abundancia en el orden de los Dípteros con una riqueza de 4 especie, mientras que los insectos presentaron mayor visita a las flores entre (10:30 y 14:30 h); a través de este estudio se puede concluir, que existe una alta diversidad de dípteros que están asociados a la floración del palto, que pueden contribuir a la dispersión del polen (polinización) y diversas funciones biológicas.

Yarita (2014), señala que la temperatura no solo afecta la actividad de los insectos, también afecta en el patrón de apertura floral y por ende la polinización; en días cálidos (mayor a 20°C), las etapas de floración inician más temprano y en días fríos se retrasa la apertura, retrasando las demás etapas; en este estudio se observó que al iniciar los conteos a las 9:00 h, la cantidad de flores abiertas era escasa y la temperatura oscilaba los  $\pm 19^{\circ}\text{C}$  y al ser las 11:00 h, la cantidad aumentó. Por otra parte, en el estudio de (Jiménez, 2016) en las primeras horas de la mañana, la cantidad de visita fue bajo, conforme avanzó el día y las condiciones se tornaron más cálidas *A. mellifera* mostró un aumento, tanto así el mayor número de individuos se observó entre las 15:00 h.

Se encontró una asociación negativa baja y significativa entre la temperatura del día y la abundancia de los insectos de los taxones Díptera y Lepidóptera. Los coeficientes de las correlaciones indican que existen una asociación muy alta entre el Numero Flores Abiertas y el Numero de Botones

Florales con los insectos del taxón Hemíptera; también hay una alta asociación positiva de los insectos del orden Díptera con el NFA y NBF, mientras que las asociaciones de estas variables con los insectos de los taxones Coleóptera, Hemíptera y Lepidóptera se encuentran en el rango de moderadas pero significativas al 1% de error.

Asimismo, para este estudio se tomó en cuenta la temperatura para las cinco fechas de evaluación, pudiendo detallarse a grandes rasgos de la siguiente manera, a partir de las 9:00 h rondó los 18 °C y mientras que para las 11:00 hubo un aumento de 2 a 3°C, obteniendo los 20°C, así como también la cantidad de flores abiertas; hacia el mediodía alcanzo los 23°C; y para las 17:00 h presentó una disminución de 3-4°C, logrando estar  $\pm 18^\circ\text{C}$ . Se ha demostrado que las condiciones climáticas tienen un efecto sobre el desempeño de *A. mellifera* y así lo señala (Lara, 2014).

Por su parte Valdés (2002), “la cantidad de abejas u otros insectos está relacionada en forma significativa con el número de flores, durante este estudio se pudo observar que, a mayor número de flores abiertas, se observó numerosas visitas de insectos.”

## CONCLUSIONES

Con base al estudio realizado se concluye lo siguiente:

Existe una gran diversidad de especies de insectos asociados a la floración del palto, identificando 24 morfoespecies, mientras que los órdenes Díptera, Hymenóptera y Coleóptera son los más abundantes.

El cultivo de palto posee la diversidad de Shannon-Weaver con un índice total de 2.543 y el máximo 2.719, con una riqueza de 24 morfoespecies y 6 504 individuos, distribuidos en 5 órdenes y 15 familias, siendo la familia Muscidae, la que presenta mayor abundancia con 1168 individuos, seguido la familia Apidae con 1058 individuos y la familia Syrphidae con 848 individuos.

Entre los cinco meses del estudio realizado, en los meses de abril y agosto las morfoespecies 11 y 21 resultaron con mayor abundancia; mientras que en mayo a julio fueron las morfoespecies 11 y 16. Así mismo, según el horario de visita de los insectos a las flores de los árboles, se encontró que en las mañanas hay mayor presencia relativa de la morfoespecie 11 (género *Musca*) y en la tarde de la morfoespecie 16 (género *Apis*); mientras que la morfoespecie 14 (familia *Drosophilidae*) tuvo menor presencia relativa en la mañana y la morfoespecie 2 (familia *Chrysomelidae*) registró menor presencia relativa para la tarde.

Sin embargo la variedad con menor riqueza específica de insectos resultó Nabal Verde (14 especies de un total de 24), mientras que Esparta y Ruicon con mayores riquezas (23 especies cada una).

Existen insectos cuyas funciones en los cultivos de palto aún se desconocen, siendo el orden Hemíptera de la familia Reduviidae (morfoespecie 15) encontradas con una abundancia 44 individuos.

## RECOMENDACIONES

En futuras investigaciones sería importante evaluar el comportamiento del orden Hemiptera, ya que durante las evaluaciones se pudo observar posadas en las flores de palto; siendo un indicativo que le atribuye como un posible polinizador o solo formaría parte del agroecosistema del cultivo de palto.

Debido a la cantidad de dípteros encontrados durante este estudio, resultaría interesante evaluar su papel como posible polinizador en el cultivo de palto; ya que según otras fuentes, estos pueden transportar más polen que las abejas y las avispas.

También, se recomienda investigar todas las variedades de palto, independientemente en sus épocas en floración, y así obtener resultados más acordes con cada uno de ellos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaraz, M *et al.* 2019. La importancia de aumentar la diversidad de insectos polinizadores en la productividad del palto. España. 15 p. Consultado 18 nov. 2020. Disponible en <https://www.redagricola.com/cl/insectos-polinizadores-en-la-productividad-del-palto/>
- Bernal, J y Díaz, C. 2005. Tecnología para el Cultivo del Aguacate. Corporación Colombiana de Investigación Agrícola (CORPOICA), Centro de Investigación La Selva, Rio negro, Antioquía. Colombia. Manual Técnico. 241 p.
- Cabezas, C; Hueso, JJ; Cuevas, J. 2003. Identificación y descripción de los estados fenológicos-tipo del aguacate (*Persea americana* Mill.). Actas V Congreso Mundial del Aguacate 741-748. Consultado 05 dic. 2020. Disponible en <https://bit.ly/39TO5j1>
- Cabezas Soriano, C y Cuevas González, J. 2007. Vectores de polinización del aguacate en el Sureste español. Consultado el 23 nov. 2022. Disponible en <http://www.avocadosource.com/WAC6/es/Extenso/3d-150.pdf>
- INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Perú). 2010. El cultivo del palto. 3<sup>ra</sup> ed. Boletín INIA - N° 129. Santiago de Chile. 82 p. Consultado 24 de nov. 2020. Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36902.pdf>
- Carabalí M, A *et al.* 2017. Insectos polinizadores del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en Colombia. Mosquera, Colombia. 97 p. Consultado 04 abril 2021.
- Carabalí B, D *et al.* 2018. Dípteros asociados a la floración del aguacate *Persea americana* Mill cv. Hass en Cauca, Colombia. Colombia. Consultado 15 nov. 2020. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/biota/v19n1/0124-5376-biota-19-01-00092.pdf>

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2020. Datos: Cultivos (en línea). FAOSTAT. Consultado 06 dic. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3hLsqJR>
- Flores F, D. 2014. Cultivo de palto. Manual práctico para productores. Lima, Perú. 55 p.
- Fried AP 1999. Evaluación de la polinización y cuaja en palto (*Persea Americana* Mill.) mediante el uso de *Bombus Terrestris* (Hymenóptera: Apidae) en la localidad de Quillota, V Región. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota, Chile. 94 p.
- Ignacio, S; Mamani, TJ. 2020. Las interacciones entre plantas de palto e insectos en el CIFO de la UNHEVAL. *In* I Congreso Internacional de Agricultura y Desarrollo Sustentable (I AgroS, Huánuco, Perú). Huánuco, Perú.
- Ish-Am, G y *Castañeda* VA. 1996. Insectos polinizadores del aguacate en los estados de México y Michoacán. México. 7 p.
- Ish-Am, G. 2004. Biología de la polinización. Principios de la polinización del palto. 2º Seminario Internacional de paltos, Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. Quillota, Chile. 11 p.
- Jiménez Masis, RM. 2016. Evaluación de los servicios de polinización de *Apis Mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en el cultivo del aguacate (*Persea Americana* Mill. Var. Hass) y su aporte en la producción. San pablo de León Cortés, San José, Costa Rica. Tesis para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional Omar Dengo Heredia. Costa Rica. 128 p.
- Lara RJ. 2014. Influencia de los factores microclimáticos en la actividad de forrajeo de *Bombus spp.*, *Apis mellifera* L. y *Melitta tricincta* Kirby, sobre flores de *Macrosyringion longiflorum* (Lam.) Rothm., en el macizo Cazorla-Segura (Jaén, SE Península Ibérica) (Insecta, Hymenoptera). Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección

de Biología. Barcelona, España. Disponible en: <http://www.rsehn.es/cont/publis/boletines/217.pdf>

Legua Sepúlveda, KA. 2002. Caracterización agronómica del cultivar de palto Isabel (*Persea americana* Mill), para la zona de Quillota, V Región. Región. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota, Chile. 99 p.

Mamani Calcina, TJ. 2019. Diversidad taxonómica y grupos funcionales de la fauna insectil en los cultivos de *Persea americana* Mill., *Mangifera indica* L y *Annona cherimola* Mill. del agroecosistema del CIFO – UNHEVAL, Huánuco 2018. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Huánuco, Perú. 104 p.

Materu, CL. 2019. Insect pollinators diversity in avocado orchard during flowering period in Lushoto district Tanzania (en línea). International Journal of Research – GRANTHAALAYAH 7(12): 20-24. Consultado 05 dic. 2020. Disponible en <https://bit.ly/2RLqA13>

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Perú). 2018. Requerimientos agroclimáticos del cultivo de palto. Lima – Perú.

Monzón, VA; Avendaño-Soto, P; Araujo, RO; Garrido, R; Mesquita-Neto, JN. 2020. Avocado crops as a floral resource for native bees of Chile (en línea). Revista Chilena de Historia Natural 93(5). doi: <https://doi.org/10.1186/s40693-020-00092-x>

Triplehorn, CA y Johnson NF. 2005. Borror and Delong's introducción to the Study of Insects. 7 ed. 888 p.

Orduz R, J. y Rangel M, J. 2002. Frutales Tropicales potentes para el Piedemonte Llanero. CORPOICA – PRONATTA. Bogotá, Colombia. 134 p. Consultado 05 nov. 2020. Disponible en [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13427/41247\\_Frutalestropicalescartilla.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13427/41247_Frutalestropicalescartilla.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Ortega, MA. 2003. Valor nutrimental de la pulpa fresca de aguacate Hass (en línea). Actas V Congreso Mundial del Aguacate 741-748. Consultado 05 dic. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3mZggRd>
- Rojas, M. 2015. Tipos de investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación (en línea). REDVET – Revista Electrónica de Veterinaria 16(1):1-14. Consultado 15 oct. 2022. Disponible en <https://bit.ly/3cjVGXk>
- Valdés Ibarra, CA (2002). Evaluación de la actividad de *Apis Mellifera* L. y otros insectos asociados a la floración del palto (*Persea Americana* Mill.) cv. Hass en dos localidades de la v región (Quillota y la Ligua). Quillota, Chile. 97 p. Consultado 15 nov. 2020. Disponible en [http://www.avocadosource.com/papers/chile\\_papers\\_a-z/v-w-x/valdescarolina2002.pdf](http://www.avocadosource.com/papers/chile_papers_a-z/v-w-x/valdescarolina2002.pdf)
- Willcox, BX; Howlett, BG; Robson, AJ; Cutting, B; Evans, L; Jesson, L; Kirkland, L; Jean-Meyzonnier, L; Potdevin, V; Saunders, ME; Rader, R. 2019. Evaluating the taxa that provide shared pollination services across multiple crops and regions (en línea). Scientific Reports, 9:13538. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49535-w>
- Yarita RY. 2008. Caracterización de los estados florales del palto *Persea americana* Mill. Var. Hass, Zutano Y Edranol, en las condiciones de Chao. La Libertad, Perú. 6 p. Disponible en: <https://docplayer.es/37263409-BIgo-yulissa-yarita-rubinos.html>
- Yarita RY. 2014. Uso de cultivares complementarios en palto *Persea americana* Miller Var. Hass en Chao. Tesis para optar el Grado de Maestro en Ciencias Agrarias. La Libertad, Perú. 127 p. Disponible en: [http://www.avocadosource.com/international/peru\\_papers/yaritayulisa2014.pdf](http://www.avocadosource.com/international/peru_papers/yaritayulisa2014.pdf)

## ANEXOS

### Anexo 1. Formato de matriz de datos de abundancia de insectos.

N°	ID	Mes	Variedad	Hora	ColChME1	...	LepLyME24
1	Abr_Hass	Abril	Hass	Mañana			
.	.						
.	.						
.	.						
230	AgoT_Mexicana	Agosto	Mexicana	Tarde			

Nota: se tuvo una matriz de 230 filas x 28 columnas, donde se registraron los datos del número de insectos observados. ID = identificador, ColChME1 = Coleoptera Chrysomelidae ME1, LepLyME24 = Lepidoptera Lycaenidae ME24, Abr = abril, Ago = agosto.

### Anexo 2. Matriz de índices de diversidad de Hill.

Variedad	N0	H	Hb2	N1	N1b2	N2	J	E10	E20
Hass	21	2.430	3.506	11.358	11.358	8.626	0.798	0.541	0.411
Nabal Negra	18	2.298	3.315	9.955	9.955	6.956	0.795	0.553	0.386
Campong	19	2.313	3.336	10.100	10.100	7.269	0.785	0.532	0.383
Molina	17	2.183	3.149	8.870	8.870	6.561	0.770	0.522	0.386
Collin Red	16	2.179	3.144	8.840	8.840	6.006	0.786	0.553	0.375
Nabal Verde	14	1.874	2.703	6.512	6.512	4.261	0.710	0.465	0.304
Nabal Azul	16	1.766	2.548	5.850	5.850	3.629	0.637	0.366	0.227
Zutano	22	2.373	3.423	10.728	10.728	7.855	0.768	0.488	0.357
Bacon	22	2.542	3.667	12.701	12.701	8.869	0.822	0.577	0.403
Queen	22	2.590	3.736	13.325	13.325	10.609	0.838	0.606	0.482
Good Friend	22	2.395	3.455	10.967	10.967	8.150	0.775	0.498	0.370
Veronica	16	2.078	2.999	7.992	7.992	5.423	0.750	0.500	0.339
Itzama	15	2.045	2.950	7.725	7.725	5.355	0.755	0.515	0.357
Centro Oriental	20	2.418	3.488	11.223	11.223	8.597	0.807	0.561	0.430
Choquett	17	2.054	2.963	7.798	7.798	5.444	0.725	0.459	0.320
Super Nabal	17	2.284	3.295	9.817	9.817	7.552	0.806	0.577	0.444
Super Fuerte	22	2.461	3.551	11.719	11.719	8.069	0.796	0.533	0.367
Fuerte	22	2.612	3.768	13.620	13.620	9.949	0.845	0.619	0.452
Ruicon	23	2.719	3.923	15.166	15.166	11.540	0.867	0.659	0.502
Duke	17	2.109	3.043	8.240	8.240	6.240	0.744	0.485	0.367
Esparta	23	2.618	3.777	13.710	13.710	10.507	0.835	0.596	0.457
Topa Topa	17	2.279	3.288	9.770	9.770	7.476	0.805	0.575	0.440
Mexicana	21	2.471	3.565	11.833	11.833	8.917	0.812	0.563	0.425

Nota: N<sub>0</sub> = entropía 0 de Renyi, H = entropía 1 de Renyi (entropía de Shannon), Hb2 = entropía de Shannon en base 2, N1 = número de Hill 1, Nb2 = número de Hill en base 2, N2 = número de Hill 2, E1: equidad de Shannon y E2 = equidad de Simpson.

**Anexo 3.** Riqueza de especies de insectos estimada mediante tres métodos asintóticos no paramétricos.

Estimate	Estimado	Error Estándar	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Modelo homogéneo	24	0	24	24
Homogeneo (MLE)	24	0	24	24
Chao1 (Chao, 1984)	24	0	24	24
Chao1-bc	24	0	24	24
iChao1 (Chiu et al. 2014)	24	0	24	24
ACE (Chao & Lee, 1992)	24	0	24	24
ACE-1 (Chao & Lee, 1992)	24	0	24	24
1er orden Jackknife	24	0	24	24
2do orden Jackknife	24	0	24	24

**Anexo 4.** Cobertura de las muestras de las curvas de interpolación-extrapolación y ratios de Hill para los sitios de estudio: variedades (a), mes (b) y horario (c).

a)	Sitio	Cobertura de muestra	q <sub>0</sub>	q <sub>1</sub>	q <sub>2</sub>	Sitio	Cobertura de muestra	q <sub>0</sub>	q <sub>1</sub>	q <sub>2</sub>
	Hass	0.980	27	12	9	Itzama	0.983	16	8	5
	NabalNegra	0.984	18	10	7	CentroOriental	0.986	20	11	9
	Campong	0.956	38	11	8	Choquett	0.970	20	8	6
	Molina	0.989	17	9	7	SuperNabal	1.000	17	10	7
	CollinRed	0.973	17	9	6	SuperFuerte	0.994	22	12	8
	NabalVerde	0.993	14	6	4	Fuerte	0.993	21	13	10
	NabalAzul	0.958	18	6	4	Ruicon	1.000	22	15	11
	Zutano	0.994	22	11	8	Duke	0.983	18	8	6
	Bacon	1.000	21	12	9	Esparta	1.000	22	13	10
	Queen	0.998	21	13	10	TopaTopa	0.996	17	10	7
	GoodFriend	0.993	21	11	8	Mexicana	0.996	20	12	9
	Veronica	0.995	16	8	5					
b)	Abril	1.000	21	14	11	Julio	1.000	22	13	9
	Mayo	1.000	17	9	7	Agosto	1.000	23	14	10
	Junio	0.999	16	9	7					
c)	Mañana	1.000	22	12	9	Tarde	1.000	22	12	9

Nota: q<sub>0</sub> = riqueza total, q<sub>1</sub> = diversidad de especies comunes, q<sub>2</sub> = diversidad de especies dominantes.

**Anexo 5.** Grupos y estados de floración.

Periodo de tiempo	Estado	
	Tipo A	Tipo B
Día uno	Mañana	
	Tarde	
Día dos	Mañana	
	Tarde	

**Fuente:** elaboración propia.

**Anexo 6. Panel fotográfico**

Ch\_morfoespecie 1



Ch\_morfoespecie 2



Co\_morfoespecie 3



Co\_morfoespecie 4



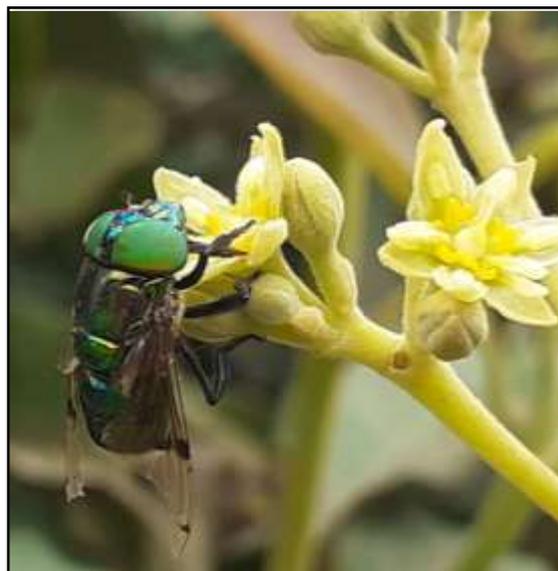
Co\_morfoespecie 5



Co\_morfoespecie 6



Sy\_morfoespecie 7



Sy\_morfoespecie 8



Sy\_morfoespecie 9



Ca\_morfoespecie 10



Mu\_morfoespecie 11



Sa\_morfoespecie 12



Ta\_morfoespecie 13



Dr\_morfoespecie 14



Re\_morfoespecie 15



Ap\_morfoespecie 16



Ve\_morfoespecie 18



Ve\_morfoespecie 19



Ve\_morfoespecie 20



Fo\_morfoespecie 21



Ny\_morfoespecie 23



Ly\_morfoespecie 24

## Anexo 7. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
<p><b>TÍTULO:</b> TAXONES DE INSECTOS QUE INTERACTUAN CON LAS FLORES DE LOS CULTIVARES DE PALTO (<i>Persea Americana</i> Mill.) DEL CIFO – UNHEVAL, 2021.</p> <p><b>TESISTA:</b> AYRA MAYO, Maritza Esperanza</p>					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>GENERAL:</b> ¿Cuáles son los taxones de insectos que visitan en la fase de floración a los cultivares de palto (<i>Persea americana</i> Mill.) del CIFO-UNHEVAL, 2021?</p>	<p><b>GENERAL:</b> Comparar los taxones de insectos que visitan en la fase de floración de los cultivares de palto (<i>Persea americana</i> Mill.) del CIFO-UNHEVAL, 2021.</p>	<p><b>GENERAL</b> Los taxones de insectos visitantes son diferentes entre los cultivares de palto (<i>Persea americana</i> Mill.) del CIFO-UNHEVAL en la fase de floración.</p>	<p><b>INDEPENDIENTE:</b>  Los insectos visitantes</p> <p><b>DEPENDIENTE:</b>  Cultivares de palto</p>	<p>Taxones</p> <p>Flor Inflorescencia</p>	<p>Orden Familia Género Morfoespecie</p> <p>Número de flores abiertas</p> <p>Número de botones florales</p>

<p>1. ¿Cuáles es la diversidad y abundancia de insectos que visitan por recursos a las flores de los cultivares de palto del CIFO-UNHEVAL, 2021?</p> <p>2. ¿Cómo afectan los caracteres morfológicos de las flores de los cultivares de palto del CIFO-UNHEVAL y la temperatura ambiental al patrón de visita de la fauna insectil?</p>	<p>1. Determinar la diversidad y abundancia de insectos que visitan por recursos a las flores de los cultivares de palto del CIFO-UNHEVAL, 2021.</p> <p>2. Explicar la relación de los caracteres morfológicos de las flores de los cultivares de palto del CIFO-UNHEVAL, la temperatura ambiental y el patrón de visita de la fauna insectil.</p>	<p>1. La diversidad y abundancia de insectos que visitan por recursos a las flores difieren entre los cultivares de palto del CIFO-UNHEVAL, 2021.</p> <p>2. El patrón de visita de la fauna insectil a cultivares de palto del CIFO-UNHEVAL varia, así mismo, está asociado con los caracteres morfológicos de las flores y la temperatura ambiental.</p>	<p><b>INTERVINIENTE:</b></p> <p>Clima</p>	<p>Variables bioclimáticas</p>	<p>- Altitud (msnm) - Temperatura (°C) - Precipitación (mm)</p>
---	--	---	---	--------------------------------	---

NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE INFORMACIÓN
<p><b>1. Nivel de investigación</b></p> <p>La investigación es de nivel explicativo, se explica el patrón de visitas de los taxones de insectos con respecto a la variación de los rasgos de la inflorescencia y flores de los cultivares de palto y el comportamiento de la temperatura (Carabalí <i>et al</i> 2018).</p>	<p><b>Población</b></p> <p>La población estuvo constituida por poblaciones finitas, en un total de 129 árboles (114 del banco de germoplasma de palto nuevo y 15 del banco de germoplasma de palto viejo).</p>	<p>Los datos fueron analizados mediante estadísticos descriptivos, análisis de tablas de contingencia para los datos categóricos y análisis de correlación y/o regresión para explicar el patrón de visitas de los insectos con respecto a la temperatura y los</p>	<p><b>Técnicas bibliográficas</b></p> <p><b>Fichaje</b></p> <p>Se usaron para construir el marco teórico y la referencia bibliográfica.</p> <p><b>Técnicas de campo</b></p> <p><b>Observación</b></p> <p>Permitió visualizar y recolectar insectos directamente del campo.</p>	<p><b>Instrumentos bibliográfica:</b></p> <p><b>a) Fichas de localización</b></p> <p>Bibliográficos (libros, tesis)</p> <p>Hemerográfica (revistas, periódicos, internet, etc.)</p> <p><b>Fichas de investigación</b></p> <p>Fichas de transcripción</p> <p>Fichas de resumen</p>

<p><b>2. Tipo de investigación</b></p> <p>Se realizó una investigación no experimental transversal prospectiva. Se aplicó los conceptos de interacción mutualista planta-insectos, diversidad fenotípica de los órganos de las plantas y ecología de insectos. Se analizó los rasgos morfológicos y funcionales de las flores de los cultivares versus el patrón de visitas de los insectos</p>	<p><b>Muestra</b></p> <p>La muestra fue de un total de 23 árboles de palto, uno por cultivar (19 del banco de germoplasma de palto nuevo y 4 del banco de germoplasma de palto viejo). En cada árbol se realizaron los conteos de los insectos dos veces al día (9 – 12 hrs. y 14:30 – 17 hrs.) y la observación del número de flores y el número de botones florales se realizaron en tres ramas o panículas de la inflorescencia.</p>	<p>rasgos de las flores.</p>		<p><b>b) Instrumento de campo</b></p> <p><b>Libreta de campo</b></p> <p>Se utilizó para tomar datos de campo.</p> <p><b>Guía de laboratorio</b></p> <p>Se utilizó para tomar datos del laboratorio.</p>
---	---	------------------------------	--	---

<p>(Valdés 2002 y Carabalí <i>et al.</i> 2018).</p>	<p><b>Unidad de análisis</b> A nivel de la variable independiente la unidad de análisis fueron los insectos. En el caso de las variables dependientes fue el árbol de palto (por cada cultivar). Los análisis se realizaron con los datos observados de las variables y fueron asociados con los datos de temperatura del ambiente.</p>			
---	---	--	--	--



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO**

En la ciudad de Huánuco a los 28 días del mes de marzo del año 2023, siendo las 10:00am horas de acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán-Huánuco, y en virtud de la Resolución de Consejo Universitario N° 2939-2022-UNHEVAL, de fecha 12 de setiembre de 2022, se dispone que los decanos de las 14 facultades de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco programen, A PARTIR DE LA FECHA, la sustentación de tesis de manera presencial, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° 094 - 2023 - UNHEVAL-FCA-D, de fecha 17/03/23, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada:

Taxones de insectos que interactúan con las flores de los cultivos de palto (Persea americana Mill.) del EFO-UNHEVAL, 2021.

presentada por el (la) Bachiller en Ingeniería Agronómica:

Maritza Esperanza Ayra Mayo

Bajo el asesoramiento de:

M. Sc. Severo Ignacio Cardenas

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

**PRESIDENTE :** Dr. Javier Romero Chavez  
**SECRETARIO :** Dra. Agustina Valverde Rodríguez  
**VOCAL :** Ing. Grifelio Vargas Garcia  
**ACCESITARIO1 :** Mg. Feli Ricardo Jara Claudio  
**ACCESITARIO 2:** Dr. Fernando Jeremias Gonzales Pariona

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: aprobado por unanimidad con el cuantitativo de 15 (Quince) y cualitativo de bueno quedando el sustentante apto para que se le expida el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRONOMO.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 11:47 horas.

Huánuco, 28 de marzo de 2023

[Signature]  
PRESIDENTE

[Signature]  
SECRETARIO

[Signature]  
VOCAL

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado



OBSERVACIONES:

Sin observación  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Huánuco, 28 de marzo de 2023

[Signature]  
 PRESIDENTE

[Signature]  
 SECRETARIO

[Signature]  
 VOCAL

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Huánuco, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de 20\_\_

\_\_\_\_\_  
 PRESIDENTE

\_\_\_\_\_  
 SECRETARIO

\_\_\_\_\_  
 VOCAL

CONSTANCIA DE TURNITIN N° 088 - 2022- UNHEVAL- FCA

**CONSTANCIA DEL PROGRAMA  
TURNITIN PARA BORRADOR DE TESIS**

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título:

**TAXONES DE INSECTOS QUE INTERACTUAN CON LAS FLORES DE LOS  
CULTIVARES DE PALTO (*Persea Americana* Mill.) DEL CIFO – UNHEVAL,  
2021**

Presentado por (el) (la) alumno (a) de la Facultad de Ciencias Agrarias,  
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.

**MARITZA ESPERANZA, AYRA MAYO;**

La misma que fue aplicado en el programa: “turnitin”

La TESIS; para Revisión.pdf; con Fecha: 15 de diciembre 2022

Resultado: **19 % de similitud general**, rango considerado: **Apto**, por disposición  
de la Facultad.

Para lo cual firmo el presente para los fines correspondientes.

Atentamente.

088

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CONSTANCIA N°  
Dr. Antonio S. Comejo y Maldonado  
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN  
DE LA F.C.A.

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

### 1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

<b>Pregrado</b>	X	<b>Segunda Especialidad</b>		<b>Posgrado:</b>	Maestría		Doctorado
-----------------	---	-----------------------------	--	------------------	----------	--	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

<b>Facultad</b>	CIENCIAS AGRARIAS
<b>Escuela Profesional</b>	INGENIERÍA AGRONÓMICA
<b>Carrera Profesional</b>	INGENIERÍA AGRONÓMICA
<b>Grado que otorga</b>	-----
<b>Título que otorga</b>	INGENIERO AGRÓNOMO

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

<b>Facultad</b>	-----
<b>Nombre del programa</b>	-----
<b>Título que Otorga</b>	-----

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

<b>Nombre del Programa de estudio</b>	-----
<b>Grado que otorga</b>	-----

### 2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

<b>Apellidos y Nombres:</b>	AYRA MAYO MARITZA ESPERANZA								
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	X	Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b>	941429747	
<b>Nro. de Documento:</b>	73984465					<b>Correo Electrónico:</b>	ayramayomaritza@gmail.com		

<b>Apellidos y Nombres:</b>									
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI		Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b>		
<b>Nro. de Documento:</b>						<b>Correo Electrónico:</b>			

<b>Apellidos y Nombres:</b>									
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI		Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b>		
<b>Nro. de Documento:</b>						<b>Correo Electrónico:</b>			

### 3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

<b>¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?:</b> (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO						
<b>Apellidos y Nombres:</b>	IGNACIO CARDENAS SEVERO				<b>ORCID ID:</b>	https://orcid.org/ 0000-0001-6099-1190			
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	X	Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de documento:</b>	22646145	

### 4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

<b>Presidente:</b>	ROMERO CHÁVEZ JAVIER
<b>Secretario:</b>	VALVERDE RODRÍGUEZ AGUSTINA
<b>Vocal:</b>	VARGAS GARCÍA GRIFELIO
<b>Accesitario 1:</b>	JARA CLAUDIO FLELI RICARDO
<b>Accesitario 2:</b>	GONZÁLEZ PARIONA FERNANDO JEREMÍAS

**5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los datos requeridos completos)**

<b>a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado:</b> <i>(Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)</i>
TAXONES DE INSECTOS QUE INTERACTUAN CON LAS FLORES DE LOS CULTIVARES DE PALTO ( <i>Persea Americana</i> Mill.) DEL CIFO – UNHEVAL, 2021.
<b>b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de:</b> <i>(tal y como está registrado en SUNEDU)</i>
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO
<b>c) El Trabajo de investigación no contiene plagio</b> (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
<b>d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.</b>
<b>e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.</b>
<b>f) Los datos presentados en los resultados</b> (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
<b>g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.</b>
<b>h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.</b>

**6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los datos requeridos completos)**

<b>Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación:</b> <i>(Verifique la Información en el Acta de Sustentación)</i>		2023			
<b>Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional:</b> <i>(Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)</i>	<b>Tesis</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Tesis Formato Artículo</b>		
	<b>Trabajo de Investigación</b>		<b>Trabajo de Suficiencia Profesional</b>		
	<b>Trabajo Académico</b>		<b>Otros</b> <i>(especifique modalidad)</i>		
<b>Palabras Clave:</b> <i>(solo se requieren 3 palabras)</i>	DIVERSIDAD ALFA	INFLORESCENCIA	INSECTOS POLINIZADORES		
<b>Tipo de Acceso:</b> <i>(Marque con X según corresponda)</i>	<b>Acceso Abierto</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Condición Cerrada (*)</b>		
	<b>Con Periodo de Embargo (*)</b>		<b>Fecha de Fin de Embargo:</b>		
<b>¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora?</b> <i>(ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):</i>			SI	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Información de la Agencia Patrocinadora:</b>					

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

### 7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma:			
Apellidos y Nombres:	AYRA MAYO MARITZA ESPERANZA		Huella Digital
DNI:	73984465		
Firma:			
Apellidos y Nombres:			Huella Digital
DNI:			
Firma:			
Apellidos y Nombres:			Huella Digital
DNI:			
Fecha: 09/06/2023			

### Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.