



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA (REDISEÑO)

Proyecto de Investigación previo a
la obtención del título de Ingeniero
Agrónomo.

Título del proyecto de investigación:

“Caracterización morfológica de la colección de aguacate (*Persea americana*) de la
Estación Experimental Tropical - Pichilingue. (EETP)”

Autor:

Joshua Alexander Acurio Albiño

Directora del Proyecto de Investigación:

Dra. Marisol Rivero Herrada

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Joshua Alexander Acurio Albiño**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

.....
Joshua Alexander Acurio Albiño

C.I.: 120708416-9

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. Rivero Herrada Marisol. PhD, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el egresado **Joshua Alexander Acurio Albiño**, realizó el proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, titulado Caracterización morfológica de la colección de aguacate (*Persea americana*) de la Estación Experimental Tropical-Pichilingue (EETP), bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas.

.....
Dra. Marisol Rivero Herrada

Directora

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

	
Document Information	
Analyzed document	INVESTIGACIÓN JOSHUA ACURIO FINAL.docx (D138939922)
Submitted	2022-06-02T04:31:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	mrivero@uteq.edu.ec
Similarity	10%
Analysis address	mrivero@uteq.edu.ec

.....
Dra. Marisol Rivero Herrada

Directora



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA (REDISEÑO)

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Caracterización morfológica de la colección de aguacate (Persea americana) de la Estación Experimental Tropical – Pichilingue. (EETP).”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Agrónomo.

Aprobado por:

Ing. Freddy Agustín Sabando Avila
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Moisés Arturo Menace Almea
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Luis Tarquino Llerena Ramos
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2022

AGRADECIMIENTO

En primer lugar le doy las gracias a Dios por darme la determinación y fuerzas necesarias para lograr este cometido. A mi madre, familiares y amigos por ser mi apoyo incondicional durante todo este proceso.

A las autoridades y docentes de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por haber brindado sus conocimientos a lo largo de la carrera, a mi tutora la Dra, Marisol Rivero por ser mi guía durante la elaboración de esta investigación y por su gran bondad a la hora de ayudarme.

A la Estación Experimental Tropical Pichilingue (INIAP) por darme la oportunidad de realizar la investigación dentro de sus instalaciones, al Econ. Valentín Mora Yela por su gran disposición en ayudarme e impartición de conocimientos a lo largo de la investigación y a todo el equipo que conforma el departamento de recursos fitogenéticos, gracias.

DEDICATORIA

A Dios por darme cada día las fuerzas, sabiduría y perseverancia necesarias para continuar y nunca desmayar.

A mi madre, por ser el pilar fundamental durante todo este proceso, por ser un ejemplo de constancia, lucha y perseverancia. Por siempre estar a mi lado por más difícil que sea la situación y nunca soltarme de la mano. Por ser mi motivación para seguir. Gracias por ser más que una madre, ser amiga, compañera, maestra y hermana. Por todas esas noches incansables de sueño en donde tus palabras de aliento nunca se hicieron esperar, hoy con mas que orgullo puedo decir que lo logramos madre.

Joshua Alexander Acurio Albiño

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

La planta de aguacate (*Persea americana*) es un árbol del grupo de las angiospermas. Actualmente, el crecimiento económico del aguacate está vigente para su uso alimenticio. La descripción morfológica del aguacate permite conocer las variables deseadas en estudios fitogenéticos para incrementar la producción y reducir enfermedades. Desde este contexto, el siguiente estudio de investigación tuvo como propósito una caracterización morfológica del aguacate (*Persea americana*) de las accesiones del centro de investigación EET-Pichilingue. Para el siguiente trabajo, se aplicó un estudio observativo, descriptivo e inductivo, donde se evaluaron 14 caracteres cuantitativos y 24 cualitativos de las 33 accesiones de aguacate. Los datos cualitativos y cuantitativos fueron caracterizado mediante una matriz binaria, donde se realizaron las siguientes actividades: determinación de la variabilidad genética, análisis discriminante de los caracteres, matriz de similitud y distancia (Euclídea), la estructura taxonómica y fonograma mediante el algoritmo de Ward. Se usó el programa estadístico INFOSTAT 2020. Dentro de los resultados, el análisis de las características que presentaron una mayor variabilidad genética está: el n.º flores por inflorescencia (47,75%) y peso de la semilla (29,58%). El valor discriminante para variable cuantitativa con el valor más alto corresponde al de longitud de lámina foliar del grupo 4 con 28,06 cm y dentro de la variable cualitativa, forma de la semilla. En el fonograma, las agrupaciones entre las accesiones de *Persea americana*, muestran la relación de la similitud entre los 4 grupos obtenidos de las accesiones con un coeficiente cofenético de 0,92. Se concluye, las variables cuantitativas con mayor valor discriminantes fueron: ancho lámina foliar, longitud de lámina foliar y diámetro de la semilla y variables cualitativas los valores discriminantes fueron: forma de la semilla, árbol, fruto y hoja. Se determinó que la pulpa del fruto es una característica deseable para los programas de fitomejoramiento.

Palabras Claves: Fonograma, mejoramiento genético, descriptivo, discriminantes.

ABSTRACT Y KEYWORDS

The avocado plant (*Persea americana*) is a tree from the angiosperm group. Currently, the economic growth of avocado is in force for its food use. The morphological description of the avocado allows knowing the desired variables in phylogenetic studies to increase production and reduce diseases. From this context, the following research study has as its purpose a morphological characterization of the avocado (*Persea americana*) from the accessions of the EET - Pichilingue research center. For the following work, an observational, descriptive and inductive study was applied. Qualitative and quantitative data were characterized using a binary matrix, where the following activities were carried out: determination of genetic variability, discriminant analysis of characters, similarity and distance matrix (Euclidean), taxonomic structure and phenogram using Ward's algorithm. The statistical program INFOSTAT 2020e was used. Among the results, the analysis of the characteristics that presented a greater genetic variability are: the number of flowers per inflorescence (47.75%) and seed weight (29.58%). The discriminant value for quantitative variable with the highest value corresponds to the leaf blade length of group 4 with 28.06 cm and within the qualitative variable, seed shape. In the phenogram, the groupings between the (*Persea americana*) accessions show the relationship of the similarity between the 4 groups obtained from the accessions with a cophenetic coefficient of 0.92. It is concluded that the quantitative variables with the highest discriminant value were: leaf blade width, leaf blade length and seed diameter and qualitative variables the discriminant values were: seed shape, tree, fruit and leaf. Fruit pulp was found to be a desirable trait for breeding programs.

Keywords: Phenogram, genetic improvement, descriptive, discriminant.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	viii
ABSTRACT Y KEYWORDS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
CÓDIGO DUBLÍN	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Planteamiento del problema	4
1.2. Justificación	5
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo general	6
1.3.2. Objetivos específicos	6
CAPÍTULO II	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.	7
2.1. Marco conceptual	8
2.1.1. Caracterización morfológica	8
2.1.2. Banco de germoplasma de campo	8
2.1.3. Datos del pasaporte de un banco de germoplasma	8
2.1.4. Descriptor morfológico	8
2.1.5. Descriptor cualitativo	9
2.1.6. Descriptor cuantitativo	9
2.1.7. Diversidad genética	9
2.1.8. Fenotipo	9

2.1.9. Análisis jerárquico de Ward.....	10
2.2. Marco referencial.....	10
2.2.1. Origen	10
2.2.2. Taxonomía.....	10
2.3. Descripción morfológica	11
2.3.1. Raíz	11
2.3.2. Tallo	12
2.3.3. Hojas	12
2.3.4. Flores.....	12
2.3.5. Fruto	13
2.3.6. Semilla	13
2.4. Razas.....	13
2.4.1. Mexicana	13
2.4.2. Guatemalteca.....	14
2.4.3. Antillana	14
2.5. Variedades de importancia en el Ecuador	14
2.5.1. Variedad “Nacional o Criollo”	14
2.5.2. Variedad Hass	15
2.5.3. Variedad Fuerte	15
2.6. Requerimientos agronómicos	16
2.6.1. Clima.....	16
2.6.2. Temperatura	16
2.6.3. Humedad relativa	16
2.6.4. Precipitación	17
2.6.5. Vientos	17
2.6.6. Suelo.....	17
2.7. Manejo del cultivo	18

2.7.1. Siembra.....	18
2.7.2. Nutrición.....	18
2.7.3. Poda.....	18
2.7.4. Malezas.....	19
2.8. Antecedentes.....	19
CAPÍTULO III.....	22
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
3.1. Localización de la investigación.....	23
3.2. Tipo de investigación.....	23
3.3. Método de investigación.....	23
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	24
3.5. Metodología de la investigación.....	24
3.5.1. Descriptores cuantitativos y cualitativos.....	24
3.5.2. Caracterizadores cuantitativos.....	25
3.5.2.1. Circunferencia del tronco.....	25
3.5.2.2. Longitud lámina foliar.....	25
3.5.2.3. Ancho lámina foliar.....	25
3.5.2.4. Longitud del sépalo.....	26
3.5.2.5. Longitud del pedicelo.....	26
3.5.2.6. Número de flores por inflorescencia.....	26
3.5.2.7. Longitud del fruto (cm).....	26
3.5.2.8. Diámetro del fruto (cm).....	26
3.5.2.9. Grosor de la cáscara del fruto.....	26
3.5.2.10. Grosor pulpa del fruto (cm).....	27
3.5.2.11. Peso del fruto (g).....	27
3.5.2.12. Longitud de la semilla (cm).....	27
3.5.2.13. Diámetro de la semilla (cm).....	27

3.5.2.14. Peso de la semilla (g).....	27
3.5.3. Caracterizadores cualitativos	27
3.5.3.1. Forma del árbol.....	27
3.5.3.2. Superficie del tronco.....	28
3.5.3.3. Patrón de ramificación.....	28
3.5.3.4. Distribución de las ramas	28
3.5.3.5. Forma de la hoja	29
3.5.3.6. Forma de la base de la hoja	29
3.5.3.7. Color de las hojas maduras	29
3.5.3.8. Margen de la hoja	30
3.5.3.9. Forma del ápice de la hoja.....	30
3.5.3.10. Textura de la hoja	30
3.5.3.11. Color de la flor.....	30
3.5.3.12. Forma del fruto	31
3.5.3.13. Forma de la base del fruto	31
3.5.3.14. Forma del ápice del fruto.....	32
3.5.3.15. Hábito de fructificación	32
3.5.3.16. Posición del ápice del fruto	32
3.5.3.17. Aristas en el fruto	32
3.5.3.18. Brillantez de la cáscara del fruto	33
3.5.3.19. Posición del pedicelo en el fruto.....	33
3.5.3.20. Superficie de la cáscara del fruto.....	33
3.5.3.21. Color de la cáscara del fruto	33
3.5.3.22. Forma de la semilla	34
3.5.3.23. Superficie del cotiledón.....	34
3.5.3.24. Color del cotiledón	35
3.6. Análisis y modelos estadístico de la investigación.....	35

3.6.1. Determinación del valor discriminante de los caracteres entre grupos	37
3.6.2. Caracteres cuantitativos	37
3.6.3. Caracteres cualitativos	37
3.6.4. Descriptores cualitativos y cuantitativos	37
3.7. Tratamientos evaluados	38
3.8. Características del área experimental	40
3.9. Manejo del experimento	40
3.10. Recursos humanos y materiales.....	41
3.10.1. Recursos humanos	41
3.10.2. Recursos materiales.....	41
CAPÍTULO IV	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. Determinación de la diversidad genética.....	43
4.2. Determinación del valor discriminante de los caracteres para separar grupos.....	44
Genéticos.....	44
4.2.1. Caracteres cuantitativos	44
4.2.2. Caracteres cualitativos	45
4.3. Clasificación de los grupos en porcentaje los caracteres cualitativos	46
4.3.1. Forma de la semilla	48
4.3.2. Forma del árbol.....	49
4.3.3. Forma del fruto	49
4.3.4. Forma de la hoja	50
4.4. Análisis de agrupamiento de accesiones de aguacate.....	51
4.5. Genotipos con característica deseable en programas de fitomejoramiento	54
4.6. Discusión	54
CAPÍTULO V	57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57

5.1. Conclusiones.....	58
5.2. Recomendaciones	59
CAPÍTULO VI.....	60
BIBLIOGRAFIA.....	60
CAPÍTULO VII.....	67
ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del aguacate (<i>Persea americana</i>).	11
Tabla 2. Condiciones agroclimáticas del área experimental.	23
Tabla 3. Accesiones pertenecientes a la EETP.	38
Tabla 4. Datos del experimento.	40
Tabla 5. Estadística descriptiva de 14 descriptores cuantitativos utilizados en la caracterización morfológica que determinan la variabilidad genética en las 33 accesiones de aguacate pertenecientes a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.	43
Tabla 6. Valores promedio para 14 caracteres cuantitativos en cuatro grupos de aguacate obtenidos entre las 33 accesiones pertenecientes a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.	44
Tabla 7. Descriptores cualitativos de mayor valor discriminatorio entre los 4 grupos de las 33 accesiones de aguacate en el agrupamiento jerárquico de Ward, pertenecientes a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.	45
Tabla 8. Clasificación de los grupos de acuerdo a los estados de sus caracteres más discriminantes en las 33 accesiones de aguacate pertenecientes a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.	46
Tabla 9. Distribución de las 33 accesiones de aguacate perteneciente a la Estación Experimental Tropical Pichilingue, mediante el análisis jerárquico de Ward.	52
Tabla 10. Distribución por grupos, frecuencias y porcentajes de variabilidad de las 33 accesiones de aguacate pertenecientes a la Estación Experimental Tropical Pichilingue...	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma de los análisis estadísticos de los datos morfológicos de las 33 accesiones de aguacate. del banco de germoplasma de la EET-Pichilingue.	36
Figura 2. Forma de la semilla de los 4 grupos obtenidos por medio del análisis jerárquico de Ward de las 33 accesiones de aguacate perteneciente a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.	48
Figura 3. Forma del Árbol de los 4 grupos obtenidos por medio del análisis jerárquico de Ward de las 33 accesiones de aguacate perteneciente a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.	49
Figura 4. Forma del fruto de los 4 grupos obtenidos por medio del análisis jerárquico de Ward de las 33 accesiones de aguacate perteneciente a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.	50
Figura 5. Forma de la hoja de los 4 grupos obtenidos por medio del análisis jerárquico de Ward de las 33 accesiones de aguacate perteneciente a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.	51
Figura 6. Fonograma obtenido por el agrupamiento jerárquico de Ward según la distancia de Euclídea de las 33 accesiones de aguacate perteneciente a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.	53
Figura 7. Genotipos con característica deseable para programas de fitomejoramiento de las 33 accesiones de aguacate perteneciente a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Banco de germoplasma de la Estación Experimental Tropical Pichilingue.....	68
Anexo 2. Obtención de datos de ancho y longitud de lámina foliar.	69
Anexo 3. Obtención de datos respecto a la circunferencia del tronco.	68
Anexo 4. Caracterización morfológica de la hoja.	70
Anexo 5. Recolección de frutos para caracterizar.	70
Anexo 6. Grosor de la pulpa del fruto.	71
Anexo 7. Obtención del peso de los frutos de aguacate.	71
Anexo 8. Peso semilla del fruto.....	72
Anexo 9. Genotipos de aguacate en etapa de floración.....	72
Anexo 10. Genotipos de aguacate en etapa de fructificación.....	73
Anexo 11. Croquis del banco de germoplasma de la Estación Experimental Tropical Pichilingue.....	73
Anexo 12. Captura InfoStat.....	74

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Caracterización morfológica de la colección de aguacate (<i>Persea americana</i>) de la Estación Experimental Tropical - Pichilingue. (EETP).
Autor:	Joshua Alexander Acurio Albiño
Palabras clave:	Fonograma, mejoramiento genético, descriptivo, discriminantes
Fecha de publicación:	
Editorial:	
Resumen: (hasta 300 palabras)	<p>La planta de aguacate (<i>Persea americana</i>) es un árbol del grupo de las angiospermas. Actualmente, el crecimiento económico del aguacate está vigente para su uso alimenticio. La descripción morfológica del aguacate permite conocer las variables deseadas en estudios fitogenéticos para incrementar la producción y reducir enfermedades. Desde este contexto, el siguiente estudio de investigación tuvo como propósito una caracterización morfológica del aguacate (<i>Persea americana</i>) de las accesiones del centro de investigación EET - Pichilingue. Para el siguiente trabajo, se aplicó un estudio observativo - descriptivo, donde se evaluaron 14 caracteres cuantitativos y 24 cualitativos de las 33 accesiones de aguacate. Los datos cualitativos y cuantitativos fueron caracterizado mediante una matriz binaria, donde se realizaron las siguientes actividades: determinación de la variabilidad genética, análisis discriminante de los caracteres, matriz de similitud y distancia (Euclidea), la estructura taxonómica y fonograma mediante el algoritmo de Ward. Se usó el programa estadístico INFOSTAT 2020. Dentro de los resultados, el análisis de las características que presentaron una mayor variabilidad genética está: el n.º flores por inflorescencia (47,75%) y peso de la semilla (29,58%). El valor discriminante para variable cuantitativa con el valor más alto corresponde al ancho de lámina foliar del grupo 4 con 13,89 cm y dentro de la variable cualitativa, el diámetro de semilla del grupo 4 con 5,17 cm. En el fonograma, las agrupaciones entre las accesiones de <i>Persea americana</i>, muestran la relación de la similitud entre los 4 grupos obtenidos de las accesiones con un coeficiente cofenético de 0,92. Se concluye, las variables cuantitativas con mayor valor discriminantes fueron: ancho lamina foliar, longitud de lámina foliar y diámetro de la semilla y variables cualitativas los valores discriminantes fueron: forma de la semilla, árbol, fruto y hoja. Se determinó que la pulpa del fruto es una característica deseable para los programas de fitomejoramiento.</p>
Descripción:	93 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URI:	

INTRODUCCIÓN

La planta de aguacate (*Persea americana*) es un árbol del grupo de las angiospermas, su consumo alimentario proviene desde hace diez mil años. Actualmente, el crecimiento económico del aguacate está vigente para su uso alimenticio, además de otras áreas como los cosméticos (1). El Ecuador es un país con una posición geográfica muy favorable para la producción de productos no tradicionales con sabor y aromas únicos, todo esto se debe a que existe la presencia de microclimas, siendo favorable para la producción de calidad de la fruta (2).

El aguacate, es uno de los productos de consumo “favorito” por los habitantes a nivel mundial, por su excelente sabor y propiedades nutricionales, su producción mundial superó los 6,4 millones de toneladas métricas (Tm) en el 2019, posicionándose México como el mayor productor de aguacate a nivel mundial, sin embargo, existen importantes competidores en América Latina como son: República Dominicana, Perú, Ecuador y Colombia (3).

Las exportaciones del aguacate ecuatoriano, han tenido gran repercusión en mercados nacionales como internacionales. Los mercados con mayor demanda de aguacate ecuatoriano están: Colombia, Holanda, España, en menor escala los de Reino Unido, Canadá, Corea del Sur, Hong Kong, Japón, Antigua y Barbuda donde la variedad con mayor demanda es la “Hass” (4).

Para conocer las características de una especie vegetal en concreto, podemos recurrir a la caracterización, se define como característica a un atributo que posee algún organismo que se encuentra en relación con el ambiente que lo rodea, estas características podemos clasificarlas como cualitativas y cuantitativas. Por medio de la caracterización podemos describir los atributos de una especie, siendo estas cualitativas en las que comprende el color de frutos, flor o corteza, por otro lado, la cuantitativa se refiere aquellos atributos como peso, altura, diámetro entre otros (5).

Según estudios realizados por (6) manifiestan que 42 árboles de aguacate nativo, se evaluaron el peso, longitud y diámetro de fruto, peso, longitud y diámetro de semilla, longitud y diámetro de la cavidad de la semilla, además de las relaciones longitud/diámetro

de fruto y peso de semilla/peso de fruto. De las variables mencionadas en el estudio, solo el peso de semilla y fruto, la longitud de cavidad de semilla y de fruto fueron clasificatorios para la especie, en este contexto, el uso de la caracterización morfológica en aguacate es una de las alternativas para seleccionar atributos y calidades idóneas de la planta y del fruto.

El siguiente proyecto de investigación tuvo como propósito una caracterización morfológica del aguacate, que permitirá conocer aquellos atributos de mayor relevancia que posee esta especie, con la finalidad de preservarlos y poder utilizarlos en futuros programas de fitomejoramiento que aseguren el progreso de este cultivo, el objetivo de esta investigación se centró en caracterizar morfológicamente la colección de aguacate (*Persea americana*) de la EET-Pichilingue.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad el aguacate (*Persea americana*) es uno de los cultivos que tiene una gran importancia tanto económica como social para un gran número de familias ecuatorianas, pero siendo este un producto tan demandante en el sector del comercio no hay una manera de lograr identificar cuáles son aquellas características propias de este fruto que lo hacen tan apetecible.

Las características morfológicas del aguacate se convierten en una limitante en el momento de querer establecer su cultivo del antes mencionado ya que la información que se conoce hasta el momento es de carácter limitado con respecto a la variación que se presenta en el país en relación con la importancia que ostenta en mercados internacionales. Esta falta de información de las características referente a este cultivo hace que se corra un riesgo de pérdida de diversidad fenotípica que se encuentra presente en el país, ya que podrían existir cultivares con características muy valiosas que podrían ser aprovechadas en futuros programas de fitomejoramiento genético.

El presente trabajo se realizó con el propósito de dar solución a este problema, mediante la caracterización morfológica de la colección de aguacate presente en la Estación Experimental Tropical Pichilingue por medio de descriptores cualitativos y cuantitativos, con el fin de identificar y precautelar aquellas características sobresalientes de dicha colección.

1.2. Justificación

El aguacate es un fruto no tradicional que está dentro de la dieta de los ecuatorianos por sus características de sabor y textura, siendo apetecible al consumidor, a su vez por los derivados que podemos obtener a partir de la producción como los aceites de aguacate, shampoo, helados, jugos y cremas. Las primeras plantaciones de aguacate a gran escala en el Ecuador se dieron a partir del año 2002, En el 2012 el sector agrario incrementó las exportaciones del aguacate hacia mercados internacionales (7).

El cultivo de aguacate se ha convertido en unas de las oportunidades con mayor potencial de comercialización al extranjero, viéndose beneficiado el sector agrícola familiar con la generación de plazas de empleos, mejoramiento de niveles de vida de los pequeños productores y la transformación de medios rurales con la diversificación de cultivos (8).

La información obtenida en esta investigación contribuyo a la determinación, identificación, clasificación y aprovechamiento de la diversidad fenotípica existente en la colección de aguacate (*P. americana*), para así poder utilizar la información recolectada en futuros programas de fitomejoramiento, contribuyendo positivamente al desarrollo de la producción y a su vez se asegurará las variedades con características deseadas o de alto potencial de desarrollo, lo cual es muy favorable en cuanto al progreso de este cultivo.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Caracterizar morfológicamente la colección de aguacate (*Persea americana*) de la Estación Experimental Tropical-Pichilingue (EETP).

1.3.2. Objetivos específicos

- Describir morfológicamente la colección de aguacate utilizando descriptores cualitativos y cuantitativos.
- Establecer los descriptores discriminantes en las variedades del cultivo de aguacate.
- Identificar genotipos con características deseables para los programas de fitomejoramiento en el cultivo de aguacate.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Caracterización morfológica

La caracterización morfológica es una actividad que tiene por objetivo dar a conocer ciertos atributos de potencial que presenta algún cultivar en específico los cuales pueden ser empleados para conservación o mejoramiento del cultivo, la utilización de una variedad de descriptores morfológicos que son de utilidad al momento de realizar la caracterización por su punto de vista morfológico y agronómico, diferenciando la taxonomía de las plantas (9).

2.1.2. Banco de germoplasma de campo

Los bancos de germoplasma de campo son sitios específicos en donde se establecerá un cultivo destinado para su conservación e identificación, estos constan con ciertas características propicias al momento de ser establecido, desde una ubicación adecuada, condiciones agroecológicas idóneas, disponibilidad de recursos hídricos, así como accesibilidad para el personal (10).

2.1.3. Datos del pasaporte de un banco de germoplasma

Los datos de pasaporte es una instrumentaría en donde se especifica la información básica de la accesión, en donde contiene nombre de la accesión, género, país o región de origen, fecha de adquisición, código de la institución donde se estableció el cultivo y el número único, la combinación de los campos debe ser única (11).

2.1.4. Descriptor morfológico

Un descriptor es una particularidad propia de un individuo, la cual es posible medir, evaluar o registrar, tomando como base la forma, la estructura o el comportamiento de una accesión determinada, a su vez los descriptores morfológicos nos permiten la discriminación sencilla entre fenotipos de una misma familia, generalmente los rasgos suelen ser altamente heredables los cuales pueden ser identificados a simple vista (12).

2.1.5. *Descriptor cualitativo*

Los descriptores cualitativos son aquellos con los que logramos identificar una característica o atributo perteneciente a un individuo de intereses, se basa en la observación por parte del investigador, esta no se representa en valores numéricos si no de manera verbal. Por tanto se basa en características diferenciales ya preestablecidas o propensas a clasificar de alguna otra cualidad perteneciente (13).

2.1.6. *Descriptor cuantitativo*

Los descriptores cualitativos son aquellos en donde su expresión se verá reflejada en datos o valores numéricos como puede ser el peso de un objeto en particular, diámetro o longitud. Esta tiene la particularidad de optar por ser discretas ya que son las que asumen cantidades o cifras enteras, por otro lado las continuas que optan por números fraccionados o decimales, dependiendo de la situación (14).

2.1.7. *Diversidad genética*

La diversidad genética es el total de características que se encuentran presentes en una especie, estas se presentan de manera fenotípica en el individuo ya sea en su color, forma o resistencia a ciertas condiciones climáticas, así como enfermedades. A su vez esta información presente no es la misma en todos los individuos, ya que si existe una mayor diversidad genética las especies tienen mayor posibilidad de sobrevivir a ciertos factores externos a diferencia a las que carecen de diversidad genética las cuales son más susceptibles a estos cambios (15).

2.1.8. *Fenotipo*

El fenotipo son características observables de una planta, las cuales son el resultado de la interacción genética proveniente de la planta y de esta con el ambiente en el que se encuentra, el resultado de esto nos permite contemplar múltiples aspectos que van desde intervenir, crear, introducir o mejorar variaciones genéticas de plantas a su favor en beneficio de sí misma (16).

2.1.9. Análisis jerárquico de Ward

El método de Ward es uno de los más utilizados ya que maximiza la homogeneidad dentro de los grupos estudiados, este tiende a ser parte de grupos muy compactos de tamaño similar en donde se plantea todas las fusiones posibles para asegurar homogeneidad (17).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Origen

El origen del aguacate (*Persea americana*), tiene sus inicios en la ciudad de Puebla en México, estudios genéticos determinaron que la existencia del aguacate se remonta a más de 10000 años de antigüedad, se evidenciaron estudios sobre una posible domesticación del aguacate desde hace más de 5000 años, pero no fue hasta el siglo XVI con la llegada de los españoles en donde se hizo conocida esta fruta en muchas otras partes del mundo. Los aztecas utilizaban esta fruta como manjar y afrodisíaco, ya que para ellos eran símbolo de amor y fertilidad, su nombre proviene de la palabra náhuatl *ahuacatl*, que significa "testículo" (18).

Al aguacate también se le atribuye el nombre de palta en países como Chile, Perú, Argentina y Colombia, fue distribuida por los Incas desde Colombia a Perú. El nombre de Palta provendría del quichua y es el nombre de una etnia amerindia, conocida como los Paltas, residieron en la provincia de Loja (Ecuador) y en la zona norte de Perú, con la conquista Incas residieron en el Cuzco. Se considera que este árbol tuvo sus primeras apariciones en Ecuador y Perú entre los años 1450 y 1475 (19).

2.2.2. Taxonomía

Dentro de la especie *Persea americana* se identifican tres grupos botánicos, raza mexicana, guatemalteca y antillana, aunque las variedades que suelen tener un mayor interés comercial suelen ser híbridos entre las dos anteriores. Sin embargo, el género *Persea* tiene cerca de 90 especies en América, que se extiende desde el centro de México hasta Centroamérica (20).

Tabla 1:

Clasificación taxonómica del Aguacate (Persea americana).

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Familia	Lauraceae
Orden	Lurales
Genero	<i>Persea</i>
Especie	<i>Persea americana</i>

Autor: (20)

2.3. Descripción morfológica

La planta de aguacate es un árbol que tiene la capacidad de alcanzar una altura bastante extensa, esto dependerá de la variedad y de las condiciones edafoclimáticas, existen variedades que pueden medir de 10 a 15 m de altura, y como máximo de 30 m. Entre los caracteres morfológicos más estudiados están: el sistema radicular, tallo, hojas, flores, fruto y semilla (1).

2.3.1. Raíz

El sistema radicular del aguacate consta de una raíz principal corta y débil con crecimiento superficial, con carecimiento de pelos absorbentes, la mayor parte se encuentra en los primeros 50 cm del suelo. Es importante saber que el suelo juega un papel muy importante en el desarrollo radicular, siendo de esta manera más abundante, extendida y profunda en los suelos arenosos y sueltos. En estos suelos la profundidad puede alcanzar hasta los 1 a 1.5 metros, la absorción de agua y minerales se da en las puntas de las raíces por medio de los tejidos primarios (21).

2.3.2. Tallo

El aguacate es una especie polimorfa, es decir su estructura consiste de ramas bajas, extendidas que tienen una forma globulosa o de campana, gruesas, cilíndricas. En los primeros años toman un color verde amarilloso y con leve pubescencia, luego se torna a color negro, grasas u opacas con poco brillo y con cicatrices muy notables, abundantes, delgadas y frágiles. Son sensibles a las quemaduras del sol y a las heladas, tienen la desventaja de romperse con facilidad al cargar muchos frutos o por acción del viento (21).

2.3.3. Hojas

Las hojas del aguacate son simples y enteras con filotaxis alterna, presentan grandes dimensiones que pueden ir desde los 6 cm hasta los 30 cm, poseen pecíolos delgados que pueden medir los 6 cm de largo. Su coloración varía desde un color rojizo hasta un verde intenso con textura dura de apariencia brillante, dependiendo el estado vegetativo que se encuentre (1).

2.3.4. Flores

Las flores de aguacate nacen en densas floraciones, poseen nueve estambres, dispuestos en 3 series y un ovario unicelular. En particular, hay dos tipos de flores de aguacate “A y B”. Es decir, son dicógamas (Las partes masculinas y femeninas maduran por separado). Las flores tipo “A” abren por la mañana y son totalmente funcionales femeninas, se cierran al medio día y luego abren funcionalmente masculinas en la tarde del siguiente día. Por otro lado, las flores tipo “B” son funcionalmente femeninas” por la tarde, se cierran durante la noche para así abrir a la mañana del siguiente día como flores funcionalmente masculinas. La ventaja de tener los dos tipos de flores cultivadas en un mismo lote, hace que esta superposición temporal tanto de la femenina como la masculina fomente la polinización cruzada, lo que provoca una mayor producción de frutos (22).

2.3.5. Fruto

El fruto de aguacate es una baya que contiene una sola semilla grande, contenida por una pulpa mantecosa. La piel de la fruta varía tanto en grosor y textura. Así mismo el fruto en su madurez puede ser de color verde, negro, violeta o rojizo, según la variedad. La forma varía de esférica a piriforme, el peso de la fruta puede ir desde 2 onzas hasta las 5 libras. Por lo general la fruta no madura hasta que cae o se recoge del árbol. Sin embargo, las fechas, pesos y tamaño que se utilizan para determinar la madurez del fruto varía según la variedad (23).

2.3.6. Semilla

La fruta de aguacate contiene en su interior una sola semilla encerrada en dos capas de semillas de color marrón, delgadas y con apariencia a papel que por lo general se adhiere a la superficie de la pulpa. La semilla puede ser de forma achatada, redonda, cónica u ovoide, de consistencia dura y pesada con un color marfil, crema, amarillo u algún otro con una longitud que va desde 5 – 6,4 cm de largo (24).

2.4. Razas

Los aguacates se dividen en tres razas: la mexicana (*Persea americana var. drymifolia*), guatemalteca (*P. americana var. guatemalensis*) y antillana (*P. americana var. americana*), cada una de estas razas posee características únicas en su morfología, condiciones agroecológicas y ciclo de cultivo (25).

2.4.1. Mexicana

La raza de aguacate mexicana posee un olor muy particular a anís, tiene la ventaja de poder establecerse en alturas de 1500 a los 2000 m.s.n.m, su época de floración se da entre los meses de octubre a diciembre, para el paso de la flor a la fruta es un lapso de 6 – 8 meses, tiene tendencia a producir ramas o chupones. Esta raza en específico es la que tiene mayor resistencia a las bajas temperaturas, pero es muy susceptible a los suelos calcáreos de pH alto (5.5 – 6.5), sin embargo, los climas cálidos dificultan la maduración (26).

2.4.2. Guatemalteca

La raza guatemalteca crece en zonas que presenten clima húmedo, sin embargo, se han podido encontrar en condiciones subtropicales en los bosques mesófilos de la montaña, soporta una tolerancia intermedia al frío, se le encuentra entre los 1000 a 2000 msnm, creciendo en suelos ácidos y de baja fertilidad. Los árboles de esta raza pueden llegar a medir hasta 30 metros de altura, tiene la particularidad de poder mantener los frutos hasta por un lapso de 6 meses después de su madurez fisiológica. Podemos encontrar esta raza en países como México, Guatemala, Costa Rica, Panamá y Venezuela. Es considerado planta nace para los planes de mejoramiento genético en donde se pretende tener cultivares mejorados (27).

2.4.3. Antillana

Esta raza denominada antillana crece en lugares bajos, que van desde los 0 – 500 m.s.n.m. con alta humedad relativa lo cual, a diferencia de las otras dos razas, esta es muy susceptible a las bajas temperaturas. Son plantas de 15 – 20 m de altura, no poseen olor a anís, el peso del fruto puede variar entre los 250 – 2500 g. Sin embargo, es resistente al exceso de calcio y a la salinidad del suelo (28).

2.5. Variedades de importancia en el Ecuador

2.5.1. Variedad “Nacional o Criollo”

La variedad de aguacate nacional o criollo contiene una corteza lisa, delgada, con una coloración negra la cual permite pelarse fácilmente. Este producto contiene muchas fibrillas, pero con un excelente sabor a diferencia de la raza guatemalteca esta fruta es más delicada y pequeña, pero con una semilla más grande por lo que no contiene mucha pulpa. Al momento de realizar la cosecha esta se dificulta por la altura del árbol que es bastante extensa. La cosecha de la variedad nacional es comercializada en mayor preferencia a mercados nacionales, siendo esta una variedad delicada, susceptible al maltrato en la cosecha y almacenamiento. La variedad se utiliza principalmente como base para otras variedades por su ventaja de resistir a las enfermedades (29).

2.5.2. Variedad Hass

El aguacate Hass es el resultado del cruzamiento entre dos variedades, la mexicana y guatemalteca en California Estados Unidos, considerada como la principal variedad comercial del mundo, muy desarrollada comercialmente en los Estados Unidos, abriéndose paso en otros mercados como el israelí, Islas canarias, España, México y América de Sur (30).

A diferencia de la variedad “nacional o criollo” esta es la variedad más comercializada y con mayor demanda en mercados internacionales por su excelente sabor, cuando entra en proceso de maduración su piel se torna un tono oscuro, casi negro. Tiene una forma ovalada con una semilla pequeña a comparación de la variedad “Nacional”. El tamaño de este fruto está entre medio y grande y su peso radica entre los 140 y 130 gramos (31).

Una característica que la diferencia de las demás es por su piel gruesa y áspera lo que significa que la hace propicia al momento de la exportación por su alta resistencia a golpes y magulladuras. Contiene una pulpa de una coloración amarilla, con un sabor similar al de los frutos secos, esta variedad es relativamente más pequeña que el resto, pero contiene una mayor proporción de pulpa (32).

2.5.3. Variedad Fuerte

La variedad fuerte es fácilmente reconocible por su forma alargada. Poseen una piel fina de color verde, con aspecto como que, si estuviera curtida con pequeños puntos blanquecinos, al momento de llegar al punto de madurez de consumo, la piel toma un tono ligeramente más oscuro. Desde el punto de vista productivo, este es una de las variedades más fuertes en cuanto al comercio, pero se está viendo suplido por la variedad Hass (33).

La pulpa del aguacate tiene una tonalidad color crema con un ligero tono verdoso con mucho sabor en su interior, cuando está apto para su consumo la piel cede a una suave presión. La pulpa tiene una calidad organoléptica muy agradable. La variedad en particular contiene mucha menos grasa a comparación de las otras, pero contiene más aceite, aproximadamente tiene un 23% a 27% (34).

2.6. Requerimientos agronómicos

2.6.1. Clima

El aguacate es una planta que puede adaptarse a diferentes condiciones climáticas debido a su gran variedad genética. La raza antillana se adapta a climas tropicales o subtropicales con alta humedad atmosférica requerida especialmente durante la época de floración y fructificación, La raza guatemalteca es resistente a bajas temperaturas por proceder de tierras altas subtropicales americanas, mientras que la raza mexicana resiste temperaturas de $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, sin embargo los fuertes vientos y la reducción de humedad deshidrata las flores afectando el proceso de polinización (35).

2.6.2. Temperatura

La temperatura ideal para el desarrollo del aguacate varía entre los 14 y $24\text{ }^{\circ}\text{C}$, sin embargo, soportan temperaturas bajas de $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ como la variedad Hass, y $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ para la raza antillana. Las temperaturas superiores a los $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ presentan problemas en la etapa de fecundación y cuajado del fruto. Es recomendable elegir la variedad de acuerdo con la zona en donde se pretende establecer el cultivo, la variedad antillana es preferible sembrar en zonas en donde la temperatura diurna fluctúa entre los 25 a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Si la ubicación se encuentra en zonas de bajas temperaturas se debe considerar las razas mexicanas o guatemaltecas que son resistentes al frío. Hay que tener presente que el tiempo entre la floración y la cosecha dependerá de la temperatura, 10 a 14 meses en zonas frías y 5 a 8 meses en las cálidas (35).

2.6.3. Humedad relativa

La presencia de un exceso de humedad en el ambiente puede repercutir negativamente en el desarrollo del follaje, floración, polinización, y desarrollo de los frutos, por otro lado, el déficit de humedad tendría afectaciones en la fecundación, generando así un número menor de frutos. La humedad relativa ideal para el cultivo de aguacate oscila entre el 75% y el 80% . lo que favorece un mejor desarrollo y cuaje de flor (36).

2.6.4. Precipitación

El aguacate requiere precipitaciones anuales de 1000 a 2000 mm distribuidos a lo largo del año, no obstante, el exceso de agua trae consigo problemas como: asfixia radicular, la proliferación de *Phytophthora Cinnamoni*, reducción considerable de la producción por la caída de flores y frutos. Asimismo, las sequías producen caídas en las hojas reduciendo el rendimiento. La etapa en la que este cultivo requiere la mayor cantidad de agua es desde el cuajado hasta la recolección del fruto (37). Sin embargo, otros autores mencionan que el aguacate se puede cultivar sin riesgos en zonas con precipitaciones entre 665 y 2000 mm año (38).

2.6.5. Vientos

Las ramas de los aguacates son muy frágiles por lo que vientos fuertes provocan afectaciones en la floración, fructificación, roturas de ramas y partes jóvenes del árbol, los vientos no deben de superar los 20 km/hora. El viento origina un aumento en la demanda hídrica a su vez dificulta el vuelo de las abejas afectando la polinización. La transpiración también se ve afectada por causa del viento, incluida la distribución de la luz ya que, si no hay movimiento de las hojas, no llega la luz a la parte baja y por lo tanto afectando la fotosíntesis, la fotosíntesis a su vez actúa en el desarrollo de frutos grandes y de brotes silépticos (39).

2.6.6. Suelo

El suelo es uno de los factores más importantes para el cultivo de aguacate, es muy versátil en una amplia diversidad de suelos, pero los suelos idóneos son los ligeramente ácidos (pH entre 6,5 y 7), muy ricos en materia orgánica, con una porosidad del 46%, siendo este un factor muy determinante ya que este cultivo es muy susceptible al encharcamiento. Sin embargo, en lo que concierne a la salinidad en los suelos, las razas mexicana y guatemalteca tienen poca tolerancia a esta característica (39).

2.7. Manejo del cultivo

2.7.1. Siembra

Al momento de empezar la siembra del cultivo de aguacate, se debe tener presente las densidades de siembra que se pueden aplicar, la distancia de siembra debe ser de 5 x 5,30 metros, ya que, al existir una mayor densidad de siembra, podemos alcanzar una mayor producción y calidad de fruta. Un menor distanciamiento entre plantas brinda la posibilidad de que las prácticas laborales se puedan realizar correctamente, así como reducir los costos y que al momento de cosechar sea mucho más fácil a comparación de lo que se realiza de manera tradicional, en donde no se tiene un control del cultivo, estas plantas suelen crecer libremente dificultando su manejo y producción (40).

2.7.2. Nutrición

El requerimiento de nutrientes en el cultivo de aguacate, puede variar de acuerdo a la etapa fenológica que se encuentre, así como las condiciones de suelo, clima, variedad. La sincronización a la aplicación de nutrientes en función de su demanda nutricional puede favorecer significativamente el rendimiento y calidad de la fruta. Los requerimientos se determinan a base de un análisis de suelo y foliares, esto permitirá conocer la cantidad disponible en el suelo y la concentración de nutrientes en el área foliar del cultivo. Cada nutriente juega un papel específico en la producción de este cultivo es por ellos la necesidad de suplirlos en el momento idóneo, las épocas de mayor demanda son floración, inicio de desarrollo vegetativo y desarrollo del fruto (41).

2.7.3. Poda

El proceso de la poda tiene como finalidad eliminar ramas, para favorecer un mejor desarrollo, mayor rendimiento y a su vez lograr adquirir la suficiente luz solar que los árboles demandan para ser rentables y así estimular la floración y fructificación. Esta práctica dependerá de la densidad de árboles y la variedad. A diferencia de aquellos lotes en donde no se maneja adecuadamente un cultivar de aguacate, estos dejan cierta ventaja como son

las de mantener el porte de árboles, las ramas desnudas e improductivas se revisten, el control de plagas y enfermedades se vuelve más eficiente (42).

2.7.4. Malezas

La maleza es un problema al momento de establecer un cultivo de aguacate ya que éste compite de manera directa con la planta por agua espacio y luz, lo que hace aumentar los costos de producción y reducir los rendimientos, a su vez estas plantaciones forman microclimas favorables para la propagación de enfermedades y plagas. Lo más recomendable es tener un cultivo de cobertura (Leguminosas), las cuales aportan nitrógeno al suelo y a su vez benefician a la plantación (43).

2.8. Antecedentes

Según la investigación que lleva por nombre Estudio de Diversidad Genética e Identificación Racial de Ecotipos de Aguacate (*Persea americana* Mill.) Donadores de Semilla para Portainjertos en el Departamento de Antioquia. Se se realizó la caracterización morfológica mediante el uso de descriptores morfológicos del árbol, rama y hoja. En donde los caracteres morfológicos evaluados mostraron una variabilidad elevada en los aguacates criollos analizados, de acuerdo a su coeficiente de variación. Sin embargo en este caso caracteres como el tamaño de las hojas y la superficie del tallo. Los análisis de agrupamiento mostraron que los árboles se diferenciaron en tres grupos basados en datos de caracteres morfológicos y la combinación de datos de caracteres morfológicos y moleculares (5).

Así mismo en el estudio que lleva por nombre Estudio de diversidad genética del aguacate nativo en Nuevo León, México. Se evaluó morfológicamente 42 arboles nativos de aguacate con las características de peso, longitud y diámetro de fruto, peso, longitud y diámetro de semilla y, longitud y diámetro de la cavidad de la semilla, además de las relaciones longitud/diámetro de fruto y peso de semilla/peso de fruto. De las cuales sólo los pesos de semilla y fruto, y las longitudes de cavidad de semilla y de fruto fueron clasificatorios para la especie (6).

Galindo en su investigación diversidad genética del aguacate (*Persea americana* Mill.) en cuatro zonas de su área de dispersión natural menciona que la diversidad genética de esta especie neotropical es amplia y su taxonomía ha sido compleja. Sus resultados analizados reflejan que esta especie ha estado sujeta a diferentes procesos de domesticación. Además, el mosaico de alelos compartidos indicó similitud entre procesos de selección y domesticación por las diferentes culturas que lo han utilizado y que han moldeado su estructura genética y diversidad morfológica, dando lugar al origen común (44).

De acuerdo con la investigación realizada por (45), caracterización morfológica mediante hoja, flor, fruto y semilla de especies del género *Persea* y especies afines mediante análisis por métodos multivariados se caracterizó un total de 60 individuos de distinta procedencia, mediante la técnica de análisis multivariado se logró conocer la diversidad conservada y elaborar agrupamientos que permitieron además realizar inferencias taxonómicas de lo resguardado. A su vez los caracteres que resultaron más discriminantes para el agrupamiento de acuerdo al análisis por componentes principales: la longitud del peciolo, longitud de entrenudos del vástago, área foliar y extensión del vástago de la hoja.

La investigación caracterización morfológica y molecular de poblaciones de aguacate cascarudo, en donde su objetivo estuvo en diferenciar morfológica y molecularmente a los individuos cascarudos de dos regiones del Estado de México y establecer relaciones con especies y razas del subgénero *Persea*. En dicha caracterización se dio el empleo de 64 caracteres, siendo 19 fueron cuantitativos y 45 cualitativos obtenidos de los lineamientos de IPGRI (1995). A través del análisis discriminante y de conglomerados, se encontró que la densidad de pubescencia, forma y ondulación de la hoja agruparon a los individuos del estudio cerca de las especies de referencia, mientras que el grosor de la cáscara, el olor a anís, el ancho del sépalo y la densidad de la hoja La pubescencia de la hoja los separa. (46).

Según (47) en caracterización morfológica, bioquímica y molecular de cultivares de aguacate (*Persea Americana* mill.) en Cuba se emplearon los descriptores establecidos por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos A través de la matriz de correlaciones, el análisis de componentes principales realizado con las variables ‘color de las lenticelas del

vástago joven'; 'olor a anís en las hojas'; 'longitud del pedúnculo'; 'superficie', 'grosor' y 'flexibilidad de la cáscara del fruto' y 'época de cosecha', permitió el agrupamiento de cultivares en los grupos ecológicos presumibles. En donde las variables que más contribuyeron para la discriminación en la primera componente fueron el grosor y la flexibilidad de la cáscara del fruto y la época de cosecha, y en la segunda, el olor a anís en las hojas y el color de las lenticelas del vástago joven.

Lo expresado por menciona que para el manejo racional del germoplasma es necesario conocer la variabilidad existente; en este sentido, se recomiendan caracteres morfológicos altamente discriminativos cuya combinación permite identificar accesiones y formar grupos de diversidad, así como un grupo de descriptores mínimos que pueden ser útiles para homogenizar estudios de este tipo a nivel internacional y para la confección de catálogos de cultivares, con gran demanda por parte de productores y especialistas (48).

En la investigación titulada Recursos genéticos y mejoramiento de frutales andinos: una visión conceptual menciona que la eficiencia productiva y la competitividad de estas especies dependen de la constitución de colecciones de los taxa cultivados y especies relacionadas, debidamente conocidos en sus atributos, que hagan posible el desarrollo de variedades que representen soluciones a problemas limitantes. En el corto plazo la oferta de materiales para la siembra puede basarse en procesos selectivos en las poblaciones locales, con enfoque participativo y clonación de individuos superiores. En el mediano y largo plazos ésta puede enfocarse en la creación de una base genética amplia, enriquecida con atributos de las especies silvestres relacionadas entre sí (49).

Según (50) en su investigación se realizó en la plantación de Cuernavaca, en los Llanos Orientales, para evaluar seis progenies de palma de aceite que hacen parte del germoplasma Las variables morfológicas (altura, diámetro del tallo, área foliar, etc.), se caracterizaron mediante técnicas de análisis de crecimiento, y las variables de rendimiento se estimaron por medio del número y peso de los racimos de cada palma. Las seis progenies presentaron una alta variabilidad en sus tasas tanto fotosintéticas como de transpiración, al ser sometidas a diferentes condiciones ambientales.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación

La investigación se realizó en la Estación Experimental Tropical - Pichilingue del INIAP, ubicada en el km 5 de la vía Quevedo - El Empalme, perteneciente al cantón Mocache, provincia de Los Ríos, con coordenadas geográficas de 01°27'27''S y 79°27'42''W, con un suelo de tipo arcilloso y una altura de 70 msnm.

Tabla 2.

Condiciones agroclimáticas del área experimental.

Parámetros	Valores
Altitud	70 msnm
Temperatura	24.9 °C
Humedad relativa:	84%
Precipitación	2295.1
Topografía	Irregular
Tipo de suelo	Arcilloso

Fuente: INAMHI, (2022). Serie Multianual 1971 - 2022

3.2. Tipo de investigación

En el presente proyecto se empleó una investigación diagnóstica con el fin de obtener datos referentes a la caracterización morfológica de aguacate en el banco de germoplasma de la Estación Experimental Tropical Pichilingue.

3.3. Método de investigación

El método empleado en esta investigación fue el de la observación con el cual se pudo visualizar dichos rasgos sobresalientes presentes en el cultivar. Por otra parte se utilizó el método descriptivo en donde se pudo especificar de manera más detallada las características

morfológicas de la plantación. Así como el método inductivo utilizado para la elaboración de conclusiones de la presente investigación a partir de los resultados y su comparación con antecedentes

3.4. Fuentes de recopilación de información

Las fuentes que se emplearon para la obtención de información fueron fuentes primarias a través de la observación directa y secundaria tales como: libros, artículos de revistas científicas, boletines divulgativos, censos, folletos, etc.

3.5. Metodología de la investigación

Las accesiones seleccionadas de aguacate se caracterizaron utilizando como base descriptora para aguacates (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos IPGRI, 1995).

3.5.1. Descriptores cuantitativos y cualitativos

Para la caracterización morfológica de las plantas de aguacate se utilizaron 14 caracteres cuantitativos y 24 caracteres cualitativos siguiendo la metodología de (IPGRI, 1995) para su respectiva evaluación (Cuadro 1).

Cuadro 1:

Caracteres descriptivos.

CARACTERES CUANTITATIVOS	CARACTERES CUALITATIVOS
Circunferencia del tronco (cm)	Forma del árbol
Longitud lámina foliar (cm)	Superficie del tronco
Ancho lámina foliar (cm)	Patrón de ramificación
Longitud del sépalo (mm)	Distribución de las ramas
Longitud del pedicelo (mm)	Forma de la hoja
Número de flores por inflorescencia	Forma de la base de la hoja
Longitud del fruto (cm)	Color de las hojas maduras
Diámetro del fruto (cm)	Margen de la hoja
	Forma del ápice de la hoja

Grosor cáscara del fruto (mm)	Textura de la hoja
Grosor pulpa del fruto (mm)	Color de la flor
Peso fruto (g)	Forma del fruto
Longitud de la semilla (cm)	Forma base del fruto
Diámetro de la semilla (cm)	Forma ápice del fruto
Peso de la semilla (g)	Hábito fructificación
	Posición ápice
	Aristas del fruto
	Brillantes de la cáscara del fruto
	Posición del pedicelo en el fruto
	Superficie de la cáscara en el fruto
	Color cáscara del fruto
	Forma de la semilla
	Superficie del cotiledón
	Color del cotiledón

Fuente: Base descriptora para aguacates (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos IPGRI, 1995).

3.5.2. Caracterizadores cuantitativos

3.5.2.1. Circunferencia del tronco

Para la evaluación de la variable, se tomó mediante un flexómetro la circunferencia a 0.3 m de altura sobre el nivel del suelo a todos los árboles de la accesión. (Anexo 3)

3.5.2.2. Longitud lámina foliar

Se evaluó la longitud de lámina foliar cada 10 hojas maduras por accesión a las cuales se le sacará promedio. La evaluación se la realizó en las horas de la mañana. (Anexo 2)

3.5.2.3. Ancho lámina foliar

Se evaluó el ancho de lámina familiar tomando de referencia 10 hojas maduras por accesión a las cuales se le sacó promedio. Los valores fueron insertados en cm.

3.5.2.4. Longitud del sépalo

Para la longitud del sépalo, se usó un flexómetro donde se evaluó 10 flores por accesión a las cuales se le sacará promedio. Los valores fueron insertados en mm.

3.5.2.5. Longitud del pedicelo

Para la longitud del pedicelo, se usó una cinta métrica donde evaluó diez flores por accesión a las cuales se les sacará el promedio. Los valores fueron insertados en mm.

3.5.2.6. Número de flores por inflorescencia

Para la evaluación del número de flores por inflorescencia, se seleccionaron 5 inflorescencias por accesión a las cuales se le sacará promedio.

3.5.2.7. Longitud del fruto (cm)

Para la evaluación del número de flores, se evaluó 5 frutos por accesión a las cuales se le sacará promedio. Los valores fueron insertados en cm.

3.5.2.8. Diámetro del fruto (cm)

Para el diámetro del fruto, se evaluó 5 frutos por accesión a las cuales se le sacará promedio. medido en el punto más ancho. Los valores fueron insertados en cm.

3.5.2.9. Grosor de la cáscara del fruto

Para el grosor de la cáscara del fruto, se evaluó 5 frutos por accesión a las cuales se le sacará promedio. Los valores fueron insertados en mm.

3.5.2.10. Grosor pulpa del fruto (cm)

Para el grosor de la cáscara del fruto, se midió el grosor de la pulpa de 5 frutos, este valor fue determinado en centímetros (Anexo 7)

3.5.2.11. Peso del fruto (g)

Para el peso del fruto, se evaluó el peso de 5 frutos, este valor fue determinado en gramos.

3.5.2.12. Longitud de la semilla (cm)

Para la longitud de la semilla, se evaluó 5 semillas por accesión a las cuales se le sacó un promedio. Los valores fueron determinados en cm.

3.5.2.13. Diámetro de la semilla (cm)

Para el diámetro de la semilla, se evaluó 5 semillas por accesión a las cuales se le sacó un promedio. Los valores fueron determinados en cm.

3.5.2.14. Peso de la semilla (g)

Para el diámetro de la semilla, se evaluó el peso de 5 semillas, este valor fue determinado en gramos (Anexo 8).

3.5.3. Caracterizadores cualitativos

3.5.3.1. Forma del árbol

Para evaluar la forma del árbol se visualizó la planta de aguacate y se describió los siguientes criterios en descripción a su forma.

1. Columna.
2. Piramidal.
3. Obovado.

4. Rectangular.
5. Circular.
6. Semicircular.
7. Semi-elíptico.
8. Irregular.
9. Otro (Especificar en el descriptor).

3.5.3.2. Superficie del tronco

La superficie del tronco fue tomada para cada accesión mediante los siguientes criterios:

1. Lisa
2. Rugosa
3. Muy rugosa.

3.5.3.3. Patrón de ramificación

Para el patrón de ramificación se seleccionaron los siguientes criterios:

1. **Extensivo:** Cada rama sale del ápice del vástago en cada flujo de crecimiento.
2. **Intensivo:** Varias ramas salen abajo del ápice del vástago en cada flujo de crecimiento.
3. **Ambos:** Registrar el predominante.

3.5.3.4. Distribución de las ramas

La distribución de ramas fue seleccionada con los siguientes criterios:

1. Ascendente.
2. Irregular.
3. Verticilada.
4. Axial.

5. Horizontal.

3.5.3.5. Forma de la hoja

La forma de la hoja se determinó según los siguientes criterios (Anexo 4):

1. Ovada.
2. Obovada-angosta.
3. Obovada.
4. Oval.
5. Redondeada.
6. Cordiforme.
7. Lanceolada.
8. Oblonga.
9. Oblonga-lanceolada.

3.5.3.6. Forma de la base de la hoja

Para evaluar la base de la hoja se visualizó la hoja del aguacate y se clasificó los siguientes criterios en descripción a su forma.

1. Aguda.
2. Obtusa.
3. Truncada.

3.5.3.7. Color de las hojas maduras

Para evaluar el color de las hojas maduras, se observó la hoja de aguacate y se describió los siguientes criterios:

1. Verde claro.
2. Verde.
3. Verde oscuro.

3.5.3.8. Margen de la hoja

Para evaluar el margen de la hoja, se analizó la hoja de aguacate y se catalogó los siguientes criterios:

1. Entero.
2. Ondulado.

3.5.3.9. Forma del ápice de la hoja

Para evaluar la forma del ápice de la hoja, se visualizó la hoja de aguacate y se clasificó los siguientes criterios:

1. Muy agudo.
3. Agudo.
5. Intermedio.
7. Obtuso.
9. Muy obtuso.

3.5.3.10. Textura de la hoja

Para evaluar la textura de la hoja, se examinó la hoja de aguacate y se describió los siguientes criterios:

3. Blanda.
5. Semidura.
7. Dura.
9. Muy dura.

3.5.3.11. Color de la flor

Para evaluar el color de la flor, se observó la flor de aguacate y se describió los siguientes criterios (Anexo 9):

1. Crema.
2. Amarillo.
3. Verde.
4. Café.
5. Rojizo.

3.5.3.12. Forma del fruto

Para evaluar la forma del fruto, se visualizó el fruto de aguacate y se clasificó los siguientes criterios (Anexo 5):

1. Oblata.
2. Esferoide.
3. Esferoide alto.
4. Elipsoide.
5. Obovado-angosto.
6. Obovado.
7. Piriforme.
8. Claviforme.
9. Romboidal.

3.5.3.13. Forma de la base del fruto

Para evaluar la forma de la base del fruto, se analizó el fruto de aguacate y se designó los siguientes criterios:

1. Hundida.
2. Aplanada.
3. Inflada.
4. Puntiguda.

3.5.3.14. Forma del ápice del fruto

Para evaluar la forma del ápice del fruto, se examinó el fruto de aguacate y se describió los siguientes criterios:

1. Hundido profundamente.
2. Ligeramente hundido.
3. Aplanado.
4. Redondeado.
5. Puntigudo.

3.5.3.15. Hábito de fructificación

Para evaluar el hábito de fructificación del fruto, se visualizó el fruto de aguacate y se clasificaron los siguientes criterios (Anexo 10):

1. Frutos solitarios.
2. Frutos en racimos.

3.5.3.16. Posición del ápice del fruto

Para evaluar la posición del ápice del fruto, se observó el fruto de aguacate y se describió los siguientes criterios:

1. Central.
2. Asimétrico.

3.5.3.17. Aristas en el fruto

Para evaluar la arista del fruto, se examinó el fruto de aguacate y se designó los siguientes criterios:

1. Ninguna (Ausentes).
2. Parcial.

3. Enteras.

3.5.3.18. Brillantez de la cáscara del fruto

Para evaluar la brillantez de la cáscara del fruto, se visualizó el fruto de aguacate y se clasificó los siguientes criterios:

3. Escasa.
5. Moderada.
7. Notable.

3.5.3.19. Posición del pedicelo en el fruto

Para evaluar la posición del pedicelo en el fruto, se observó el fruto de aguacate y se describió los siguientes criterios:

1. Central.
2. Asimétrico.
3. Muy asimétrico.
4. Extremadamente asimétrico.

3.5.3.20. Superficie de la cáscara del fruto

Para evaluar la superficie de la cáscara del fruto, se visualizó el fruto de aguacate y se otorgó los siguientes criterios:

3. Lisa.
5. Intermedia.
7. Rugosa.

3.5.3.21. Color de la cáscara del fruto

Para evaluar el color de la cáscara del fruto, se examinó el fruto de aguacate y se describió los siguientes criterios:

1. Verde Claro.
2. Verde.
3. Verde oscuro.
4. Amarillo.
5. Rojo.
6. Púrpura
7. Negro.
8. Mezclado.
9. Otro.

3.5.3.22. Forma de la semilla

Para evaluar la forma de la semilla, se visualizó la semilla y se clasificó los siguientes criterios:

1. Oblata.
2. Esferoide.
3. Elipsoide.
4. Ovada.
5. Ovada Ancha.
6. Cordiforme.
7. Base aplanada, ápice redondeado.
8. Base aplanada, ápice cónico.
9. Otro (Especificar en el descriptor).

3.5.3.23. Superficie del cotiledón

Para evaluar la superficie del cotiledón, se observó la semilla y se describió los siguientes criterios:

3. Lisa.
5. Intermedia.
7. Rugosa.

3.5.3.24. Color del cotiledón

Para evaluar el color del cotiledón, se visualizó la semilla y se otorgó los siguientes criterios:

1. Marfil.
2. Crema.
3. Amarillo.
4. Rosa.
5. Otro.

3.6. Análisis y modelos estadístico de la investigación

Por tratarse de un trabajo de caracterización morfológica no se utilizó ningún diseño experimental, pero se emplearon otras técnicas estadísticas para desarrollar los análisis descriptivos.

La similitud entre dos entidades, es en función de sus similitudes individuales en cada uno de los caracteres para los cuales son comparados. Para la estimación de grupos entre las accesiones de aguacate, se utilizó una matriz mixta de datos cuantitativos y cualitativos; se procedió a estandarizar los datos y posteriormente se estimó la distancia genética utilizando como medida de similaridad el método de Gower (1967) (51). y como método de agrupamiento jerárquico el método de Ward {Formatting Citation}. Estos cálculos fueron realizados utilizando el software libre Infostat 2020. La distancia Euclídea se estimó la similitud taxonómica entre cada par de entrada para caracteres continuos, mientras que para los caracteres cualitativos se utilizó el siguiente coeficiente de asociación:

$$S_{ij} = \sum s_{ij} / n$$

Donde

S_{ij} = coeficiente de asociación entre las entradas i y j

N = número de caracteres cualitativos

Luego se transformará en una matriz de distancia (D1), mediante el complejo S_{ij} :

$$D1(i, j) = (1 - S_{ij})$$

Además, se calculó una matriz de distancia Euclidiana al cuadrado:

$$D2(i, j) = \sum (X_{kj} - X_{ki})^2/n$$

Donde:

X_{ki} = registro estandarizando del carácter k en la entrada i

X_{kj} = registro estandarizando del carácter k en la entrada j

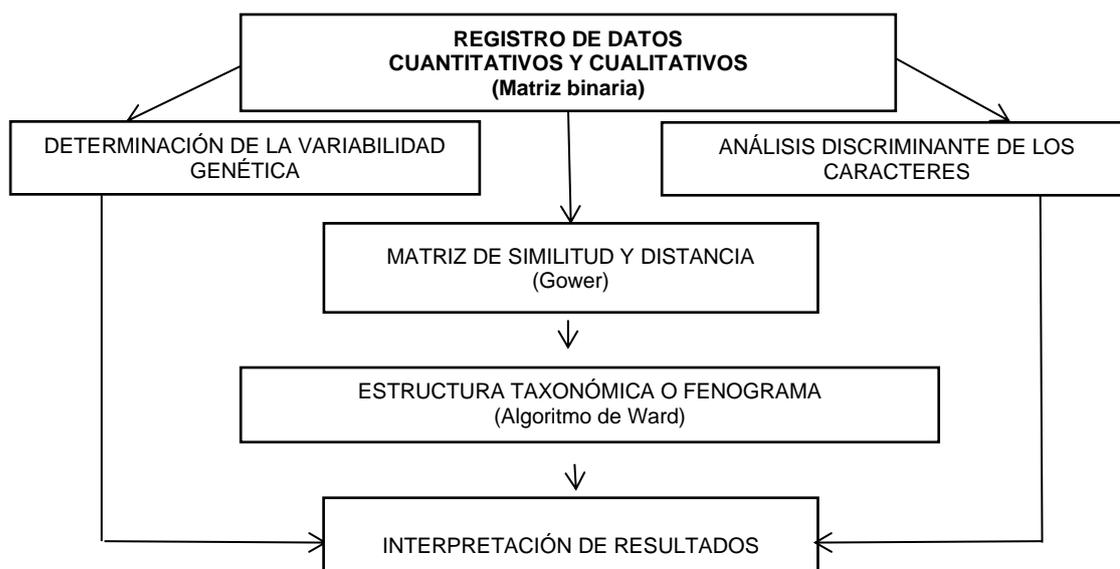
Dando la matriz final:

$$D = (n1D1 + n2D2)/(n1+n2)$$

La estructura taxonómica de las entradas representadas por un fonograma, se analizó mediante el agrupamiento jerárquico de Ward (1963) (52), que hace posible encontrar en cada estado, aquellos Grupos cuya unión produzca el mínimo incremento en la suma total de cuadros del error, dentro de Grupos. Los agrupamientos de las entradas se formaron con los criterios de Pseudo F y Pseudo t^2 utilizando el procedimiento de CLUSTER del software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

Figura 1:

En el flujograma se observa el esquema de los análisis estadísticos que, se realizaron en la caracterización morfológica del banco de germoplasma de la EET-Pichilingue.



Elaboración: Departamento de recursos fitogenéticos (INIAP).

3.6.1. Determinación del valor discriminante de los caracteres entre grupos

Mediante este análisis se reconoció cuáles fueron los caracteres con mayor valor discriminante, es decir, los valores con mayores cualidades óptimas en la calidad del fruto, en este contexto, los valores permitieron evaluar eficientemente la identificación de la relación entre las accesiones o entradas de la población en estudio.

3.6.2. Caracteres cuantitativos

El valor discriminante de un descriptor cuantitativo fue calculado mediante el índice “D” de Engels que, utiliza la información de los grupos identificados en el fonograma para realizar un ANOVA y la prueba de Duncan para la comparación de medias de los grupos. Esta medida fue calculada tomando en consideración la relación del total de posibles comparaciones divididas para el número de diferencias significativas detectadas.

3.6.3. Caracteres cualitativos

El valor discriminante para los caracteres cualitativos fue calculado mediante una matriz de contingencia entre los grupos formados en el fonograma. Fueron estimados los valores y probabilidad de Chi cuadrado, Coeficiente de contingencia Cramer y el Coeficiente de contingencia Pearson para conocer la relación de los grupos y las variables.

3.6.4. Descriptores cualitativos y cuantitativos

Para caracterizar la colección los datos se registraron de manera periódica con visitas al campo, donde se evaluaron hasta 5 plantas en cada accesión, las cuales fueron previamente marcadas en forma aleatorizada. Para los descriptores de longitud se utilizaron reglas calibradas en metros, centímetros, milímetros según correspondía. Para determinar diámetro y espesor de ancho del fruto se utilizó el calibrador vernier digital mitutoyo. Los pesos de las semillas se registraron en balanzas calibradas en gramos.

3.7. Tratamientos evaluados

Existen un total de 57 accesiones pertenecientes a la EETP, de las cuales 33 fueron evaluadas en su totalidad por medio de la utilización de 14 caracteres cuantitativos y 24 caracteres cualitativos, tomados de la base descriptiva para aguacates perteneciente al Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos IPGRI (53).

Tabla 3:

Accesiones pertenecientes a la EETP.

Nº	ECU*	COL NÚMERO	PROCEDENCIA	Nº plantas conservadas
1	26902	EETP-PF-Ag-C1	Los Ríos	3
2	26903	EETP-PF-Ag-C2	Los Ríos	4
3	26904	EETP-PF-Ag-C3	Los Ríos	2
4	26905	EETP-PF-Ag-C4	Los Ríos	3
5	26906	EETP-PF-Ag-C5	Los Ríos	3
6	26907	EETP-PF-Ag-C6	Los Ríos	4
7	26908	EETP-PF-Ag-C7	Los Ríos	4
8	26909	EETP-PF-Ag-C8	Los Ríos	4
9	26910	EETP-PF-Ag-C9	Los Ríos	4
10	26911	EETP-PF-Ag-C10	Los Ríos	3
11	26912	EETP-PF-Ag-C11	Pichincha	7
12	26913	EETP-PF-Ag-C12	Pichincha	5
13	26914	EETP-PF-Ag-C13	Pichincha	3
14	26915	EETP-PF-Ag-C14	Los Ríos	3
15	26916	EETP-PF-Ag-C15	Manabí	4
16	26917	EETP-PF-Ag-C16	Los Ríos	3
17	26918	EETP-PF-Ag-C17	Los Ríos	4
18	26919	EETP-PF-Ag-C18	Guayas	4
19	26920	EETP-PF-Ag-C19	Guayas	3
20	26921	EETP-PF-Ag-C20	Guayas	4
21	26922	EETP-PF-Ag-C21	Guayas	4

22	26923	EETP-PF-Ag-C22	Los Ríos	3
23	26924	EETP-PF-Ag-C23	Pichincha	4
24	26925	EETP-PF-Ag-C24	Pichincha	3
25	26926	EETP-PF-Ag-C25	Pichincha	3
26	26927	EETP-PF-Ag-C26	Pichincha	2
27	26928	EETP-PF-Ag-C27	Pichincha	7
28	26929	EETP-PF-Ag-C28	Los Ríos	3
29	26930	EETP-PF-Ag-C29	Los Ríos	3
30	26931	EETP-PF-Ag-C30	Los Ríos	1
31	26932	EETP-PF-Ag-C31	Los Ríos	1
32	26933	EETP-PF-Ag-C32	Los Ríos	4
33	26934	EETP-PF-Ag-C33	Guayas	4
34	26935	EETP-PF-Ag-C34	Los Ríos	4
35	26936	EETP-PF-Ag-C35	Los Ríos	3
36	26937	EETP-PF-Ag-C36	Los Ríos	1
37	26938	EETP-PF-Ag-C37	Los Ríos	1
38	26939	EETP-PF-Ag-C38	Los Ríos	4
39	26940	EETP-PF-Ag-C39	Los Ríos	3
40	26941	EETP-PF-Ag-C40	Los Ríos	4
41	26942	EETP-PF-Ag-C41	Los Ríos	2
42	26943	EETP-PF-Ag-C42	Los Ríos	1
43	26944	EETP-PF-Ag-C43	Los Ríos	4
44	26945	EETP-PF-Ag-C44	Los Ríos	3
45	26946	EETP-PF-Ag-C45	Guayas	3
46	26947	EETP-PF-Ag-C46	Guayas	1
47	26948	EETP-PF-Ag-C47	Manabí	4
48	26949	EETP-PF-Ag-C48	Los Ríos	3
49	26950	EETP-PF-Ag-C49	Los Ríos	4
50	26951	EETP-PF-Ag-C50	Los Ríos	2
51	26952	EETP-PF-Ag-C51	Los Ríos	2
52	26953	EETP-PF-Ag-C52	Los Ríos	4
53	26954	EETP-PF-Ag-C53	Los Ríos	2
54	26955	EETP-PF-Ag-C54	Pichincha	4

55	26956	EETP-PF-Ag-C55	Los Ríos	1
56	26957	EETP-PF-Ag-C56	Pichincha	2
57	26958	EETP-PF-Ag-C57	Pichincha	3

Elaboración: Autor

3.8. Características del área experimental

La colección de aguacate de la Estación Experimental Tropical Pichilingue consta con un total de 57 accesiones en un área aproximada de 20.000 m en donde cada árbol se encuentra sembrado a una distancia de 6 x 6. (Anexo 1)

Tabla 4:

Datos del experimento

Descripción	Valor
Variedades	57 accesiones
Área experimental	20.000 m ²
Distancia de siembra	6 m x 6 m
Área total del ensayo:	20.000 m ²

Fuente: Estación Experimental Pichilingue (INIAP)

3.9. Manejo del experimento

El manejo del experimento se sujetó a las normas de investigación que emplea el Departamento de Recursos Fitogenéticos, entre las actividades constan las de: desmalezado en las cuales se hace uso de la mano de obra acorde a los preestablecido en el cronograma laboral, control químico con el empleo de productos como gramoxone y control mecánico, todos empleados de manera rotatoria. En el caso de la poda se realiza 1 vez al año, según lo planificado y en el caso de la fertilización, se lo realiza en base a los resultados obtenidos con los análisis de suelo que se los hace de manera anual.

3.10. Recursos humanos y materiales

3.10.1. Recursos humanos

- Docente director del proyecto de investigación
- Tutor perteneciente a la estación (EETP)
- Autor de la investigación.

3.10.2. Recursos materiales

- Balanza.
- Archivador.
- Carpeta.
- Fundas plásticas.
- Botas.
- Marcador.
- Regla.
- Calibrador.
- Palanca.
- Navaja

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación de la diversidad genética

Dentro de la caracterización morfológica, se evaluaron 33 accesiones de aguacate con 14 caracteres cuantitativos, cinco accesiones de aguacate se determinaron con mayor diversidad genética entre las accesiones caracterizadas. En el análisis realizado se logró observar aquellas características que presentaron una mayor variabilidad genética justificada por sus altos coeficientes de variación donde están: el n.º flores por inflorescencia (47,75%), peso de la semilla (29,58%), grosor de la cáscara del fruto (28,22%), peso del fruto (26,54%), circunferencia del tronco (25,74%), grosor pulpa del fruto (22,88%) y longitud de la semilla (20,92%). Por otro lado, aquellas variables que presentaron menor variabilidad genética corresponden a: diámetro del fruto (10,35%), diámetro de la semilla (10,61%) y longitud del pedicelo (13,78%) (Tabla 5).

Tabla 5:

Estadística descriptiva de 14 descriptores cuantitativos utilizados en la caracterización morfológica que determinan la variabilidad genética en las 33 accesiones de aguacate pertenecientes a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.

Variable	Media	DE	%CV	Mínimo	Máximo
Circunferencia del tronco	74,66	19,22	25,74	44,7	115,43
Ancho lámina foliar	12,02	2,39	19,88	6,72	17,76
Longitud lámina foliar	23,37	4,38	18,74	13,99	31,89
Longitud Sépalo	3,28	0,61	18,56	2,2	4,8
N.º flores por inflorescencia	45,38	21,67	47,75	13,6	97,8
Longitud del pedicelo	4,01	0,55	13,78	3	5,9
Longitud del fruto	10,92	1,7	15,54	8,81	15,2
Diámetro del fruto	6,62	0,69	10,35	5,56	8,42
Grosor pulpa del fruto	0,98	0,23	22,88	0,66	1,56
Grosor cáscara del fruto	1,22	0,35	28,22	1	2
Peso del fruto	264,65	70,23	26,54	147	475,4
Longitud de la semilla	6,04	1,26	20,92	3,36	8,2
Diámetro de la semilla	4,72	0,5	10,61	3,9	5,7
Peso de la semilla	69,85	20,66	29,58	35	115,6

Elaboración: Autor.

4.2. Determinación del valor discriminante de los caracteres para separar grupos Genéticos.

4.2.1. Caracteres cuantitativos

En el ancho de lámina foliar el grupo 4 presentó valores mayores correspondiente a 13,89 cm, en diferencia al grupo 1, con un valor de 7,35 cm. En cuanto a la variable de longitud de lámina foliar, el grupo 4 obtuvo valores de 28,06 cm, sin embargo, el grupo 1 presentó el valor más bajo que concierne al 16,89 cm. Por otro lado, en la variable diámetro de semilla, el valor más alto osciló en el grupo 4 con 5,17 cm a diferencia del grupo 3, el cual su valor fue de 4,34 cm siendo este el más bajo (Tabla 6).

Tabla 6:

Valores promedio para 14 caracteres cuantitativos en cuatro grupos de aguacate obtenidos entre las 33 accesiones pertenecientes a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.

Cuantitativa	G1		G2		G3		G4		Valor P	Valor D
CT	68,64	a b	57,53	a	77,71	a b	86,47	b	0,0095**	0,50
AL	7,35	a	10,62	b	12,29	b c	13,89	c	0,0001**	0,75
LL	16,89	a	20,56	a b	22,89	b	28,06	c	< 0,0001**	0,75
LS	3,95	a	3,10	a	3,26	a	3,33	a	0,3742 ^{ns}	0,25
FI	80,90	b	44,65	a	43,01	a	41,80	a	0,1169 ^{ns}	0,50
LP	4,45	a	3,88	a	3,92	a	4,16	a	0,4521 ^{ns}	0,25
LF	10,20	a	11,82	a	10,69	a	10,64	a	0,3895 ^{ns}	0,25
DF	7,75	b	6,71	a	6,29	a	6,82	a	0,0143*	0,50
GPF	1,54	b	0,94	a	0,98	a	0,91	a	0,0010**	0,50
GCF	1,40	a	1,08	a	1,16	a	1,42	a	0,1355 ^{ns}	0,25
PF	366,60	b	290,13	a b	236,04	a	263,84	a	0,0463*	0,50
LS1	4,36	a	7,03	b	5,61	a b	6,19	b	0,0098**	0,50
DS	4,50	a b	4,95	b c	4,34	a	5,17	c	< 0,0001**	0,75
PS	57,70	a	81,05	b	57,17	a	82,33	b	0,0041**	0,50

Nota. ** = Altamente significativo * = Significativo

Elaboración: Autor.

4.2.2. Caracteres cualitativos

Los valores de chi cuadrado fueron diferentes a cada variable cualitativa estudiada en *Persea americana* correspondientes a: forma de la semilla (38,66); forma del árbol (30,00); forma del fruto (25,67); forma de la hoja (25,33), son aquellos que presentaron mayor valor discriminante logrando separar los grupos genéticos dentro de la colección. Así mismo, se evidenciaron altos coeficientes de contingencia Cramer: en forma de la semilla (0,54), hábito de fructificación (0,49) y forma del árbol (0,48), por otro lado, los coeficientes de contingencia Pearson fueron superiores en algunas variables en estudio: forma de la semilla (0,73), forma del árbol (0,69), y forma de la hoja (0,66) según corresponda (Tabla 7).

Tabla 7:

Descriptores cualitativos de mayor valor discriminatorio entre los 4 grupos de las 33 accesiones de aguacate en el agrupamiento jerárquico de Ward, pertenecientes a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.

V. Cualitativas	Chi cuadrado Pearson	Coefficiente de contingencia Cramer	Coefficiente de contingencia Pearson
Forma del árbol ^D	30,00 **	0,48	0,69
Superficie del tronco	7,14 *	0,27	0,42
Patrón ramificación	2,32 ^{ns}	0,15	0,26
Distribución de ramas	4,03 ^{ns}	0,17	0,33
Forma de la hoja ^D	25,33**	0,44	0,66
Forma de la base de la hoja	3,68 ^{ns}	0,19	0,32
Color de la hoja	11,86*	0,35	0,51
Margen de la hoja	2,14	0,18	0,25
Forma del ápice	15,86*	0,35	0,57
Textura de la hoja	11,12*	0,29	0,50
Color de la flor	1,10 ^{ns}	0,13	0,18
Forma del fruto ^D	25,67**	0,44	0,66
Forma base del fruto	10,96*	0,29	0,50
Forma ápice del fruto	14,76*	0,33	0,56
Hábito de fructificación	15,94*	0,49	0,57

Posición del ápice	0,81 ^{ns}	0,11	0,15
Aristas del fruto	6,18 *	0,25	0,40
Brillantes cáscara del fruto	3,66 ^{ns}	0,19	0,32
Posición del pedicelo	2,38 ^{ns}	0,19	0,26
Superficie cáscara del fruto	5,82 *	0,24	0,39
Color cáscara del fruto	12,95 *	0,31	0,53
Forma de la semilla ^D	38,60 **	0,54	0,73
Superficie del cotiledón	16,60 *	0,41	0,58
Color del cotiledón	10,99 *	0,33	0,50

Nota. ** = Altamente significativo * = Significativo

Elaboración: Autor.

4.3. Clasificación de los grupos en porcentaje los caracteres cualitativos

Para evidenciar la variabilidad genética de las accesiones dentro de la colección de aguacate, se obtuvieron descriptores con mayor valor discriminante, identificados con ciertas características (Tabla 8).

Tabla 8:

Clasificación de los grupos de acuerdo a los estados de sus caracteres más discriminantes en las 33 accesiones de aguacate pertenecientes a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.

Variables		Grupo 1(%)	Grupo 2 (%)	Grupo 3 (%)	Grupo 4 (%)	Total, de accesiones (%)
Forma de la semilla.						
1 = Oblata	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
2 = Esferoide	2	6,06%	0	0,00%	1	3,03%
3 = Elipsoide	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
4 = Ovada	0	0,00%	6	18,18%	2	6,06%
5 = Obovada - Ancha	0	0,00%	1	3,03%	8	24,24%
6 = Cordiforme	0	0,00%	0	0,00%	1	3,03%

7 = Base Apla - A.

Re	0	0,00%	0	0,00%	2	6,06%	0	0,00%	2	6,06%
----	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

8 = Base Apla - A.

Co	0	0,00%	1	3,03%	0	0,00%	0	0,00%	1	3,03%
----	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

Forma del árbol.

1 = Columnar	0	0,00%	0	0,00%	2	6,06%	0	0,00%	2	6,06%
--------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

2 = Piramidal	1	3,03%	4	12,12%	4	12,12%	1	3,03%	10	30,30%
---------------	---	-------	---	--------	---	--------	---	-------	----	--------

3 = Obovado	1	3,03%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	3,03%
-------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

4 = Rectangular	0	0,00%	1	3,03%	2	6,06%	2	6,06%	5	15,15%
-----------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	--------

5 = Circular	0	0,00%	2	6,06%	1	3,03%	5	15,15%	8	24,24%
--------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	--------	---	--------

6 = Semicircular	0	0,00%	1	3,03%	4	12,12%	1	3,03%	6	18,18%
------------------	---	-------	---	-------	---	--------	---	-------	---	--------

7 = Semi-elíptico	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
-------------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

8 = Irregular	0	0,00%	0	0,00%	1	3,03%	0	0,00%	1	3,03%
---------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

Forma del fruto.

1 = Oblata	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

2 = Esferoide	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
---------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

3 = Esferoide alto	1	3,03%	0	0,00%	1	3,03%	0	0,00%	2	6,06%
--------------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

4 = Elipsoide	0	0,00%	3	9,09%	2	6,06%	2	6,06%	7	21,21%
---------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	--------

5 = Obovado –

Angosto	0	0,00%	1	3,03%	6	18,18%	3	9,09%	10	30,30%
---------	---	-------	---	-------	---	--------	---	-------	----	--------

6 = Obovado	1	3,03%	0	0,00%	0	0,00%	2	6,06%	3	9,09%
-------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

7 = Piriforme	0	0,00%	1	3,03%	0	0,00%	0	0,00%	1	3,03%
---------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

8 = Claviforme	0	0,00%	2	6,06%	5	15,15%	1	3,03%	8	24,24%
----------------	---	-------	---	-------	---	--------	---	-------	---	--------

9 = Romboidal	0	0,00%	1	3,03%	0	0,00%	1	3,03%	2	6,06%
---------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

Forma de la hoja.

1 = Ovada	0	0,00%	0	0,00%	1	3,03%	0	0,00%	1	3,03%
-----------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

2 = Obovada

Angosta	0	0,00%	2	6,06%	3	9,09%	0	0,00%	5	15,15%
---------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	--------

3 = Obovada	0	0,00%	1	3,03%	1	3,03%	1	3,03%	3	9,09%
-------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

4 = Oval	0	0,00%	3	9,09%	7	21,21%	2	6,06%	12	36,36%
----------	---	-------	---	-------	---	--------	---	-------	----	--------

5 = Redondeada	0	0,00%	2	6,06%	1	3,03%	1	3,03%	4	12,12%
----------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	--------

6 = Cordiforme	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
7 = Lanceolada	0	0,00%	0	0,00%	1	3,03%	2	6,06%	3	9,09%
8 = Oblonga	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
9 = Oblonga										
Lanceolada	2	6,06%	0	0,00%	0	0,00%	3	9,09%	5	15,15%

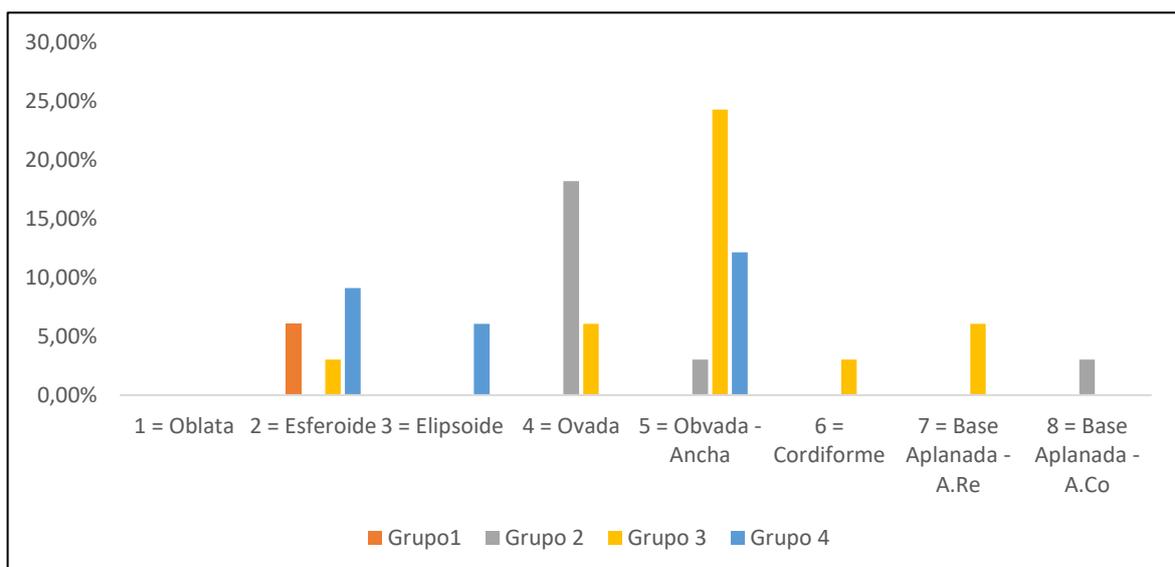
Elaboración: Autor

4.3.1. Forma de la semilla

La forma de la semilla puede tener características muy variables dentro de las accesiones en estudio, en la figura 2, se observó que los grupos 2 y 3 presentaron un porcentaje mayores al 18% en forma de la semilla ovada y 24,24% en obovada ancha respectivamente. Por otro lado, el grupo 1 presentó valores de 6,06 % en forma de la semilla esferoide, el grupo 2 con valores de 3,03% en obovada ancha y 3,03% en base aplanada y ápice cónico. El grupo 3 en forma esferoide presentaron cifras de 3,03%, ovada 6,06%, cordiforme 3,03% y 6,06% en base aplanada, ápice redondeado. Finalmente, el grupo 4 mantuvo sus valores de 9,09% en la forma esferoide, 6,06% en elipsoide y un 12,12% en obovada ancha (Figura 2).

Figura 2:

Forma de la semilla de los 4 grupos obtenidos por medio del análisis jerárquico de Ward de las 33 accesiones de aguacate perteneciente a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.



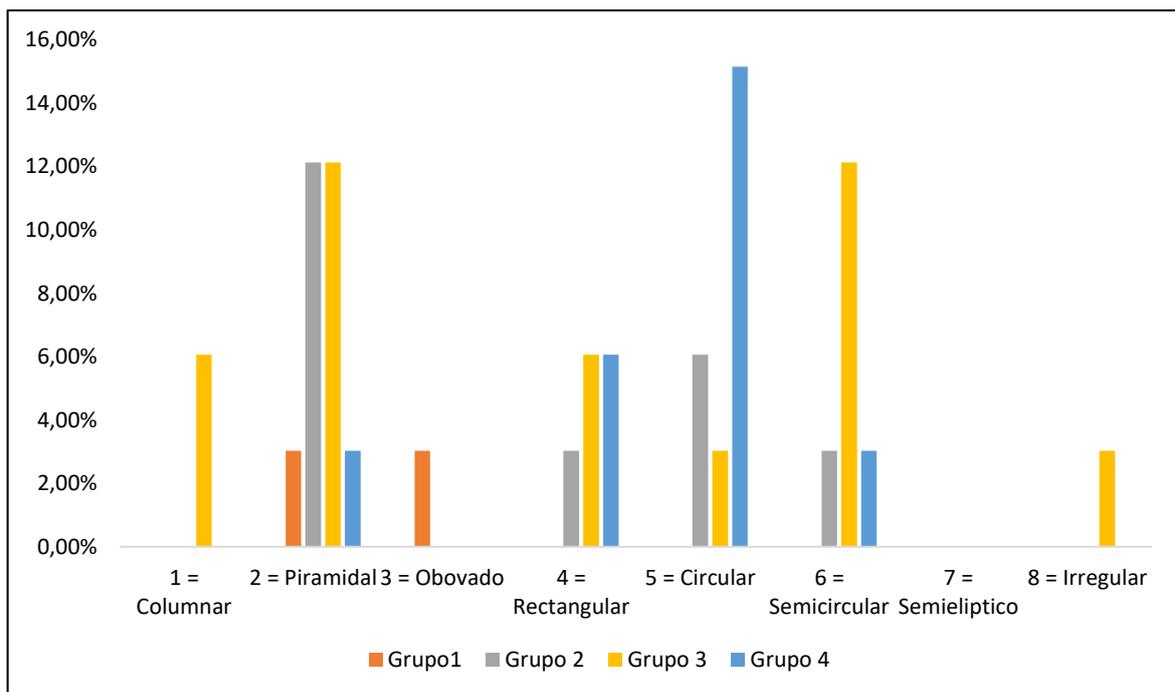
Elaboración: Autor

4.3.2. Forma del árbol

Se evidenció que el grupo 1 presentó valores similares en forma del árbol piramidal y obovado, ambos con 3,03%. En el grupo 2, se obtuvo valores de 12,12% en forma piramidal, 6,06% en circular y 3,03% en la forma rectangular y semicircular. El grupo 3, con 12,12% para la forma piramidal y semicircular, 6,06% en forma columnar y rectangular, mientras que un 3,03% para circular e irregular. Siendo el grupo 4 quien presentó el mayor porcentaje con un 15,15% en forma circular, 6,06% en la forma rectangular y un 3,03% para la forma piramidal y semicircular (Figura 3).

Figura 3:

Forma del Árbol de los 4 grupos obtenidos por medio del análisis jerárquico de Ward de las 33 accesiones de aguacate perteneciente a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.



Elaboración: Autor

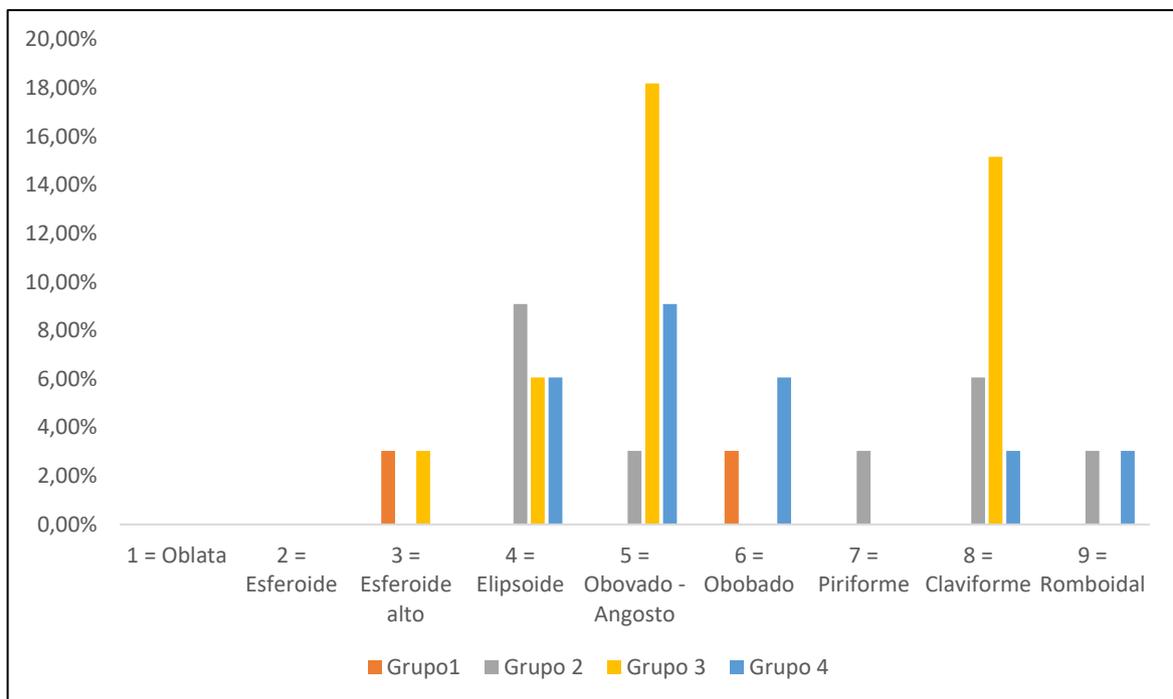
4.3.3. Forma del fruto

En la forma del fruto, se observó el grupo 1 con valores de 3,03% para la forma del fruto esferoide alto y obovado. El grupo 2 mantiene valores de 9,09% en elipsoide, 6,06% para

claviforme y 3,03% para las formas obovado angosto, piriforme y romboidal. El grupo 3 es donde se presentó el valor más alto en la forma obovado angosto con un 18,18%, claviforme con 15,15%, 6,06% para la forma elipsoide. Por otro lado, el grupo 4 presentó valores de 9,09% para obovado angosto, 6,06% en las formas elipsoide, obovado y por último 3,03% tanto para la forma claviforme y romboidal (Figura 4).

Figura 4:

Forma del fruto de los 4 grupos obtenidos por medio del análisis jerárquico de Ward de las 33 accesiones de aguacate perteneciente a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.



Elaboración: Autor.

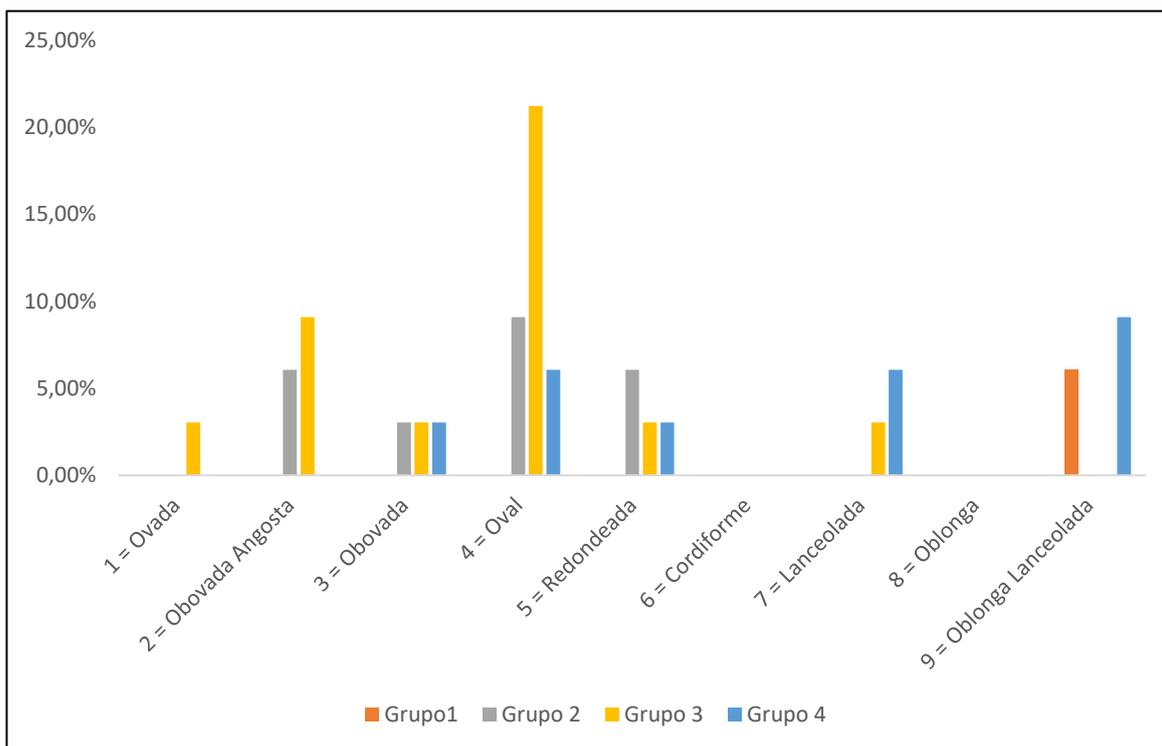
4.3.4. Forma de la hoja

En el estudio de la forma de la hoja, el grupo 1 mantuvo valores de 6,06% para la forma de la hoja oblonga lanceolada. En el grupo 2, se obtuvieron valores de 9,09% para la forma oval, un 6,06% en la forma angosta y redondeada. En el grupo 3 se presentó el mayor valor para la forma oval (21,21%), las formas ovada, obovada, redondeada y lanceolada 3,03% corresponden a los valores más bajos. El grupo 4 obtuvo valores de 9,09% en la forma

oblonga lanceolada, 6,06% para la forma oval y lanceolada, por último 3,03% en las formas obovada y redondeada (Figura 5).

Figura 5:

Forma de la hoja de los 4 grupos obtenidos por medio del análisis jerárquico de Ward de las 33 accesiones de aguacate perteneciente a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.



Elaboración: Autor.

4.4. Análisis de agrupamiento de accesiones de aguacate

Según el análisis jerárquico de Ward las 33 acciones se dividen en 4 grupos según corresponda a cada uno: grupo 1, está conformado por 2 accesiones cuyo porcentaje equivale al 6,06%. El grupo 2, está conformado por 8 accesiones que equivale al 24,24%. El grupo 3 con un total de 14 accesiones representando un 42,42%. El grupo 4 conformado por 9 accesiones que corresponde al 27,27%. Estos valores corresponden a la colección de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (Tabla 9).

Tabla 9:

Distribución de las 33 accesiones de aguacate perteneciente a la Estación Experimental Tropical Pichilingue, mediante el análisis jerárquico de Ward.

G1	G2	G3	G4
ECU26928	ECU26957	ECU26935	ECU26915
ECU26925	ECU26951	ECU26937	ECU26910
	ECU26942	ECU26933	ECU26908
	ECU26949	ECU26919	ECU26906
	ECU26936	ECU26956	ECU26921
	ECU26944	ECU26938	ECU26905
	ECU26940	ECU26916	ECU26904
	ECU26934	ECU26932	ECU26903
		ECU26922	ECU26902
		ECU26918	
		ECU26920	
		ECU26917	
		ECU26930	
		ECU26911	

Elaboración: Autor.

En la Tabla 10, se puede corroborar el resultado del agrupamiento jerárquico de Ward del total de los grupos obtenidos, frecuencia absoluta y frecuencia relativa de la colección de aguacate, En el grupo 3 se obtuvo el mayor porcentaje de entrada con un 42,42%, mientras que el grupo 4 obtuvo un 27,27%. Los menores porcentajes están en el grupo 2 (24,24%) y grupo 1 con (6,06%).

Tabla 10:

Distribución por grupos, frecuencias y porcentajes de variabilidad de las 33 accesiones de aguacate pertenecientes a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.

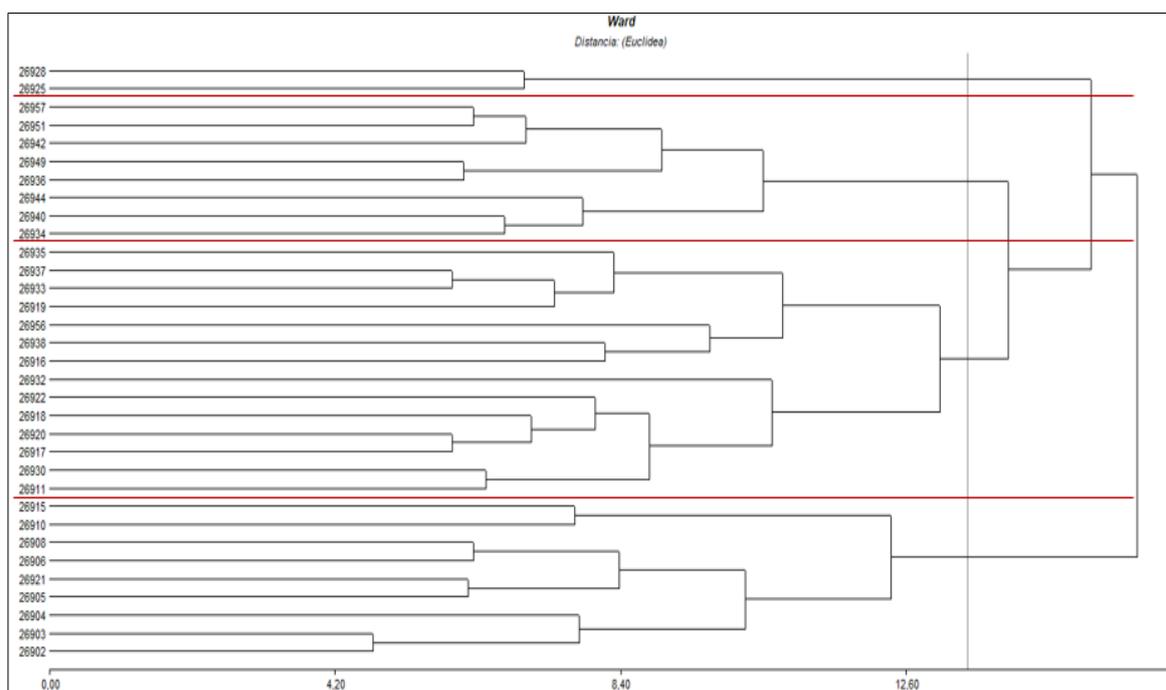
Grupos	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia acumulada %
Grupo 1	2	6,06	16	17,78
Grupo 2	8	24,24	10	30,30
Grupo 3	14	42,42	24	72,73
Grupo 4	9	27,27	33	100,00

Elaboración: Autor.

En el fonograma muestra las agrupaciones entre las accesiones de *Persea americana*, donde muestran la relación de la similitud entre los 4 grupos obtenidos de las accesiones, así como dentro de cada grupo, apoyadas por un coeficiente cofenético de 0,92 (Figura 6).

Figura 6:

Fonograma obtenido por el agrupamiento jerárquico de Ward según la distancia de Euclídea de las 33 accesiones de aguacate perteneciente a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.



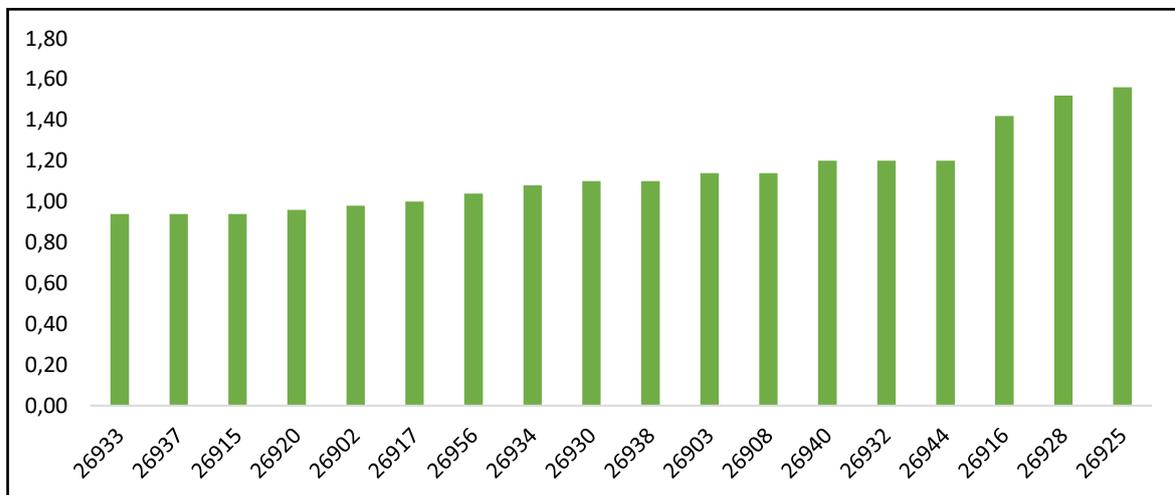
Elaboración: Autor.

4.5. Genotipos con característica deseable en programas de fitomejoramiento

En la figura 7 se muestran los genotipos con características deseable para programas de fitomejoramiento, en donde las accesiones que muestran un mayor valor en relación al grosor de la pulpa del fruto, son las 26916 con 1,42 cm, 26928 con 1,52 cm y por último 26925 con 1,56 cm.

Figura 7:

Genotipos con característica deseable para programas de fitomejoramiento de las 33 accesiones de aguacate perteneciente a la Estación Experimental Tropical Pichilingue.



Elaboración: Autor.

4.6. Discusión

La caracterización morfológica de recursos fitogenéticos, es el primer paso para lograr el mejoramiento de los cultivos mediante la utilización de descriptores morfológicos definidos previamente. Esto permitirá diferenciar taxonómicamente el total de plantas localizadas en un área en específico. Esta misma admite identificar la variabilidad genética y a su vez la conservación e identificación de dichos recursos (5).

En la presente investigación se realizó la caracterización morfológica de 33 accesiones de aguacate, en donde se hizo el empleo de 38 descriptores morfológicos tanto cualitativos

como cuantitativos para lograr identificar genotipos con rasgos sobresalientes. Por ello (5) empleo el uso de descriptores morfológicos de árbol, rama y hojas.

El análisis descriptivo mostró mayores coeficientes de variación en las características morfológicas de n.º flores por inflorescencia (47,75 %), peso de la semilla (29,58 %), grosor de la cáscara del fruto (28,22 %), peso del fruto (26,54 %), circunferencia del tronco (25,74 %), grosor de pulpa del fruto (22,88 %) y longitud de la semilla (20,92 %). Por ello (6) indica que las variables con coeficiente de variación mayores a 20% se pueden considerar notables entre las accesiones de la especie, por su parte se obtuvieron descriptores con valores superiores a los siguientes porcentajes: peso de la semilla (39,42%), peso del fruto (38,42%), longitud de la cavidad de la semilla (24,82 %) y longitud del fruto (20,34 %), esto concuerda con los valores obtenido por (5) donde alcanzaron los siguientes resultados: número de venas primarias (49,42 %), ancho de copa (48,29 %), longitud entrenudos (39,62 %), circunferencia del tronco (38,59 %), altura del árbol (35,72 %), longitud de hojas (22,15 %) y diámetro de vástagos (21,01 %). Estos coeficientes de variación se ven influenciados por factores ambientales o fenológicos en los que se encuentren sometidos dichas plantaciones (44).

Según la caracterización morfológica los caracteres cuantitativos que presentaron un mayor valor y se destacan como determinantes de acuerdo a la separación de grupos fueron: ancho lámina foliar, longitud lámina foliar y diámetro de semilla todos pertenecientes al grupo 4. Los estudios realizados por (45) utilizando la técnica de componentes principales lograron obtener genotipos con variables discriminantes entre las cuales se distinguen longitud de peciolo longitud de entrenudos del vástago, área foliar y extensión del vástago de la hoja. En este contexto (46) obtuvo que la variable cuantitativa, grosor de la cáscara del fruto fue considerada como discriminante, sobresaliendo por encima de las demás.

Por otra parte, las variables cualitativas que se consideraron discriminantes por sus altos valores de chi cuadrado Pearson fueron: la forma de la semilla, del árbol, del fruto, y de la hoja, esto sugiere que la forma de la hoja está relacionada con la longitud y ancho de la misma presentados en las cuantitativas. Así mismo (46), indica que la densidad de pubescencia de la hoja fue considerada discriminante dentro de la colección investigada. Sin embargo (47) menciona que las variables que contribuyeron a la discriminación fueron el

color anís en las hojas y en las lenticelas del vástago joven, ambas variables no empleadas en esta investigación.

La caracterización es una de las herramientas utilizadas en la agricultura con el fin de poder determinar materiales con características deseables, que logren satisfacer las necesidades económicas presentes en el mercado, esta tendencia junta la diversidad morfológica y molecular que conlleva la obtención de progenitores que se puedan emplear en programas de fitomejoramiento destinados a múltiples fines (48). En la investigación realizada, el carácter de interés para los programas de fitomejoramiento fue el grosor de la pulpa del fruto, siendo este descriptor dado por criterio del investigador, en donde aquellas accesiones con mayor valor fueron las de 26916, 26928, 26925.

El proceso engloba varias características, (49) indica que el fitomejoramiento debe tener un objetivo en fenómica, con relación entre la fenotipificación y la genotipificación, con un enfoque en la determinación de los genes y características más importantes que contribuyan al desarrollo de la agricultura. Por otro lado (50) en su investigación determinaron progenies que presentan particularidades de alto número de racimos por palma y alto peso medio del racimo, siendo este rasgo de producción ligada al fruto de la misma, la cual la convierte en una característica deseable dentro de un programa de fitomejoramiento.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se caracterizó morfológicamente la colección de aguacate en un total de 33 accesiones, mediante la utilización de 38 descriptores morfológicos divididos en 14 cuantitativos y 24 cualitativos.
- Los descriptores discriminantes de las variables cuantitativas fueron las de ancho lámina foliar, longitud de lámina foliar y diámetro de la semilla. En cuanto a las variables cualitativas los valores discriminantes obtenidos fueron: forma de la semilla, forma del árbol, forma del fruto y forma de la hoja.
- Se determinó que los mejores genotipos para fitomejoramiento del grosor de la pulpa del fruto fueron 26918, 26928, 26925, valores que presentaron mayor relevancia en comparación de las demás accesiones.

5.2. Recomendaciones

- Implementar nuevos descriptores morfológicos en futuras investigaciones de caracterización cuantitativa y cualitativa, para obtener una mayor apreciación de las características de la colección.
- Continuar con una caracterización molecular de las accesiones, en donde se puedan integrar los resultados obtenidos de esta investigación de manera genética, permitiendo así obtener nuevos descriptores discriminantes dentro de la colección.
- Considerar nuevas características para los programas de fitomejoramiento genético que garanticen la conservación de la colección y del progreso del cultivo en otras áreas de la investigación.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFIA

Bibliografía

1. Espinoza G. Aguacate, Persea americana, propiedades y beneficios, cultivo. [Online]; 2020. Acceso 13 de 10de 2021. Disponible en: <https://naturaleza.paradai-sphynx.com/plantas/tipos-de-frutas/aguacate-persea-americana>.
2. Briones-Kusactay V,IVJ,VVM,&VHC. Análisis de las exportaciones del aguacate de la zona 5 y 8 del Ecuador hacia los mercados sustentables. Polo del Conocimiento. 2018; 3(1): p. 273 - 299.
3. Statista Research Department. El mercado del aguacate en Latinoamérica y el Caribe - Estadísticas y datos. [Online]; 2021. Acceso 14 de Octubre de 2021. Disponible en: https://es.statista.com/temas/8451/la-industria-del-aguacate-en-america-latina/#topicHeader_wrapper.
4. Viera A, Sotomayor A, Viera W. Potencial del cultivo de aguacate (Persea Americana Mill) en Ecuador como alternativa de comercialización en el mercado local e internacional. UPSE. 2016; 3(3): p. 1 - 9.
5. Cañas GPG. Caracterización morfológica y molecular de aguacates criollos de aguacate del departamento de Antioquia candidatos a portainjertos [Tesis] , editor. Medellín: Universidad Nacional de Colombia; 2018.
6. Gutiérrez-Díez A, Cerda JMdl, García-Zambrano EA, Leobardo , Ocampo-Morales JD, Cerda-Hurtado IM. Estudio de diversidad genética del aguacate nativo en Nuevo León, México. Rev. Fitotec. 2009; 32(1): p. 9 – 18.
7. Silva C. V, Sánchez A, Maluk O. Estudio de la factibilidad, producción y comercialización del aguacate y sus derivados. [Tesis] , editor. Guayaquil: Espol; 2009.
8. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Aguacate Hass puede generar más 300 millones de dólares por exportación. [Online]; 2020. Acceso 23 de 11de 2021. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/aguacate-hass-puede-generar-mas-300-millones-de-dolares-por-exportacion/#>.
9. Olivera YHLCDRRW&LJC. Nota técnica: Caracterización morfobotánica de tres especies. scielo. 2009; 32(3): p. 2.

10. FAO. Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura: Roma; 2014.
11. National centre for plant genetic resources: polish genebank. ¿What is passport data? [Online].; 2017. Acceso 23 de 11 de 2021. Disponible en: <https://dokumentacja.ihar.edu.pl/en/frequently-asked-questions/what-is-passport-data/#:~:text=Passport%20data%20is%20a%20basic,is%20maintained%2C%20unique%20accession%20number.>
12. AE. H. Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Revista Bio Ciencias. 2013; 2(3): p. 113 - 118.
13. Barcos MC, Valdés ELG. Algunas consideraciones acerca de las variables en las investigaciones que se desarrollan en educación. Scielo. 2016; 8(1).
14. Arias FG. Introducción a la metodología científica. 6th ed. Episteme , editor. Caracas: Episteme; 2012.
15. Mastretta-Yanes A, Acevedo F. La diversidad genética y la domesticación. [Online]; 2020. Acceso 23 de 11 de 2021. Disponible en: [https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/evolucion-bajo-domesticacion/divgenetica.](https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/evolucion-bajo-domesticacion/divgenetica)
16. Lopez HM. Fenotipado de plantas. [Online]; 2015. Acceso 24 de 11 de 2021. Disponible en: [https://www.masscience.com/2015/11/30/fenotipado-de-plantas/.](https://www.masscience.com/2015/11/30/fenotipado-de-plantas/)
17. Perea J. Analisis multivariante para investigación en sistemas agropecuarios. [Online]. Acceso 01 de Junio de 2022. Disponible en: [http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/09_13_25_sesion_8.pdf.](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/09_13_25_sesion_8.pdf)
18. Filippone PT. Avocado History From Aztec Aphrodisiac to American Obsession. [Online]; 2020. Acceso 24 de 11 de 2021. Disponible en: [https://www.thespruceeats.com/history-of-avocado-1807562.](https://www.thespruceeats.com/history-of-avocado-1807562)
19. Carrasco M, Elías V. Estudio de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la extracción y comercialización del aceite extra virgen de aguacate, en el Distrito

- Metropolitano de Quito. [Tesis] , editor. Quito: Universidad Politécnica Litoral del Ecuador; 2011.
20. Garcia M. Taxonomía en plantas Aguacate. [Online]; 2017. Acceso 26 de 11 de 2021. Disponible en: <http://taxonomiaenplantas2017.blogspot.com/2017/11/aguacate.html>.
21. Cedillos MR. Cultivo del Aguacate El Salvador: Centa; 2003.
22. Augustyn A. avocado fruit and tree. [Online]; 2022. Acceso 31 de Marzo de 2022. Disponible en: <https://www.britannica.com/plant/avocado>.
23. Crane JH, Balerdi CF, Maguire I. Avocado Growing in the Florida Home Landscape. university of florida. 2020;: p. 2.
24. Abraham JD, Abraham J, Takrama JF. Morphological characteristics of avocado (*Persea americana* Mill.) in Ghana. African Journal of Plant Science. 2018; 12(4): p. 88 - 97.
25. Montes-Hernández S&dITVJD&HGE&HMM&CHMG. Caracterización morfológica de germoplasma de aguacate mexicano (*Persea americana* var. *Drymifolia*, Lauraceae). Redalyc. 2017; 42(3): p. 175-180.
26. Ramirez FRH. El cultivo del aguacate (Palta), razas y variedades. [Online]; 2009. Acceso 17 de 02 de 2022. Disponible en: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/cultivo-aguacate-palta-razas-t27788.htm>.
27. Intagri. Razas del Cultivo de Aguacate. Intagri. 2018;(32): p. 4.
28. F JL. Manual del cultivo de aguacate (*Persea Americana*) para los valles interandinos del Ecuador. En F JL. Manual del cultivo de aguacate (*Persea Americana*) para los valles interandinos del Ecuador. Tumbaco - Quito: COSUDE; 1999. p. 10.
29. Martínez JIO. Evaluación del efecto de tres tiempos de exposición al 1-metilciclopropeno en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.). En Martínez JIO. Evaluación del efecto de tres tiempos de exposición al 1-metilciclopropeno en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.). Quito: UCE; 2019. p. 4 - 5.

30. Bartoli JAA. Manual técnico del cultivo del aguacate Hass (Persea americana L.) La Lima: Fintrac; 2008.
31. Bajaan MFR. Análisis de factibilidad de exportación de aguacate en estado natural desde la provincia de Santa Elena al mercado de Hungría amparado en el acuerdo comercial entre Ecuador y la Unión Europea (Tesis) , editor. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2016.
32. Villafuerte JIP. Plan de negocios para la creación de una empresa exportadora de aguacate variedad Hass hacia el mercado holandés (Tesis) , editor. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2019.
33. Campo de Benamayor. El aguacate Fuerte. [Online]; 2013. Acceso 21 de 02de 2022. Disponible en: <https://www.campodebenamayor.es/frutas-tropicales/aguacate-fuerte/>.
34. Viveros Rosben. 5 características imprescindibles de un aguacate variedad tipo fuerte. [Online]; 2021. Acceso 21 de 02de 2022. Disponible en: <https://viverosrosben.com/5-caracteristicas-del-aguacate-fuerte/>.
35. Lavaire EL. Manual Técnico del Cultivo de Aguacate en Honduras (Persea americana Mill) IICA , editor. Honduras: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA); 2013.
36. Guerra DD, Guzmán LCG, Rebolledo A. Requerimientos hídricos del cultivo de aguacate (Persea americana) variedad Hass en zonas [Tesis] , editor. Mosquera: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica); 2017.
37. Landa C. Recomendaciones para cultivar Aguacate Hass. La Tribuna. 16 Dec 2017.
38. Arteaga-Ramírez RyVPMA. Zonificación agroecológica para aguacate en la zona central de Venezuela. redalyc. 2005; 23(2): p. 160.
39. Namesny A, Conesa C, Hormaza I, Lobo G. Cultivo, poscosecha y procesado del aguacate Valencia: SPE3; 2020.
40. Ministerio de Agricultura y Ganadería. INIAP evalúa cultivo de aguacate. [Online]; 2012. Acceso 25 de 02 de 2022. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/iniap-evalua-cultivo-de->

[aguacate/#:~:text=La%20distancia%20de%20siembra%20debe,toneladas%20por%20hect%C3%A1rea%20al%20a%C3%B1o.](#)

41. Selladurai R, Awachare CM. Nutrient management for avocado (*Persea americana* miller). *Journal of Plant Nutrition*. 2020; 43(1): p. 138 - 147.
42. González C, Seferino J. La poda y su importancia en el cultivo de aguacate Jalisco: APEAJAL; 2017.
43. Reyes C. Guía de manejo del Aguacate. *Panorama Agro*. 2019;; p. 1 - 6.
44. Corona-Jácome EC, Galindo-Tovar ME, Lee-Espinosa HE, Landero-Torres I. Diversidad genética del aguacate (*Persea americana* Mill.) en cuatro zonas de se área de dispersión natural. *Agroproductividad*. 2016; 9(6): p. 80 - 85.
45. Reyes-Alemán JC, Barquera MdICE, Barrientos-Priego AF, Cruz JG. Caracterización Morfológica Mediante Hoja, Flor, Fruto Y Semilla De Especies Del Género *Persea* Y Especies Afines Mediante Análisis Por Métodos Multivariados. *Sinarefi*. 2011; 1.
46. DÁVILA JCJ. Caracterización morfológica y molecular de poblaciones de aguacate cascarudo [Tesis] , editor. Tenancingo: Universidad autónoma del estado de Mexico; 2020.
47. Rodríguez-Medina NN, Rohde W, González-Arencibia C, Ramírez-Pérez IM, Fuentes-Lorenzo JL, Román-Gutierrez MA, et al. Caracterización morfológica, bioquímica y molecular de cultivares de aguacate (*Persea Americana* mill.) en Cuba. *Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical*. 2003; 1(47 - 53).
48. Valdés-Infante JNRNVBGSDGGRJA&RW. Herramientas para un programa de mejoramiento genético del Guayabo (*Psidium guajava* L.) en Cuba. *Agronomía Costarricense*. Scielo. 2012; 36(2).
49. Lobo MA. Recursos genéticos y mejoramiento de frutales andinos: una visión conceptual Corpoica. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. corpoica. 2006; 7(2): p. 40 - 54.

50. Ayala D. IM GCP. Identificación de variables morfológicas y fisiológicas asociadas con el rendimiento en materiales de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). *RevPalm.* 2000; 21.
51. Gower J. Una comparación de algunos métodos de análisis de conglomerados. *Rothamsted research.* 1967; 23(4).
52. Jr. JHW. Agrupación jerárquica para optimizar una función objetivo. *Revista de la Asociación Estadounidense de Estadística.* 1963; 58(301).
53. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos IPGRI. Descriptores para aguacate (*Persea* spp.): IPGRI; 1995.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Banco de germoplasma de la Estación Experimental Tropical Pichilingue.



Anexo 2. Obtención de datos de ancho y longitud de lámina foliar.



Anexo 3. Obtención de datos respecto a la circunferencia del tronco.



Anexo 4. Caracterización morfológica de la hoja.



Anexo 5. Recolección de frutos para caracterizar.



Anexo 6. Obtención del peso de los frutos de aguacate.



Anexo 7. Grosor de la pulpa del fruto.



Anexo 8. Peso semilla del fruto.



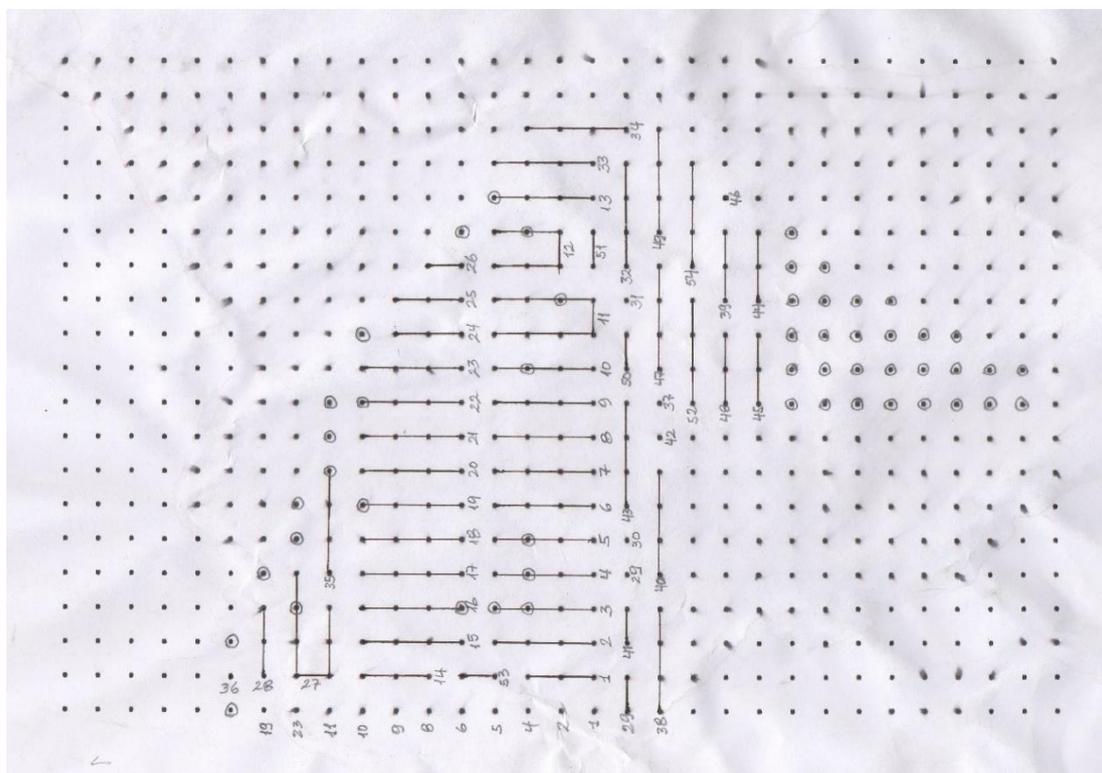
Anexo 9. Genotipos de aguacate en etapa de floración.



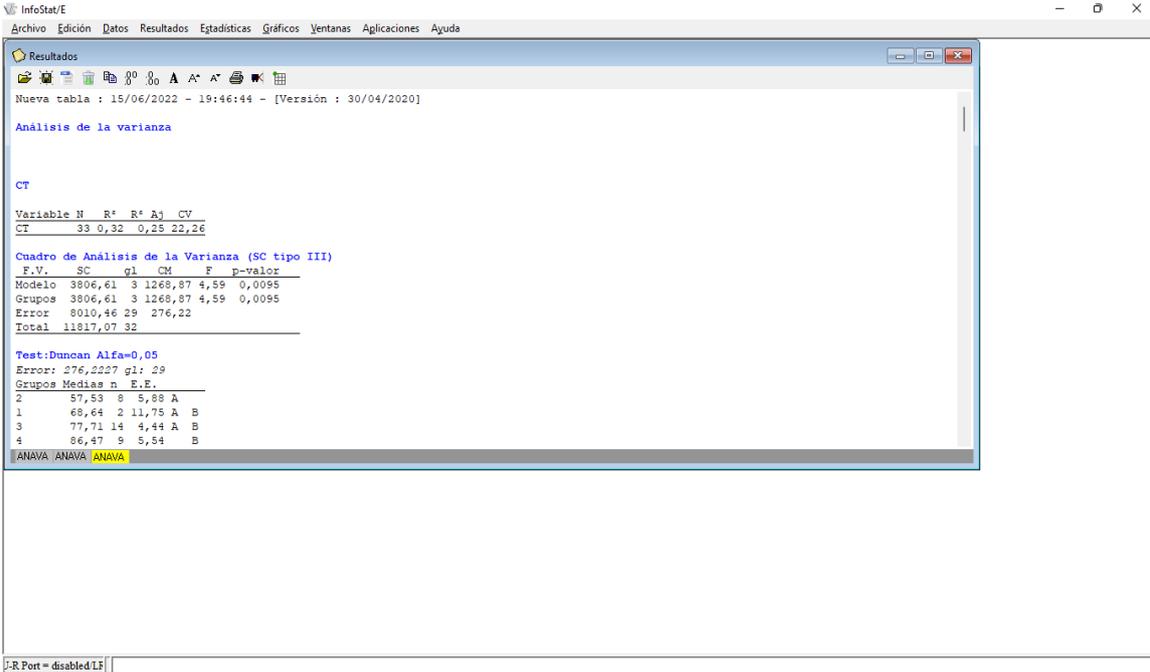
Anexo 10. Genotipos de aguacate en etapa de fructificación.



Anexo 11. Croquis del banco de germoplasma de la Estación Experimental Tropical Pichilingue.



Anexo 12. Captura InfoStat.



InfoStat/E

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Resultados

Nueva tabla : 15/06/2022 - 19:46:44 - [Versión : 30/04/2020]

Análisis de la varianza

CT

Variable	N	R ²	R ² A _j	CV
CT	33	0,32	0,25	22,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	3806,61	3	1268,87	4,59	0,0095
Grupos	3806,61	3	1268,87	4,59	0,0095
Error	8010,46	29	276,22		
Total	11817,07	32			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 276,2227 gl: 29

Grupos	Medias	n	F.E.
2	57,53	8	5,88 A
1	68,64	2	11,75 A B
3	77,71	14	4,44 A B
4	86,47	9	5,54 B

ANAVA ANAVA ANAVA

J-R.Port = disabled LF