

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



**RASGOS FUNCIONALES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS
CULTIVOS DE *Persea americana* Mill., *Mangifera indica* L. y *Annona
cherimola* Mill. DEL AGROECOSISTEMA DEL CENTRO DE
INVESTIGACIÓN FRUTÍCOLA Y OLERÍCOLA (CIFO) – UNHEVAL,
CAYHUAYNA - 2018**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

TESISTA:

RAÚL RONALD TITO FIGUEREDO

ASESOR:

Ing. M.Sc. SEVERO IGNACIO CÁRDENAS

**HUÁNUCO – PERÚ
2021**

DEDICATORIA

A mis padres Elizabeth y Lorenzo quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Andy y Manuel por su apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento, gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presente.

Quiero agradecer en estas líneas la ayuda que muchas personas y colegas me han prestado durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo. En primer lugar, quisiera agradecer a mis padres y hermanos que me han ayudado y apoyado en todo mi producto.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, a toda la Especialidad de Ingeniería Agronómica, a mis profesores el Ing. Fleli Jara, Dr. Fernando Gonzales quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación.

De manera especial a mi asesor de tesis, M.Sc. Severo Ignacio Cárdenas, por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

RESUMEN

Los rasgos de los componentes vivos y la dinámica de los factores bioclimáticos de los agroecosistemas están asociados con el funcionamiento y los servicios ecosistémicos (SE) que estos brindan a la sociedad. El CIFO es un modelo de agroecosistema urbano específico, donde se realizó un estudio no experimental, mediante la técnica del muestreo por conglomerados. Se utilizó 23 descriptores para mango y palto, y 27 para chirimoyo para caracterizar los rasgos funcionales de los árboles de los bancos de germoplasma de chirimoyo (dos cultivares), mango (12 cultivares), palto (21 cultivares) y de la parcela Fuerte+Hass. El estudio se complementó con una investigación-acción con 25 estudiantes de Ingeniería Agronómica, elegidos intencionalmente, para la valoración de los SE de las parcelas, mediante una encuesta tipo Likert de 34 reactivos agrupados en seis tipos de SE. Los datos fueron organizados en dos bases, luego fueron utilizados mediante estadísticos descriptivos, análisis multivariado para caracterizar los cultivares y el estadístico de Cronbach para la confiabilidad de la valoración de los SE. Los resultados muestran que existen tres grupos fenotípicos diferentes entre los cultivares de mango y palto respectivamente, diferenciados por rasgos funcionales distintivos, también entre ambos cultivares de chirimoyo y ente los cultivares Fuerte y Hass existen rasgos de poca variación y de amplia variación. Los resultados de las encuestas fueron de alta confiabilidad (Alfa de Cronbach = 0.88), resultando los SE roles ecológicos que cumplen la biodiversidad y el potencial que los agroecosistemas tienen para la educación como los más valorados. Estos resultados, pueden orientar la intensificación de la productividad del CIFO desde una perspectiva de agricultura sustentable, no obstante, se recomienda realizar otros estudios prospectivos o de otro tipo, necesarios para conocer el potencial y las limitaciones que presenta el CIFO para diversificar los servicios que provee a la sociedad.

Palabras clave: *banco de germoplasma, cultivar de chirimoyo, cultivar de mango, cultivar de palto, rol ecológico.*

ABSTRACT

In all agroecosystems, the traits of the living components and the dynamics of the bioclimatic factors are associated with the functioning and ecosystem services (ES), that they provide to society. The CIFO is a specific urban agroecosystem model, where a non-experimental study was carried, using the cluster sampling technique. 23 descriptors were used for mango and avocado, and 27 for custard apple to characterize the functional traits of the trees from the germplasm banks of cherimoya (two cultivars), mango (12 cultivars), avocado (21 cultivars) and from the cv. "Fuerte" plus cv. Hass. The study was complemented with an action research with 25 Agronomic Engineering students, intentionally chosen, for the evaluation of the ES of the farms, through a Likert-type survey of 34 questions grouped into six types of ES. The data were organized in two bases, then they were used by descriptive statistics, multivariate analysis to characterize the cultivars and the Cronbach's statistic for the reliability of the evaluation of the SE. The results show, that there are three different phenotypic groups for both, the mango and avocado cultivars, differentiated by distinctive functional traits, also between both custard apple cultivars and between the "Fuerte" and Hass too, there are traits of little variation and wide variation. The results of the surveys were highly reliable (Cronbach's Alpha = 0.88), the most valued SE resulting of the biodiversity ecological roles fulfills and the potential that agroecosystems have for education. These results may guide the intensification of CIFO productivity from a sustainable agriculture perspective, however, it is recommended to will carry other prospective studies or of another type, it is necessary to know the potential and limitations that the CIFO has to diversify the services it provides to society.

Keywords: *avocado cultivars, custard apple cultivars, ecological role, germoplasm bank, mango cultivars.*

INDICE

I.	MARCO TEORICO	16
2.1.	Fundamento teórico	16
2.1.1.	Origen y clasificación taxonómica del palto (<i>P. americana</i> Mill.)	16
2.1.1.1.	Características botánicas	16
2.1.1.2.	Requerimientos edafoclimáticos	18
2.1.2.	Origen y taxonomía del mango (<i>M. Indica</i> L.)	20
2.1.2.1.	Descripción botánica	20
2.1.2.2.	Condiciones climáticas	21
2.1.3.	Origen y clasificación taxonómica del chirimoyo (<i>A. cherimola</i> Mill.)	23
2.1.3.1.	Características botánicas	24
2.1.3.2.	Requerimientos edafoclimáticos	26
2.1.4.	Caracterización de rasgos funcionales	27
2.1.5.	Determinación de rasgos funcionales	28
2.1.6.	Grupos funcionales	29
2.1.7.	Servicios ecosistémicos que brindan el palto, mango y chirimoyo	30
2.2.	Antecedentes	31
2.3.	Hipótesis	32
2.3.1.	Hipótesis general	32
2.4.	Variables	32
2.4.1.	Operacionalización de variables	32
II.	MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1.	Tipo y nivel de investigación	34
3.2.	Ubicación del CIFO	34
3.2.1.	Características climáticas y edafológicas	37
3.3.	Población, muestra y unidad de análisis	37
3.3.1.	Población	37
3.3.2.	Muestra	38
3.3.2.1.	Tipo de muestreo	40
3.3.3.	Unidad de análisis	41

3.4. Tratamiento en estudio	41
3.5. Prueba de hipótesis	43
3.5.1. Diseño de la investigación	43
3.5.2. Datos registrados	43
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de información	44
3.5.3.1. Técnicas utilizadas en la recolección y registro de datos	44
3.5.3.2. Instrumentos de recolección y registro de datos	44
3.5.3.3. Procesamiento y análisis de los datos observados	44
3.6. Materiales, insumos y equipos	46
3.6.1. Materiales	46
3.6.2. Equipos	47
3.6.3. Insumos	47
3.7. Conducción de la investigación	47
3.7.1. Censo de la población de plantas de los agroecosistemas del CIFO	47
3.7.2. Elaboración y validación del cuestionario para el estudio de los servicios ecosistémicos	47
3.7.3. Caracterización de rasgos funcionales del palto (<i>P. americana</i> Mill.)	52
3.7.3.1. Caracterización de rasgos del árbol de palto	52
3.7.3.2. Caracterización de Hojas	53
3.7.3.3. Caracterización de flores	54
3.7.3.4. Caracterización de fruto del palto	55
3.7.4. Descripción en mango (<i>Mangifera indica</i> L.)	57
3.7.4.1. Evaluación de hojas	58
3.7.4.2. Evaluación de flores	59
3.7.4.3. Evaluación de frutos	60
3.7.5. Descripción en chirimoyo (<i>Annona cherimola</i> Mill.)	62
Medición de circunferencia del tronco (cm)	62
Habito de crecimiento	62

3.7.5.1.	Descripción de la hoja	62
3.7.5.2.	Descripción de ramas	64
3.7.5.3.	Evaluación en flores	65
III.	RESULTADOS	69
4.1	Caracterización de los grupos funcionales de mango (<i>M. indica</i> L.) y palto (<i>P. americana</i> Mill.) del CIFO	69
4.2	Caracterización de los rasgos funcionales de los cultivares Hass y Fuerte de palto (<i>P. americana</i> Mill.) del CIFO	78
4.3	Caracterización de los rasgos funcionales de los cultivares de chirimoyo (<i>A. cherimola</i> Mill.) del CIFO	81
4.4	Servicios ecosistémicos que brindan los agroecosistemas de palto (<i>P. americana</i> Mill.), mango (<i>M. indica</i> L.) y chirimoyo (<i>A. cherimola</i> Mill.) del CIFO	84
IV.	DISCUSIÓN	88
5.1.	Características y grupos funcionales de mango (<i>M. indica</i> L.) y palto (<i>P. americana</i> Mill.)	88
5.2.	Características funcionales de los cultivares Fuerte y Hass de palto (<i>P. americana</i> Mill.) y Cumbe y Franca de chirimoyo (<i>A. cherimola</i> Mill.)	90
5.3.	Servicios ecosistémicos que brindan los cultivares de mango (<i>M. indica</i> L.), palto (<i>P. americana</i> Mill.), y chirimoyo (<i>A. cherimola</i> Mill.) del Banco de Germoplasma del CIFO	92
5.4.	Relación de los roles ecológicos de los cultivos de palto (<i>P. americana</i> Mill.), mango (<i>M. indica</i> L.) y chirimoyo (<i>A. cherimola</i> Mill.) del Banco de Germoplasma del CIFO y la provisión de los servicios ecosistémicos que brindan a la sociedad.	93
V.	CONCLUSIONES	95
VI.	RECOMENDACIONES	97
VII.	LITERATURA CITADA	98
VIII.	ANEXOS	107

INDICE DE CUADROS

Cuadro 01. Operacionalización de variables.....	33
Cuadro 02. Población de cultivares.....	38
Cuadro 03. Conglomerados para la caracterización de los rasgos funcionales en los agroecosistemas de palto, mango y chirimoyo del CIFO.....	38
Cuadro 04. Variables observadas para el estudio de tres cultivos.....	42
Cuadro 05. Caracterización de los árboles de palto.....	52
Cuadro 06. Caracterización de rasgos de la hoja.....	53
Cuadro 07. Caracterización de la inflorescencia y de la flor del palto.....	54
Cuadro 08. Caracterización del fruto del palto.....	55
Cuadro 09. Caracterización del fruto.....	56
Cuadro 10. Caracterización del árbol.....	57
Cuadro 11. Caracterización de la hoja.....	58
Cuadro 12. Caracterización de la Inflorescencia.....	59
Cuadro 13. Ubicación y periodo de fructificación.....	60
Cuadro 14. Caracterización cualitativa y cuantitativa del fruto.....	61
Cuadro 15. Caracterización del tronco.....	62
Cuadro 16. Caracterización de la hoja.....	62
Cuadro 17. Caracterización cuantitativa y cualitativa de las hoja.....	63
Cuadro 18. Caracterización de las hojas.....	64
Cuadro 19. Caracterización de hojas y flores.....	65
Cuadro 20. Caracterización de frutos.....	66
Cuadro 21. Caracterización de frutos.....	67
Cuadro 22. Caracterización de frutos.....	68
Cuadro 23. Estadísticos descriptivos de los rasgos cuantitativos de los cultivares de mango (<i>M. indica</i> L.) y palto (<i>P. americana</i> Mill.) del CIFO.....	69
Cuadro 24. Moda de los estados para los rasgos cualitativos de los cultivares de mango (<i>M. indica</i> L.) del CIFO.....	70
Cuadro 25. Moda de los estados para los rasgos cualitativos de palto (<i>P. americana</i> Mill.) del CIFO.....	71

Cuadro 26. Rasgos que discriminan los grupos funcionales de cultivares de mango (<i>M. indica</i> L.) del CIFO.....	74
Cuadro 27. Rasgos que discriminan los grupos funcionales de cultivares de palto (<i>P. americana</i> Mill.) del CIFO.....	77
Cuadro 28. Medidas de resumen para las variables cuantitativas de los cultivares Hass y Fuerte de palto.....	78
Cuadro 29. Comportamiento de los rasgos cualitativos de los cultivares comerciales Fuerte y Hass de palto (<i>P. americana</i> Mill.) del CIFO.....	79
Cuadro 30. Medidas de resumen para los rasgos cuantitativos de los cultivares Cumbre y Franca de chirimoyo (<i>A. cherimola</i> Mill.) del CIFO.....	81
Cuadro 31. Comportamiento de los rasgos cualitativos de los cultivares Cumbe y Franca de chirimoyo (<i>A. cherimola</i> Mill.) del CIFO.....	82
Cuadro 32. Estadísticas del total de elementos estudiados de los servicios ecosistémicos.....	85
Cuadro 33. Coeficiente de Alfa de Cronbach para los ítems de los servicios ecosistémicos y de la confiabilidad de las observaciones realizadas con los encuestados.....	86
Cuadro 34. Descripción de los servicios ecosistémicos con promedios más altos registrados de acuerdo a la valoración de servicios ecosistémicos.....	87

INDICE DE FIGURAS

Figura 01. Mapa de ubicación política, departamental y provincial.....	35
Figura 02. Mapa de ubicación de las parcelas en estudio.....	36
Figura 03. Perfil climático de la zona de Huánuco.....	37
Figura 04. Árbol sin frutos después de la cosecha.....	40
Figura 05. Croquis de distribución de los cultivares del banco de germoplasma de palto del CIFO-UNHEVAL.....	48
Figura 06. Croquis de distribución del cultivo de palto variedades Fuerte y Hass del CIFO-UNHEVAL.....	49
Figura 07. Croquis de distribución de los cultivares del banco de germoplasma de mango del CIFO-UNHEVAL.....	50
Figura 08. Croquis de distribución de las cultivares de chirimoyo del CIFO-UNHEVAL.....	51
Figura 9. Grupos fenotípicos de los cultivares de mango (<i>M. indica</i> L.) del banco de germoplasma del CIFO (análisis de conglomerados mediante el método Ward, distancia Ecuclidean ² y línea de corte en 55.00 de los valores del eje de las abscisas.....	73
Figura 10. Elipses de predicción de la clasificación fenotípica de los cultivares de mango (<i>M. indica</i> L.) del banco de germoplasma del CIFO.....	73
Figura 11. Grupos fenotípicos de los cultivares de palto (<i>P. americana</i> Mill.) del banco de germoplasma del CIFO (análisis de conglomerados mediante el método Ward, distancia Ecuclidean ² y línea de corte en 82.5 de los valores del eje de las abscisas.....	75
Figura 12. Elipses de predicción de la clasificación fenotípica de los cultivares de palto (<i>P. americana</i> Mill.) del banco de germoplasma del CIFO.....	76
Figura 13. Gráfico de caja para área foliar y perímetro del fruto (a) y diámetro del fruto, longitud del fruto, perímetro del fruto y diámetro del fruto (b) para los cultivares palto Fuerte y Hass.....	80
Figura 14. Gráfico de caja para circunferencia del tronco, longitud de lámina foliar y duración de Inflorescencia (a) y número de flores por inflorescencia (b) para los cultivares palto Fuerte y Hass.....	80
Figura 15. Gráfico de cajas de la duración de la flor, longitud de lámina foliar y circunferencia del tronco de los cultivares Cumbre y Franca de chirimoyo.....	83

Figura 16. Gráfico de cajas del número de flores por metro de la rama del año anterior (a) y número de flores por metro de la rama del año actual (b) de las variedades Cumbe y Franca de chirimoyo.....83

INTRODUCCION

Todas las especies vivientes que habitan un ecosistema y/o un agroecosistema en un determinado territorio, difieren en atributos fisiológicos, morfológicos, conductuales y de historia de vida que afectan de manera diferencial la estructura, la dinámica o funcionamiento de las comunidades bióticas. En todo ecosistema y agroecosistema existen grupos funcionales, clasificados de acuerdo con la función trófica y su hábitat, tales como, los autótrofos y heterótrofos; cada uno de estos grupos afecta de manera diferente la estructura y funcionamiento de dichos sistemas.

A nivel mundial, España es el primer productor de chirimoya, principalmente en Andalucía con 3 000 hectáreas con una producción alrededor de 40 000 toneladas Freshplaza (2014), mientras que en el Perú alcanza las 20 mil toneladas anuales, de las cuales 7 500 y 8 000 proceden de San Mateo de Otao, Cumbe y Callahuanca (SENASA 2017). Para el Perú, el palto, mango y chirimoyo, constituyen tres especies frutícolas importantes que provee alimentos nutritivos.

El crecimiento y desarrollo de los órganos de dichas especies cultivadas presentan rasgos funcionales adaptados a los factores climáticos de las zonas de producción, así como a las interacciones con otros seres vivos (insectos, microorganismos, otras plantas y el hombre). Un rasgo funcional es una característica o atributo de un organismo que otorga información del papel que desempeña en el ecosistema y de su respuesta ante un determinado factor ambiental, de perturbación o cambio (Lavorel y Garnier 2002). Los rasgos funcionales incluyen características morfológicas, ecofisiológicas, bioquímicas y regenerativas (aspectos reproductivos y demográficos), y pueden estar vinculados con múltiples procesos y servicios ecosistémicos (Alcázar 2015). Los servicios ecosistémicos son aquellos beneficios que un ecosistema aporta a la sociedad y que mejoran la salud, la economía y la calidad de vida de las

personas. Los servicios ambientales o ecosistémicos son aquellos servicios que resultan del propio funcionamiento de los ecosistemas (CREAF 2016).

El Centro de Investigación Frutícola y Olerícola (CIFO) de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (UNHEVAL) conserva una diversidad de cultivares de las tres especies de frutales mencionados. Sobre los cuales es importante conocer los rasgos funcionales, los grupos funcionales, así como los servicios ecosistémicos (o su potencial) que brindan o pueden brindar a la sociedad el material genético conservado y los agroecosistemas.

Por lo descrito, la investigación se centró en la co-creación del conocimiento sobre los rasgos funcionales de los cultivares de los tres cultivos frutícolas complementando con un análisis sobre los servicios ecosistémicos que estas parcelas brindan a la sociedad y de esta manera aportar para la toma de decisiones con respecto a la gerencia del CIFO desde la perspectiva de diversificar los servicios que brinda hacia la sociedad.

Objetivos

Objetivo general

Determinar la relación entre los rasgos funcionales y los servicios ecosistémicos de los cultivos de Palto (*Persea americana* Mill.), Mango (*Mangifera indica* L.) y Chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) del Banco de Germoplasma del CIFO – UNHEVAL, 2017.

Objetivos específicos

1. Caracterizar los rasgos funcionales de los cultivos de palto (*Persea americana* Mill.), mango (*Mangifera indica* L.) y chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) del Banco de Germoplasma del CIFO.
2. Describir los servicios ecosistémicos que brindan los cultivares de palto (*Persea americana* Mill.), mango (*Mangifera indica* L.) y chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) del Banco de Germoplasma del CIFO.
3. Describir la relación de los roles ecológicos de los cultivos de palto (*Persea americana* Mill.), mango (*Mangifera indica* L.) y chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) del Banco de Germoplasma del CIFO y la provisión de los servicios ecosistémicos que brindan a la sociedad.

I. MARCO TEORICO

2.1. Fundamento teórico

2.1.1. Origen y clasificación taxonómica del palto (*P. americana* Mill.)

El aguacate es originario de un área que se extiende del sur de México y el norte del centro de América hasta el norte de Sudáfrica. Mesoamérica ha sido foco de domesticación convirtiéndose en el origen de la diversidad genética de América prueba de ello son los restos fósiles de aguacate de una antigüedad de 8 mil años, encontrados en el valle de Tehuacán en el estado de Puebla, México (Baiza 2003). Se considera que la especie que dio origen al palto proviene de la zona montañosa situada al occidente de México y Guatemala. Su distribución natural va desde México hasta Perú, pasando por Centro América, Colombia, Venezuela y Ecuador (Maldonado 1995). El palto pertenece al Orden Laurales, familia Lauraceae, género *Persea*, especie *americana* (Pérez *et al.* 2015).

2.1.1.1. Características botánicas

a) Raíz

Es el órgano que fija a la planta en el suelo y absorbe los nutrientes y el agua. El sistema radicular está constituido por una raíz columnar primaria, notablemente ramificada en haces secundarios y terciarios, la raíz principal es corta y débil, comprendida en los primeros 50 cm del suelo (Toerien 2007).

b) Tronco y ramas

Presentan un crecimiento rápido, proporcionan un soporte mecánico y hacen que las hojas yergan para facilitar la fotosíntesis, también sostienen flores y frutos, sirven como conducto de desplazamiento de agua y nutrientes. Las ramas jóvenes son verdes y lisas y conforme se van desarrollando las lenticelas empiezan a ser más abundantes (Toerien 2007).

c) Hojas

Son simples, enteras y alternas, de forma oblonga-lanceolada, nervadura pinnada y ápices agudos y su inserción en el tallo es peciolada. Las hojas jóvenes son de color rojizo, con epidermis pubescente y al llegar a la madurez se tornan lisas coriáceas y de color verde oscuro brillante en el haz, mientras que el envés tiene un color claro desprovisto de brillo. “La hoja es un órgano muy dinámico, en el que la concentración de nutrientes está cambiando continuamente, influenciada por diferentes factores. La edad de la hoja y etapa fenológica tiene una influencia muy marcada sobre su composición” (Financiera rural 2009:1).

d) Flor

Las flores son, de color amarillo verdoso, cuyo diámetro es de 1-1.3 cm y son hermafroditas. La flor, primero funciona como femenina, después cierra y vuelve a abrir como masculina. Cada árbol puede llegar a producir hasta un millón de flores y sólo el 0.1 % se transforman en fruto (Toerien 2007). Por sus características, las flores se consideran completas, su fecundación es dicógama, es decir, cada flor abre dos veces y se cierra en el intermedio (Caballero 2007).

e) Fruto

El pericarpio del fruto está formado de tres capas: exocarpio (cáscara), mesocarpio (pulpa) y endocarpio junto a la cubierta seminal. El endocarpio se compone de pocas capas de parénquima de células aplanadas tangencialmente que a menudo se adhieren a la testa (Barrientos *et al.* 2006).

f) Semilla

La semilla es ovalada. La semilla del grupo racial antillano posee una cubierta mediana a gruesa y membranosa, mientras que en otros grupos raciales es delgada. El endocarpio es importante en la relación fruto-semilla (Toerien 2007).

2.1.1.2. Requerimientos edafoclimáticos

a) Altitud

Sánchez (2001) menciona que el palto tiene un amplio rango de adaptación, a diferentes altitudes dependiendo de la raza, la Antillana prospera desde el nivel del mar hasta 80 m; la guatemalteca hasta los 1200 y la raza Mexicana de 950 a 2,225 metros. A través del tiempo su cultivo se ha introducido a diferentes ambientes a los de su habitat natural con respuestas positivas de adaptación.

b) Temperatura

Sánchez (2001) indica que el clima de la región donde se desarrolla espontáneamente y donde se originó el cultivo del palto es la zona tropical del sur de México y Centro América, comprendida aproximadamente entre los 10° a 30° de latitud Norte y Sur; en líneas generales se caracteriza por una oscilación anual de las medias diarias de temperaturas no abruptas. Las temperaturas inferiores a 10 °C retardan la floración y fructificación, el palto requiere temperaturas mínimas de 12° a 17 °C y máximas de 28° a 30 °C para la sucesión de las etapas de floración y fructificación.

Salazar (1999) indica que la fluctuación de la temperatura es responsable de la mayor parte de la variabilidad en la producción del cultivo, los requerimientos térmicos varían de acuerdo a la raza, por ejemplo, la Antillana requiere una temperatura optima entre 24° y 26°C y una mínima invernal no menor de 0°C; la raza guatemalteca se desarrolla en un rango de temperaturas medias que oscila de 22° a 25°C; la raza Mexicana requiere de una temperatura media optima de 20° y una mínima invernal no menor de -4 °C. Muchos autores coinciden que el palto se desarrolla mejor en rangos de temperatura mínima de 10 °C y una máxima de 33 a 35 °C, superiores a estos valores tienen un efecto negativo sobre el proceso de polinización y aumento de polen estéril.

c) Precipitación

Las precipitaciones deben fluctuar entre los 1800 y 2000 mm anuales distribuidas uniformemente en los meses del año, es decir, corresponde más al clima de la zona ecuatorial que al del tropical. El requerimiento para la Antillana es de 1100 - 3350 mm, para la guatemalteca de 800 – 3400 mm, mientras que la mexicana requiere de 650 – 2200 mm. En general se puede decir que el palto no prospera en ambientes con precipitaciones menores a 650 mm, por lo que al introducir en ambientes más secos necesariamente se requerirá de riego (Sánchez 2001).

d) Suelo

Sánchez (2001) indica que el palto es bastante adaptable a los diversos tipos de suelos desde los arenosos hasta los francamente limosos y compactos; pero los óptimos son aquellos suelos permeables y bien drenado, de textura franca, ricas en materia orgánica y ligeramente ácida. Un suelo demasiado cremoso o granuloso, al tener poca retención de humedad, ocasionaría daños por sequedad, mientras que un suelo arcilloso con demasiado coloide, al producir encharcamientos, puede ser un medio para el desarrollo de enfermedades criptogámicas y causar asfixia de las raíces al evitar la aireación.

e) Riego

Los árboles absorben diferentes cantidades de agua de acuerdo con el tamaño y densidad del follaje, así como de las condiciones del ambiente; el suministro de agua es mayor en los meses secos y calurosos que en los meses húmedos y frescos de invierno. En los últimos años la superficie con riego presurizado ha ido aumentando y los sistemas de riego localizado de alta frecuencia han ganado importancia en el cultivo (Sánchez 2001).

2.1.2. Origen y taxonomía del mango (*M. Indica* L.)

Galán (1993) indica que el mango puede haberse originado en la zona comprendida entre Asma (India) y la antigua Birmania (hoy Nyanmar) donde aún existen poblaciones silvestres. Se estima que la mayoría de los cultivares comerciales provienen de materiales importados de la India donde actualmente se tienen reportados 998 cultivares avanzados. El mango pertenece al orden Sapindales, familia Anacardiaceae, género *Mangifera*, especie indica.

2.1.2.1. Descripción botánica

a) Raíz

Es pivotante, la cual continúa alargándose hasta alcanzar el manto freático, pueden alcanzar una profundidad de 6 – 8 m., aunque en su mayoría son raíces absorbentes que se encuentran en los primeros 50 cm. En sentido horizontal se desarrollan hasta 8 m alrededor del tronco del árbol (UE, MINECO 2007).

b) Porte del árbol

Fournier (1974) menciona que el porte del árbol de mango varía de mediano a grande, de 10 a más de 20 m de altura y es vigoroso. Es un árbol simétrico de copa redondeada, siempre verde (hoja perenne), de savia irritante y tóxica que puede causar lesiones en la piel.

c) Hojas

Son simples, algo coriáceas, de forma elíptica o lanceolada, oscilan entre 8 y 20 cm de longitud y de 2 a 10 cm de ancho. Tienen una orientación alterna, dispuesta en espiral. Son de color rojizo al inicio de su crecimiento luego torna a un color verde cuando sazonan los frutos y después a un color verde oscuro cuando ya están maduras (Huete y Arias 2007).

d) Flores

Fournier (1974) menciona que las flores se arreglan en panículas terminales ramificadas, un árbol puede tener de 2000 a 4000 panículas las cuales pueden poseer entre 400 y 5000 flores cada una; la mayoría son masculinas o estaminadas y unas pocas flores perfectas. La polinización es básicamente cruzada, realizada principalmente por insectos, especialmente moscas (dípteros), las abejas tienen relativa poca importancia en la polinización. Se considera normal que el cuaje sea de 0.1% de las flores.

e) Fruto

Fournier (1974) menciona que el fruto es una drupa, de tamaño variable que va de 100 mm hasta más de 150 mm. Su color varía de amarillo hasta rojo o morado, pasando por distintos grados de coloración dependiendo de la variedad. La fruta tarda de 100 a 120 días, de floración a cosecha.

2.1.2.2. Condiciones climáticas

a) Temperatura

Mora *et al.* (2002) mencionan que el cultivo de mango está limitado a zonas de clima tropical y subtropical, debido a su susceptibilidad al frío. Las zonas cuya temperatura media anual oscila entre 22 y 27 °C son adecuadas para su desarrollo óptimo. La temperatura es un factor que también interviene en la viabilidad del polen, temperaturas menores de 10°C y mayores de 33 °C, afectan la vida del polen, siendo ésta una de las posibles razones del bajo cuaje de fruto, que muestran algunas de las variedades subtropicales. Temperaturas altas durante la noche 28 - 32 °C, al parecer, ayudan a que la fruta desarrolle un color más atractivo; sin embargo, Guzmán (1993), menciona que a esa temperatura hacen que la fruta sea dulce y madure bien, y ambientes de días calurosos y

noches frescas (temperaturas de 12 a 20 °C), parece ayudar a que la fruta desarrolle un color más atractivo.

b) Precipitación

Chávez (1998) indica que la distribución anual de la lluvia es muy importante, sobre todo en zonas tropicales, puesto que el mango requiere de un clima en el cual se alternen la época lluviosa con la época seca, esta última debe coincidir con la época de prefloración. La lluvia durante el período de floración, cuajado y crecimiento inicial del fruto puede provocar caída de flores y frutos por el ataque de enfermedades. El rango de adaptación de la especie va de 700 a 2500 mm, pero el óptimo es de 1000 y 1500 mm de precipitación al año con una temporada seca de aproximadamente cuatro a seis meses de duración y bien definidos. Durante el desarrollo de los arbolitos en los primeros tres años, el suministro de riego es sumamente importante; posteriormente el riego debe hacerse de acuerdo con las fases fenológicas de la planta.

c) Humedad Relativa

Guzmán (1993) indica que el efecto de la humedad relativa ha sido poco estudiado, se conoce que tiene un efecto directo en el intercambio gaseoso de las hojas e indirecto en el crecimiento, la floración y fructificación dado la influencia que tiene en el desarrollo de plagas y enfermedades.

d) Altitud

Avilán (1999) indica que las plantaciones productoras están limitadas a zonas que se encuentran por debajo de los 800 metros de elevación en clima tropical. Esto puede variar un poco dependiendo de la latitud y las condiciones de microclima.

e) Luminosidad

Avilán (1999) indica que el mango no responde a las diferencias en la longitud del día, en cuanto a la diferenciación floral. Pero si necesita de buena luminosidad para su crecimiento, desarrollo reproductivo y rendimiento. Es poco tolerante a la sombra. Los frutos expuestos a la luz desarrollan un mejor color que los que reciben menos luz.

f) Viento

Avilán (1999) indica que los vientos fuertes (mayores de 20 km/hora) pueden causar problemas como tumbado de plantas, deformación de plantas, daños mecánicos en hojas, flores y frutos, secamiento de flores, reducción de la viabilidad del polen y caída de flores y frutos. También puede afectar la actividad de los insectos polinizadores.

g) Suelos

Aunque el mango es exigente en suelos, pueden establecerse en los de tipo limoso, arenoso, laterítico o aluvial; siempre y cuando tenga buen drenaje, deben evitarse suelos muy delgados, alcalinos o pedregosos. La napa freática debe estar de tres a cuatro metros de profundidad. Además, debe preferirse aquellos con pH entre 5.5 y 7.7; a mayor pH se presentan deficiencias de hierro y zinc (UE, MINECO, 2007).

2.1.3. Origen y clasificación taxonómica del chirimoyo (*A. cherimola* Mill.)

Gardiazabal y Rosenber (1993) indican que la gran distribución de la especie en Centro y Sudamérica complicó el trabajo de los botánicos para determinar su origen. Se creía que era originaria de Centro América y que posteriormente fue llevada de Guatemala a Sudamérica. Autores como Popenoe (1921), determinaron que la chirimoya es originaria de América, así como Guirado (2003) indica que el origen de la chirimoya está ubicado, en el sur del

Ecuador y el norte de Perú, donde encontramos áreas entre los 1500 – 2500 msnm, mientras que Damme y Scheldeman (1999) mencionan que la provincia de Loja es posiblemente el centro de origen de la chirimoya, ya que en la zona hay una gran variabilidad de la fruta, que es una característica típica del centro de origen de una especie. Según González (2007) la chirimoya pertenece al orden Ranales, familia Annonaceae, género *Annona*, especie *cherimola* Mill.

2.1.3.1. Características botánicas

Guirado (2003) indica que el árbol de chirimoya es de tamaño medio, puede alcanzar una altura de 7 - 8 m, con gran follaje y una copa globosa. Al no ser podada, la planta está compuesta sucesiones de ramas.

a) Raíz

González (2013) menciona que el sistema radicular del chirimoyo es superficial y ramificado, originando dos o tres pisos a diferentes alturas, pero poco profundo. Según Gardiazabal y Rosenber (1993), el mango tiene de 3 a 6 raíces pivotantes, las cuales profundizan suelos favorables para su crecimiento.

b) Tallo y ramas

Gardiazabal y Rosenber (1993) mencionan que el tallo es cilíndrico de corteza más o menos gruesa, lisa o ligeramente veteadas verde grisáceo, de entrenudos largos, con ramas que forman una copa abierta y redondeada, frondosa y de rápido crecimiento, las cuales son lisas, delgadas, cilíndricas y de color pardo grisáceas.

c) Hojas

Según González (2013), las hojas son simples, enteras, de disposición alterna y de forma ovada u ovada-lanceolada.

d) Yemas

González (2013) menciona que las yemas son compuestas y pueden originar brotes mixtos (vegetativos y florales). Según Guirado (2003), las yemas que están protegidas por el peciolo comienzan su crecimiento, teniendo la posibilidad de emitir hasta 4 brotes, permanecen en latencia, si por algún motivo pierde un brote del mismo punto, pueden salir tres más. Esta característica es una ventaja al dar forma al árbol, ya que permite darle diferentes ángulos. Las yemas generalmente son mixtas, con flores y tallos vegetativos.

e) Flores

Según González (2007), las flores se desarrollan solitarias, o en grupo de tres, generalmente en ramas de un año y sobre los nudos de los nuevos brotes en crecimiento. Sus flores son hermafroditas, con una marcada dicogamia.

f) Fruto

Guirado (2003) indica que el fruto es un sincarpio originario de una sola flor, la forma de su fruto cambia según el número de óvulos fecundados, ya que si el óvulo no es fertilizado el carpelo no se desarrolla. Cuando el polen no cubre todo el cono pistilar los frutos se deforman. En el carpelo se desarrolla una semilla de color negro. Según Gardiazabal y Rosenber (1993), el color que toma el fruto depende de cada variedad, de un verde oscuro a un verde claro. La pulpa es de color blanco, carnoso, aromático, muy azucarada y de sabor agradable.

g) Semilla

En general la semilla es de forma oval y un poco achatada longitudinalmente, que varía dependiendo del número de semillas que tenga un fruto, si el número de semillas es alto, la semilla se aplana y cuando hay pocas semillas en un fruto su forma es redondeada (Guirado 2003).

2.1.3.2. Requerimientos edafoclimáticos

a) Clima

Guirado (2003) indica que los lugares que no tengan cambios marcado en la temperatura y humedad relativa son los más adecuados para el cultivo del chirimoyo. Para obtener un buen cuajamiento de frutos la temperatura tiene que estar entre los 25 y 28 °C y su humedad relativa entre 60 y 70 %, durante la floración. La temperatura promedio más baja para un buen crecimiento es de 13°C, para los meses más fríos. Lugares que tengan una temperatura más baja, no son adecuados para el desarrollo de los frutos.

b) Temperatura

Guirado (2003) indica que la chirimoya es un árbol muy susceptible a las heladas, temperaturas de -2°C pueden dañar las ramas, hojas y frutos. Si las temperaturas bajas se prolongan por varias horas, los daños son irreparables. En la floración, temperaturas de 30°C con humedades relativas bajas, causan una pobre fecundación al tener pérdida de receptividad en los estigmas.

c) Vientos

Guirado (2003) menciona que los vientos fuertes tienen un efecto en el cultivo, ya que las ramas jóvenes al ser tan flexibles pueden modificar su localización, provocando una mala formación del árbol. Otro problema que causa el viento en la etapa de maduración es el daño en los frutos por rozamiento.

d) Suelos

Guirado (2003) indica que la chirimoya se adapta a varios tipos de suelos, como arenosos, limo-arenosos, arcillosos, o pedregosos. Necesitan suelos con un buen

drenaje, ya que no resisten encharcamientos. El pH del suelo más adecuado es de 6,0 a 7,5.

2.1.4. Caracterización de rasgos funcionales

En Latinoamérica, el interés en la importancia que tiene la variabilidad de rasgos funcionales ha crecido aceleradamente en los últimos años. Los rasgos funcionales definidos como atributos físicos y químicos, también llamados caracteres funcionales o rasgos vegetales. Son características morfológicas, fisiológicas y/o fenológicas medibles en las plantas, desde el nivel celular hasta el nivel organismo. Son rasgos que influyen en el crecimiento, reproducción, supervivencia y por ende en los efectos del organismo en el ecosistema (Lavorel y Garnier 2002).

Los rasgos funcionales otorgan información de la función que las especies desempeñan en el ecosistema y su respuesta ante un determinado factor ambiental y los impactos ecológicos de su pérdida. Es decir, sirven como indicadores o predictores de las respuestas de las plantas ante factores ambientales y son muy difíciles de acceder y evaluar de forma directa, sobre todo cuando se trata de un gran número de especies e individuos (Mason *et al.* 2003). Están muy relacionados con el crecimiento de las plantas, el área foliar específico, la asimilación neta, o la razón de área foliar que son buenos predictores de las tasas máximas de crecimiento relativo (Lavorel y Garnier 2002)

Los mejores caracteres son aquellos que, siendo lo más informativos posibles desde el punto de vista ecológico, pueden ser medidos más fácilmente y a un menor costo, para un número representativo de individuos dentro de una población de acuerdo con los objetivos de la investigación (Cornelissen, *et ál.* 2003).

Según Fernández (2007), los rasgos funcionales son los componentes del fenotipo de un organismo que influye y a su vez responde a los procesos ecosistémicos, por lo tanto, se debe tener en cuenta que las correlaciones entre los rasgos de las especies y entre los rasgos y los ambientes en los cuales ellas se encuentran pueden ser interpretadas más allá de las capacidades de adaptación de los organismos o poblaciones.

Lavorel y Garnier (2002) indican que la mayoría de estudios sobre diversidad funcional fueron medidos la función indirectamente con el uso de rasgos simples que son indicadores de las características funcionales, por ejemplo, el área foliar específica se relaciona con la estrategia de recolección de luz y se ha visto como un indicador de adaptación ambiental; el rendimiento de materia seca foliar refleja un intercambio en el funcionamiento de la planta entre una rápida producción de biomasa y una eficiente conservación de nutrientes; la densidad de madera es un rasgo correlacionado con el contenido de carbono y con numerosas propiedades morfológicas, mecánicas, fisiológicas y ecológicas.

Stevens *et al.* (2001) mencionan que las características de la planta y los rasgos funcionales de los árboles que se deben medir son: diámetro de copa (DiC), diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total del árbol (AT), altura de ramificación (AR), altura de la rama más baja (ARB), densidad de copa (DC), forma de la copa (FC) (elípticas horizontales y elípticas verticales). Los valores de área foliar (AF), área foliar específica (AFE), índice de área foliar (LAI), longitud del peciolo (LP), fuerza tensil de la hoja (FTH), grosor de la hoja (GH) y porcentaje de pubescencia y la descripción de la textura de la hoja (TH) y tipo de hoja (TiH).

2.1.5. Determinación de rasgos funcionales

El conocimiento específico acerca de cómo los organismos particularmente interactúan con el ambiente y entre ellos, y como varían los rasgos sobre gradientes ambientales son esenciales para determinar rasgos

específicos a usar. Dicho conocimiento comprende a expertos, estudios observacionales de cómo los rasgos se distribuyen sobre un área con determinada variabilidad ambiental, estudios experimentales de interacciones entre especies y modelos teóricos de comunidades y ecosistemas. Generalmente la búsqueda de rasgos causa un juego de caracteres, siendo predominantes los morfológicos y pocas veces ciertos índices estáticos que están en función de la clorofila y las concentraciones nutritivas. La selección de caracteres es necesariamente subjetiva, pero que puede estar basado en el conocimiento de la fisiología básica del tipo de plantas que serán objeto de estudio (Fernández 2007).

La medición de los rasgos funcionales es sistemático por lo que se debe tener en cuenta los siguientes pasos: determinar los rasgos funcionales apropiados de los organismos que serán objeto de la medición, priorizar rasgos de acuerdo a su importancia funcional relativa, definir el tipo de variables y la metodología estadística para el procesamiento de datos, y por ultimo determinar la medida, la escala y el rango dentro los rasgos que explicarían la variación en los procesos a nivel del ecosistema (Fernández 2007).

2.1.6. Grupos funcionales

Lavorel y Garnier (2002) mencionan que los grupos funcionales pueden considerarse de dos tipos, grupos funcionales efecto, los cuales son grupos de especies con similar efecto en una o varias funciones ecosistémicas, por otro lado, están los grupos funcionales respuesta, que son grupos de especies con respuestas similares a factores ambientales particulares, estos grupos funcionales son tanto efecto como función de un ecosistema.

La aplicación del enfoque funcional depende de los procesos ecológicos de interés, el tipo de ecosistema y la escala espacio. Eso hace que definir la función de interés lo más con detalle posible para posteriormente escoger los rasgos de las plantas a evaluar según sea su respuesta a las variaciones del

ambiente para manifestar su relación con la función ecosistémica de interés temporal (Fernández 2007).

Las mejores características para tomar como rasgos son las fisiológicas, como tasa fotosintética, respuesta fotosintética a cambios verticales, horizontales y temporales de la luz, la estación de crecimiento activo de raíz, respuesta a la variabilidad ambiental entre otros. Sin embargo, la mayor parte de estudios sobre diversidad funcional han medido algunas de estas funciones indirectamente usando los caracteres simples que son indicativos de características funcionales por ejemplo el área foliar específica está relacionada con la estrategia de aprovechamiento de luz y ha sido vista como un índice a un síndrome adaptativo entero (Fernández 2007).

2.1.7. Servicios ecosistémicos que brindan el palto, mango y chirimoyo

Balvanera y Cotler (2009) mencionan que los servicios ecosistémicos más fácilmente reconocibles son los de provisión. Se trata de bienes tangibles, también llamados recursos naturales o bienes; en esta categoría están incluidos los alimentos, el agua, la madera, las fibras. Estos servicios proporcionan el sustento básico de la vida humana; los esfuerzos por asegurar su provisión guían las actividades productivas y económicas.

Los mismos autores mencionan que los ecosistemas que brindan también beneficios que dependen de las percepciones colectivas de los humanos acerca del ecosistema y de sus componentes. En este caso se habla de servicios culturales, los cuales pueden ser materiales o no materiales, tangibles o intangibles. Los beneficios espirituales, recreativos o educacionales que brindan los ecosistemas se consideran en esta categoría. Los servicios de sustento son los procesos ecológicos básicos que aseguran el funcionamiento adecuado de los ecosistemas y el flujo de servicios de provisión, de regulación y culturales. Entre estos servicios se encuentran la productividad primaria, que es la

conversión de energía lumínica en tejido vegetal y el mantenimiento de la biodiversidad.

2.2. Antecedentes

Miranda *et al* (2011) indican que la selección de los árboles a evaluar en este tipo de procesos investigativos de rasgos funcionales debe ser acorde con las características generales de la especie, ya que existen características y rasgos funcionales categorizados como plásticos, los cuales puede variar dentro de una especie dependiendo de factores como el acceso a la luz, estrés hídrico y tipo de manejo. Igualmente, es importante para la evaluación del porcentaje de transferencia de la lluvia, incluir variables que permitan explicar este proceso tales como la tasa de almacenamiento de la copa, la rugosidad de la corteza, el grado de inclinación de las ramas o ángulo de ramificaciones y la intensidad de la precipitación (PPT).

Los autores recomiendan evaluar el efecto o impacto de las prácticas de manejo de los árboles y del periodo en que estas se realizan (periodo seco o lluvioso) sobre el porcentaje de transferencia de la lluvia hacia el suelo y la captura de nutrientes y su impacto sobre las especies arbustivas o herbáceas ubicadas en estratos inferiores.

Miranda (2012) indica que los rasgos funcionales que se encuentran asociados de manera positiva con la captura de nutrientes corresponden a la fuerza tensil de la hoja (FTH), la longitud del peciolo (LP) y área foliar (AF), mientras que los rasgos funcionales como la textura de la hoja no se encuentran asociados con el servicio ecosistémicos de captura de nutrientes.

Balvanera *et al.* (2012) indican que los servicios ecosistémicos son el vínculo conceptual entre los ecosistemas, sus componentes y procesos y los beneficios que las sociedades obtienen de los ecosistemas. Existen varias definiciones de “servicios ecosistémicos”. La definición ofrecida por los autores

es que son “los componentes de los ecosistemas que se consumen directamente, que se disfrutan, o que contribuyen, a través de interacciones entre ellos, a generar condiciones adecuadas para el bienestar humano”.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

Existen interrelaciones entre los rasgos funcionales y los servicios ecosistémicos de los cultivares de Palto (*Persea americana* Mill.), Mango (*Mangifera indica* L.) y Chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) del agroecosistema del CIFO – UNHEVAL.

2.3.2. Hipótesis específicas

1. Existen rasgos funcionales que caracterizan los cultivares de Palto (*Persea americana* Mill.), Mango (*Mangifera indica* L.) y Chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) del Banco de Germoplasma del CIFO.
2. Los servicios ecosistémicos que brindan los cultivares de Palto (*Persea americana* Mill.), Mango (*Mangifera indica* L.) y Chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) del Banco de Germoplasma del CIFO tendrán relación con los rasgos funcionales.
3. La relación de los roles ecológicos de los rasgos funcionales del Palto (*Persea americana* Mill.), Mango (*Mangifera indica* L.) y Chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) del Banco de Germoplasma del CIFO tendrá alguna provisión en los servicios ecosistémicos que brindan a la sociedad.

2.4. Variables

2.4.1. Operacionalización de variables

En el siguiente cuadro se presenta las variables estudiadas, así como sus dimensiones e indicadores.

Cuadro 01. Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
<p><u>Variable independiente:</u> Árboles de palto, mango y chirimoyo</p>	<p>Identificación de cultivares de palto, mango y chirimoyo.</p>	<p>Fenotipos del palto, mango y chirimoyo.</p>
<p><u>Variable dependiente:</u> Rasgos funcionales y servicios ecosistémicos que brindan las especies de palto, mango y chirimoyo.</p>	<p>Caracterización fenotípica de especies de árboles de palto, mango y chirimoya. Caracterización de los rasgos funcionales relacionados con los diferentes órganos de las plantas. Descripción de los roles funcionales de los grupos de árboles de cultivos de palto, mango y chirimoyo.</p>	<p>Grupos taxonómicos de árboles de cultivos del palto, mango y chirimoyo. Grupos funcionales en las poblaciones de palto, mango y chirimoyo. Servicios ecosistémicos de los cultivos de palto, mango y chirimoyo y los roles de los grupos funcionales de árboles.</p>
<p>Variables intervinientes Servicios ecosistémicos que brindan los cultivos de palto, mango y chirimoyo. Parámetros climatológicos del CIFO: temperatura, humedad, horas luz, otros.</p>	<p>Servicios ecosistémicos que brindan los cultivos de palto, mango y chirimoyo del agroecosistema del CIFO-UNHEVAL y las prácticas agronómicas relacionadas. Variaciones de los parámetros climatológicos de los últimos cinco años.</p>	<p>Parámetros climatológicos y la diversidad taxonómica y grupos funcionales de árboles.</p>

Fuente: elaboración propia.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

Se realizó una investigación mixta. La investigación cuantitativa fue de tipo no experimental (Hernández *et al.* 2014) que consistió en la observación de los rasgos morfo-agronómicos de los cultivares que conforman el banco de germoplasma de palta y de mango del CIFO, así como de las variedades Fuerte y Hass de la parcela de producción comercial de palto del CIFO y de los cultivares de chirimoya. La investigación cualitativa fue de tipo investigación-acción participativa (Tobón 2014) que consistió en la co-creación del conocimiento sobre los servicios ecosistémicos de los cuatro espacios de producción y del material genético conservado en dichas unidades de producción, mediante la aplicación de cuestionarios a estudiantes de la Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.

Nivel de investigación

El estudio es de alcance descriptivo (Hernández *et al.* 2014). Se caracterizó los rasgos funcionales de los cultivares de *P. americana* Mill., *M. indica* L. y *A. cherimola* Mill. y especificó los servicios ecosistémicos que las unidades productivas del CIFO brindan a la sociedad desde la perspectiva de los estudiantes de la C. P. de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.

3.2. Ubicación del CIFO

Ubicación política:

Región : Huánuco
Provincia : Huánuco
Distrito : Pillcomarca
Lugar : Cayhuayna

Posición geográfica:

Latitud Sur : 09° 58' 12"
Longitud Oeste : 76° 15' 08"
Altitud : 1927 msnm

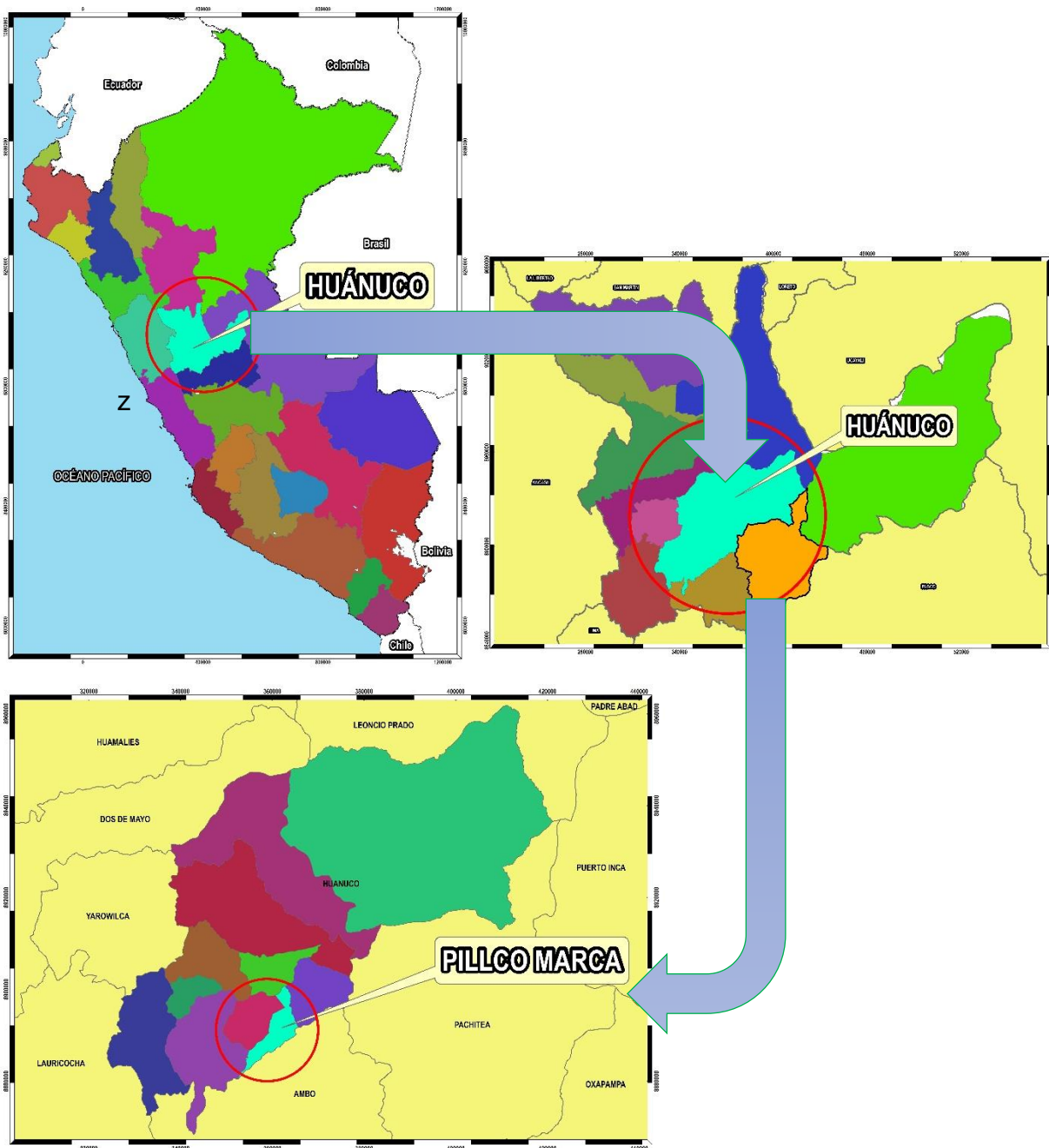


Figura 01. Mapa de ubicación política, departamental y provincial.

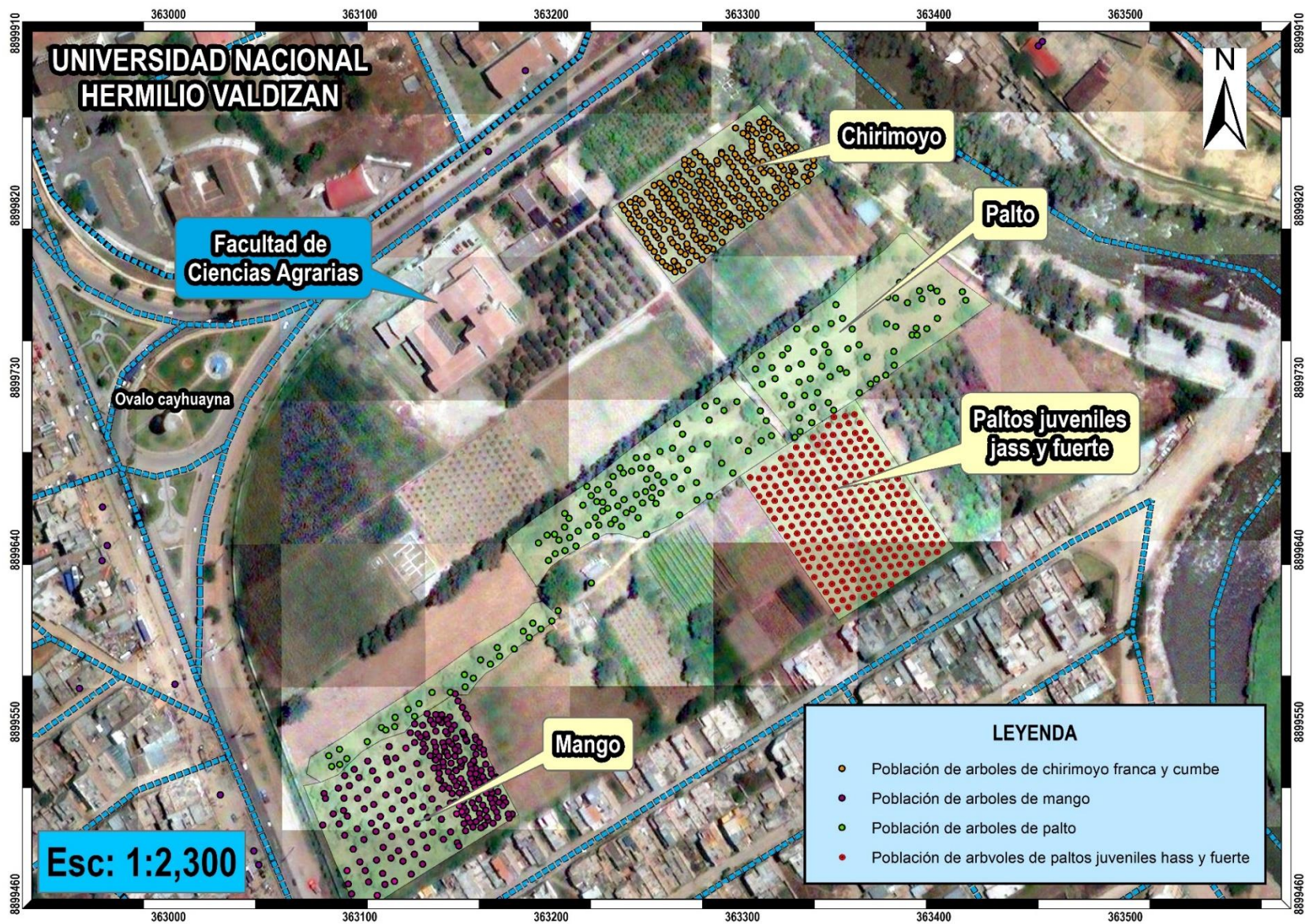


Figura 02. Mapa de ubicación de las parcelas en estudio.

3.2.1. Características climáticas y edafológicas

a) Clima

El perfil climático de la zona fue proporcionado por la estación meteorológica del SENAMHI de Huánuco ubicada en el CIFO de la UNHEVAL, la cual indica que Huánuco tiene un clima templado y seco, los veranos son cortos, cómodos y nublados y los inviernos son cortos, frescos, secos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 11 °C a 24 °C y rara vez baja a menos de 9 °C o sube a más de 26 °C. Con una temperatura promedio de 19°C.

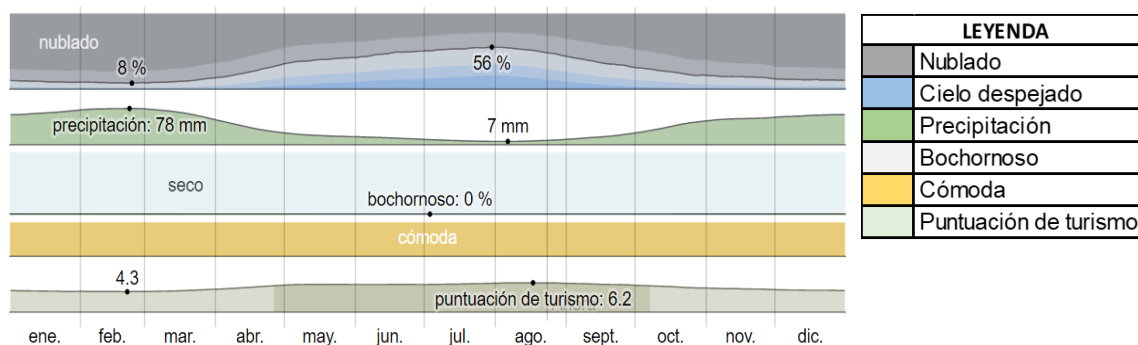


Figura 03. Perfil climático de la zona de Huánuco

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

b) Suelo

El suelo que predomina en el CIFO tiene una textura que varía de franco a franco arenoso y un color que va desde marrón oscuro a pardo cremoso.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

3.3.1. Población

El estudio se realizó en poblaciones finitas, en un total de 789 árboles (135 del banco de germoplasma de palto, 183 del cultivo de palto Fuerte + Hass, 240 del banco de germoplasma del mango y 230 del cultivo de chirimoyo). Para el caso del estudio de los servicios ecosistémicos, la población de interés es infinita,

que estuvo conformado por la comunidad académica (profesionales y estudiantes) de las ciencias agrarias que conocen los servicios que brinda el agroecosistema a la sociedad.

3.3.2. Muestra

Dado la variación existente entre los individuos que conforman los cultivos de las plantaciones estudiadas se estandarizó a un árbol por cultivar como conglomerado de muestreo. Para el caso del estudio de los servicios ecosistémicos se estableció un tamaño de muestra del 10% del total de estudiantes de la C. P. de Ingeniería Agronómica. En el Cuadro 02 se presenta un resumen de la población de los árboles de palto, mango y chirimoya, así como la cantidad de conglomerados para cada caso y en el Cuadro 03, un resumen de los conglomerados por cada una de las variedades que conforman los agroecosistemas estudiados. Para el estudio de los servicios ecosistémicos fueron encuestados 25 estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.

Cuadro 02. Población de cultivos

Cultivos	Población de árboles	Aptos a evaluación	No aptos a evaluación	N° de variedades para evaluación	Muestra
Palto (<i>Persea americana</i> Mill.)	172	135	37	21	21
Mango (<i>Mangifera indica</i> L.)	247	240	7	12	12
Chirimoya (<i>Annona cherimola</i> Mill.)	273	230	43	2	2
Palto juvenil Hass	154	115	39	1	5
Palto juvenil Fuerte	87	68	19	1	5

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 03. Conglomerados para la caracterización de los rasgos funcionales en los agroecosistemas de palto, mango y chirimoya del CIFO.

Cultivo del CIFO-UNHEVAL	Cultivares	Población de interés	Muestra	Tipo de muestreo
Banco de germoplasma de palto.	Super Fuerte	22	1	Conglomerado sin reposición
	Mexicana	6	1	
	Hass	4	1	
	Ruicon	1	1	
	Sutano	1	1	
	Verónica	4	1	
	Good Friend	1	1	
	Super Naval	1	1	
	Choquet	6	1	
	Itzama	2	1	
	Topa Topa	1	1	
	Duque 7	4	1	
	La Molina	2	1	
	Coollin Red	2	1	
	Esparta	1	1	
	Bacon	2	1	
	Campong	1	1	
Fuerte	62	1		
Naval Negra	1	1		
Naval Verde	9	1		
NN	1	1		
Cultivo de palto: Fuerte + Hass	Fuerte	68	5	Conglomerado sin reposición
	Hass	115	5	
Banco de germoplasma de mango.	Corazal	151	1	Conglomerado sin reposición
	Patil	8	1	
	Cambodiano	9	1	
	Julia	1	1	
	Criollo de Chulucanas	16	1	
	Franca	5	1	
	Amino	1	1	
	Haden	27	1	
	Kent	5	1	
	Amarilla de Ica	4	1	
Carmen de Ica	9	1		
NN	5	1		
Cultivo de chirimoyo.	Cumbe	31	1	Conglomerado sin reposición
	Franca	199	1	

Fuente: elaboración propia.

3.3.2.1. Tipo de muestreo

Para el estudio de los rasgos funcionales cada conglomerado se estratificó en unidades de muestreo efectivo: tercio bajo, medio y tercio alto de la copa del árbol donde se realizaron los muestreos aleatorios (Di Renzo et al. 2009) de los órganos para realizar la caracterización de los rasgos de acuerdo con descriptores definidos, donde cada planta de palto, mango y chirimoya fue un conglomerado. Para el estudio de los servicios ecosistémicos el muestreo fue intencional (Ruíz, 2012), porque se seleccionó estudiantes del tercer año hacia adelante debido a que tienen conocimiento, por su mayor tiempo de permanencia en el campus del CIFO, y por lo tanto una mayor claridad sobre los servicios ecosistémicos que brinda los agroecosistemas estudiados a la sociedad. En la Figura 03 se presenta el modelo de los estratos de muestreo del árbol, y en el Anexo 01 se presenta los ítems (6), los indicadores (34) y la escala de valoración (4) de la encuesta para la valoración de los servicios ecosistémicos que brindan la sociedad los agroecosistemas del CIFO.

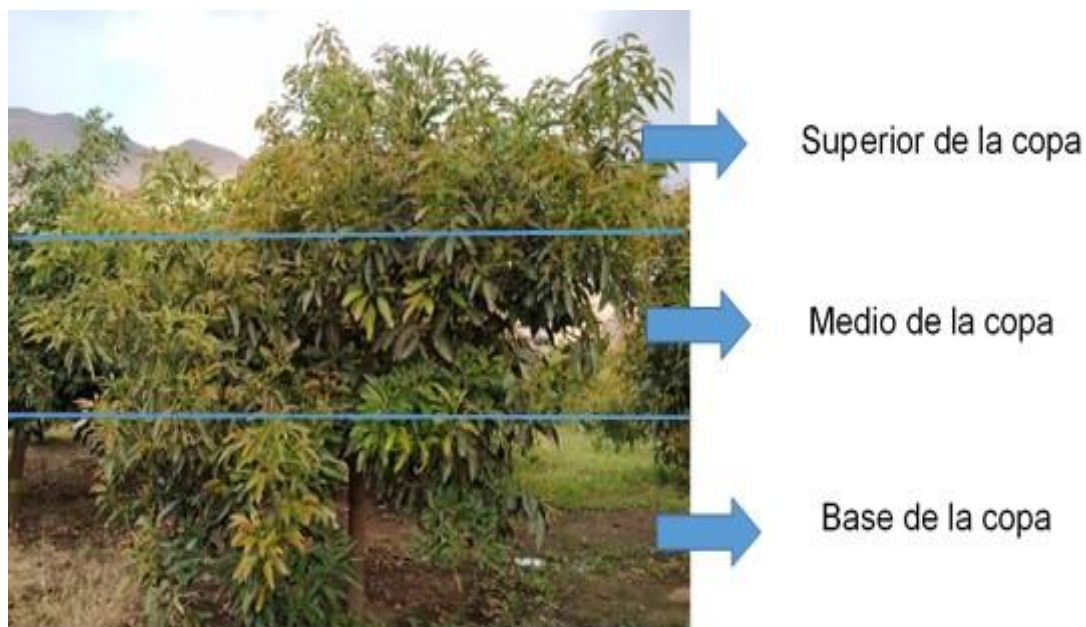


Figura 04. Árbol sin frutos después de la cosecha

3.3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis son los árboles frutales de mango, palta y chirimoyo para el estudio de rasgos funcionales. Para el estudio de los servicios ecosistémicos la unidad de análisis fueron los agroecosistemas de palto, mango y chirimoyo.

3.4. Tratamiento en estudio

En la investigación no se administró ningún tratamiento o estímulo respecto a la variable independiente. Los rasgos funcionales de los cultivares de palto, mango y chirimoyo fueron estudiados mediante observación en los conglomerados de cada uno de los agroecosistemas: i) árboles del banco de germoplasma de palto, ii) árboles del cultivo de palto, variedades Fuerte + Hass, iii) árboles del banco de germoplasma de mango y iv) árboles del cultivo de chirimoya. Los rasgos establecidos para el estudio fueron seleccionados de los descriptores específicos propuestos por el IPGRI (1995) para palto, IPGRI (2006) para mango y Biodiversity International y Cherla (2008) para chirimoyo.

Para el estudio de los servicios ecosistémicos que brindan los agroecosistemas a la sociedad, se validó una encuesta conformado por seis ítems (servicios ecosistémicos) que podrían brindar los agroecosistemas estudiados, cada ítem cuenta con indicadores de los servicios ecosistémicos que permitió hacer una valoración exhaustiva a los encuestados mediante una escala tipo Likert. La encuesta validada con seis ítems y 34 indicadores fue aplicada a 25 estudiantes de la Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica. En el Cuadro 04 se presenta los rasgos observados en las muestras estudiadas y en el Anexo 01 se presenta la encuesta utilizada para el estudio.

Cuadro 04. Variables observadas para el estudio de tres cultivos

Palto (<i>P. americana</i> Mill.)		Mango (<i>M. indica</i> L.)		Chirimoyo (<i>A. cherimola</i> Mill.)	
UdI	Ubicación de inflorescencia	UdF	Ubicación de los frutos	TdEX	Tipo de exocarpo
UdF	Ubicación de fructificación	PdI	Posición de la inflorescencia	HdF	Habito de fructificación
HdC	Habito de crecimiento	HdC	Habito de crecimiento	HdC	Habito de crecimiento
FdA	Forma del árbol	FdA	Forma del árbol	CRJ	Color de la rama joven
CRJ	Color de rama joven	FdH	Forma de la hoja	FdH	Forma de la hoja
OaA	Olor a anís de la hoja	CHJ	Color de las hojas jóvenes	FRdH	Fragancia de la hoja
FdH	Forma de la hoja	CHM	Color de las hojas maduras	AdF	Atractivo de la fruta
CHM	Color de las hojas maduras	TdH	Textura de la hoja	CdE	Color de epicarpio (Madura)
TdH	Textura de la hoja	FdF	Forma del fruto	CdHJ	Color de las hojas jóvenes
TdF	Tipo de floración	TdE	Textura del epicarpio	CHM	Color de las hojas maduras
CdF	Color de la flor	CdE	Color del epicarpio (Madura)	TdH	Textura de la hoja
FdF	Forma del fruto	FdIH	Fragancia de la hoja	FdF	Forma del fruto
TdE	Textura del Epicarpio	AdF	Atractivo de la fruta	PdHH	Pubescencia del haz de la hoja
CdE	Color de epicarpio de la fruta	CdI	Color de la inflorescencia	PdEH	Pubescencia de envés de la hoja
LLF (cm)	Longitud de lámina foliar	Ddl (Días)	Duración de inflorescencia (Días)	CPF	Color exterior de los pétalos de la flor
AF (cm)	Área foliar (Cm ²)	LdF (cm)	Longitud del fruto	TdE	Textura del epicarpio
LdF (cm)	Longitud del fruto cm	PdF (cm)	Perímetro del fruto	LdF	Longitud del fruto
PdF (cm)	Perímetro del fruto cm	DdF (cm)	Diámetro del fruto	PERdF (cm)	Perímetro del fruto (cm)
DdF (cm)	Diámetro del fruto cm	PdF (g)	Peso del fruto (g)	DdF (cm)	Diámetro del fruto (cm)
PdF (g)	Peso del fruto (g)	LdLF (cm)	Longitud de lámina foliar	PdF (g)	Peso del fruto (g)
CdT (cm)	Circunferencia del tronco (cm)	AF (Cm2)	Área foliar (Cm ²)	LLF (cm)	Longitud de la lámina foliar (cm)
NFI	Numero de flores/inflorescencia	NFI	Numero de flores por inflorescencia	AF (Cm2)	Área foliar (cm2)
Ddl (días)	Duración de Inflorescencia	CdT(cm)	Circunferencia del tronco (cm)	NNMR	Número de nudos por metro de rama
				FMRAA	Número de flores por metro de la rama del año anterior
				FMRAAC	Número de flores por metro de la rama del año actual
				DURdF (días)	Duración de la flor (días)
				CdT (cm)	Circunferencia del tronco (cm)

Fuente: elaboración propia.

3.5. Prueba de hipótesis

3.5.1. Diseño de la investigación

En los cuatro agroecosistemas el diseño del estudio se realizó según las particularidades que presentan, cuyos detalles fueron descritas en la sección 3.3. La caracterización de los rasgos fenotípicos de los cultivares de palto, mango y chirimoyo se realizó en bajo un protocolo establecido para el estudio, cuyos detalles se describen en la sección 3.7. El estudio de servicios ecosistémicos que brindan los agroecosistemas a la sociedad se realizó mediante encuestas intencionales a los estudiantes de la Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica. Los análisis de los datos fueron realizadas mediante estadísticos descriptivos, prueba de "T" de student para muestras independientes para comparar los rasgos cuantitativos de las variedades Fuerte y Hass del palto y de los cultivares Cumbe y criollo del chirimoyo, análisis de varianza (ANAVA), análisis de correlaciones (estadístico de Pearson), análisis de regresión y análisis multivariado; también se utilizó gráficos de caja para presentar los estadísticos más relevantes de las variables cuantitativas estudiadas en cada caso (media, mediana, valores mínimo y máximo y desviación estándar). La confiabilidad de las respuestas de los estudiantes de la Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica se determinó mediante el estadístico Alfa de Cronbach.

3.5.2. Datos registrados

Los datos observados de las variables observadas fueron registrados en una ficha de campo, luego digitado en Excel y finalmente fueron organizados en cuatro bases de base de datos para ser analizados: i) árboles del banco de germoplasma de palto, ii) árboles del cultivo de palto, variedades Fuerte + Hass, iii) árboles del banco de germoplasma de mango y iv) árboles del cultivo de chirimoya.

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de información

3.5.3.1. Técnicas utilizadas en la recolección y registro de datos

- a) Técnicas de investigación documental:** registro de datos de las fuentes bibliográficas en las fichas, elaboración de una matriz de gestión de información y recreación del marco teórico, la bibliografía y la discusión.
- b) Técnicas de investigación empírica:** observación de las variables estudiadas, registro y tabulación de datos, análisis de datos e interpretación de los resultados.

3.5.3.2. Instrumentos de recolección y registro de datos

- a) Instrumentos y equipos de campo:** libreta de campo, fichas de registro o localización.
- b) Instrumentos de gabinete:** Microsoft Excel, programa InfoStat versión 2019e, calculadora, libreta, papel bond, sobres manila.

3.5.3.3. Procesamiento y análisis de los datos observados

La elaboración de la base de datos y los criterios de análisis fueron realizados con base a las consideraciones teóricas adaptadas de Di Rienzo *et al.* (2009) y Di Rienzo *et al.* (2008). Los análisis fueron realizados mediante un software estadístico especializado, InfoStat (2019). La gestión de la información primaria consistió en las siguientes etapas:

a) Observación

Los datos de las variables observadas fueron registrados en una ficha de campo, luego fueron digitados en un formato Excel previa verificación de la calidad de dichos datos.

b) Elaboración de bases de datos

Se elaboraron bases de datos para los cuatro casos mencionados en la sección 3.4, luego fueron analizados con el uso del software estadístico InfoStat.

c) Análisis descriptivo

Consistió en determinar los estadísticos descriptivos más importantes, tales como, media, desviación estándar, variancia, error estándar, coeficiente de variación, valor mínimo, valor máximo y mediana para describir el comportamiento de los rasgos cuantitativos, la moda para el caso de los rasgos cualitativos.

d) Análisis de correlación

Se realizó el análisis de correlación mediante el estadístico de Pearson entre todas las variables observadas de los cultivos. La hipótesis estadística alterna probada en estos análisis fue $r \neq 0$, considerándose asociaciones importantes aquellas que resultaron iguales o superiores a 0.75.

e) Prueba T para muestras independientes

Se realizaron pruebas T para determinar si los rasgos funcionales de los cultivos palto Fuerte y Hass y ambos cultivos de chirimoyo varían. La hipótesis estadística alterna probada en estas pruebas fue “las esperanzas matemáticas de los rasgos cuantitativos de los cultivos Fuerte y Hass son diferentes” y “las esperanzas matemáticas de los rasgos cuantitativos de los cultivos Cumbe y criollo de chirimoyo son diferentes”.

f) Análisis multivariado

Los análisis multivariados fueron realizados para determinar los grupos funcionales de máxima similitud de palto y mango, agrupados según los rasgos funcionales. Se realizó un análisis multivariado mediante el análisis de conglomerado jerárquico utilizando el algoritmo de Ward y la distancia Euclídea al Cuadrado, utilizando las medias de las variables cuantitativas estandarizadas. La agrupación de los grupos funcionales fue corroborada mediante la técnica de elipses de predicción (al 95% de confianza) del análisis discriminante utilizando

como variables de clasificación a los grupos fenotípicos identificados. Fueron verificadas las tasas de error aparente o tasas de mala clasificación y los centroides de los grupos funcionales definidos. Para todos estos análisis se exceptuaron las medias de las variables que presentaron una alta correlación. La identificación de las características discriminatorias más importantes en la colección núcleo se realizó a través del método de análisis discriminante (AD) lineal (Di Rienzo *et al.* 2008, Ignacio 2017).

g) Coeficiente de Alfa de Cronbach

Luego de su elaboración y validación del cuestionario para el estudio de los servicios ecosistémicos que brindan a la sociedad los agroecosistemas estudiados del CIFO, se aplicó al grupo objetivo y para determinar la fiabilidad (homogeneidad y concordancia) de los ítems y la estabilidad de los indicadores de cada ítem se utilizó el estadístico Alfa de Cronbach. Es un método utilizado para medir la consistencia interna del cuestionario a través de las variancias empíricas de los ítems, para ello se utilizó además la regla general de confiabilidad de 0.8, según Quero (2010) como valor mínimo de confiabilidad.

3.6. Materiales, insumos y equipos

3.6.1. Materiales

- **Material vegetal:** órganos de árboles (conglomerados) de mango, chirimoya y palto: hojas, flores y frutos.
- **Material de campo:** bolsas de polietileno para muestras (hojas, flores y frutos), tijera de podar, hilo, cartulina, plumones, cinta de embalaje, cintas de color, costales, cinta métrica, regla graduada, mortero, pilón.
- **Material de gabinete:** cuaderno de apuntes, lapicero, lápiz, tabla de colores de Munsell, hojas bond, regla de medida (30 cm), pilón, mortero, cintas de plástico azul, cinta métrica, canasta, bolsas plásticas, plumón indeleble.

3.6.2. Equipos

- Balanza de precisión, laptop, GPS MAP 64sx Garmin.

3.6.3. Insumos

- **Solvente y reactivo:** agua, alcohol 70%.

3.7. Conducción de la investigación

3.7.1. Censo de la población de plantas de los agroecosistemas del CIFO

El proceso de registro de las variedades de los cultivares de mango, palto y chirimoyo se realizó con un GPS y con ayuda de un ingeniero conocedor de los cultivares del CIFO, esto plasmado en una hoja de datos para luego ser digitalizado con el programa ArcGis 10.5, y posteriormente obtener el plano real de toda la población de cultivares con sus respectivas variedades. En las figuras 03 al 06 se presentan los croquis de distribución de las plantas de los agroecosistemas del CIFO estudiados.

3.7.2. Elaboración y validación del cuestionario para el estudio de los servicios ecosistémicos

Se elaboró y validó el instrumento para la aplicación al grupo objetivo de estudiantes. La encuesta fue validada por el asesor de tesis y dos docentes especialistas de la Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica. El instrumento validado fue aplicado por el tesista al grupo objetivo.

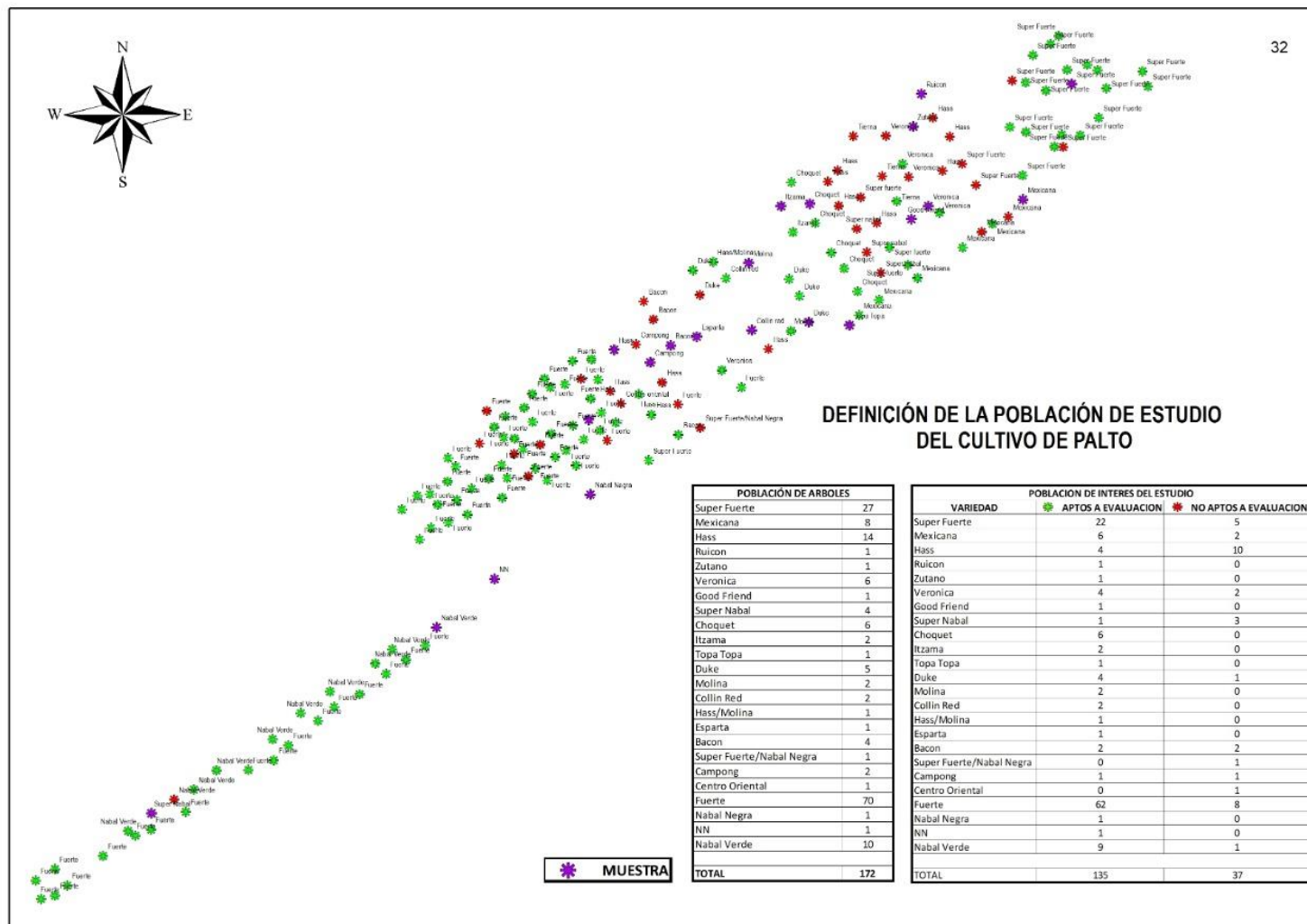


Figura 05. Croquis de distribución de los cultivares del banco de germoplasma de palto del CIFO-UNHEVAL

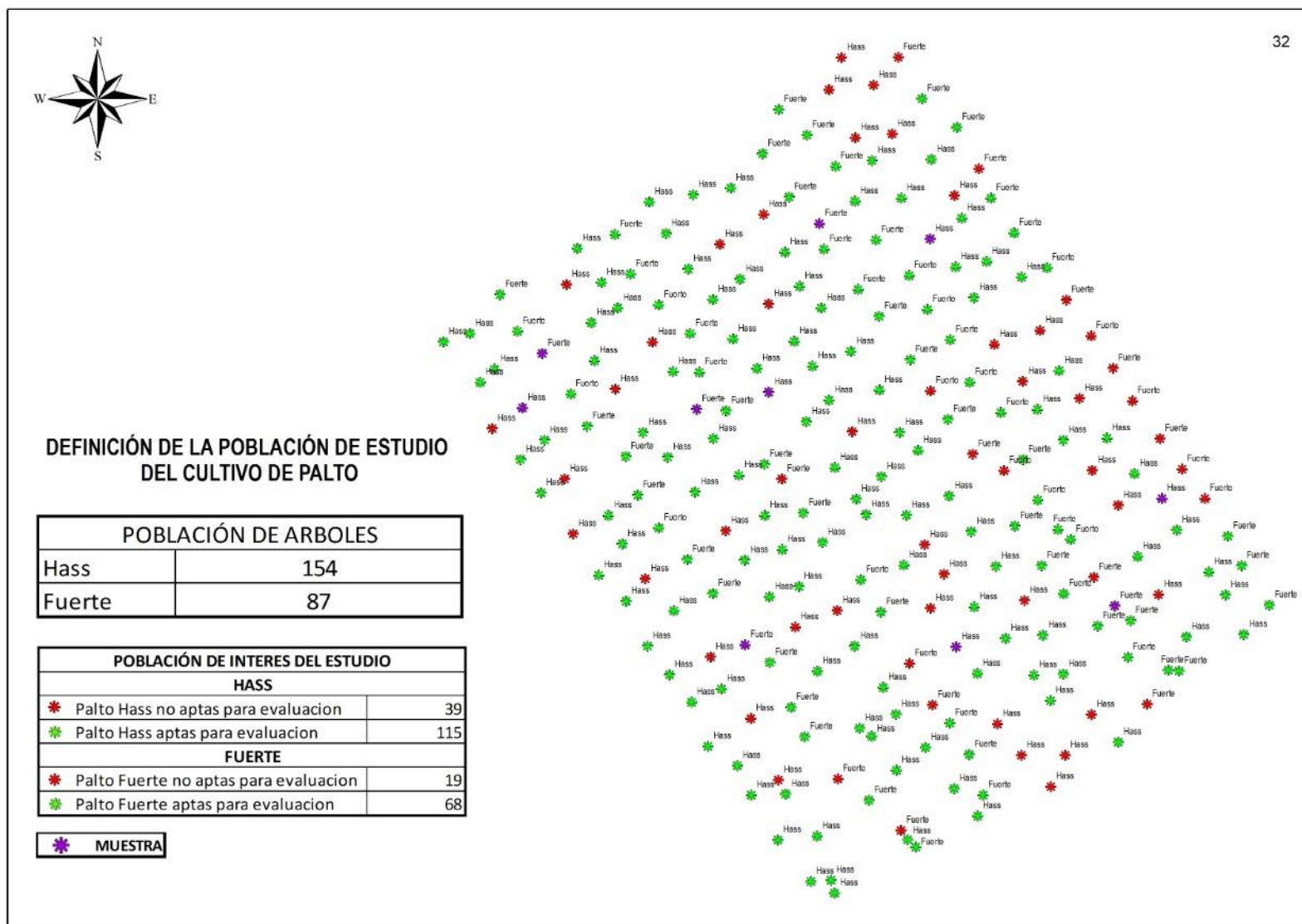


Figura 06. Croquis de distribución del cultivo de palto variedades Fuerte y Hass del CIFO-UNHEVAL

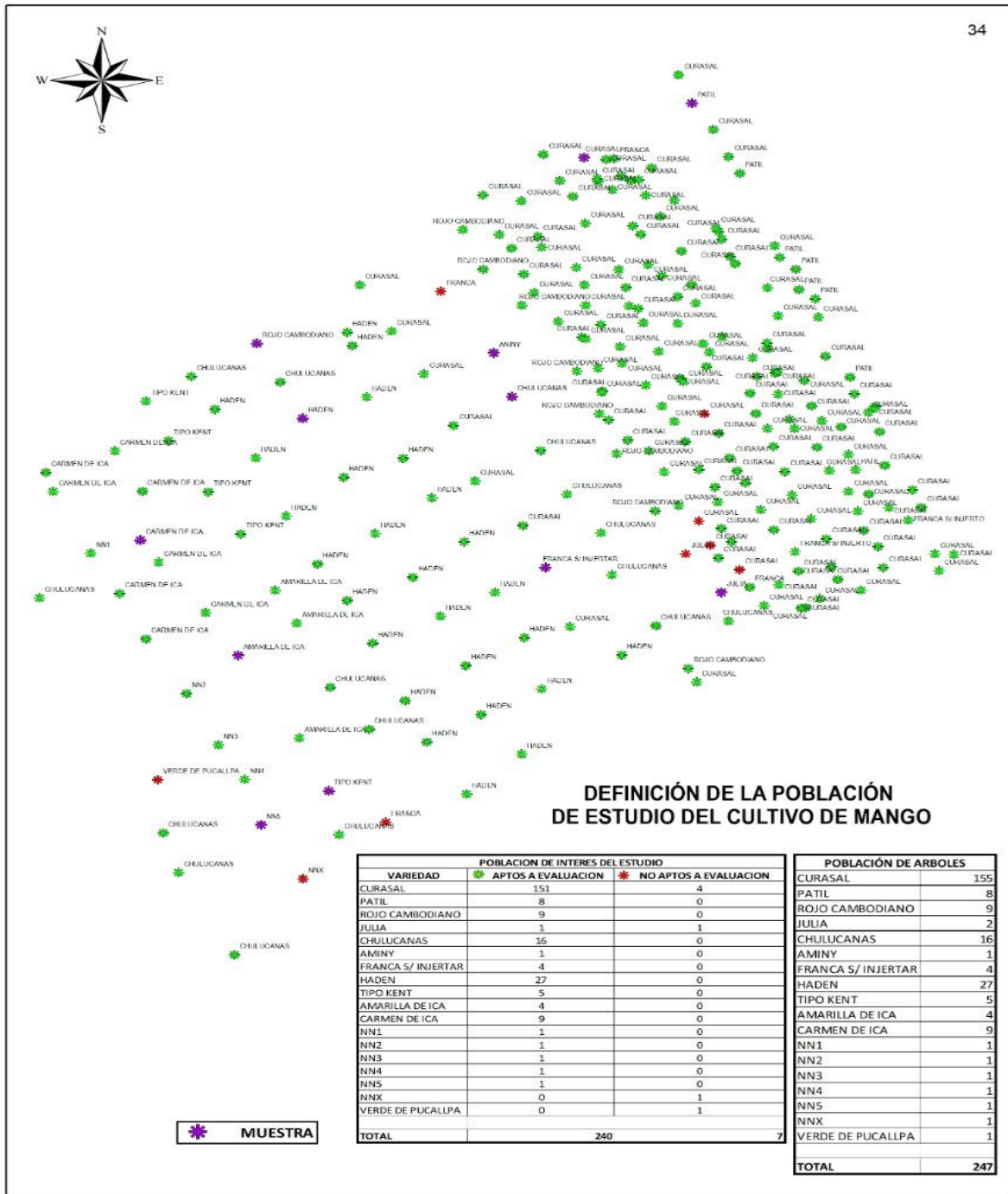


Figura 07. Croquis de distribución de los cultivares del banco de germoplasma de mango del CIFO-UNHEVAL

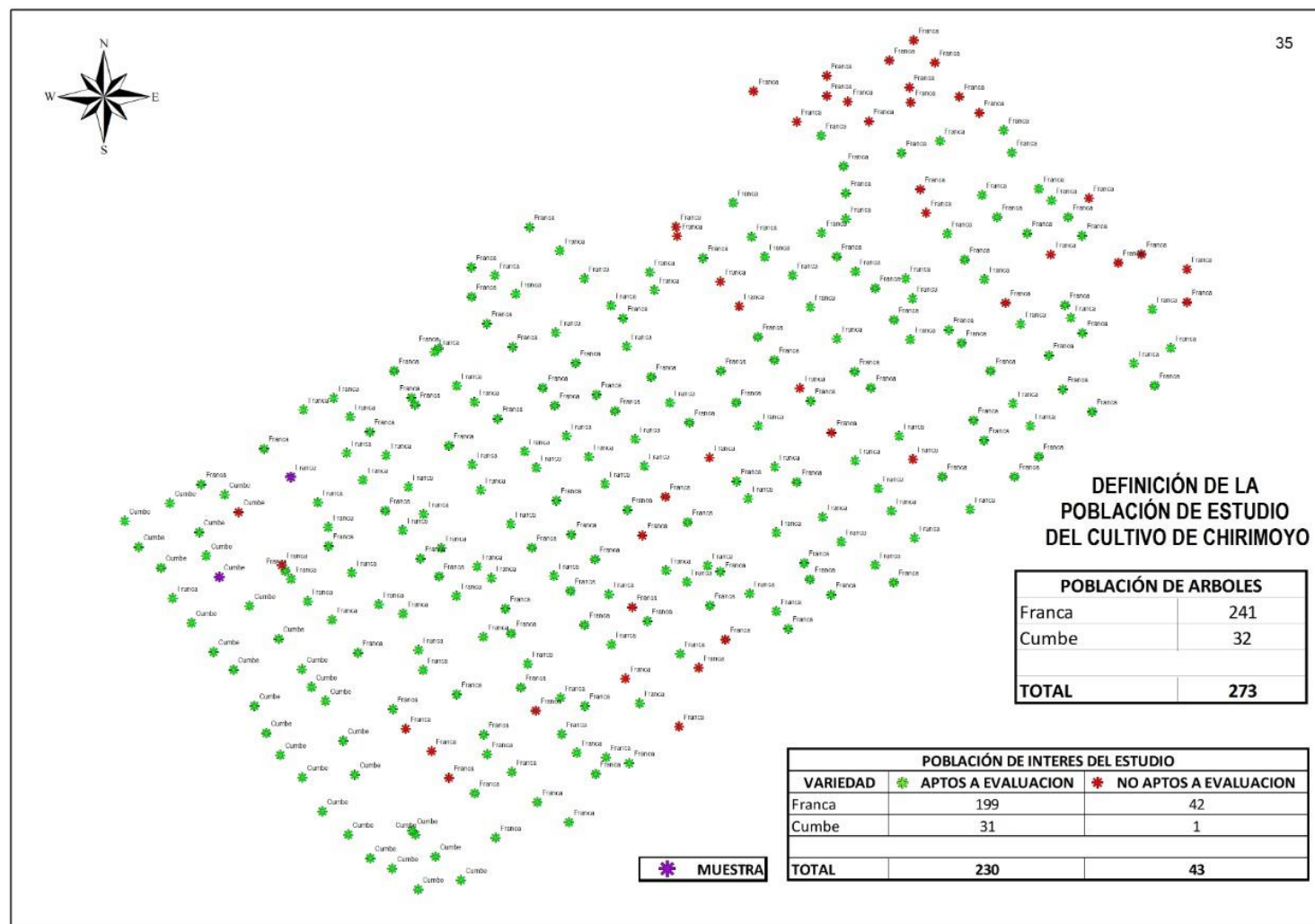


Figura 08. Croquis de distribución de las cultivares de chirimoyo del CIFO-UNHEVAL

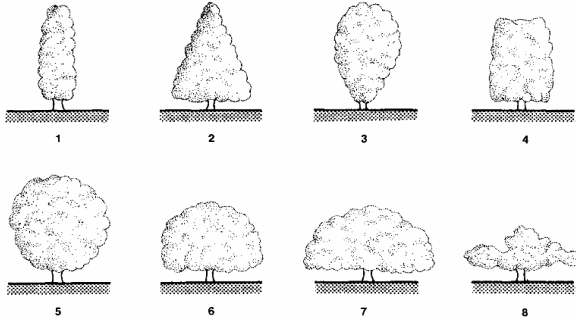


3.7.3. Caracterización de rasgos funcionales del palto (*P. americana* Mill.)

Se caracterizaron árboles de 21 variedades del banco de germoplasma y cinco árboles de cada una las variedades Fuerte y Hass del agroecosistema Fuerte + Hass.

3.7.3.1. Caracterización de rasgos del árbol de palto

Se seleccionaron de cada cultivar árboles que no presentan modificaciones excesivas por las podas y se caracterizaron cuatro rasgos funcionales (forma del árbol, circunferencia del tronco, color de las ramas jóvenes y hábito de crecimiento). En los cuadros del 05 al 22 se presentan los procedimientos para las caracterizaciones de los árboles de las parcelas del CIFO.

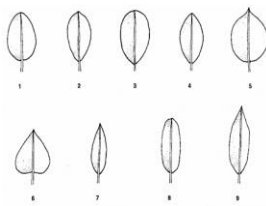
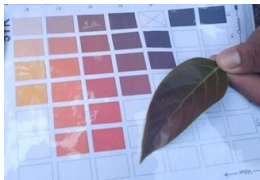



Cuadro 05. Caracterización de los árboles de palto

Rasgo	Caracterización
Forma de árbol.	<p>Caracterizado con base a los ocho estados del descriptor: 1. columnar, 2. piramidal, 3. obovado, 4. rectangular, 5. circular, 6. semicircular, 7. semi-elíptico, 8. irregular.</p> 
Circunferencia del tronco (cm).	<p>Se midió con una cinta métrica a los 0.30 m de altura sobre el suelo.</p> 
Hábito de crecimiento.	<p>Se observó la forma que posee el árbol y la dirección de sus ramas.</p> 

Fuente: elaboración propia.

3.7.3.2. Caracterización de Hojas


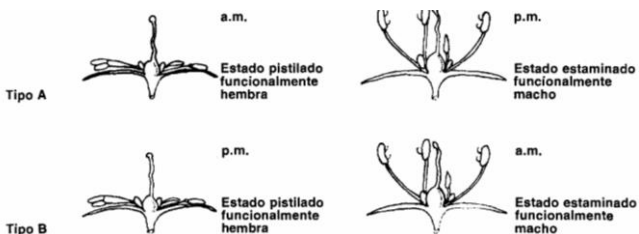




Cuadro 06. Caracterización de rasgos de la hoja

Rasgo	Caracterización	
Forma de hoja.	Se seleccionó cinco hojas por cada cultivar en base al descriptor. 1. ovada, 2. obovada-angosta, 3. obovada, 4. oval, 5. redondeada, 6. cordiforme, 7. lanceolada, 8 oblonga, 9. oblonga-lanceolada.	
Color de las ramas jóvenes.	Se tomaron cinco ramas al azar de los tres tercios del árbol y fueron caracterizadas con base a tres estados del descriptor: 1. amarillo (grupo amarillo-anaranjado), 2. verde (grupo verde), 3. rojo (grupo naranja-grisáceo) utilizando la tabla de colores de MUNSELL.	
Olor a anís	Se tomaron hojas de distintas partes de la copa del árbol, luego se trituraron en un mortero con el pilón, y se determinó lo que establece el descriptor.	
Longitud de la lámina foliar (cm)	Se seleccionaron hojas y se hizo la medición desde la base de la hoja hasta el ápice de la hoja.	
Área foliar (cm ²)	Se determinó usando dos fórmulas matemáticas: la de elipse ($A \times B \times \pi$) para el limbo y de un triángulo ($b \times h / 2$) para el ápice. El dato del área foliar se registró como la sumatoria de las dos anteriores.	
Color de las hojas maduras	Se recolectaron hojas maduras de todo el árbol, de árboles juveniles y adultos.	
Textura de la hoja	Se determinó con la ayuda del descriptor cuyos términos fueron: blanda, dura, semidura y muy dura.	

Fuente: elaboración propia.

3.7.3.3. Caracterización de flores

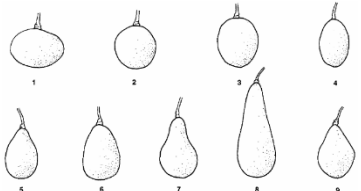


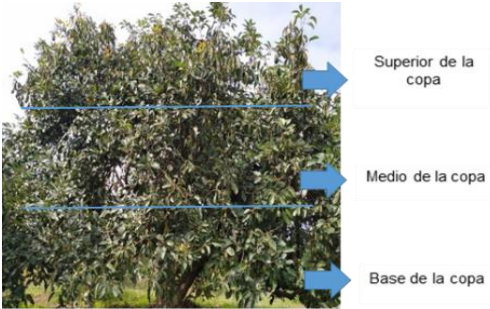

Cuadro 07. Caracterización de la inflorescencia y de la flor del palto

Rasgo	Caracterización
Duración de inflorescencia	Se seleccionaron cinco inflorescencias en tres ramas (una rama por cada tercio de la copa). 
Tipo de floración	Se evaluaron las flores a las ocho horas y diecisiete horas del día, identificando si la flor corresponde al tipo "A" o tipo "B". 
Época de floración	Se monitoreó desde la aparición de las primeras inflorescencias, hasta los días en que empiezan a desaparecer las flores e inicio del cuajado. 
Ubicación de inflorescencia	Se observaron en cuál de los tercios del árbol se ubica el mayor número de inflorescencia. 
Color de la flor	Se recolectaron cinco flores al azar y se realizó la comparación con la tabla de colores de MUNSELL. 
Número de flores por inflorescencia	Se tomó una inflorescencia de cada una de las ramas de los tres tercios de la copa del árbol. 

Fuente: elaboración propia.

3.7.3.4. Caracterización de fruto del palto

Cuadro 08. Caracterización del fruto del palto

Rasgo	Caracterización	
Forma del fruto	Formas de fruto; 1. oblata, 2. esferoide, 3. esferoide alto, 4. elipsoide, 5. obovado-angosto, 6. obovado, 7. piriforme, 8. claviforme, 9. romboidal.	
Inicio de fructificación	Se registró la fecha de inicio en que las frutas comienzan a aparecer en el árbol, y también la fecha donde el árbol carece de frutos (después de la cosecha).	
Finalización de fructificación	Se registró la fecha de finalización en que las frutas comienzan a escasear en el árbol (después de la cosecha).	
Ubicación de fructificación	Se evaluó en la fase de madurez óptima y se observó el mayor número de frutos en la copa del árbol.	
Longitud del fruto (cm)	Se seleccionaron frutos que se encontraron en madurez fisiológica, cuya medición se hizo con una regla graduada.	

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 09. Caracterización del fruto

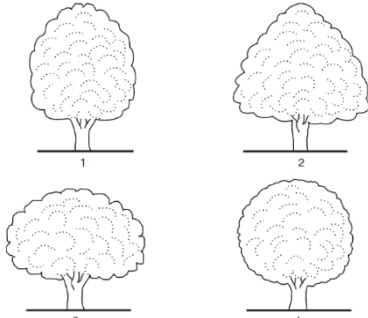


Rasgo	Caracterización	
Perímetro del fruto (cm)	Se seleccionaron frutos en madurez fisiológica, cuya medición se hizo con la ayuda de una cinta métrica graduada.	
Diámetro del fruto (cm)	El diámetro se realizó aplicando una fórmula matemática (perímetro del fruto por el valor de “ π ”) y se registró el resultado el perímetro total para una figura esférica o semiesférica.	
Peso del fruto (gr)	Se pesaron todos los frutos en una balanza de precisión.	
Textura del epicarpio	Se determinó la textura del epicarpio en base a lo que establece el descriptor del IPGRI para caracterizar el aspecto de la fruta.	
Color del epicarpio de la fruta	El color de las frutas se determinó haciendo una comparación con la tabla de colores de MUNSELL.	

Fuente: elaboración propia.

3.7.4. Descripción en mango (*Mangifera indica* L.)

Se caracterizaron los árboles de 12 cultivares que conforman el banco de germoplasma de mango del CIFO. Se utilizaron descriptores cuantitativos y cualitativos para mango (*Mangifera indica*) propuestos por el IPGRI. A continuación, se describe el procedimiento de la caracterización.

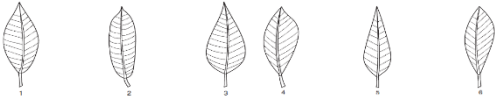





Cuadro 10. Caracterización del árbol

Rasgo	Caracterización	
Forma de la copa del árbol	Se seleccionaron aquellos árboles que no tenían una modificación exagerada debido a las podas. Los estados del descriptor son: 1. <i>oblonga</i> , 2. <i>semi-pirámide</i> , 3. <i>semi-Circular</i> , 4. <i>circular</i> .	
Medición de circunferencia del tronco (cm)	La medición de la circunferencia del tronco se hizo a 0.30 m de altura sobre el suelo.	
Hábito de crecimiento	Se evaluó el hábito de crecimiento del árbol observando la forma que posee, la dirección en que se encuentran distribuidas las ramas.	

Fuente: elaboración propia.

3.7.4.1. Evaluación de hojas






Cuadro 11. Caracterización de la hoja

Rasgo	Caracterización
Forma de la hoja	<p>Se recolectó cinco hojas al azar por cultivar y se determinó la forma que tiene haciendo uso del descriptor.</p> 
Color de las hojas jóvenes	<p>Se evaluaron cinco hojas jóvenes que tienen de 10-20 días de edad.</p> 
Longitud de la lámina foliar (cm)	<p>La longitud de la hoja se consideró la distancia desde la base de la hoja hasta el ápice en cinco hojas recogidas al azar por cultivar.</p> 
Área foliar (cm ²)	<p>Se determinó usando dos fórmulas matemáticas: la de elipse ($A \times B \times \pi$) para el limbo y de un triángulo ($b \times h / 2$) para la base. El dato del área foliar se registró como la sumatoria de las dos áreas.</p>
Color de las hojas maduras	<p>Para la evaluación del color se tomaron hojas maduras y con los estados que establece el descriptor.</p> 
Textura de la hoja	<p>Para esta evaluación se utilizó los términos de coriácea, cactácea y membranosa.</p> 
Olor de la hoja	<p>Se determinó en hojas totalmente maduras.</p> 

Fuente: elaboración propia.

3.7.4.2. Evaluación de flores

Cuadro 12. Caracterización de la inflorescencia




Rasgo	Caracterización	
Evaluación de las inflorescencias en plena apertura floral	Se monitoreó a cinco inflorescencias en tres ramas (una rama por cada tercio de la copa).	
Color de la inflorescencia	Se recolectó cinco inflorescencias al azar de cada árbol, se realizó la comparación de color con la tabla de colores de MUNSELL.	
Numero de flores por inflorescencia	Se tomó una inflorescencia de cada una de las ramas de los tres tercios de la copa del árbol.	
Posición de inflorescencia	Se evaluó la posición de la inflorescencia en el árbol, se observó la ubicación del mayor número de inflorescencias en los tercios del árbol.	
Época de floración	Se monitoreó cinco inflorescencias en tres ramas (una rama por cada tercio de la copa).	

Fuente: elaboración propia.

3.7.4.3. Evaluación de frutos





Para la descripción se tomaron cinco frutos al azar por planta.

Cuadro 13. Ubicación y periodo de fructificación

Rasgo	Caracterización
Inicio de fructificación	Se registró la fecha de inicio en que los frutos comenzaron a aparecer en el árbol, y también la fecha donde el árbol carece de frutos. 
Finalización de fructificación	Se registró la fecha donde el árbol carece de frutos (después de la cosecha). 
Ubicación de los frutos	Se evaluó en la fase de madurez óptima, donde se determinó la ubicación de los frutos en la copa del árbol: base de la copa, medio de la copa y tercio superior de la copa. 

Fuente: elaboración propia.


Cuadro 14. Caracterización cualitativa y cuantitativa del fruto

Rasgo	Caracterización	
Forma del fruto	Las observaciones fueron realizadas en frutos que se encuentran en madurez fisiológica.	
Longitud del fruto (cm)	La medición se hizo con regla graduada, a frutos que se encuentran en madurez fisiológica.	
Perímetro del fruto (cm)	La medición se hizo con una cinta métrica graduada a aquellos frutos que se encontraron en madurez fisiológica.	
Diámetro del fruto (cm)	La evaluación del diámetro del fruto se realizó aplicando una fórmula matemática (perímetro del fruto por el valor de " π "), se registró el resultado que arroja la fórmula, como el perímetro total de una figura esférica o semiesférica.	
Peso del fruto (g)	Se pesó a todos los frutos en una balanza de precisión.	
Textura del epicarpio	Se determinó teniendo en cuenta los estados que establece el descriptor.	
Color del epicarpio de la fruta	El color de las frutas se determinó haciendo una comparación con la tabla de colores de MUNSELL.	
Atractivo de la fruta	Para esto se hizo una evaluación combinada de la forma, tamaño y coloración de la fruta.	

Fuente: elaboración propia.

3.7.5. Descripción en chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.)

Cuadro 15. Caracterización del tronco





Rasgo	Caracterización
Medición de circunferencia del tronco (cm)	La medición de la circunferencia del tronco se hizo a 0.30 m. de altura sobre el suelo. 
Habito de crecimiento	Se evaluó el hábito de crecimiento del árbol, observando la forma que posee y la dirección en que se encuentran distribuidas las ramas.

Fuente: elaboración propia.

3.7.5.1. Descripción de la hoja

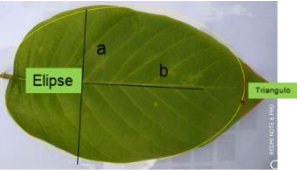




Para esta caracterización se tomaron cinco hojas al azar de cada árbol.

Cuadro 16. Caracterización de la hoja

Rasgo	Caracterización
Color de las hojas jóvenes	Se evaluaron las hojas jóvenes que están en la punta de la rama que tienen de 5-10 días de edad. 
Forma de la hoja	Estados para forma de la hoja (1. ovada, 2. elíptica, 3. obovada, 4. Lanceolada) (a) y caracterización del rasgo (b)  
Longitud de la lámina foliar (cm)	Se registró el dato de la distancia desde la base de la hoja hasta el ápice de la hoja. 

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 17. Caracterización cuantitativa y cualitativa de las hojas

Rasgo	Caracterización	
Área foliar (cm ²)	Se usó dos fórmulas matemáticas: la de elipse ($A \times B \times \pi$) para el limbo y de un triángulo ($b \times h / 2$) para el ápice. El dato del área foliar se registró como la sumatoria de las dos anteriores.	
Color de las hojas maduras	Para esta evaluación se tuvo en cuenta los códigos de colores para descriptor: verde claro, verde, verde grisáceo y verde oscuro.	
Pubescencia del haz de la lámina foliar	Se evaluaron la presencia o ausencia de la pubescencia en la hoja.	
Pubescencia del envés de la lámina foliar	Para la evaluación de la pubescencia se colectaron hojas maduras, donde se observaron la presencia o ausencia de la pubescencia en el envés en la hoja.	
Fragancia de la hoja	Se determinó en hojas maduras, seleccionadas al azar de cada árbol, se utilizó el descriptor, usando los términos de ausente, suave y fuerte.	
Textura de la hoja	Para esta evaluación se utilizó los estados del descriptor: blanda, dura, semidura y muy dura.	

Fuente: elaboración propia.

3.7.5.2. Descripción de ramas






Cuadro 18. Caracterización de las hojas

Rasgo	Caracterización	
Número de nudos por metro de rama	Se seleccionaron cinco ramas nuevas del mismo año por cada árbol de Chirimoyo.	
Color de ramas jóvenes	Se evaluaron hojas que tienen de 5-15 días de edad, para ello se tomaron cinco ramas al azar de diversas partes del árbol, para lo cual se tuvieron en cuenta las categorías de color y la tabla de colores de MUNSELL.	

Fuente: elaboración propia.

3.7.5.3. Evaluación en flores




Cuadro 19. Caracterización de hojas y flores

Rasgo	Caracterización	
Época de floración	Se monitorea desde los primeros signos de botones florales hasta el final de la floración (Caída o al término de la fase masculina de la flor).	
Duración de floración	Se monitorea desde los primeros signos de botones florales hasta el final de la floración (Caída o al término de la fase masculina de la flor), se monitorea cinco flores en tres ramas seleccionadas al azar.	
Número de flores por metro en la rama del año anterior	Esta evaluación se registró en un promedio de cinco ramas, 10 días después del inicio de la floración.	
Número de flores por metro en la rama del año actual	Esta evaluación se registró en un promedio de cinco ramas del año actual, 15 días después del inicio de la floración.	
Color exterior de los pétalos de la flor	Se evaluó cuando la flor se encuentra en estado femenino es donde hay cuando la flor presenta su máxima pigmentación y aroma. Con las bases del descriptor: Crema, Amarillo, Verde y Marrón.	

Fuente: elaboración propia.

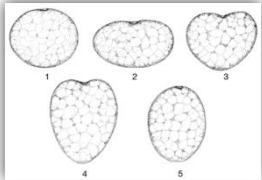



3.7.5.4. Evaluación en frutos

Cuadro 20. Caracterización de frutos

Rasgo	Caracterización	
Inicio de fructificación	Se registró la fecha de inicio en que los frutos comienzan a aparecer en el árbol.	
Finalización de fructificación	Se registró la fecha en que los frutos empiezan a carecer en el árbol.	
Habito de fructificación.	Se evaluó en la fase de madurez óptima, se determinó el hábito de fructificación según los estados del descriptor: base de la copa, medio de la copa y superior de la copa.	





Fuente: elaboración propia.

Cuadro 21. Caracterización de frutos

Rasgo	Caracterización	
Forma del fruto	Se observó a cinco frutos al azar en madurez fisiológica y los datos se registraron según los estados del descriptor: 1. <i>redonda</i> , 2. <i>achatada</i> , 3. <i>cordiforme</i> , 4. <i>cordiforme-alargado</i> , 5.	 
Longitud del fruto (cm)	Se midió con una regla graduada a cinco frutos que se encuentran en madurez fisiológica.	
Perímetro del fruto (cm)	Se midió con una regla graduada a cinco frutos que se encuentran en madurez fisiológica.	
Diámetro del fruto (cm)	Se observaron a cinco frutos que se encuentran en madurez fisiológica. con una fórmula matemática (perímetro del fruto por el valor de π), esta fórmula en las matemáticas da como resultado el perímetro total de una figura esférica o semiesférica.	
Peso del fruto (g)	Con una balanza de precisión se pesaron cinco frutos en madurez fisiológica por cada cultivar que se encuentran.	

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 22. Caracterización de frutos

Rasgo	Caracterización	
Textura del epicarpio.	Se observó en cinco frutos seleccionados al azar de cada árbol.	
Color del epicarpio de la fruta	Se realizó la observación a cinco frutos seleccionados al azar de cada árbol. El color de los frutos se determinó haciendo una comparación con la tabla de colores de MUNSELL.	
Tipo de exocarpo	Se observó en cinco frutos seleccionados al azar de cada árbol, teniendo en cuenta si el exocarpo contiene abultamientos.	
Atractivo de la fruta	Se seleccionó cinco frutos al azar de cada árbol, se observaron la forma, el tamaño y la coloración del fruto.	

Fuente: elaboración propia.

III. RESULTADOS

4.1 Caracterización de los grupos funcionales de mango (*M. indica* L.) y palto (*P. americana* Mill.) del CIFO

4.1.1 Caracterización de los rasgos funcionales de los cultivares de mango (*M. indica* L.) y palto (*P. americana* Mill.)

Los estadísticos descriptivos muestran que los cultivares de mango y palto presentan variación para sus rasgos cuantitativos y cualitativos. Según los coeficientes de variación (%), los rasgos peso de fruto palto y número de flores por inflorescencia presentan mayor variación, por lo tanto, los datos observados para dichos rasgos presentan mayor dispersión con respecto a sus promedios. Así mismo, en entre los cultivares de mango el área foliar y entre los de palto la circunferencia de tronco. En el Cuadro 23 se presentan los estadísticos descriptivos de los rasgos cuantitativos.

Cuadro 23. Estadísticos descriptivos de los rasgos cuantitativos de los cultivares de mango (*M. indica* L.) y palto (*P. americana* Mill.) del CIFO

Variable	Media	D.E.	Var(n)	E.E.	CV %	Mín	Máx	Mediana
Mango								
Duración de inflorescencia (día)	32.25	2.99	8.19	0.86	9.27	27.00	35.00	32.50
Longitud de fruto (cm)	14.81	2.55	5.98	0.74	17.25	10.84	19.20	14.75
Perimetro de fruto (cm)	25.72	2.72	6.78	0.79	10.57	19.74	28.76	26.07
Diametro de fruto (cm)	8.19	0.87	0.69	0.25	10.59	6.28	9.15	8.30
Peso de fruto (g)	379.89	119.29	13043.99	34.44	31.40	252.11	592.73	329.21
Longitud de lamina foliar (cm)	17.67	3.86	13.69	1.12	21.88	11.00	21.68	18.89
Area foliar (cm ²)	68.68	22.33	457.23	6.45	32.52	43.19	115.06	67.86
Número de flores por inflorescencia	2218.83	1658.80	2522326.31	478.86	74.76	759.00	6456.00	1887.00
Circunferencia de tronco (cm)	113.56	32.69	979.63	9.44	28.79	49.80	151.50	121.65
Palto								
Longitud de lamina foliar (cm)	15.18	2.30	5.06	0.50	15.18	9.36	19.58	15.24
Area folia (cm ²)	69.80	20.89	415.62	4.56	29.93	32.39	112.86	68.28
Longitud de fruto (cm)	12.22	1.97	3.69	0.43	16.12	9.20	16.50	12.50
Perimetro de fruto (cm)	21.91	4.36	18.11	0.95	19.90	15.80	30.30	20.40
Diametro de fruto (cm)	6.97	1.40	1.86	0.31	20.06	5.00	9.70	6.50
Peso de fruto (g)	254.73	119.79	13667.02	26.14	47.03	114.58	510.95	204.91
Circunferencia de tronco (cm)	113.04	44.43	1879.89	9.70	39.30	66.00	255.20	101.70
Número de flores por inflorescencia	267.10	176.90	29802.09	38.60	66.23	42.00	933.00	236.00
Duración de inflorescencia (día)	30.86	3.62	12.50	0.79	11.74	25.00	36.00	33.00

Fuente: elaboración propia.

Según la moda de los datos observados, hay variación para varios rasgos de los cultivares de ambas especies estudiadas en el CIFO. En los cuadros 24 y 25 se presentan las características cualitativas de las variedades de mango y palto respectivamente.

Cuadro 24. Moda de los estados para los rasgos cualitativos de los cultivares de mango (*M. indica* L.) del CIFO.

Mango	Cultivares por especie												Estado de los descriptores	
	Curazal	Patil	Rojo Cambodiano	Julia	Chulucanas	Franca	Aminy	Haden	Tipo Kent	Amarilla de Ica	Carmen de Ica	NN5		
Ubicación de los frutos	1	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	1. Base de la copa 3. Superior de la copa	2. Media de la copa
Posición de la inflorescencia	2	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	3	1. Base de la copa 3. Superior de la copa	2. Media de la copa
Habito de crecimiento	2	3	1	2	2	2	2	1	3	2	1	1	1. Extendido 2. Semi erecto 3. Erecto	
Forma del arbol	4	2	1	1	3	4	3	1	2	2	1	1	1. Oblonga 3. Semi circular	2. Piramide Ancha 4. Esferico
Forma de la hoja	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1. Eliptica Lanceolada 6. Oblolanceolada	2. Oblonga 3. Ovada 4. Ovoidada 5.
Color de las hojas juvenes	1	1	1	4	4	4	1	4	1	1	1	3	1. Verde claro Rojo ladrillo claro 3. Bronceado cobrizo profundo	2. Verde claro con tinte pardusco 4. Marrón rojizo 5.
Color de las hojas maduras	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	1. Verde pálido 2. Verde 3. Verde oscuro	
Textura de la hoja	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1. Coriáceo 2. Cactáceo 3. Membranoso	
Forma del fruto	3	1	1	3	3	3	1	1	1	3	3	1	1. oblongo 4. Ovoide 5. Obovoide	2. elíptica 3. Redondeado
Textura del epicarpio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1. suave 2. Áspero	
Color del epicarpio (Madura)	2	4	4	1	2	2	3	2	2	2	2	2	1. Verde 4. Verde con rubor rojo 5. Verde con manchas moradas	2. Amarillo verdoso 3. Amarillo
Fragancia de la hoja	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1. Ausente 2. Leve 3. Fuerte	
Atractivo de la fruta	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1. pobre 2. Promedio 3. Bueno 4. Excelente	
Color de la inflorescencia	2	10	2	2	2	2	2	4	2	2	5	1	1. blanquecino 2. verde amarillento 3. amarillo 4. Verde claro 5. Verde con manchas rojas 6. naranja claro 7. rosa 8. Rosa oscuro 9. púrpura 10. rojo claro 11. rojo 12. rojo oscuro 13. carmesí	

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 25. Moda de los estados para los rasgos cualitativos de palto (*P. americana* Mill.) del CIFO.

Palto	Cultivares por especie																				Estado de los descriptores	
	Super Fuerte	Mexicana	Hass	Rincon	Zutano	Verónica	Good Friend	Super Naval	Choquet	Itzama	Topa Topa	Duque	La Molina	Coollin Red	Esparta	Bacon	Campong	Fuerte	Naval Negra	Naval Verde		NN
Ubicación de inflorescencia	2	1	2	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	1	2	1. Base de la copa 2. Media de la copa 3. Superior de la copa
Ubicación de frutificación	3	2	2	2	3	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1. Base de la copa 2. Media de la copa 3. Superior de la copa
Habito de crecimiento	3	1	3	3	2	3	2	1	2	1	3	3	3	1	2	2	3	3	3	3	1	1. Extendido 2. Semi erecto 3. Erecto
Forma del arbol	8	5	8	6	6	7	8	5	6	6	6	8	5	5	5	8	7	6	8	8	5	1. Columnar 2. Piramidal 3. Obovado 4. Rectangular 5. Circular 6. Semicircular 7. Semi-elíptico 8. Irregular
Color de rama joven	3	2	3	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	1. Amarillo (grupo amarillo-anaranjado) 2. Verde (grupo verde) 3. Rojo (grupo naranja-grisáceo)
Olor a anís de la hoja	3	7	3	3	3	3	5	3	3	3	7	7	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3. Tenue 5. Intermedio 7. Intenso
Forma de la hoja	9	7	7	7	9	9	9	9	7	1	9	7	8	4	8	9	9	5	7	7	7	1. Ovada 2. Obovada-angosta 3. Obovada 4. Oval 5. Redondeada 6. Cordiforme 7. Lanceolada 8. Oblonga 9. Oblonga-lanceolada
Color de las hojas maduras	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1. Verde claro 2. Verde 3. Verde oscuro
Textura de la hoja	7	7	5	5	7	5	5	7	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	3. Blanda 5. Semidura 7. Dura 9. Muy dura
Tipo de floración	2	2	1	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1. Tipo A 2. Tipo B 3. Desconocida
Color de la flor	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1. Crema 2. Amarillo 3. Verde 4. Café 5. Rojizo
Forma del fruto	7	6	7	7	4	7	4	5	4	7	7	4	4	2	7	6	1	7	2	2	2	1. Oblata 2. Esferoide 3. Esferoide alto 4. Elipsoide 5. Obovado-angosto 6. Obovado 7. Piriforme 8. Claviforme 9. Rombooidal
Textura del Epicarpio	5	3	7	3	3	5	3	5	3	7	3	3	5	3	3	3	7	5	5	5	7	3. Lisa 5. Intermedia 7. Rugosa
Color de epicarpio en madurez fisiologica	4	6	6	3	1	2	7	2	1	2	6	1	2	1	2	2	6	1	7	2	3	1. Verde claro 2. Verde 3. Verde oscuro 4. Amarillo 5. Rojo 6. Púrpura 7. Negro 8. Mezclado

Fuente: elaboración propia.

Según el análisis de correlación, los coeficientes de Pearson (anexos 02 y 03) para las variables cuantitativas de los cultivares de mango muestran una correlación perfecta (1.00) significativa (0.000) entre DdF (cm) y PdF (cm) y una asociación alta negativa (-0.77) significativa (0.004) entre NFI y CdT (cm). Entre los cultivares de palto se encontraron asociaciones positivas altas y perfectas, tales como, una relación positiva alta (0.84) y significativa (0.000) entre AF (cm²) y LLF, mientras que DdF (cm) y PdF (cm) presentan una correlación perfecta (1.00) y significativo (0.000) y las asociaciones entre PdF (g) y PdF (cm) y PdF (g) y DdF (cm) presentan una correlación alta (0.90) y significativa (0.000) respectivamente.

4.1.2 Grupos funcionales de los bancos de germoplasma de mango (*M. indica* L.) y palto (*P. americana* Mill.)

Según el análisis de conglomerados los cultivares de mango se agrupan en tres grupos fenotípicos, con una correlación cofenética de 0.66, el cual indica que los rasgos estudiados explican el 66% de la variación existente entre los cultivares que conforman el banco de germoplasma de mango del CIFO. La clasificación de los grupos funcionales fue corroborada mediante las elipses de confianza ($\alpha = 0.05$) del análisis discriminante, que explica el 77.43% de la variación para los rasgos observados y el error de mala clasificación resultó cero (Anexo 04). Estos resultados son coherentes respecto la clasificación de los cultivares de mango basado en los rasgos fenotípicos. El grupo funcional 3 resultó el más numeroso con cinco cultivares, el grupo funcional 2 con cuatro cultivares y el grupo 1 agrupa sólo a tres cultivares. En las figuras 09 y 10 se presentan estos grupos fenotípicos del banco de germoplasma de mango del CIFO según el análisis de conglomerados y el análisis discriminante respectivamente.

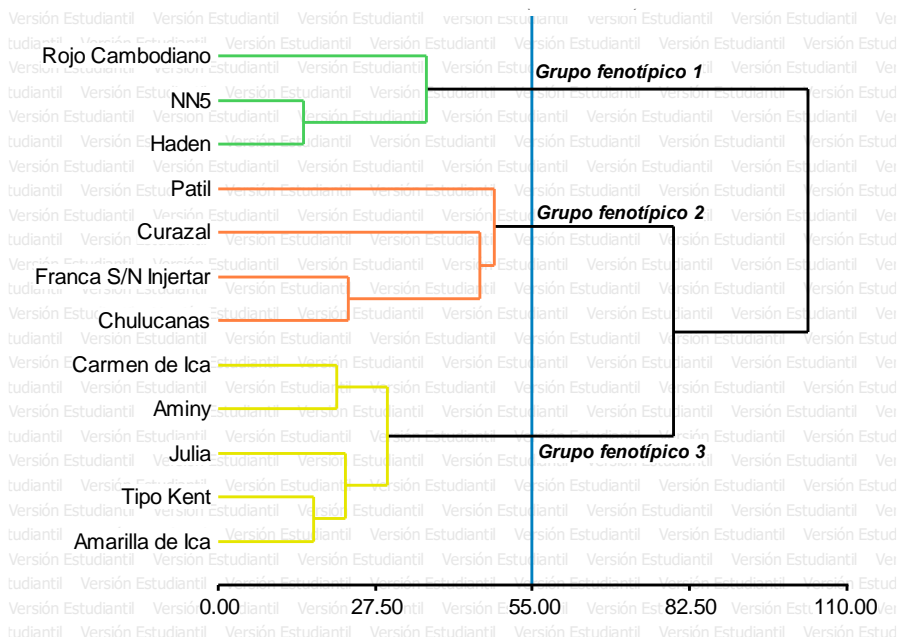


Figura 9. Grupos fenotípicos de los cultivares de mango (*M. indica* L.) del banco de germoplasma del CIFO (análisis de conglomerados mediante el método Ward, distancia Ecuclidean² y línea de corte en 55.00 de los valores del eje de las abscisas)

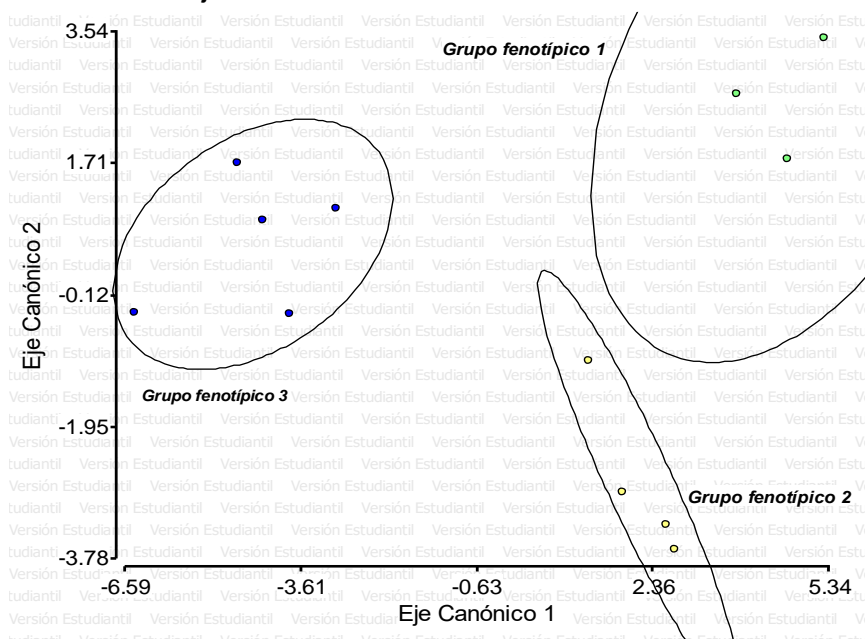


Figura 10. Elipses de predicción de la clasificación fenotípica de los cultivares de mango (*M. indica* L.) del banco de germoplasma del CIFO

Según el porcentaje del autovalor asociado a la primera función discriminante explicó el 77.43% de la variabilidad observada para los rasgos funcionales de los cultivares, mientras que la segunda función discriminante explicó el 22.57% de dicha variabilidad (Anexo 04). Los valores de la primera y segunda funciones discriminantes con datos estandarizados (Cuadro 26) muestran los rasgos que discriminan más a los tres grupos funcionales. En el primer eje los rasgos más discriminantes de los grupos funcionales son circunferencia del tronco, área foliar, duración de la inflorescencia, color de la hoja joven y el color de la inflorescencia; mientras que, en la segunda función discriminante, el rasgo que más discrimina es el diámetro del fruto.

Cuadro 26. Rasgos que discriminan los grupos funcionales de cultivares de mango (*M. indica* L.) del CIFO.

Rasgos	Eje discriminante 1	Eje discriminante 2
Ubicación del fruto	0.22	0.24
Posición de inflorescencia	-0.10	0.01
Habito de crecimiento	-0.18	-0.08
Forma de árbol	-0.07	-0.13
Forma de hoja	0.00	0.00
Color de la hoja joven	-0.55	-0.20
Color de la hoja madura	0.09	0.07
Textura de hoja	0.00	0.00
Forma de fruto	0.08	0.07
Tetura de epicarpio	0.00	0.00
Color de epicarpio	0.00	0.12
Fragancia de hoja	-0.08	-0.10
Atractivo del fruto	0.00	0.01
Color de inflorescencia	-0.51	-0.17
Duración de inflorescencia (día)	0.79	-0.13
Longitud de fruto (cm)	0.38	-0.20
Perímetro de fruto (cm)	0.09	-0.15
Diámetro de fruto (cm)	0.77	0.88
Peso de fruto (g)	0.47	-0.21
Área foliar (cm ²)	0.98	0.35
Número de flores por inflorescencia	-0.45	-0.44
Circunferencia del tronco (cm)	-1.35	0.24

Fuente: elaboración propia.

Los cultivares de palto del CIFO también se agrupan en tres grupos fenotípicos, con una correlación cofenética de 0.45, el cual indica que los rasgos estudiados explican el 45% de la variación existente entre los cultivares que conforman el banco de germoplasma de dicha especie. La clasificación de los grupos funcionales fue corroborada mediante las elipses de predicción ($\alpha = 0.05$) del análisis discriminante, que explica el 75.38% de la variación para los rasgos observados y el error de mala clasificación resultó cero (Anexo 05). Estos resultados son coherentes respecto a la clasificación de los cultivares de mango basado en los rasgos fenotípicos. El grupo funcional 3 resultó el más numeroso con 12 cultivares, el grupo funcional 1 con siete cultivares y el grupo funcional 2 agrupa a dos cultivares utilizados como patrón. En las figuras 11 y 12 se presentan los grupos fenotípicos del banco de germoplasma de palto del CIFO según el análisis de conglomerados y el análisis discriminante respectivamente.

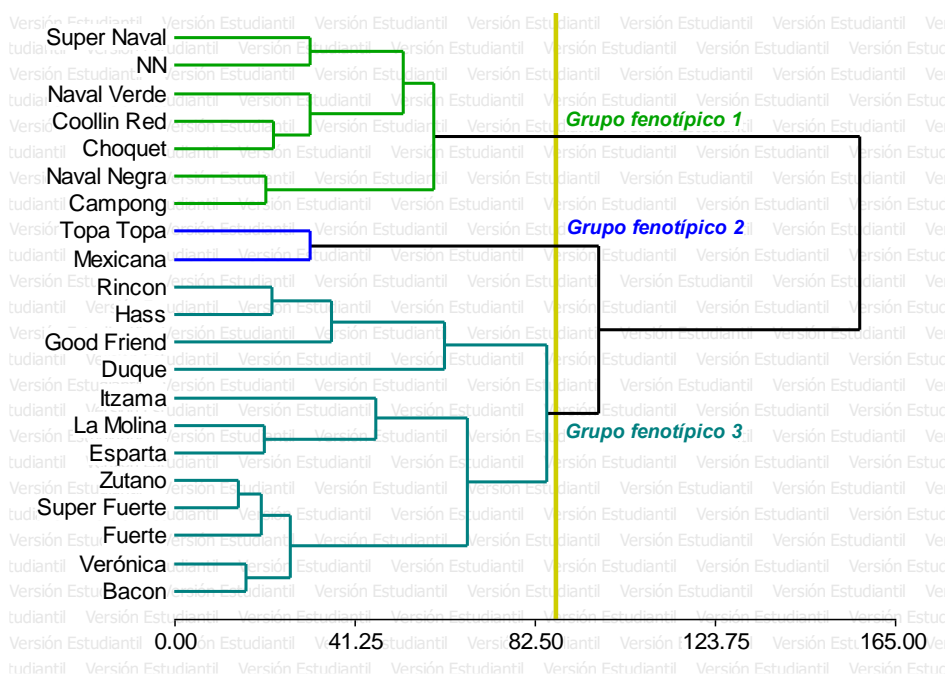


Figura 11. Grupos fenotípicos de los cultivares de palto (*P. americana* Mill.) del banco de germoplasma del CIFO (análisis de conglomerados mediante el método Ward, distancia Ecuclidean² y línea de corte en 82.5 de los valores del eje de las abscisas).

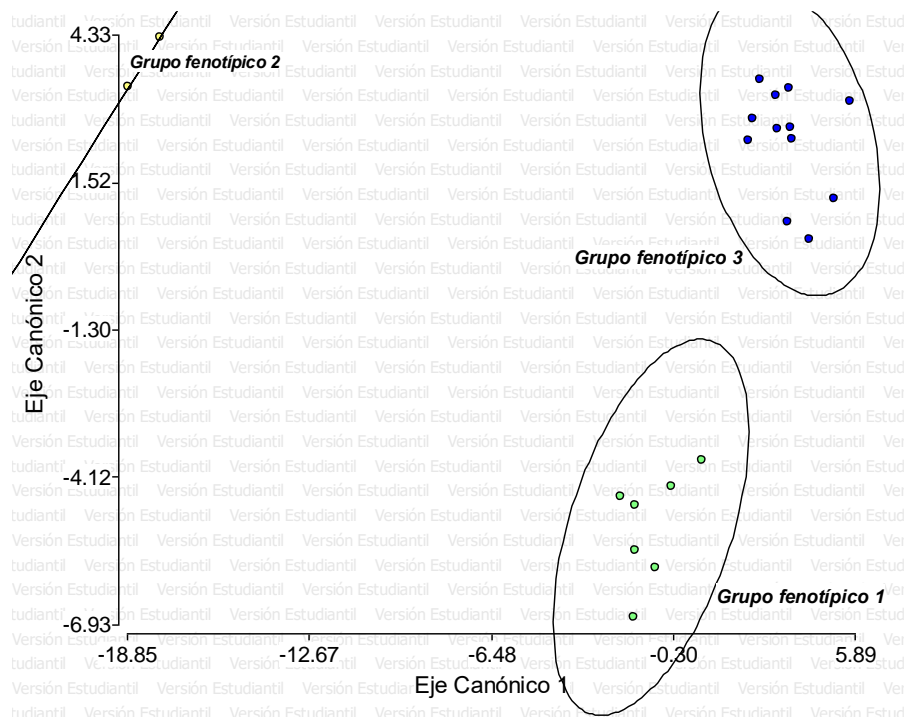


Figura 12. Elipses de predicción de la clasificación fenotípica de los cultivares de palto (*P. americana* Mill.) del banco de germoplasma del CIFO.

Según el porcentaje del autovalor, la primera función discriminante explicó el 75.38% de la variabilidad observada para los rasgos funcionales de los cultivares, mientras que la segunda función discriminante explicó el 24.62% de dicha variabilidad (Anexo 05). Los valores de la primera y segunda funciones discriminantes con datos estandarizados (Cuadro 27) muestran los rasgos que discriminan más a los tres grupos funcionales. En el primer eje los rasgos más discriminantes de los grupos funcionales son forma de árbol, peso de fruto, ubicación de inflorescencia y longitud de fruto; mientras que en el segundo eje discriminan más la forma de fruto y la textura de epicarpio.

Cuadro 27. Rasgos que discriminan los grupos funcionales de cultivares de palto (*P. americana* Mill.) del CIFO

Rasgos	Eje discriminante 1	Eje discriminante 2
Ubicación de inflorescencia	2.32	0.40
Ubicación de fruto	-0.69	-0.38
Habito de crecimiento	0.46	0.36
Forma de arbol	2.98	0.23
Color de rama joven	0.52	-0.31
Olor a anis de hoja	-1.57	-0.04
Forma de hoja	-0.46	0.65
Color de hoja	-0.33	0.15
Textura de la hoja	1.22	0.06
Tipo de floración	-1.09	0.05
Color de flor	-0.21	-0.19
Forma de fruto	0.59	1.02
Textura de epicarpio	-0.14	-1.00
Color de epicarpio	-0.60	-0.03
Longitud de lamina foliar	1.36	-0.32
Area foliar (cm ²)	-0.42	-0.80
Longitud de fruto (cm)	2.03	0.68
Diametro de fruto (cm)	0.10	-0.11
Circunferencia de tronco (cm)	-0.22	-0.83
Número de flores por inflorescencia	-1.43	-0.49
Duración de inflorescencia	0.85	-0.26
Peso de fruto (g)	-2.39	-0.12
Perimetro de fruto (cm)	0.44	-0.85

Fuente: elaboración propia.

4.2 Caracterización de los rasgos funcionales de los cultivares Hass y Fuerte de palto (*P. americana* Mill.) del CIFO

Las variedades Fuerte y Hass presentan rasgos con alta variación, como el número de flores por inflorescencia y el peso de frutos, tal como se puede apreciar en los valores calculados de los coeficientes de variación, mientras que los rasgos que presentan menor variación son la duración de la inflorescencia en días, la circunferencia del tronco y longitud del fruto. Los estadísticos descriptivos para los rasgos observados se presentan en el Cuadro 28.

Cuadro 28. Medidas de resumen para las variables cuantitativas de los cultivares Hass y Fuerte de palto

Variedad	Estadístico	LdF (cm)	PdF (cm)	DdF (cm)	PdF (g)	LLF (cm)	AF (cm ²)	NFI	Ddl (Días)	CdT (cm)
Fuerte	Media	13.12	21.12	6.72	205.94	13.44	63.11	136.00	31.40	38.22
Hass	Media	11.35	17.78	5.66	147.11	16.15	72.49	107.76	28.84	33.74
Fuerte	D.E.	1.60	3.36	1.06	81.18	2.19	14.85	117.20	2.29	4.87
Hass	D.E.	1.39	2.05	0.65	26.69	2.57	23.08	112.27	2.87	3.08
Fuerte	Var(n-1)	2.56	11.29	1.12	6589.42	4.81	220.62	13736.92	5.25	23.70
Hass	Var(n-1)	1.93	4.21	0.42	712.43	6.61	532.81	12604.02	8.22	9.46
Fuerte	CV	12.18	15.90	15.74	39.42	16.33	23.54	86.18	7.30	12.74
Hass	CV	12.24	11.54	11.40	18.14	15.93	31.84	104.18	9.94	9.11
Fuerte	Mín	10.40	16.00	5.10	119.35	8.30	32.93	0.00	30.00	33.00
Hass	Mín	9.20	12.10	3.90	67.90	12.20	37.08	0.00	25.00	30.10
Fuerte	Máx	16.20	27.30	8.70	421.50	17.30	94.02	296.00	35.00	45.60
Hass	Máx	15.10	20.10	6.40	195.01	21.50	124.91	456.00	35.00	38.60
Fuerte	Mediana	13.00	19.70	6.30	168.03	14.00	59.81	190.00	30.00	35.50
Hass	Mediana	11.10	18.40	5.90	147.80	16.30	69.87	126.00	28.00	32.60
Fuerte	Q1	12.00	18.70	6.00	156.20	12.30	54.54	0.00	30.00	35.00
Hass	Q1	10.50	17.50	5.60	141.07	14.00	57.06	0.00	28.00	31.80
Fuerte	Q3	14.00	24.10	7.70	218.92	14.50	73.64	235.00	35.00	42.00
Hass	Q3	12.00	19.20	6.10	159.30	18.20	89.91	172.00	30.00	35.60

Fuente: elaboración propia.

Según la prueba inferencial de T para muestras independientes, existen rasgos estadísticamente diferentes para siete ($\alpha = 0.05$ y $\alpha = 0.01$) de nueve rasgos cuantitativos en las cultivares Fuerte y Hass. Así mismo, las variancias de todos los rasgos observados son homogéneos (Anexo 06). Según la moda de los rasgos cualitativos observados varían nueve de 14 los observados en los cultivares Fuerte y Hass. En el Cuadro 29 se presenta el comportamiento de 14 rasgos cualitativos en ambos cultivares.

Cuadro 29. Comportamiento de los rasgos cualitativos de los cultivares comerciales Fuerte y Hass de palto (*P. americana* Mill.) del CIFO

Variables	Fuerte		Hass	
	Moda	Categoría	Moda	Categoría
Ubicación de fruto	2	Medio de la copa	2	Medio de la copa
Habito de crecimiento	2	Caido	3	Extendido
Ubicación de inflorescencia	2	Subterminal	2	Subterminal
Forma de arbol	6	Semicircular	8	Irregular
Color de rama joven	3	Amarillo	1	Rojo
Olor a anis de hoja	5	Tenue	3	Intermedio
Forma de la hoja	7	Lanceolada	7	Lanceolada
Color de hojas	3	Verde	2	Verde oscuro
Textura de hoja	5	Semidura	5	Semidura
Tipo de floracion	2	Tipo A	1	Tipo B
Color de flor	1	Amarillo	2	Crema
Forma de fruto	7	Piriforme	7	Piriforme
Textura de epicarpio	3	Rugosa	7	Lisa
Color de epicarpio	2	Purpura	6	Verde

Fuente: elaboración propia.

En las figuras 13 y 14 se presentan los gráficos de caja de algunos rasgos observados en los cultivares de Fuerte y Hass de palto.

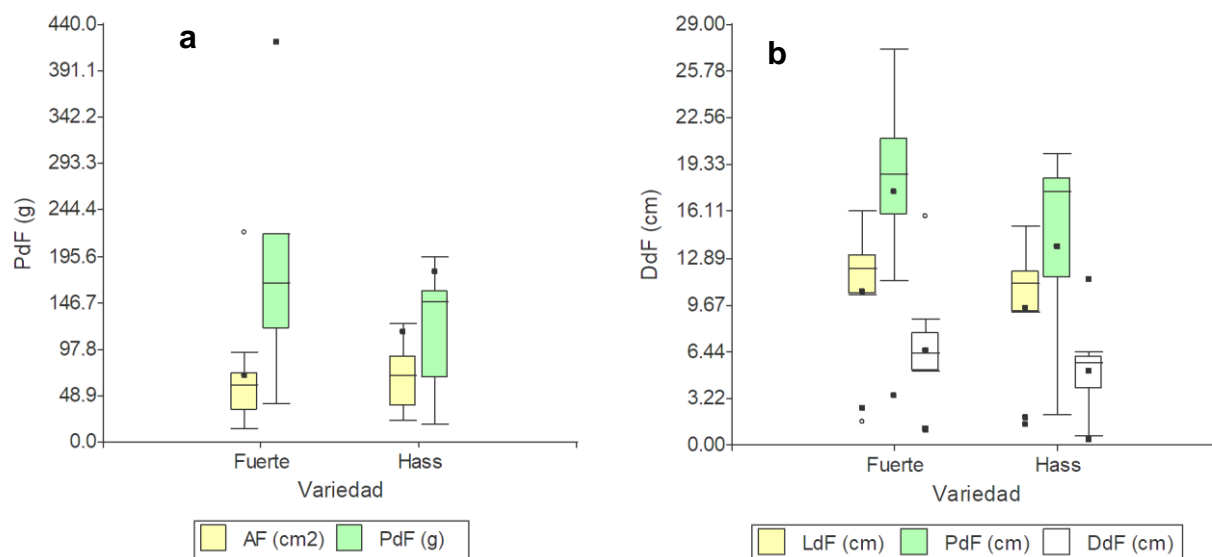


Figura 13. Gráfico de caja para área foliar y perímetro del fruto (a) y diámetro del fruto, longitud del fruto, perímetro del fruto y diámetro del fruto (b) para los cultivares palto Fuerte y Hass

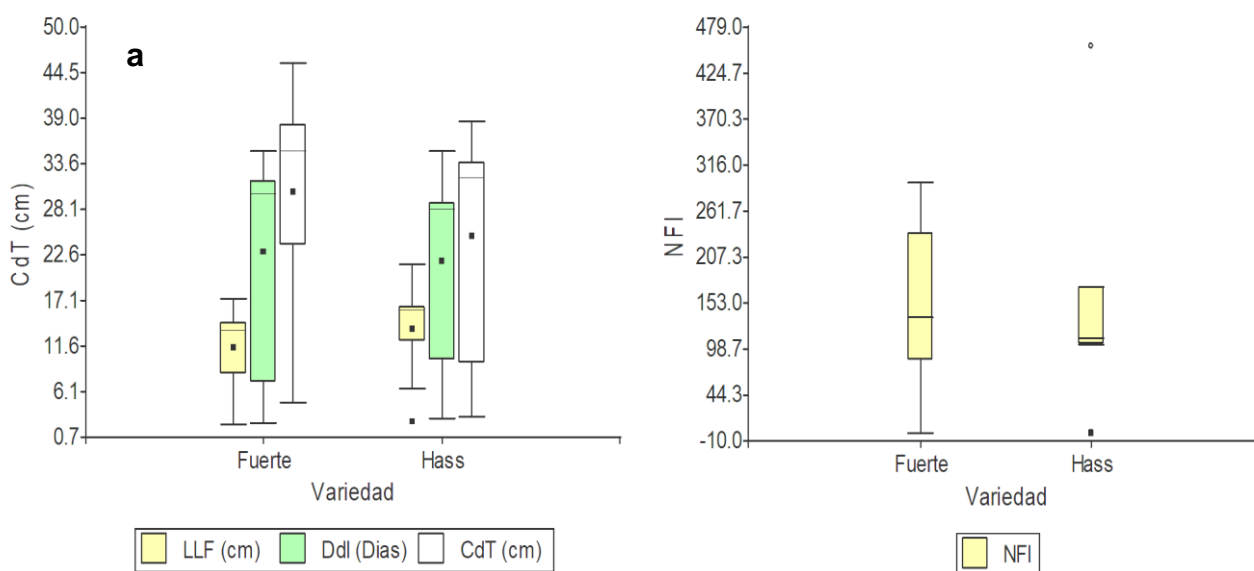


Figura 14. Gráfico de caja para circunferencia del tronco, longitud de lámina foliar y duración de Inflorescencia (a) y número de flores por inflorescencia (b) para los cultivares palto Fuerte y Hass

4.3 Caracterización de los rasgos funcionales de los cultivares de chirimoyo (*A. cherimola* Mill.) del CIFO

Los rasgos funcionales observados en ambos cultivares de chirimoyo son similares, excepto el área foliar del cultivar cumbre que presenta alta variación. Los estadísticos descriptivos se presentan en el Cuadro 30 y en el Anexo 07 se presentan los resultados de la prueba T para muestras independientes, que corrobora que no existe diferencia estadística ($\alpha = 0.05$ y $\alpha = 0.01$) en el comportamiento de los 11 rasgos cuantitativos observados en los cultivares Franca y Cumbre de chirimoyo.

Cuadro 30. Medidas de resumen para los rasgos cuantitativos de los cultivares Cumbre y Franca de chirimoyo (*A. cherimola* Mill.) del CIFO

Variedad	Resumen	LdF (cm)	PdF (cm)	DdF (cm)	PdF (g)	LLF (cm)	AF (cm ²)	NNMR	FMRAA	FMRAAC	DdF (día)	CdT (cm)
Cumbe	Media	10.62	18.14	5.76	626.43	14.04	108.72	38.20	94.80	109.20	33.60	54.20
Franca	Media	9.54	16.94	5.38	536.19	19.36	172.94	33.60	79.40	91.60	32.80	53.10
Cumbe	D.E.	1.72	1.26	0.39	66.79	2.94	61.73	1.64	4.76	5.02	4.16	0.00
Franca	D.E.	0.97	0.97	0.31	51.80	1.07	12.30	1.14	4.28	5.03	4.32	0.00
Cumbe	Var(n-1)	2.97	1.58	0.15	4461.31	8.63	3810.68	2.70	22.70	25.20	17.30	0.00
Franca	Var(n-1)	0.94	0.94	0.10	2683.24	1.15	151.35	1.30	18.30	25.30	18.70	0.00
Cumbe	CV	16.22	6.92	6.79	10.66	20.93	56.78	4.30	5.03	4.60	12.38	0.00
Franca	CV	10.15	5.73	5.79	9.66	5.53	7.11	3.39	5.39	5.49	13.18	0.00
Cumbe	Mín	8.30	16.70	5.30	542.85	11.70	50.32	36.00	89.00	105.00	30.00	54.20
Franca	Mín	8.40	16.00	5.10	462.71	18.00	158.68	32.00	75.00	84.00	28.00	53.10
Cumbe	Máx	12.90	19.60	6.20	704.95	19.00	213.58	40.00	101.00	116.00	40.00	54.20
Franca	Máx	10.60	18.30	5.80	593.45	20.80	188.51	35.00	86.00	96.00	39.00	53.10
Cumbe	Mediana	10.70	18.40	5.90	635.40	13.50	92.61	39.00	94.00	107.00	33.00	54.20
Franca	Mediana	9.20	16.80	5.30	534.66	19.00	175.30	34.00	78.00	94.00	32.00	53.10
Cumbe	Q1	9.80	17.00	5.40	576.48	12.00	85.92	37.00	92.00	105.00	30.00	54.20
Franca	Q1	9.00	16.10	5.10	514.27	19.00	162.53	33.00	77.00	89.00	30.00	53.10
Cumbe	Q3	11.40	19.00	6.00	672.46	14.00	101.16	39.00	98.00	113.00	35.00	54.20
Franca	Q3	10.50	17.50	5.60	575.84	20.00	179.70	34.00	81.00	95.00	35.00	53.10

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro 31 se muestran los 16 rasgos cualitativos observados de los cuales los que varían son ocho: hábito de fructificación, hábito de crecimiento, fragancia de la hoja, atractivo de la fruta, color de exocarpo, color de las hojas maduras, forma del fruto y el color exterior de los pétalos de la flor.

Cuadro 31. Comportamiento de los rasgos cualitativos de los cultivares Cumbe y Franca de chirimoyo (*A. cherimola* Mill.) del CIFO.

Chirimoyo	Cumbe	Franca	Significado
Tipo de exocarpo	1	1	1. Laevis 2. Impresa 3. Umbonata 4. Tuberculata 5. Mamillata
Hábito de fructificación	2	2	1. Base de la copa 2. Medio de la copa 3. Superior de la copa
Hábito de crecimiento	2	2	1. Extendido 2. Semi erecto 3. Erecto
Color de la rama joven	1	1	1. Verde claro 2. Verde 3. Verde oscuro
Forma de la hoja	1	2	1. Ovada 2. Elíptica 3. Obovada 4. Lanceolada
Fragancia de la hoja	3	3	1. Ausente 2. Leve 3. Fuerte
Atractivo de la fruta	2	2	1. pobre 2. Promedio 3. Bueno 4. Excelente
Color de exocarpo (Madura)	4	4	1. Verde claro 2. Verde 3. Verde oscuro 4. Verde amarillento 5. Amarillo 6. Verde amarronado 7. Marrón
Color de las hojas jóvenes	1	1	1. Verde claro 2. Verde 3. Verde oscuro
Color de las hojas maduras	2	2	1. Verde claro 2. Verde 3. Verde grisáceo 4. Verde oscuro
Textura de la hoja	1	1	1. Coriáceo 2. Cactáceo 3. Membranoso
Forma del fruto	3	3	1. Redonda 2. Achatada 3. Cordiforme 4. Cordiforme alargado 5. Oval
Pubescencia del haz de la hoja	0	0	0. Ausente 1. Presente
Pubescencia de envés de la hoja	1	1	0. Ausente 1. Presente
Color exterior de los pétalos de la flor	4	4	1. Crema 2. Amarillo 3. Verde 4. Marrón
Textura del epicarpio	1	1	1. suave 2. Áspero

Fuente: elaboración propia.

En las figuras 15 y 16 se presentan los gráficos de caja de algunos rasgos observados en los cultivares de Cumbe y Franca de chirimoyo.

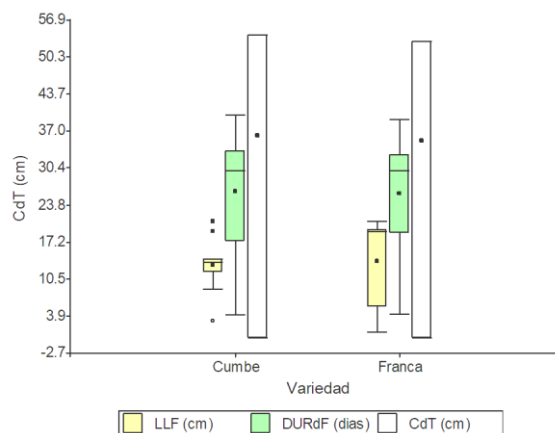


Figura 15. Gráfico de cajas de la duración de la flor, longitud de lámina foliar y circunferencia del tronco de los cultivares Cumbe y Franca de chirimoyo.

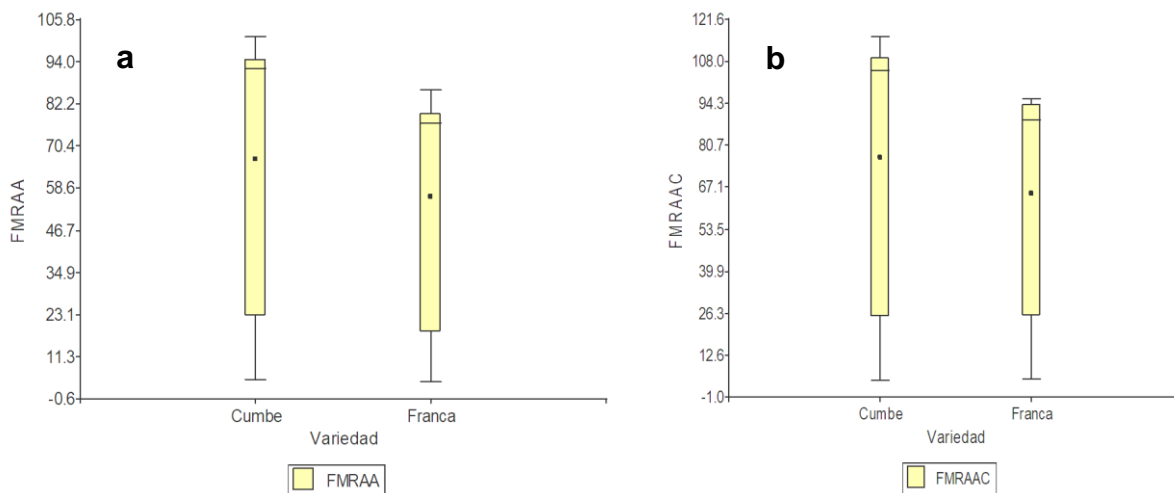


Figura 16. Gráfico de cajas del número de flores por metro de la rama del año anterior (a) y número de flores por metro de la rama del año actual (b) de las variedades Cumbe y Franca de chirimoyo

4.4 Servicios ecosistémicos que brindan los agroecosistemas de palto (*P. americana* Mill.), mango (*M. indica* L.) y chirimoyo (*A. cherimola* Mill.) del CIFO

Los datos observados de los ítems e indicadores se presentan en el Anexo 08. Los promedios más altos registrados con respecto a la valoración de los servicios ecosistémicos que brinda los agroecosistemas de mango, palto y chirimoyo a la sociedad, fueron observados en dos indicadores del servicio de salud del suelo y los roles ecológicos de la biodiversidad; así mismo, los indicadores con mayor valor promedio resultaron los roles ecológicos de la biodiversidad de los agroecosistemas (2.76), así como educación (promedio = 2.77).

La confiabilidad de las respuestas de los encuestados sobre los servicios ecosistémicos que brinda los agroecosistemas a la sociedad resultó alta (Coeficiente Alfa de Cronbach = 0.88), estadístico de alta confiabilidad. En el Cuadro 32 se encuentra los estadísticos descriptivos de los ítems e indicadores, y en el Cuadro 33 los coeficientes de Cronbach para los ítems.

Cuadro 32. Estadísticas del total de elementos estudiados de los servicios ecosistémicos

Clases/N°	Servicios ecosistémicos	Pormedio	Varianza	D.E.	Vmin.	Vmax.
I	Conservación de la salud del suelo	2.59	24.42	1.10	1.00	4.00
1	Promueve el ciclo de nutrientes porque devuelven gran parte de nutrientes como hojarasca y la rotación de raíces finas cada año.	2.48	1.17	1.08	1.00	4.00
2	Cobertura del suelo a través de las hojas y otros órganos.	2.45	1.21	1.10	1.00	4.00
3	Crea un espacio poroso amplio.	2.89	1.28	1.13	1.00	4.00
4	El sistema de raíces mantiene el suelo en su lugar.	2.44	0.93	0.96	1.00	3.00
5	Formación de suelos y mantenimiento del ciclo de nutrientes.	2.67	1.29	1.14	1.00	4.00
6	Recuperación de la degradación del agroecosistema.	2.65	1.62	1.27	1.00	4.00
II	Regulación de la calidad del agua	2.31	27.13	1.12	1.00	4.00
7	Reduce la contaminación del agua subterránea porque capta los nutrientes que se filtran por debajo del sistema radicular de los cultivos anuales.	1.86	0.89	0.94	1.00	4.00
8	La cobertura reduce el impacto de la lluvia en el suelo.	2.25	1.04	1.02	1.00	4.00
9	La cobertura reduce la escorrentía y la erosión.	2.26	1.43	1.19	1.00	4.00
10	Mejora la infiltración del agua superficial.	2.75	0.73	0.86	1.00	3.00
11	Prevención y mitigación de inundaciones.	2.67	1.33	1.15	2.00	4.00
12	Mantenimiento o mejoramiento de la calidad del agua para consumo.	2.14	1.82	1.35	1.00	4.00
13	Control y eliminación de desechos, amortiguamiento y filtrado de contaminantes.	2.54	1.77	1.33	1.00	4.00
III	Roles ecológicos de la biodiversidad	2.76	13.91	1.08	1.00	4.00
14	Despeja especies invasoras.	2.90	1.49	1.22	1.00	4.00
15	Árboles como cortina rompeviento.	2.90	1.19	1.09	1.00	4.00
16	Prevención de plagas y enfermedades.	2.76	1.19	1.09	1.00	4.00
17	Polinización de plantas útiles.	2.81	0.83	0.91	1.00	4.00
18	Evolución de plantas y animales silvestres.	2.27	1.07	1.03	2.00	4.00
IV	Provisión	2.55	5.09	1.10	1.00	4.00
19	Leña.	2.41	1.11	1.05	1.00	4.00
20	Madera.	2.70	0.54	0.73	1.00	4.00
21	Alimentación animal.	2.00	1.07	1.03	1.00	4.00
22	Hábitat para plantas potencialmente útiles.	1.95	1.15	1.07	1.00	4.00
23	Semilla.	2.74	1.02	1.01	1.00	4.00
24	Fruta orgánica.	2.50	1.40	1.19	1.00	4.00
25	Hábitat para animales polinizadores y otros animales potencialmente útiles	2.88	1.44	1.20	1.00	4.00
26	Material genético y rasgos para mejoramiento de cultivos, cuidado de la salud, etc.	3.00	1.18	1.09	1.00	4.00
V	Educación	2.77	10.41	1.14	1.00	4.00
27	Pasantía de estudiantes de los diferentes niveles de educación.	3.55	0.79	0.89	1.00	5.00
28	Prácticas de estudiantes.	2.29	1.09	1.04	1.00	3.00
29	Investigación básica y aplicada.	2.58	1.21	1.10	1.00	4.00
30	Pasantías de agricultores y otros actores del sector .	2.79	1.40	1.18	1.00	4.00
VI	Cultura	2.60	12.67	1.13	1.00	4.00
31	Agroturismo.	1.75	1.04	1.02	1.00	4.00
32	Inspiración.	3.11	0.99	0.99	2.00	4.00
33	Estética.	2.87	0.98	0.99	2.00	4.00
34	Recreación.	2.76	1.09	1.04	1.00	4.00

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 33. Coeficiente de Alfa de Cronbach para los ítems de los servicios ecosistémicos y de la confiabilidad de las observaciones realizadas con los encuestados.

Clase de servicio ecosistémicos	Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach
Conservación de la salud del suelo	0.83	
Regulación de la calidad del agua	0.78	
Roles ecológicos de la biodiversidad	0.73	0.88
Provisión	0.86	
Educación	0.76	
Cultura	0.90	

Fuente. elaboración propia.

El estadístico de Cronbach muestra que el 88% de las variancias de las puntuaciones empíricas se deben al grado de covarianza entre los seis ítems de la encuesta y el resto (12%) se debe a la variación de los errores de la puntuación por la muestra aplicada. En el Cuadro 34 se presenta un resumen que describe los indicadores que obtuvieron el mayor puntaje en la valoración por los estudiantes de la EP de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL

Cuadro 34. Descripción de la estructura de la encuesta sobre los servicios ecosistémicos de los agroecosistemas del CIFO.

Servicio ecosistémico		Descripción
Tipo	Servicio	
Conservación de la salud al suelo	Crea un espacio poroso amplio	Genera mayor porcentaje de espacio aéreo en el suelo y menos ocupado por espacio sólido
	Formación de suelos y mantenimiento del ciclo de nutrientes	Movimiento e intercambio de materia orgánica e inorgánica para regresar a la producción de materia viva en el suelo
Regulación de la calidad de agua	Mejora la infiltración del agua superficial	El agua que llega a la superficie del suelo se infiltra en éste o se escurre por su superficie
Roles ecológicos de la biodiversidad	Despeja especies invasoras	Despeja animales, plantas u otros organismos que se desarrollan fuera de su área de distribución natural
	Arboles como cortina rompeviento	Cortina forestal con una sucesión de árboles plantados en fila para proveer protección contra el viento, prevenir la erosión eólica, y evitar la evapotranspiración brusca
Provisión	Material genético y rasgos para mejoramiento de cultivos, cuidado de la salud, etc.	Información genética de una forma de vida para el mejoramiento de su fisiología genética que será de utilidad para el cuidado de la salud en seres humanos y algunas especies de insectos
Educación	Pasantía de estudiantes de los diferentes niveles de educación	Prácticas que realizan los estudiantes de inicial, primaria, secundaria e investigaciones para niveles superiores
Cultura	Inspiración	Lucidez repentina que siente una persona y que favorece la creatividad para proyectos futuros

Fuente. elaboración propia.

IV. DISCUSIÓN

5.1. Características y grupos funcionales de mango (*M. indica* L.) y palto (*P. americana* Mill.)

Las características funcionales en los cultivares de mango y palto presentan variación para sus rasgos cuantitativos y cualitativos. Los rasgos peso de fruto y número de flores por inflorescencia en los cultivares del palto presentan los mayores coeficientes de variación (47.03 % y 66.23 % respectivamente). Estos valores indican que los datos observados presentan mayor dispersión con respecto a sus promedios, pero difieren de los que fueron reportados por Bocanegra (2015) en el Centro de Investigación Agraria de la Universidad de Tolima, Colombia, con un CV del peso de fruto de 355.51% y de 72.6% para número de flores por inflorescencia. Entre otros CV, el autor reportó 87.1% para diámetro de fruto y 64.51% para longitud de fruto, superiores a los resultados para los cultivares conservados en el CIFO de la UNHEVAL, con un CV de 20.06% para diámetro de fruto y 16.12% para longitud de fruto; mientras que el CV del área foliar fue de 28.00, similar a lo reportado (CV del área foliar de 29.93%) por Méndez (2007) para diversas especies del género *Persea*, el CV para circunferencia de tronco fue de 39.30%, inferior al CV de 54.4% reportado por Barrientos (2006) para la variedad Mexicana. Se entiende que un estudio generalizado con diversas variedades dentro del género *Persea americana*, genera una menor dispersión con respecto al promedio.

Los cultivares de mango conservados en el CIFO, presentan CV superiores a 30%, por ejemplo, el CV del área foliar fue de 32.52%, 74.76% para número de flores por inflorescencia, 31.40% para peso de fruto y 39.30% para circunferencia de tronco. Estos valores son superiores a los CV encontrados por Dorys *et al.* (1997), quienes reportaron 3.99 para área foliar, que hace suponer que cuanto mayor es la diversidad genética de las plantas, la heterogeneidad de los rasgos también sería mayor. Pérez *et al.* (2009) estudiaron flores y frutos en especies de

M. indica, en el que encontraron un CV de 49.25% mayor a lo encontrado para los cultivares del CIFO (39.30%); pero para peso de fruto reportan CV de 18.09%, menos a lo encontrado para el caso del CIFO, el CV de la circunferencia de tronco en el CIFO fue de 39.30%, valor superior a lo reportado por Hernández (2012) para las plantas de *M. indica* en el Salvador (CV = 22%).

Los cultivares de mango conservados en el CIFO se agrupan en tres grupos fenotípicos distintos, con una variación explicada del análisis de conglomerados del 66% y sin error de mala clasificación, para ocho rasgos cuantitativos y 14 cualitativos observados. El tercer grupo funcional, resultó el más numeroso con cinco cultivares (Carmen de Ica, Amino, Julia, Tipo Kent, Amarilla de Ica); el grupo funcional 2, con cuatro cultivares (Patil, Corazal, Franca S/N y Chulucanas) y el grupo funcional 1, agrupó a tres cultivares (Rojo Cambodiano, NN5 y Haden). Méndez (2007), en una investigación realizada a 10 variedades de *Mangifera indica* encontró cuatro grupos funcionales diferentes mediante el análisis de conglomerados utilizando el método Ward y distancia Euclídea, cuya correlación cofenética fue de 0.493.

Entre los grupos fenotípicos del CIFO, seis rasgos presentan mayor variación para el 100% de los valores observados (circunferencia del tronco, área foliar, duración de la inflorescencia, el diámetro del fruto, color de la hoja joven y el color de la inflorescencia). Entre los rasgos distintivos para los 45 cultivares conservados en el Banco de Germoplasma de Mango del INIA en Piura, Quiroz (2019?) resalta la altura, forma, tipo de crecimiento y vigorosidad del árbol; color, dulzor, tamaño y forma del fruto; así como la poliembronía y monoembronía de la semilla de los cultivares utilizados como patrón (Criollo de Chulucanas y Cambodiano). En una evaluación de las características de calidad de fruto (largo y ancho del fruto, masa del fruto, masa de la pulpa, masa de la cáscara, masa de la semilla y otras características fisicoquímicas) de 13 cultivares, entre ellos el Kent, Criollo y Haden del Centro Frutícola del Zuila Ramírez *et al.* (2010)

encontraron que todos poseen características deseables para satisfacer los requerimientos del mercado venezolano e internacional.

Los cultivares del banco de germoplasma de palto del CIFO también se agruparon fenotípicamente en tres grupos, con una variación explicada de los rasgos observados del 45%, según la correlación cofenética del análisis de conglomerados, corroborados al 0.05 de confianza de las elipses predictivas del análisis discriminante, y sin error de mala clasificación para 14 caracteres cualitativos y nueve cuantitativos. El grupo funcional 3, resultó el más numeroso con 12 cultivares (Rincón, Hass, Good Friend, Duque, Itzama, La Molina, Esparta, Zutano, Súper Fuerte, Fuerte, Verónica y Bacon); el grupo funcional 1, con siete cultivares (Super Naval, NN, Naval Verde, Collind Red, Choquet, Naval Negra y Campong) y el grupo funcional 2, agrupó a dos cultivares utilizados como patrón (Topa Topa y Mexicana). Entre los rasgos que varían más entre los grupos fenotípicos para el 100% de los valores observados son la forma de árbol, el peso de fruto, la ubicación de inflorescencia, longitud de fruto, forma de fruto y textura de epicarpio. Cañas-Gutiérrez *et al.* (2015) en un estudio de caracterización molecular (AFLP) y morfológica (descriptores IPGRI) de 111 cultivares criollos y comerciales del departamento de Antioquia, Colombia, agrupó en tres grupos fenotípicos cuya variación de los rasgos estarían asociados con la procedencia del material estudiado, corroborados con los resultados del estudio genético; los autores también resaltan que conocer el material genético es importante porque contribuye incluso con la certificación del material de propagación.

5.2. Características funcionales de los cultivares Fuerte y Hass de palto (*P. americana* Mill.) y Cumbe y Franca de chirimoyo (*A. cherimola* Mill.)

Las variedades Fuerte y Hass presentan rasgos cuantitativos de alta variación, como el número de flores por inflorescencia con 86.18% para el cultivar fuerte y 104.18 para el cultivar Hass y para el rasgo peso de fruto en cultivar Fuerte presenta un CV de 39.42 %, en cultivar Hass presenta un CV de 18.14 %.

Mientras que los rasgos que presentan menor variación son la duración de la inflorescencia con un CV de 7.30% para el cultivar Fuerte y 9.94 % para el cultivar Hass. Estos resultados obtenidos coinciden con los de Sánchez (2018) para la inflorescencia del cultivar de Hass en la universidad de Jaen, España, donde encontró un CV para número de flores por inflorescencia de 94.6%, un rasgo de alta variación con relación a otros caracteres; para el rasgo peso de fruto obtuvo un CV de 5.4%. Para el cultivar Fuerte *Santiago et al.* (2008) indican que el rasgo número de flores por inflorescencia presenta un CV de 53.95% y para el rasgo peso de fruto encontró un CV de 33.49%. Así mismo, entre los cultivares Fuerte y Hass del CIFO, los rasgos cualitativos de mayor variación son ocho de los 14 observados: hábito de crecimiento, forma de árbol, color de rama joven, olor a anís de hoja, color de hojas, tipo de floración, color de flor, textura de epicarpio y color de epicarpio.

Entre los cultivares de chirimoyo, en el cultivar cumbe el rasgo área foliar presenta una variación mayor (CV = 56.78%), mientras que en el cultivar franca el rasgo duración de flor (CV = 13.18); el resto de los rasgos presentan menor variación la cual indica que los rasgos que presentan ambos cultivares son similares. Franco e Hidalgo (2003) indican que los valores de coeficiente de variación superiores a 20% es considerado como el límite mínimo para la expresión de la variabilidad, estos autores consideran que los descriptores con valores inferiores al 20% deben considerarse de baja variabilidad. Moreyra *et al.* (2020) en una investigación realizada sobre caracterización morfológica en *A. cherimola* encontraron que para el rasgo área foliar presenta una variación de 60.11%, un rasgo de alta variación, la duración de flor 13.05% similar a los resultados encontrados en el CIFO. Entre los rasgos cualitativos observados, ocho presentan variación: hábito de fructificación, hábito de crecimiento, fragancia de la hoja, atractivo de la fruta, color de exocarpo, color de las hojas maduras, forma del fruto y el color exterior de los pétalos de la flor.

5.3. Servicios ecosistémicos que brindan los cultivares de mango (*M. indica* L.), palto (*P. americana* Mill.), y chirimoyo (*A. cherimola* Mill.) del Banco de Germoplasma del CIFO

Ocho indicadores de un total de 34 fueron valorados como los servicios ecosistémicos más importantes que brindan los bancos de germoplasma de mango, palto y chirimoyo, así como la parcela de producción de palto Fuerte y Hass del CIFO, de acuerdo con los promedios de valoración de la muestra de estudiantes. Entre los ítems de los servicios ecosistémicos destacan los roles ecológicos de la biodiversidad de los agroecosistemas con promedios de 2.76, y educación con un promedio igual a 2.77 respectivamente, valores que superan a los que fueron encontrados por Valencia *et al.* (2017) en una investigación sobre servicios ecosistémicos de diversas especies frutales como prevención al cambio climático en Colombia, cuyos promedios para los roles ecológicos de la biodiversidad (hábitat, refugio de especies) fue de 2.06 y 2.47 para educación e investigación.

El estadístico, Alfa de Cronbach (0.88), confirma que la valoración de los servicios ecosistémicos que brindan los agroecosistemas del CIFO, son de alta confiabilidad, dado que Corral (2009) considera que coeficientes de confiabilidad que se encuentran entre el rango de 0.81 a 1.00, son interpretados como muy altos.

Los estudios demuestran la importancia que tiene los agroecosistemas, como el CIFO en brindar servicios importantes (educación y biodiversidad) que bajo el enfoque de agricultura tradicional aún no son considerados como servicios para la sociedad y otros seres vivos que interactúan con las plantaciones, ni como medios que generan ingresos, más allá de los órganos de importancia como frutos y quizá yemas para la propagación. Estudios que también vislumbran que estos servicios “ocultos” presentarían potenciales para intensificar los agroecosistemas como el CIFO a partir de los pilares de la agricultura ecológica.

5.4. Relación de los roles ecológicos de los cultivos de palto (*P. americana* Mill.), mango (*M. indica* L.) y chirimoyo (*A. cherimola* Mill.) del Banco de Germoplasma del CIFO y la provisión de los servicios ecosistémicos que brindan a la sociedad.

Los roles ecológicos de los cultivares de palto, chirimoyo y mango del agroecosistema del CIFO están relacionadas al suelo, agua, biodiversidad, provisión, educación y cultura. Referente al suelo los árboles frutales crean un espacio poroso amplio en el suelo y formación de suelos más el mantenimiento del ciclo de nutrientes. En este contexto, Marañón *et al.* (2012) indican que la estabilidad de los sistemas, por ejemplo, en los forestales los árboles desarrollan un papel esencial debido a su capacidad para modificar las propiedades del suelo y los ciclos de nutrientes, de forma que actúan como organismos ingenieros del ecosistema. Así mismo, Villareyna (2016) indica que los árboles frutales cumplen un rol importante de mantener la estructura del suelo y son fuentes importantes de los nutrientes, y Casasola *et al.* (2015) corrobora que los árboles frutales en las fincas contribuyen a mejorar el suelo y las fuentes de agua para consumo y para la ganadería.

Mejorar la infiltración del agua superficial es un rol ecológico generado por los árboles frutales de palto, mango y chirimoyo en el CIFO. En este sentido, la FAO (2020) considera, por ejemplo, que los bosques ayudan a mantener una elevada calidad del agua, influyen en la cantidad de agua disponible y regulan el flujo de las aguas de superficie y subterráneas; además de contribuir con la reducción de riesgos relacionados con el agua como desprendimientos de tierra, inundaciones y sequías, y evitan la desertificación y la salinización.

Los roles ecológicos de los cultivares de palto, mango y chirimoyo también están relacionados con el despeje de especies invasoras y arboles como cortinas rompe vientos en el ecosistema CIFO, por ejemplo, son cortinas rompe viento para otros cultivares de especies anuales, así mismo regulan el hábitat para los

insectos. Otro de los roles ecológicos de estos frutales es el despeje de especies invasoras, como malezas que se desarrollan en el ecosistema, debido al tipo de formación radicular que tienen los cultivares que no dejan prosperar a las invasoras. Bajo esta perspectiva, Casasola *et al.* (2015) también indican que los árboles frutales en las fincas fijan carbono y ofrecen refugio y alimento a los insectos, aves y animales silvestres. Así mismo, proveen material genético y caracteres de interés para el mejoramiento de los cultivos, cuidado de la salud, etc. Este último redundante, por ejemplo, con lo que señalan los autores, que los árboles frutales en las fincas mejoran los ingresos de la finca porque proporcionan frutos, madera y leña que pueden ser vendidos, además de ser útiles para estudiantes investigadores y pasantías para alumnos en general.

V. CONCLUSIONES

En el marco de la investigación realizada se concluye lo siguiente:

1. Entre los caracteres observados de los árboles de los bancos de germoplasma y de la parcela de producción de paltos Fuerte y Hass, se encontró rasgos de alta variación y rasgos más estables, entre los primeros, por ejemplo, resaltan los caracteres de alta variación importantes para trabajos de mejora de cultivares, así como la variación de los sistemas de reproducción, rasgo que estaría relacionado con el patrón de visitas de los insectos que brindan servicios de polinización. Los rasgos que tienen un patrón más estable son importantes para intensificar la producción de órganos de calidad estándar. Estos hallazgos son corroborados por la agrupación fenotípica de los cultivares de palto y mango en tres grupos fenotípicos diferentes respectivamente. Sin embargo, es importante conocer más el material genético conservado en el ecosistema CIFO que avizora ser el modelo de huerto urbana que brinda diversos servicios ecosistémicos a la sociedad huanuqueña y el país.
2. El CIFO cuenta con material de mucho valor para el mejoramiento genético y la intensificación de los servicios ecosistémicos que este brinda a la sociedad, como la educación y los roles de la biodiversidad.
3. Los agroecosistemas estudiados del CIFO y este como sistema integrado de producción, brindan servicios ecosistémicos importantes a la sociedad y a asimismo, respaldado ampliamente por diferentes investigadores, entre los que destacan los roles de la biodiversidad y la educación, seguidos del potencial que tiene este sistema para promover la cultura de cuidar el ambiente, conservar la salud del suelo y la provisión de órganos para el eonegocio e incluso la regulación de la calidad del agua, valoración de confiabilidad muy alta según el estadístico de Cronbach (0.88).

4. Los hallazgos en la investigación son premisas que explican la existencia de interrelaciones entre los rasgos funcionales y servicios ecosistémicos que brindan los cultivos del CIFO que son necesarios intensificar a partir de tomas de decisiones administrativas y técnicas a fin de mejorar las utilidades que genera el sistema.

VI. RECOMENDACIONES

Luego de realizado la investigación, se recomienda lo siguiente:

1. Se requiere continuar con la evaluación de los rasgos funcionales y servicios ecosistémicos en otras especies perennes del CIFO y replicar estudios incorporando otros rasgos establecidos por el IPGRI. Igualmente, será necesario muestrear ya no solo árboles frutales sino especies herbáceas y arbustos ya que tienen gran ocupación en el agroecosistema.
2. Se sugiere realizar estudios relacionales entre los rasgos funcionales y servicios ecosistémicos con la altitud y variables climáticas para explicar de cómo responden las arboles frutales frente a los cambios en el ecosistema.
3. Se recomienda realizar investigaciones paralelas en agroecosistemas de selva y de costa para establecer las diferencias de respuestas de las plantas en relación con los rasgos funcionales, servicios ecosistémicos y roles ecológicos que cumplen los árboles frutales.

VII. LITERATURA CITADA

- Alcázar, CC. 2015. El uso de rasgos funcionales en flora como herramienta para establecer prioridades de conservación. Disponible en: <https://bit.ly/37Z77Su>
- Altendorf, 2017. Perspectivas mundiales de las principales frutas tropicales. Disponible en: <https://bit.ly/2IO8YAY>
- Avilán, L. 1999. Fertilización del Mango en el Trópico. Informaciones agronómicas. Instituto de la potasa y el fósforo. Canadá 10 p.
- Baiza, AV. 2003. Guía Técnica del cultivo del Aguacate. Nueva San Martín. 87 p.
- Balvanera, P; Kremen, C; Martínez, R. 2005. Aplicación del análisis de estructura de la comunidad a la función del ecosistema: ejemplos de polinización y almacenamiento de carbono. Aplicaciones ecológicas. California, USA. 375 p.
- Balvanera, PG; Cotler, HR. 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos, en Capital natural de México, Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, ME. 245 p.
- Balzarini, M; Gonzalez, L; Tablada, M; Casanoves, F; Di Rienzo, J; Robledo, C; 2008. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina. 336 p.
- Barrientos, PB. 2006. Chapingo, MX. correlaciones entre algunas características de plántulas de aguacate de 'colín v-33' y sus efectos enanizantes como portainjertos. Universidad Autónoma Chapingo. 40 p. Doc. disponible en: <https://bit.ly/37ZxUOp>
- Barrientos-Priego, AF; García-Villanueva, E; Avitia-García, E. 1996. Anatomía del fruto de aguacate, ¿drupa o baya? Rev (en línea). Chapingo Ser. Hortic. 2(2):189-198. Consultado <https://bit.ly/33e9nV2>

- Beingolea, O. 1983. Cultivo y producción de palto. Rev. Peruana de agricultura. Perú: (vol. 1). 280 p.
- Benavides, M; Herrera, M. 1998. Estudio de la Variación Estacional de Nutrientes y su relación con el Estado Fenológico del árbol en el cultivo del Mango *Mangifera indica*. Costa Rica. 118 p.
- Biodiversity International y Cherla. 2008. Descriptores para chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) (en línea). Roma, Italia. 51 p. Consultado 20 jul. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3jnaRkl>
- Bocanegra, KT; Fernández, GF; Méndez, KF; Galvis, JD; Jiménez, RS. 2015. CO. Grupos funcionales de árboles frutales de la región bajo calima (Buenaventura, Colombia). boletín científico centro de museos museo de historian. 24 p. Doc. disponible en: <https://bit.ly/2LykAJn>
- Caballero, AR.2007. La producción de aguacate en Michoacán. Morelia. 13 p.
- Cañas-Gutiérrez, GP; Galindo-López, LF; Arango-Isaza, R; Saldamando-Benjumea, CI. 2015. Diversidad genética de cultivares de aguacate (*Persea americana*) en Antioquia, Colombia (en línea). Agronomía Mesoamericana 26(1):129-143. Consultado 15 dic. 2020. doi 10.15517/am.v26i1.16936
- Casanoves, F; Pla, Laura; Di Rienzo, J. 2011. Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios. Turrialba – Costa Rica. CATIE. 105 p.
- Casasola, FA; Ibrahin, MH; Barrantes, JA. 2015. Los árboles frutales en las fincas. Impasa. 20 p. Doc. Disponible en: <https://bit.ly/348GN7l>
- Chávez, X. 1998. Nutrición Mineral y Foliar. Curso Cultivo de Mango *Mangifera indica*. Orotina, Costa Rica. 8 p.

- Cornelissen, J; Lavorel, S; Garnier, E; Díaz, S; Buchmann, N; Gurvich, D; Reich, P; Ter Steege, H; Morgan, H; Heijden, M; Pausas, JG; Poorter, H. 2003. Un manual de protocolos para la medición estandarizada y fácil de los rasgos funcionales de la planta en todo el mundo. Revista australiana de botánica. 380 p.
- Corral, y. (2009). Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos (en línea). Revista de Ciencias de la Educación, 19(33):228-247. Consultado 15 dic. 2020. Disponible en <https://bit.ly/2OC09fA>
- CREAF. 2016. ¿Qué son los servicios ecosistémicos? (en línea, blog). Barcelona, España. Consultado 08 nov. 2020. Disponible en <https://bit.ly/348y6tJ>
- Di Rienzo, J; Casanoves, F; Balzarini, M; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, C. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Gonzalez, LA; Tablada, EM; Díaz, MP; Robledo, CW; Balzarini, MG. 2009. Estadística para las ciencias agropecuarias (en línea). 7 ed. Córdoba, Argentina. 356 p. Consultado 20 jul. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3548hsB>
- Dorys, TR; Chirinos, CT; Francis, GP; Osiris, CR; Fernández, JA; Vergara, LE; Mármol, DC. 1997. Modelos para estimar el área foliar de árboles frutales. 14 p. Doc. Disponible en: <https://bit.ly/2WdwilC>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2020. Conjunto de Herramientas para la Gestión Forestal Sostenible. Página Web disponible en: <https://bit.ly/349WRWk>

- Fernández, MF. 2007. Diversidad funcional de bosques muy húmedos tropicales en el noreste de costa rica a partir de rasgos foliares y densidad de la madera. Tesis para optar por el grado de: Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad. Turrialba, CR. 114 p.
- Financiera Rural. 2009. Monografía aguacate. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. Maya, ES. 6 p.
- Fournier, LA. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. Turrialba, CR. 423 p.
- Franco, TL; Hidalgo, RE. 2003. Cali, Colombia. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. 94 p. Doc. Disponible en: <https://bit.ly/2lJndqy>
- Freshplaza. 2014. España: Andalucía es líder mundial en producción de chirimoya (en línea, sitio web). Consultado 20 nov. 2020. Disponible en <https://bit.ly/2C5jtwh>
- Gardiazabal, F; Rosenberg, G. 1993. El cultivo del chirimoyo. Valparaíso, CH. Imprenta Libra. 44 p.
- González, 2007. Mejora de la productividad y calidad del fruto mediante el control de la polinización manual en Chirimoyo. ES. 112 p.
- González, ME. 2013. Chirimoya (*Annona cherimola* Miller), frutal tropical y subtropical de valores promisorios <https://bit.ly/3fC4TdE>
- Guirado, JH, 2003. Introducción al cultivo del chirimoyo. España. Gabinete Técnico de la Caja Rural de Granada. 68 p.
- Guzmán, ES. 1993. Guía para cultivar mango en el sur de Sinaloa. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Folleto para Productores. ME. 33 p.

- Hernández, HJ. 2012. Caracterización morfoagronómica de la variedad de mango panadés (*mangifera indica* L.) en finca la granja municipio de san Luis talpa departamento de la paz. 129 p. Doc. Disponible en: <https://bit.ly/3r1ev8H>
- Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. c2014. Metodología de la investigación. 6 ed. México D. F., México: Mc Graw Gill Education. 600 p.
- Huete, M; Arias, S. 2007. Manual para la producción de mango. <https://bit.ly/3e5ZkUw>
- Ignacio, S. 2007. Caracterización morfológica y agronómica de la colección núcleo de café (*Coffea arabica* L.) del CATIE (en línea). Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Consultado 30 abr. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3gCzojV>
- InfoStatat. 2019. InfoStat, versión 2019e. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute). 1995. Descriptores para aguacate (*Persea* spp.) (en línea). Roma, Italia. 54 p. Consultado 20 jul. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3hGGYLH>
- IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute). 2006. Descriptors for mango (*Mangifera indica*) (en línea). Roma, Italia. 60 p. Consultado 20 jul. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3luZdG>
- Kobashigawa, SS. 2018. Análisis de oportunidades comerciales en mercados exigentes de la chirimoya a partir del desarrollo de la cadena productiva en Huaura. Tesis. Ing. En Gestión Empresarial. Lima, PE. UNALM (en línea). Consultado 04 dic. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3oNH5Z1>

- Lavorel, S; Garnier, ET. 2002. Predecir los cambios en la composición de la comunidad y el funcionamiento del ecosistema a partir de los rasgos de las plantas: Ecología Funcional. 556 p.
- Maldonado, VR. 1995. Cultivos de paltos. 2 Ed. PE. 175 p.
- Marañón, TA; Perales, CA; Pérez, IM; Moreno, RB; Domínguez, MT; García, LV; Aparicio LG. 2012. Interacciones árbol-suelo y funcionamiento del bosque mediterráneo: síntesis del proyecto internos. Sevilla, ES. 9 p. Doc. Disponible en: <https://bit.ly/34aLXiX>
- Mason, NS; Mac, GH; Steel, JB; Wilson, JY. 2003. Un índice de diversidad funcional. Revista de ciencia de la vegetación. 578 p.
- Méndez, FF. 2007. Turrialba, CR. Diversidad funcional de árboles frutales tropicales en el noreste de costa rica a partir de rasgos foliares y densidad de la madera. 97 p. Doc. Disponible en: <https://bit.ly/2IJFMLh>
- Méndez, RS. 2007. Aproximación a la valoración de los servicios ecosistémicos del bosque de Capulálpam de Méndez, Oaxaca, como herramienta para su conservación. 27 p. Doc. disponible en: <https://bit.ly/2ILCfw1>
- Miranda, GJ. 2012. Efecto de las características de las plantas y rasgos funcionales de la copa de árboles del neotrópico seco, sobre la transferencia de la lluvia y la captura de nutrientes. Tesis sometida para optar por el grado de Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. Turrialba, Costa Rica. 81 p.
- Miranda, GJ; Fabrice, DF; Muhammad, IM; Graciela RT; Fernando, CA; Pere, CE; Francisco, JL. 2011. Características y rasgos funcionales de los árboles y su efecto sobre la transferencia de lluvia y captura de nutrientes. Rivas, NI. (s.e). 83 p.

- Mora, J; Juan Mora Montero Jimmy Gamboa Porras Ricardo Elizondo Murillo 2002. Guía para el cultivo del mango. <https://bit.ly/2C41hml>
- Moreyra, RM; Rodríguez, MH; Ardisana, HC; Maejia, CF; Mestanza, SA. 2020. Quito, EC. 42 p. Doc. Disponible en: <https://bit.ly/3mgcm1F>
- Pérez, MB; Vázquez, VT; Osuna GJ; Urías LM. 2009. Incremento del amarre y tamaño de frutos p en mango con reguladores de crecimiento. Rev. Chapingo. vol.15. 18 p. Rev. disponible en: <https://bit.ly/37Y7tZv>
- Pérez, S; Ávila, G; Coto, O. 2015. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (en línea). Cultivos Tropicales 36(2): 111-123. Consultado 13 jun. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3d1iqKm>
- Quero, M. 2010. Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach (en línea). Revista Científica Telos 12(2):248-252. Consultado 30 abr. 2020. Disponible en <https://bit.ly/37z1NnQ>
- Quiroz, M. 2019?. Banco de germoplasma de mango (en línea, video). Lima, Perú, INIA. 12 min. 48 seg., son., color. Consultado 15 dic. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3nBjD15>
- Ramírez, R; Quijada, O; Castellano, G; Burgos, ME; Camacho, R; Marin, C. 2010. Características físicas y químicas de frutos de trece cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) en el municipio de Mara en la planicie de Maracaibo.
- Rodríguez, Gl. 2012. Determinación de rasgos funcionales del xilema en especies forestales tropicales de la cuenca media del río Atrato. Trabajo de grado para optar el título profesional de Ingeniero Forestal. Bogotá, CO. 56 p.
- Ruíz, JI. 2012. Metodología de la investigación cualitativa. 6 ed. Bilbao, España, Universidad de Deusto. 341 p. (Serie Ciencias Sociales, vol. 15).

- Salazar, GS; Lazcano, IF. 1999. Diagnóstico nutrimental del aguacate "Hass" bajo condiciones de temporal. Revista Chapingo Serie Horticultura. 184 p.
- Sánchez, AE. 2018. Jaen, ES. Evolución del tamaño y número de flores en la inflorescencia. 30 p. Doc. Disponible en: <https://bit.ly/3mfAOUu>
- Sánchez, GP. 2001. Simposio de nutrición en aguacate. I Congreso Mexicano y Latinoamericano del Aguacate. 68 p.
- Santiago, JL; Angel RN; Barrientos AF; Perez ER; ColinaS MT. 2008. Selección de variables morfológicas para la caracterización del arboles frutales. Puebla, MX. 32 p. Doc. Disponible en: <https://bit.ly/3qWuVyP>
- SENASA. 2017. SENASA asegura campaña de chirimoyas y paltas en Callahuanca. Página web Disponible en: <https://bit.ly/33uatfH>
- Stevens, WD; Pool, A; Montiel, OM; Ulloa, CU; Garden, MB. 2001. Flora de Nicaragua. Prensa del jardín botánico. Missouri, NI. 62 p.
- Tobón, S. 2014. Ejes claves en la planeación de un estudio científico. México, Centro Universitario CIFE. s. p.
- Toerien, JD. 2007. Manejo integrado del dosel del árbol del aguacate. 2 Ed. Guadalajara, ME. 131 p.
- Valencia, JE; Rodríguez, JM; Mendoza, JJ. 2017. Valoración de los servicios ecosistémicos de investigación y educación como insumo para la toma de decisiones desde la perspectiva de la gestión del riesgo y el cambio climático. 31 p. Doc. Disponible en: <https://bit.ly/3nfRpIR>

Van Damme, P; Scheldeman, X. 1999. El fomento de la producción de chirimoya en América Latina (en línea, sitio web). Consultado el 12 Nov. 2017. Disponible en <https://bit.ly/37fHZrf>

Villareyna, RA. 2016. Efecto de los árboles de sombra sobre el suelo, en sistemas agroforestales con café, incluyendo la fenología y fisiología de los cafetos. 38 p. Doc. Disponible en: <https://bit.ly/37djmeM>

VIII. ANEXOS

Anexo 01. Estructura de la encuesta para el estudio de los servicios ecosistémicos de los agroecosistemas de palto, mango y chirimoya del CIFO

Item	Servicios ecosistémicos	Indicador	Escala tipo Likert
------	-------------------------	-----------	--------------------

1	Conservación de la salud del suelo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Promueve el ciclo de nutrientes porque devuelven gran parte de nutrientes como hojarasca y la rotación de raíces finas cada año. 2. Cobertura del suelo a través de las hojas y otros órganos. 3. Crea un espacio poroso amplio. 4. El sistema de raíces mantiene el suelo en su lugar. 5. Formación de suelos y mantenimiento del ciclo de nutrientes. 6. Recuperación de la degradación del agroecosistema. 7. Reduce la contaminación del agua subterránea porque capta los nutrientes que se filtran por debajo del sistema radicular de los cultivos anuales. 	
2	Regulación de la calidad del agua	<ol style="list-style-type: none"> 8. La cobertura reduce el impacto de la lluvia en el suelo. 9. La cobertura reduce la escorrentía y la erosión. 10. Mejora la infiltración del agua superficial. 11. Prevención y mitigación de inundaciones. 12. Mantenimiento o mejoramiento de la calidad del agua para consumo. 13. Control y eliminación de desechos, amortiguamiento y filtrado de contaminantes. 	
3	Roles ecológicos de la biodiversidad	<ol style="list-style-type: none"> 14. Despeja especies invasoras. 15. Árboles como cortina rompeviento. 16. Prevención de plagas y enfermedades. 17. Polinización de plantas útiles. 18. Evolución de plantas y animales silvestres. 19. Leña. 20. Madera. 21. Alimentación animal. 22. Hábitat para plantas potencialmente útiles. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No es importante. 2. Bajo nivel de importancia. 3. Aceptable nivel de importancia. 4. Alto nivel de importancia.
4	Provisión	<ol style="list-style-type: none"> 23. Semilla. 24. Fruta orgánica. 25. Hábitat para animales polinizadores y otros animales potencialmente útiles 26. Material genético y rasgos para mejoramiento de cultivos, cuidado de la salud, etc. 27. Pasantía de estudiantes de los diferentes niveles de educación. 	
5	Educación	<ol style="list-style-type: none"> 28. Prácticas de estudiantes. 29. Investigación básica y aplicada. 30. Pasantías de agricultores y otros actores del sector. 	
6	Cultura	<ol style="list-style-type: none"> 31. Agroturismo. 32. Inspiración. 33. Estética. 34. Recreación. 	

Anexo 02. Matriz de correlaciones de Pearson entre los rasgos cuantitativos de los cultivares de mango (*M. indica* L.) del CIFO

	Ddl (días)	LdF (cm)	PdF (cm)	DdF (cm)	PdF (g)	LdLF (cm)	AF (Cm2)	NFI	CdT (cm)
Ddl (días)	1.000	0.260	0.840	0.830	0.970	0.280	0.030	0.050	0.020
LdF (cm)	0.360	1.000	0.910	0.920	0.010	0.160	0.620	0.680	0.870
PdF (cm)	0.070	0.030	1.000	0.000	0.670	0.090	0.340	0.610	0.430
DdF (cm)	0.070	0.030	1.000	1.000	0.670	0.090	0.340	0.620	0.430
PdF (g)	0.010	0.720	0.140	0.140	1.000	0.550	0.800	0.380	0.570
LdLF (cm)	0.340	0.430	-0.510	-0.510	0.190	1.000	0.010	0.170	0.430
AF (Cm2)	0.610	0.160	-0.300	-0.300	0.080	0.700	1.000	0.030	0.400
NFI	0.580	-0.130	-0.160	-0.160	-0.280	0.430	0.630	1.000	0.004
CdT (cm)	-0.650	-0.050	0.250	0.250	0.180	-0.250	-0.270	-0.770	1.000

Anexo 03. Matriz de correlaciones de Pearson entre los rasgos cuantitativos de los cultivares de palto (*P. americana* L.) del CIFO

	LLF (cm)	AF (cm)	LdF (cm)	PdF (cm)	DdF (cm)	PdF (g)	CdT (cm)	NFI	Ddl (días)
LLF (cm)	1.000	0.000	0.510	0.100	0.100	0.360	0.090	0.220	0.030
AF (cm)	0.840	1.000	0.280	0.090	0.090	0.300	0.210	0.140	0.030
LdF (cm)	0.150	0.250	1.000	0.070	0.060	0.020	0.690	0.200	0.030
PdF (cm)	0.370	0.380	0.410	1.000	0.000	0.000	0.810	0.430	0.001
DdF (cm)	0.370	0.380	0.410	1.000	1.000	0.000	0.800	0.420	0.001
PdF (g)	0.210	0.240	0.490	0.900	0.900	1.000	0.700	0.900	0.001
CdT (cm)	-0.380	-0.290	0.090	-0.060	-0.060	0.090	1.000	0.770	0.800
NFI	-0.280	-0.330	-0.290	-0.180	-0.190	-0.030	0.070	1.000	0.200
Ddl (días)	0.480	0.480	0.470	0.680	0.680	0.670	0.060	-0.290	1.000

Anexo 04. Análisis discriminante lineal de los grupos funcionales de los cultivares de mango (*M. indica* L.) del CIFO

Autovalores de Inv(E)H		
Autovalores	%	% acumulado
19.82	77.43	77.43
5.78	22.57	100
Funciones discriminantes canónicas		
	1	2
Constante	-19.57	-0.64
UdF	0.36	0.38
PdI	-0.22	0.01
HdC	-0.33	-0.14
FdA	-0.09	-0.17
FdH	0.00	0.00
CHJ	-0.36	-0.13
CHM	0.19	0.13
TdH	0.00	0.00
FdF	0.09	0.08
TdE	0.00	0.00
CdE	0.00	0.13
FdIH	-0.19	-0.26
AdF	0.01	0.03
CdI	-0.20	-0.07
DdI (día)	0.49	-0.08
LdF (cm)	0.22	-0.12
DdF (cm)	0.10	-0.16
PdF (g)	0.01	0.01
LdLF (cm)	0.13	-0.06
AF (cm ²)	0.05	0.02
NFI	0.00	0.00
CdT (cm)	-0.07	0.01

Centroides en el espacio discriminante		
Grupo	Eje 1	Eje 2
1	-4.43	0.59
2	2.11	-2.71
3	4.56	2.63

Tabla de clasificación cruzada (tasa de error aparente)						
Grupo	1	2	3	Total	Error(%)	
1	5	0	0	5	0	
2	0	4	0	4	0	
3	0	0	3	3	0	
Total	5	4	3	12	0	

Anexo 05. Análisis discriminante lineal de los grupos funcionales de los cultivares de palto (*P. americana* Mill) del CIFO

Autovalores	%	% acumulado
46.41	75.38	75.38
15.16	24.62	100

Funciones discriminantes canónicas		
	1	2
Constante	-48.55	10.54
UdI	4.75	0.81
UdF	-1.41	-0.78
HdC	0.55	0.42
FdA	2.38	0.18
CRJ	1.05	-0.62
OaA	-1.54	-0.04
FdH	-0.22	0.31
CHM	-0.92	0.41
TdH	1.38	0.06
TdF	-2.15	0.10
CdF	-0.45	-0.40
FdF	0.43	0.73
TdE	-0.09	-0.65
CdE	-0.29	-0.02
LLF (cm)	0.66	-0.16
AF (cm)	-0.02	-0.04
LdF (cm)	1.12	0.37
DdF (cm)	0.13	-0.13
CdT (cm)	0.00	-0.02
NFI	-0.01	0.00
Ddl (día)	0.31	-0.09
PdF (g)	-0.03	0.00
PdF (cm)	0.18	-0.35

Centroides en el espacio discriminante

Grupo	Eje 1	Eje 2
1	3.66	2.32
2	-18.26	3.81
3	-1.05	-5.06

Tabla de clasificación cruzada (tasa de error aparente)

Grupo	1	2	3	Total	Error(%)
1	12	0	0	12	0
2	0	2	0	2	0
3	0	0	7	7	0
Total	12	2	7	21	0

Anexo 06. Prueba T bilateral para las características cuantitativas del palto, variedad Fuerte y Hass del CIFO.

Clasificación	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)- Media(2)	LI(95)	LS(95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Variedad	LdF (cm)	{Fuerte}	{Hass}	25	25	13.12	11.35	1.78	0.92	2.63	0.4965	4.19	0.0001	Bilateral
Variedad	PdF (cm)	{Fuerte}	{Hass}	25	25	21.12	17.78	3.34	1.75	4.93	0.0191	4.24	0.0001	Bilateral
Variedad	DdF (cm)	{Fuerte}	{Hass}	25	25	6.72	5.66	1.06	0.56	1.57	0.0187	4.29	0.0001	Bilateral
Variedad	PdF (g) LLF	{Fuerte}	{Hass}	25	25	205.94	147.11	58.83	23.88	93.78	<0.0001	3.44	0.0018	Bilateral
Variedad	(cm) AF	{Fuerte}	{Hass}	25	25	13.44	16.15	-2.71	-4.07	-1.35	0.4424	4.01	0.0002	Bilateral
Variedad	(cm2)	{Fuerte}	{Hass}	25	25	63.11	72.49	-9.38	20.46	1.7	0.0353	1.71	0.0950	Bilateral
Variedad	NFI	{Fuerte}	{Hass}	25	25	136	107.76	28.24	37.02	93.5	0.8347	0.87	0.3886	Bilateral
Variedad	Ddl (Dias)	{Fuerte}	{Hass}	25	25	31.4	28.84	2.56	1.08	4.04	0.2787	3.49	0.0011	Bilateral
Variedad	CdT (cm)	{Fuerte}	{Hass}	25	25	38.22	33.74	4.48	2.15	6.81	0.0285	3.89	0.0004	Bilateral

Anexo 07. Prueba de T bilateral para las características cuantitativas de los cultivares Cumbre y Franca de chirimoyo (*A. cherimola* Mill) del CIFO.

Clasificación	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)- Media(2)	LI(95)	LS(95)	pHomVar	T	p- valor	prueba	
Variedad	LdF (cm)	{Cumbe}	{Franca}	9	9	9.4	7.7	1.7	-2.54	5.95	0.6561	0.85	0.4075	Bilateral	
Variedad	PERdF (cm)	{Cumbe}	{Franca}	9	9	13.18	12.14	1.04	-6.47	8.54	0.9119	0.29	0.7737	Bilateral	
Variedad	DdF (cm)	{Cumbe}	{Franca}	9	9	4.65	4.28	0.38	-2.05	2.8	0.8195	0.33	0.7447	Bilateral	
Variedad	PdF (g)	{Cumbe}	{Franca}	9	9	921.93	662.42	259.5	-	847.11	1366.11	0.1492	0.5	0.6259	Bilateral
Variedad	LLF (cm)	{Cumbe}	{Franca}	9	9	12.97	13.77	-0.8	-7.88	6.29	0.2	0.24	0.8147	Bilateral	
Variedad	AF (cm ²)	{Cumbe}	{Franca}	9	9	509.06	134.27	374.79	-	579.23	1328.8	<0.0001	0.91	0.3914	Bilateral
Variedad	NNMR	{Cumbe}	{Franca}	9	9	26.43	23.05	3.38	-13.42	20.18	0.7626	0.43	0.6755	Bilateral	
Variedad	FMRAA	{Cumbe}	{Franca}	9	9	66.81	56.04	10.77	-28.27	49.81	0.6194	0.58	0.5669	Bilateral	
Variedad	FMRAAC	{Cumbe}	{Franca}	9	9	76.67	65.05	11.62	-33.41	56.65	0.5874	0.55	0.5918	Bilateral	
Variedad	DURdF (días)	{Cumbe}	{Franca}	9	9	26.16	25.89	0.27	-11.43	11.97	0.8867	0.05	0.9614	Bilateral	
Variedad	CdT (cm)	{Cumbe}	{Franca}	9	9	36.13	35.4	0.73	-26.08	27.54	0.9552	0.06	0.9545	Bilateral	

Anexo 08. Valoración de los servicios ecosistémicos que brinda los agroecosistemas de mango, palto y chirimoya del CIFO a la sociedad, según los encuestados

Encuestado	1. Promueve el ciclo de nutrientes porque devuelven gran parte de nutrientes como hojarasca y la rotación de raíces finas cada año	2. Cobertura del suelo a través de las hojas y otros órganos	3. Crea un espacio poroso amplio	4. El sistema de raíces mantiene el suelo en su lugar	5. Formación de suelos y mantenimiento del ciclo de nutrientes	6. Recuperación de la degradación del agroecosistema	Total D1	7. Reduce la contaminación del agua subterránea porque capta los nutrientes que se filtran por debajo del sistema radicular de los cultivos anuales.	8. La cobertura reduce el impacto de la lluvia en el suelo	9. La cobertura reduce la escorrentía y la erosión	10. Mejora la infiltración del agua superficial	11. Prevención y mitigación de inundaciones	12. Mantenimiento o mejoramiento de la calidad del agua para consumo	13. Control y eliminación de desechos, amontiguamiento y filtrado de contaminantes	Total D2	14. Despeja especies invasoras	15. Árboles como cortina rompeviento	16. Prevención de plagas y enfermedades	17. Polinización de plantas útiles	18. Evolución de plantas y animales silvestres	Total D3	19. Leña	20. Madera	21. Alimentación animal	22. Hábitat para plantas potencialmente útiles	23. Semilla	24. Fruta orgánica	25. Hábitat para animales polinizadores y otros animales potencialmente útiles	26. Material genético y rasgos para mejoramiento de cultivos, cuidado de la salud, etc.	Total D4	27. Pasantía de estudiantes de los diferentes niveles de educación	28. Prácticas de estudiantes	29. Investigación básica y aplicada	30. Pasantías de agricultores y otros actores del sector	Total D5	31. Agroturismo	32. Inspiración	33. Estética	34. Recreación	Total D6	Total
1	2				1	6		1	2					6		4	2		3	9	2		1	1	4	2	3	3	16	5	2	3	4	14		3	2	4	9	60	
2	3	3	2	2		3	13	3	2	3	3		3	14	2	1	2	2	3	10	2	3	2	2	3	2	3	19	3	2	2	2	9	1	3	3	3	10	75		
3	3	4	4			4	15	1	2	3	3		4	10	4	4	4	3	15	3	2	1	2	3	2	4	17	3	2	4	4	13	4	3	2	1	10	80			
4	4	3		1		1	9	1	2	4	3	4		18	4	2		4	10	4	2	3	2	1	3	3	18		2	4		6	3	3	1	8	69				
5	3		1	2			6	3		1			2	6	1	3	4		8	2	3	3	2	2	1	4	4	21	3	1		2	6	1	4	2	3	10	57		
6	1		2		3	1	7		1					1	3	4		2	9	2	2		2	4	1	4	2	17	1	2	4		7	1	4	3	2	10	51		
7	2	1	4	3	4	4	18	1	3	4	2	4	4	22	4	4	4	4	3	19	1	2	1	1	4	4	2	4	19	4	1	3	4	12	2	4	4	4	14	104	
8	4	2	4	1	3	2	16	2		4			4	11	4	1	3		8	4	17	4	3	1	2	10	4	17	4	3	1	2	10	4	3	2	9	71			
9	4	4	2	3	4		17	2	1	2	4	4	4	17	4	4	3	1	16	4	3		2	1	3	4	4	19	4	1	3	4	12	1	4	2	7	88			
10	3				2		5	1		3			2	6	3	3		2	5	3	3	1	2		4	3	13	4	2	3	1	10	2	4	3	3	9	48			
11	2				1	3	6	2	3				1	6	3	3	2		10	2	3	2	4	3	1	1	16	4	2	3		9	1	3	2	4	10	57			
12		1	2			4	7	3	2	1				6	4	1	3		10	2	3	2	3	4	1	1	19	4	1	4	3	8	1	3	3	4	4	54			
13	1	4	4	2	3		14	2	4	4	3		1	14	2		3		5	1	3		4	4	3	1	4	17	4	3	2		9	1	2	3	3	6	65		
14	4	2	4	3	4	4	21	4	4	2	1	3	4	22	4	4	4	2	18	2	4	4	3	4	1	1	4	23	4	3	1	4	12	4	4	4	3	15	111		
15		3			1		4	3			2	1		6	3	3		2	8	1	3	1	2	3	2	4	4	16		2	1		3	2		3	5	42			
16	1	3	4			1	9	1	2	3	4			10	4	2	3		9	4	1	4	2	3	4	4	4	18	4	1	3	4	12	2	3	4	4	9	67		
17	2	1			3		6	1		2	3			6	4	1		3	8	4	2	2	2	3	4	3	20		1	2		3	1	3	4		8	51			
18	1	3	4	4	4	4	16	3	4	1	2			10	4		3		7	1	1	2	3	4	4	2	17	4	1	3	4	12	2	4	4	4	14	76			
19	3	2	2	4	2	2	15	1	3	1	3	2	1	12	2	3	2	4	12	4	3	1	1	4	1	4	3	21	3	4	2	1	10	1	1	3	5	75			
20	2	4	3	3	2	4	18	1	2	1	4	1	2	3	14	1	4	1	4	2	4	3	2	2		3	2	16	4	3	4	2	13	4	3	4	4	4	77		
21	4	1	3		1	1	10	2	1	2	4	1	2	12	2	4	3	2	11	2	4	1	1	2	1	1	4	16	2	4	3		9	1	3	2		6	64		
22	3	3	2	1	3	1	13	1		3	3	2	1	10	1	2	2		6	3	2		4	3		4	1	17	3	1	1		5			2	2	53			
23	1	1	4	2	4	3	15	2	2	1	4	1	1	12	3	4	2	1	10	3	3	1	1		4	4	2	18	3	2	3	3	11	3	2	1	6	72			
24	2	2	1	4	3	3	15	3	2	1	2	2		10	2		3		7	2	4	1	3	1	3		14	4	4	3	4	15		1	1		2	63			
25	2	2	2	3		9		1	1	2		1	2	7	1	4			6	4	3	2	1	2	3	3	15	4	4	1	2	11	1		2	3	5	91			