

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Caracterización agromorfológica y evaluación molecular de
café (*Coffea arabica* L.), anexo Villa Libertad (1440 msnm) -
Ayna - La Mar - Ayacucho**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
Yuri Yuver Pacotaype Yaranga**

Ayacucho – Perú

2017

DEDICATORIA

A Dios que me ha cobijado y guiado en mi camino, para permitirme hacer realidad mis sueños.

A mis padres Demétrio Pacotaype y Maximiliana Yaranga, mis hermanos(as) y familiares en especial a mi hija Yuceri. A ellos por su apoyo y cariño incondicional.

A mis maestros y amigos, con quienes compartí gratos momentos de mi vida en mi formación profesional.

Yuri Yuver P. Y.

AGRADECIMIENTO

A la universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater de mi formación profesional. A la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Agronomía, por brindarme la oportunidad de adquirir conocimiento y experiencias.

A los señores Docentes de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, por haber impartido sus conocimientos para mi formación profesional.

Al M.Sc. Germán De La Cruz Lapa, asesor del presente trabajo de investigación, agradecido por sus sugerencias constructivas y por brindarme la oportunidad de llevar en ejecución y culminación del presente trabajo de tesis.

Al laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal, del programa de Investigación de cultivos Andinos (PICA) de la E.P. de Agronomía de Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

A mis amigos y compañeros tesisistas Susan Centeno, Rocío Quispe, Carlos Gamboa y Denis Pichihua del Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal, quienes me han brindado su amistad, apoyo y consejos durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|---|-----------|
| Dedicatoria..... | i |
| Agradecimientos..... | ii |
| Índice general..... | iii |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de figuras..... | viii |
| Índice de anexos..... | ix |
| Resumen..... | 1 |
| Introducción..... | 3 |
| | |
| CAPITULO I: MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| 1.1 Cultivo de café (<i>Coffea arabica</i> L.)..... | 5 |
| 1.1.1 Centro de origen y distribución..... | 5 |
| 1.1.2 Clasificación taxonómica..... | 6 |
| 1.1.3 Descripción botánica..... | 6 |
| 1.1.4 Variedades más importantes..... | 10 |
| 1.1.5 Fenología y propagación..... | 12 |
| 1.1.6 Importancia económica..... | 13 |
| 1.1.7 Variabilidad genética..... | 15 |
| 1.1.8 Principales enfermedades..... | 15 |
| 1.2 Caracterización y marcador molecular RAPDs..... | 16 |
| 1.2.1 Definición de la caracterización..... | 16 |
| 1.2.2 Polimorfismo de fragmentos de ADN amplificados..... | 19 |
| 1.2.3 Primer..... | 20 |
| 1.2.4 PCR..... | 20 |
| 1.2.5 Electroforesis..... | 21 |
| | |
| CAPITULO II: METODOLOGÍA..... | 23 |
| 2.1 Ubicación..... | 23 |
| 2.2 Colección del material vegetal..... | 24 |
| 2.3 Diseño experimental..... | 24 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.4 | Unidad experimental..... | 24 |
| 2.5 | Metodología para colecta..... | 25 |
| 2.6 | Metodología para la caracterización agromorfológica..... | 25 |
| 2.7 | Caracterización morfológica..... | 25 |
| 2.8 | Caracterización agronómica..... | 31 |
| 2.9 | Metodología para el análisis molecular..... | 36 |
| 2.10 | Análisis estadístico..... | 41 |
| CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | | 43 |
| 3.1 | De la caracterización morfológica..... | 43 |
| 3.2 | De la caracterización agronómica..... | 66 |
| 3.3. | De la evaluación molecular (RAPDs)..... | 87 |
| CONCLUSIONES..... | | 92 |
| RECOMENDACIONES..... | | 93 |
| REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA..... | | 94 |
| ANEXOS..... | | 97 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | Pág. |
|------------|---|------|
| Tabla 2.1. | Escala para la evaluación de la severidad en plantas es la siguiente (González et al. 2013)..... | 35 |
| Tabla 2.2. | Escala para evaluar la severidad en hojas por planta es la siguiente (González et al. 2013)..... | 35 |
| Tabla 2.3. | Preparación de carga de ADN para visualización de banda en electroforesis. Control de calidad de ADN, LGBV- EFA-FCA-UNSCH. Ayacucho, 2016..... | 39 |
| Tabla 2.4 | Lista de primers seleccionados utilizados en el análisis RAPDs, junto con sus secuencias de nucleótidos, el número de bandas polimórficas y rango de tamaño molecular..... | 40 |
| Tabla 2.5. | Master mix para realizar la técnica de PCR utilizando marcador molecular RAPD. LGBV- EFA-FCA-UNSCH. Ayacucho, 2016. | 40 |
| Tabla 3.1. | Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 10 caracteres morfológicos cuantitativos de las 182 unidades taxonómicas de café (<i>Coffea arabica</i> L.)..... | 44 |
| Tabla 3.2. | Promedios para los 14 caracteres morfológicos cuantitativos de las 9 variedades comerciales de café (<i>Coffea arabica</i> L.)..... | 47 |
| Tabla 3.3. | Parámetros evaluados para los 12 caracteres morfológicos cualitativos de las 182 unidades taxonómicas de café (<i>Coffea arabica</i> L.)..... | 52 |
| Tabla 3.4. | Parámetros evaluados para 13 caracteres morfológicos cualitativos de las 09 variedades de café (<i>Coffea arabica</i> L.)..... | 57 |
| Tabla 3.5. | Lista de las unidades taxonómicas agrupadas en 18 grupos con el dendograma..... | 62 |
| Tabla 3.6. | Cuadrados medios del análisis de variancia de los 13 caracteres agronómicos cuantitativos para las nueve variedades. Anexo Villa Libertad 1440 msnm – Ayacucho..... | 67 |
| Tabla 3.7. | Prueba de Tukey de Altura de planta (AP en cm) de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho..... | 69 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Tabla 3.8. | Prueba de Tukey de ángulo de inserción de las ramas primarias (AIRP) de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Villa Libertad 1440 msnm. Ayacucho..... | 70 |
| Tabla 3.9. | Prueba de Tukey de Frutos vanos (FV en %) de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho..... | 72 |
| Tabla 3.10. | Prueba de Tukey de Semillas tipo elefante (SE en %) de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Villa Libertad 1440 msnm. Ayacucho..... | 73 |
| Tabla 3.11. | Prueba de Tukey de Semillas tipo triángulo (ST en %) de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho..... | 74 |
| Tabla 3.12. | Prueba de Tukey de severidad de roya (SR en %) de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho..... | 76 |
| Tabla 3.13. | Prueba de Tukey de Peso de 100 granos pergamino al 11% de contenido de humedad (PGP 11% humedad en g) de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Villa Libertad 1440 msnm - Ayacucho..... | 77 |
| Tabla 3.14. | Prueba de Tukey de Peso de 100 granos oro al 11% de contenido de humedad (PGO 11% H en g) de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho..... | 79 |
| Tabla 3.15. | Prueba de Tukey de Rendimiento de grano pergamino (GP en %) de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho. | 80 |
| Tabla 3.16. | Prueba de Tukey de Rendimiento de grano oro (GO en %) de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho..... | 81 |
| Tabla 3.17. | Análisis variancia de rendimiento de cerezos por planta en gr. de café (<i>Coffea arabica</i> L.) Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho... | 82 |
| Tabla 3.18. | Prueba de Tukey de Rendimiento de cerezos de café por planta (g) de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho. | 83 |
| Tabla 3.19. | Análisis variancia de rendimiento de granos pergamino al 11% de humedad por planta en gramos de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Villa Libertad 1440 msnm. Ayacucho..... | 84 |
| Tabla 3.20. | Prueba de Tukey de rendimiento de granos pergamino al 11% Humedad por planta en gramos de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Villa Libertad 1440 msnm. Ayacucho..... | 85 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Tabla 3.21. | Análisis variancia de rendimiento de granos oro al 11% Humedad por planta en gramos de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Villa Libertad 1440 msnm. Ayacucho..... | 86 |
| Tabla 3.22. | Prueba de Tukey de Rendimiento de granos oro al 11% de humedad por planta (g) de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Villa Libertad 1440 msnm. Ayacucho..... | 86 |
| Tabla 3.23. | Cuantificación de ADN de las muestras de accesiones agrupadas de café (16/05/16)..... | 87 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | Pág. |
|-------------|---|------|
| Figura 1.1. | Estructura de la flor del café (<i>Coffea arabica</i> L.)..... | 8 |
| Figura 1.2. | Estructura del fruto de café (<i>Coffea arabica</i> L.)..... | 9 |
| Figura 1.3. | Evolución de producción y exportaciones del café, 2007-2014 (Miles de TM; % de participación)..... | 14 |
| Figura 2.1. | Diagrama de la escala para determinar el porcentaje de daño de la planta..... | 35 |
| Figura 2.2. | Diagrama de la escala para determinar el porcentaje de daño de las hojas de café..... | 36 |
| Figura 3.1. | Dendograma de las 182 unidades taxonómicas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) considerando 12 caracteres morfológicos cualitativos. Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho..... | 64 |
| Figura 3.2. | Dendograma de las 9 variedades de café (<i>Coffea arabica</i> L.) considerando 13 caracteres morfológicos cualitativos. Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho..... | 65 |
| Figura 3.3. | Extracción de DNA café, 1% de agarosa, 90 v, por 70min; M1, M2 y M3, N1, N2 y N3 son accesiones de café tomados al azar.... | 90 |
| Figura 3.4. | Identificación molecular RAPDs mediante PCR de las accesiones de café (<i>Coffea arabica</i> L.) utilizando primer OPK-5. Corrido con 90 v por 1 hora y 15 minutos..... | 91 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | Pág. |
|----------|---|------|
| Anexo 1. | Fotografías de la planta de café para las 09 variedades comerciales | 98 |
| Anexo 2. | Descriptor utilizado en el presente estudio..... | 105 |
| Anexo.3. | Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 14 caracteres morfológicos cuantitativos de la variedad Costa rica 95..... | 115 |
| Anexo 4. | Datos de rendimiento del cultivo de café (<i>Coffea arabica</i> L.) para los 09 variedades; Anexo Villa Libertad. Laboratorio Genética y Biotecnología Vegetal EFPA-FCA-UNSCH- Ayacucho..... | 120 |
| Anexo 5. | Prueba de homogeneidad de variancia de carácter de rendimiento de grano pergamino (%)...... | 121 |
| Anexo 6. | Datos pasaporte de germoplasma del cultivo de café (<i>Coffea arabica</i> L.) - Laboratorio Genética y Biotecnología Vegetal EFPA-FCA-UNSCH- Ayacucho..... | 122 |

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal (LGBV) de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH). Con los objetivos de caracterizar morfológica y molecularmente con marcadores RAPDs la variabilidad genética de 182 accesiones de café colectadas en Villa Libertad – Ayna (VRAEM) y caracterizar agronómicamente 9 variedades cultivadas de café en las condiciones de Villa Libertad – Ayna. La metodología utilizada para la colecta de café fue recorriendo el bosque natural (selva) del Anexo de Villa Libertad y obteniendo muestras de granos semilla de los árboles de café. En el invernadero del LGBV fueron germinadas y crecieron en maceteros de 20 lt. De dichas plantas se obtuvo hojas para la extracción de ADN. La caracterización morfológica de las 182 accesiones de café se realizó en las condiciones naturales donde se encuentran creciendo los árboles de café, utilizando el descriptor morfológico para este cultivo (IPGRI). La caracterización agronómica y morfológica se realizó en 9 variedades cultivadas de café.

Los resultados muestran que las 182 accesiones de café de Villa Libertad (VRAEM), se agrupan en 18 grupos fenotípicamente similares (UPGMA) (pb: 0.05), en base a los 13 caracteres morfológicos cualitativos. Al caracterizar molecularmente el ADN de los 18 grupos (UPGMA) de café con marcadores genéticos RAPD, utilizando la técnica de PCR, se encontró polimorfismo en las bandas de ADN indicando variabilidad molecular entre grupos de café (*Coffea arabica* L.). Las 9 variedades de café cultivado (*Coffea arabica* L.) muestran variabilidad en los caracteres cuantitativos y cualitativos. La variedad Híbrido “Brasileiro” destacó agronómicamente entre las 9 variedades de café (*Coffea arabica*) con alto rendimiento de grano pergamino/planta (1664 g); el peso de 100 granos pergamino a 11% humedad fue mayor en la variedad Híbrido “E” (34.31 g); el peso de 100 granos oro a 11% humedad fue mayor en la variedad Híbrido (30.09 g) y la severidad de roya fueron altos en las variedades Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde) con 58.08 y 54.80% de severidad respectivamente.

INTRODUCCIÓN

El género *Coffea* posee más de 100 especies, sólo dos de ellas, *C. canephora* y *C. arabica*, tienen una participación mayoritaria en el mercado mundial, con el 30% y 70% de la producción mundial, respectivamente. En Perú, la especie tradicionalmente cultivada es *C. arabica*, la cual se distingue por la suavidad y calidad de su bebida, que le confieren un mayor valor comercial. Las variedades de *C. arabica* cultivadas en América, se caracterizan por una gran uniformidad genética, producto de varios factores, entre los cuales se cita su tipo de reproducción (preferencialmente autógamo) y el modo particular de dispersión, a partir de su centro de origen (África) el siglo XVIII (Bertrand y Anthony 1995, Anthony *et al.*, 2003 citados por Ignacio, 2007).

Desde Perú se exporta café a Estados Unidos, Alemania, Holanda, Bélgica y Francia (74%), y su producción genera 43 millones de jornales directos al año, más 5 millones de jornales por los servicios de comercio, industria y transporte y unas 170,000 familias peruanas se dedican a su cultivo (INIA, 2014).

Para desarrollar un programa de mejoramiento genético del Café en la región de Ayacucho – VRAEM es necesario conocer la diversidad genética de este cultivo en la región, a partir del cual diseñar estrategias biotecnológicas para contribuir en menguar el impacto de la roya amarilla (*Hemileia vastratix* Berk & Br.) que afecta en promedio 32% del área total en el Perú. (INIA, 2014).

El café, al ser un cultivo introducido tiene una base genética estrecha en el Perú. En la región de Ayacucho - VRAEM no se conoce cuál es el grado de diversidad genética del café después de muchos siglos de haberse adaptado y recombinado en forma natural, y no existen reportes del potencial genético de las variedades cultivadas y,

especialmente de la población de plantas naturalizados que conforman el germoplasma de esta región.

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

1. Caracterizar morfológica y molecularmente (RAPDs), la variabilidad genética de 180 accesiones de café colectadas *en el* Anexo Villa Libertad – Ayna, La Mar, Ayacucho.
2. Caracterizar agronómicamente variedades cultivadas de café representativas del Anexo Villa Libertad - Ayna, La Mar, Ayacucho.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

1.1.1 Centro de origen y distribución.

El cafeto es originario de África tropical. Países como Etiopía, Sudán, Kenia, Guinea o Mozambique; se señalan habitualmente como posibles centros de origen, aunque el más aceptado es Etiopía (Arvy *et al.*, 2007).

El lugar de origen del café arábico es Etiopía, país donde se inició su cultivo, la fecha de inicio de su cultivo se estima que fue a inicios del siglo VIII. (Anthony *et al.*, 1999).

La primera introducción de café en Europa se dio en 1706, y sólo se introdujo una planta desde Java al jardín botánico de Ámsterdam, a partir del cual se originaron la mayoría de variedades cultivadas actualmente en el mundo (Chevalier y Dagrón 1928, Carvalho 1946 citados por Anthony *et al.*, 1999).

Las primeras introducciones de café al continente Americano se dieron a inicios del siglo XVIII. Desde Ámsterdam enviaron unas plantas hacia la Guyana Holandesa (hoy Surinam) y de París a la isla de Martinica en las Antillas, de donde en 1719 el cultivo se extendió rápidamente hacia la Guyana Francesa, y luego en 1727 hacia Brasil (Chevalier y Dagrón 1928, citado por Anthony *et al.*, 1999). Por otro lado, los ingleses introdujeron plantas de café a Jamaica en 1730 y hacia finales del siglo XVIII (Anthony *et al.*, 1999) e inicios del siglo XIX el cultivo se extendió por toda América tropical (León, 2000).

Castillo (2014), reporta que la llegada de café a Perú; En 1742, crónicas de viajeros dan cuenta del arribo del café, procedente de Ecuador. El Mercurio Peruano reporta

anotaciones que indican que desde 1760 se registran plantas del café. En 1771 se abren primeras cafeterías en Lima. En 1783, el Obispo de Trujillo Martínez de Compañón, reporta al Rey de España de cultivos de café en el norte y oriente del país. A partir de 1850 colonos europeos promueven en selva central el cultivo del café, al igual que la caña, cacao y coca. Primeras exportaciones registradas a partir de 1880, por un valor de 12 mil libras esterlinas.

1.1.2 Clasificación taxonómica.

Duicela y Corral (2009), Sotomayor y Duicela (1993); entre las 4 000 especies que conforman la familia rubiaceae, aproximadamente 65 corresponden al género *Coffea*. La clasificación taxonómica es la siguiente:

| | |
|-----------------|----------------------------|
| Reino | : Vegetal |
| Subreino | : Angiosperma |
| División | : Magnoliophyta |
| Clase | : Dicotyledoneae |
| Subclase | : Asteridae |
| Orden | : Rubiales |
| Familia | : Rubiaceae |
| Género | : <i>Coffea</i> |
| Especie | : <i>Coffea arabica</i> L. |

Nombre Común: Café, cafeto. (http://es.wikipedia.org/wiki/Coffea_arabica.htm)

1.1.3 Descripción botánica.

a) Raíz.

El cafeto tiene una raíz pivotante gruesa y maciza que penetra verticalmente en el suelo hasta un metro de profundidad. De la raíz pivotante salen dos tipos de raíces; unas fuertes y vigorosas que crecen en sentido lateral (secundarias) que ejerce la función de anclaje y, otras que salen de estas de carácter terciario, normalmente éstas se conocen como raicillas o pelos absorbentes que sirven a la planta para la absorción del agua y nutrientes. El desarrollo normal del sistema radical del cafeto es muy importante para su crecimiento, producción y longevidad (González, 2007 citado por Pacheco 2012).

b) Tallos y ramas.

La planta de café está compuesta generalmente de un solo tallo o eje central, exhibe dos tipos de crecimiento uno que hace crecer al arbusto verticalmente (ortotrópico) y otro en forma horizontal o laterales (plagiotrópico). Entre los primeros 9 y 11 nudos de una planta joven sólo brotan hojas, de ahí en adelante comienza a emitir ramas laterales. Estas ramas de crecimiento lateral o plagiotrópico se originan de unas yemas que se forman en las axilas superiores de las hojas. En cada axila se forman dos o más yemas unas sobre las otras. La yema inferior a menudo llamada accesoria, da origen a nuevos brotes ortotrópicos. Las yemas crecen primero en sentido horizontal, luego se doblan y crecen verticalmente formando una rama ortotrópica que a su vez forma hojas y ramas laterales. En la parte inferior del tronco donde ya no hay hojas se forman yemas. Al podar o doblar el tallo, de esas yemas brotan nuevas estructuras llamadas chupones que sustituyen el tallo podado (Ramos *et al.*, 2010 citados por Pacheco, 2012).

c) Hojas

Las hojas aparecen en las ramas laterales o plagiotrópicas en un mismo plano y en posición opuesta. Tiene un pecíolo corto, plano en la parte superior y convexo en la inferior, la lámina es de textura fina y ondulada (Guilcapi, 2009 citado por Pacheco, 2012). Su forma varía de ovalada (elíptica) a lanceolada. El haz de la hoja es de color verde brillante y verde claro mate en el envés. En la parte superior de la hoja las venas son hundidas y prominentes en la cara inferior. Su tamaño puede variar de 10 a 20 cm de largo y de 3 a 8 cm de ancho (Ladera *et al.*, 2007 citado por Pacheco, 2012).

d) Inflorescencia

La inflorescencia del café es una cima de eje muy corto que posee flores pequeñas, de color blanco y de olor fragante las cuales son en número variado; de vida muy corta, ya que a los tres días de florecer da paso al inicio de formación del fruto. Las yemas florales nacen en las axilas de las hojas, en las ramas laterales; aparecen a los dos o tres años según la variedad. Estas yemas tienen la capacidad de evolucionar en ramificaciones (Ramos *et al.*, 2010 citado por Pacheco, 2012).

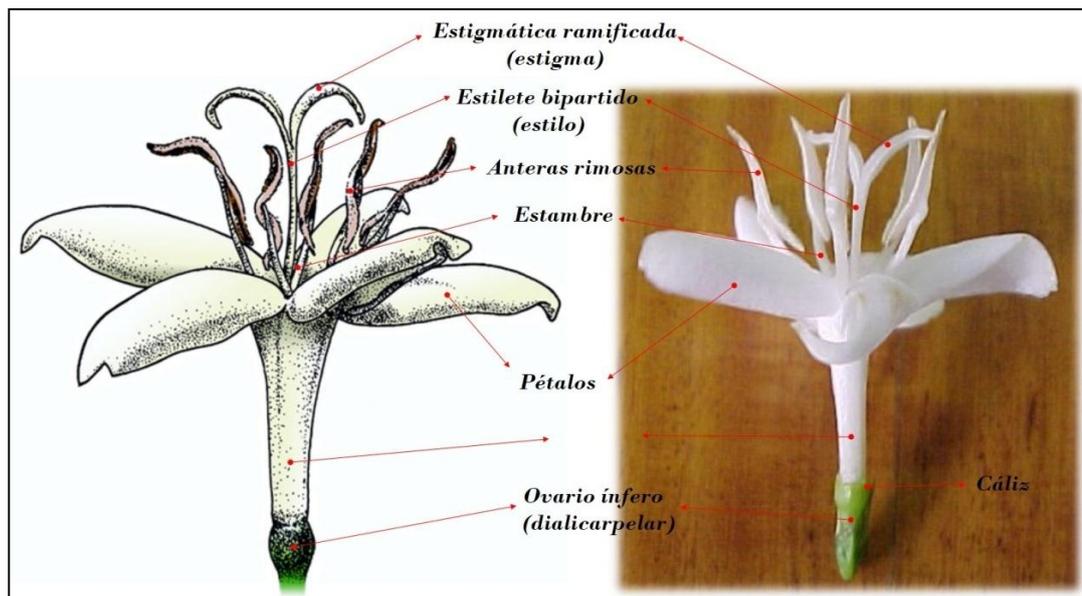


Figura 1.1: Estructura de la flor del café (*Coffea arabica* L.).

e) Flores.

Está compuesta por el cáliz, la corola, los estambres, los estigmas, el pistilo y los ovarios. El cáliz forma la base de la flor y sostiene los ovarios. Sobre el cáliz está la corola que es un tubo largo que termina con cinco pétalos blancos. Hay cinco estambres que salen del cáliz y sostienen las anteras, los cuales al abrirse liberan el polen. En el medio de la corola, se encuentra el pistilo que sostiene los estigmas. Las anteras descargan una gran cantidad de polen, por lo cual, la mayoría de las plantas son autofecundadas; esto ocurre cuando el polen llega al estigma y viaja por el pistilo hasta los ovarios (Alvarado-Soto & Rojas-Cubero, 1994 citados por Pacheco, 2012). La disposición floral de cafeto es distal, ósea en grupos separados de yemas que brotan de los nudos a lo largo de las ramas laterales. El cafeto es una planta autógena donde ocurre del 90 al 95 % de autofecundación (Duicela, 2001 citado por Pacheco, 2012). Las partes de la flor del café se observa en la Figura 1.1.

f) Fruto.

El fruto del cafeto es una drupa poliesperma llamada cereza de café, cuando nace es de color verde durante los ocho u once meses siguientes, según la especie, zona de cultivo y maduración, pasa por las distintas tonalidades que van de amarillo a rojo

(Bolívar, 2009 citado por Pacheco, 2012). Las partes del fruto, del interior al exterior, según la Figura 1.2 son:

- **Embrión:** localizado en la superficie convexa de la semilla, orientado hacia el extremo en forma puntiaguda y conformada por un hipocotíleo y dos cotiledones.
- **Endospermo:** que es la semilla propiamente constituida.
- **Espermoderma:** película plateada, que envuelve la semilla (integumento seminal).
- **Endocarpio:** (pergamino o cascarilla), cubierta corácea de color crema a marrón que envuelve la semilla.
- **Mesocarpio:** (mucílago o melaza), de consistencia gelatinosa y color cremoso.
- **Epicarpio:** cutícula, cáscara o pulpa; de color rojo o amarillo en su madurez. Jugoso y envuelve todas las demás partes del fruto.

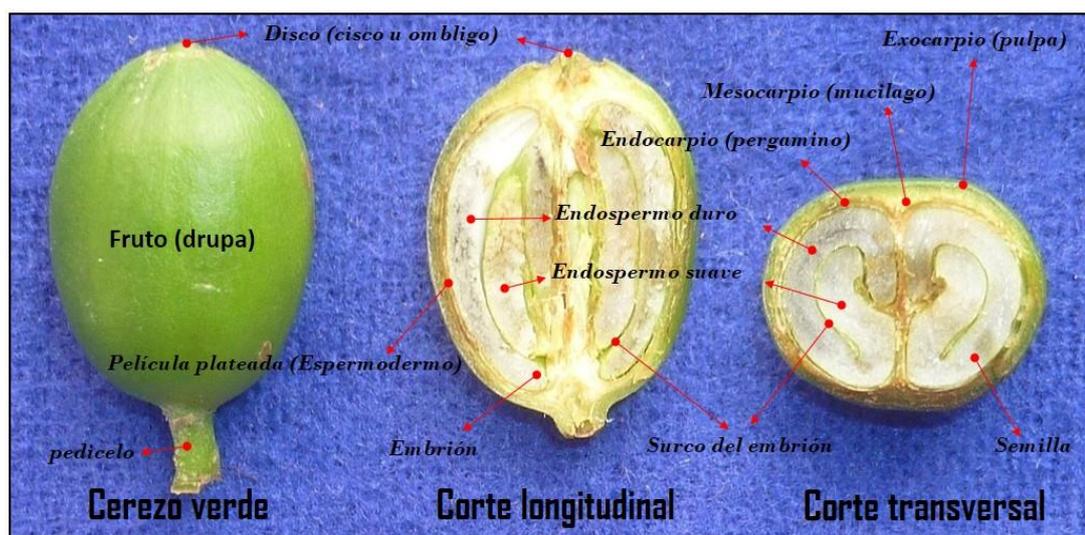


Figura 1.2: Estructura del fruto de café (*Coffea arabica* L.).

g) Semilla.

En el interior de cada drupa o cereza hay dos semillas separadas por un surco, cada semilla de forma plana-convexa y cubiertas por una cáscara llamada pergamino, que, a su vez, les cubre una piel semitransparente (Guilcapi, 2009 citado por Pacheco, 2012).

g1) Semillas caracol.

López (2003), menciona que la semilla caracol se origina al desarrollarse únicamente una semilla por fruto, en lugar de dos normales. El desarrollo ocurre en todo el espacio del fruto, generalmente se encuentran restos del grano no desarrollados; la causa de ello es la falta de fecundación del óvulo, o bien el aborto de éste, aún antes de la fecundación. El aumento del uno por ciento de grano caracol merma la producción de un 0.75 por ciento.

Las semillas tipo caracol (SC) se originan cuando uno de los óvulos aborta tempranamente y además, se produce atrofia en la cavidad locular (Alvarado *et al.*, 2002 citados por Ignacio, 2007).

g2) Semillas elefante.

López (2003), menciona que la semilla elefante se debe a la formación de más de una semilla por lóculo, llamado polispermia o falsa poliembrionía, que generalmente varía de cero a tres por ciento. Las semillas son aparentemente normales cuando están cubiertas por el pergamino, aún poco más grandes, pero al eliminarlo resulta que se componen de más de una verdadera semilla, cubiertas por su propia película plateada; los endospermas de ambas semillas están doblados, juntos o envueltos uno alrededor de otro. Lo más común es encontrar dos semillas o tres por lóculo.

g3) Semillas triángulo.

López (2003), menciona que la semilla triángulo se debe a la formación de un mayor número de semillas por fruto se denomina policarpiya, en las variedades de *Coffea arabica* es frecuente este tipo de frutos (tres semillas por fruto) y se debe principalmente a óvulos triloculares.

1.1.4. Variedades más importantes.**a) Caturra.**

Soliebe (2005) citado por Mamani 2008, menciona que esta variedad es una mutación del Bourbon en el estado Minas Gerais de Brasil, es una planta con porte bajo de 2.4 a 3 m de altura, tronco grueso y poco ramificado e inflexible, con los entre nudos cortos,

siendo las hojas de color verde claro y las hojas maduras muy anchas y redondeadas, su ramificación secundaria es abundante existe el Caturra de frutos amarillos y rojos.

Calani (2002) citado por Mamani 2008, menciona que la planta presenta formas muy definidas, es coposa con entrenudos muy cortos, hojas anchas y carnosas de coloración verde oscura, el brote es verde con ramas que forman un ángulo de aproximadamente 30° que empiezan a brotar casi desde la base de la planta, su sistema radicular es abundante, esta variedad, tiene dos mutantes que son el Caturra Amarillo y el Caturra Rojo, este último es el que tiene mayor aceptación porque el fruto permanece más tiempo en la rama.

b) Typica.

López (2006), menciona que su origen, condiciones genéticas y las características externas que se toman en cuenta, han dado lugar a controversias entre los estudiosos de la sistemática del cafeto. El cafeto de Typica tiene una silueta de forma cónica. Es un arbusto de “Porte alto”, que mide de 3.5 a 4 metros de altura; tronco vertical único en la mayoría de los casos, con verticales secundarias que nacen de los nudos. Las ramas laterales son abundantes, forman un ángulo entre 50 y 70 grados con el eje central vertical; ésta abertura les da una forma ligeramente inclinada. Las hojas son oblongas, elípticas con la base y el ápice agudos, de textura lisa fina; los brotes u hojas nuevas terminales son de color bronceado.

c) Catimor.

Se origina del cruzamiento entre Caturra Rojo y el Híbrido de Timor, la variedad Catimor se caracteriza por su porte bajo, el grosor de su tronco intermedio así como por su considerable número de ramas laterales, que forman una copa medianamente vigorosa y compacta. Además de su productividad relativamente alta, muestra un comportamiento favorable con respecto a la enfermedad de la roya, por lo menos a las razas del hongo (*Hemilea vastatrix* Berk & Br.) que proliferan en la caficultura andina (Soliebe, 2005 citado por Mamani, 2008).

Variedad originaria de Brasil, resistente a la enfermedad de Roya amarilla (*Hemilea vastatrix* Berk & Br.). La planta tiene buena envergadura, crecimiento plagiotrópico

uniforme y una buena producción, con buen peso de grano seco, esta variedad tiene buena aceptación por su resistencia a la roya.

1.1.5. Fenología y propagación.

a) Fenología.

Alarcó (2011), señala que los árboles de café son arbustos perennes que si se les permite crecer libremente pueden llegar a medir hasta 20 metros de altura. La vida útil de los cafetos es de 20 a 30 años, sin embargo, su ciclo de vida está directamente relacionado con las condiciones climáticas y edáficas en las que se encuentren establecidos, por lo que unas condiciones desfavorables, pueden acortar la vida de los mismos. Asimismo, la duración de cada fase fenológica está sujeta a las condiciones ambientales que surjan en cada etapa y también de la variedad utilizada.

Aunque en cada zona existan manejos de cultivo y condiciones edafoclimáticas diferentes, las etapas fenológicas se pueden clasificar en los siguientes grupos (Arcilla *et al.*, 2001 citados por Alarcó, 2011).

- **Estado principal 0.** Germinación y propagación vegetativa: La duración de esta fase es de aproximadamente 75 días y comprende, desde el momento posterior a la siembra, hasta que han emergido el primer par de cotiledones.
- **Estado principal 1.** Formación de las hojas: Este periodo comienza desde que el primer par de cotiledones ya se encuentran completamente abiertos, hasta que se han formado nueve pares de hojas. Al finalizar esta fase se puede realizar el trasplante definitivo al terreno. Los tiempos posteriores al trasplante y previos a la floración no están del todo definidos, pues las condiciones climáticas y edafológicas, así como las prácticas culturales son las que marcarán la velocidad del desarrollo.
- **Estado principal 2.** Formación de las ramas: Una vez llegado a este estado, las plantas de café ya se encuentran implantadas en el terreno definitivo. En esta etapa los cafetos pasan del primer par de ramas visibles a las 90.
- **Estado principal 3.** Elongación de las ramas: En este periodo se produce la formación de nudos presentes en las ramas. El rendimiento del cafeto está sujeto a

la cantidad de nudos presentes en las ramas laterales que hayan nacido en el año anterior, ya que en ellos es donde se originan las inflorescencias.

- **Estado principal 5.** Desarrollo de la inflorescencia: Esta etapa engloba desde que se ven las yemas de las inflorescencias, hasta que se observan las flores con pétalos alargados, pero todavía cerrados.
- **Estado principal 6.** Floración: Se considera comenzada la etapa de floración cuando el 50% de las flores hayan emergido.
- **Estado principal 7.** Desarrollo del fruto y de la semilla: Al inicio de la fructificación los frutos son casi inapreciables, posteriormente comienza un aumento de tamaño, aunque no de peso, y es a partir de la dieciseisava semana desde la floración cuando el grano casi ha alcanzado el desarrollo completo.

b) Propagación.

El café se propaga generalmente usando semillas producto de su autofecundación (se mantienen las características de la variedad en un 94 por ciento): es la manera de propagación comúnmente utilizada en nuestro medio. Además, puede propagarse asexualmente por estacas, injertos y mediante el empleo de cultivo de tejido *in vitro* (micro estacas, embriogénesis somática y cultivo de ápices). Esta última técnica de reproducción asexual se realiza a partir de pequeñas secciones de tejidos vegetales (Alvarado y Rojas, 1994 citados por Pacheco, 2012).

Para el caso de la utilización de semillas, para *Coffea arabica* el almacenamiento debe ser bajo aire seco de a temperaturas de 10°C con humedad de 10-11%. Los almácigos deben estar bajo sombra ligera. Dentro del vivero se disponen hileras espaciadas 15 cm, a lo largo de los surcos. Cuando las plantas alcanzan altura de 15 a 20 cm, alrededor de seis a ocho meses después de la siembra, las plántulas están listas para su trasplante (ANACAFE, 2006).

1.1.6. Importancia económica.

El café es uno de los principales cultivos a nivel nacional debido a su impacto económico y social en las zonas productoras, genera cerca de 1.5 millones de empleos y a su potencial agroexportador: En el 2014, las exportaciones de café sin tostar

representaron el 15% del valor de las exportaciones agrarias totales. La evolución de las exportaciones del café como porcentaje de las exportaciones agrarias muestra que entre el 2007 y 2011, la participación de las exportaciones de café en las exportaciones totales aumentó considerablemente. En el año 2012, sin embargo, la participación disminuyó debido a la infestación de las plantaciones con la Roya Amarilla.



Figura 1.3. Evolución de producción y exportaciones del café, 2007-2014 (Miles de TM; % de participación)

Los recursos filogenéticos constituyen la base de la seguridad alimentaria en el mundo. La producción de café (*Coffea arabica* L.) en la zona de investigación se ve afectada severamente por la roya (*Hemiliae vastatrix* Berk & Br.) en las estaciones de primavera y verano (mayor incidencia), por la susceptibilidad que manifiestan especialmente las variedades de caturra, típica, etc. Y la incidencia del patógeno puede reducir en un 30% el rendimiento, mayor a 60% induce a la defoliación permitiendo a no cumplir o perturbar el ciclo fenológico de los frutos lo que ocasiona grandes pérdidas económicas.

MINAGRI (2015), reporta que los precios del mercado son el resultado de varias causas que se sitúan en un orden jerárquico de importancia. Básicamente no son más

que un reflejo del equilibrio de transacciones físicas. Los factores fundamentales que influyen en la formación de los precios del café son la producción, el consumo y los movimientos de existencias.

1.1.7. Variabilidad genética.

La especie *C. arabica* es tetraploide ($2n = 4x = 44$), mientras que el resto, incluyendo *C. canephora* son diploides ($2n = 2x = 22$). Las especies diploides son auto-incompatibles, lo que tiene como consecuencia una gran variabilidad genética, en contraste con *C. arabica* la cual presenta bajo nivel de polimorfismo (Bertrand *et al.*, 2003; Lashermes *et al.*, 1999). Estudios moleculares y citológicos han mostrado que la especie *C. arabica* se presenta como un genotipo alotetraploide que se originó por la hibridación espontánea entre las especies *C. canephora* ($2n = 22$) y *C. eugenioides* ($2n = 22$) y cuyo híbrido interespecífico sufrió una duplicación de los cromosomas o un posible evento de gametos no reducidos. Estudios posteriores han determinado que el genoma de *Coffea arabica* contiene dos sub-genomas constitutivos diploides; el genoma E^a de *Coffea eugenioides* y el genoma C^a perteneciente a *Coffea canephora*. Sin embargo, se ha reportado una baja divergencia entre ellos (Herrera *et al.*, 2002).

1.1.8 Principales enfermedades.

En la zona del VRAEM existen muchas plagas y enfermedades que afectan en la productividad del cultivo de café, pero la principal plaga y la enfermedad fungosa actualmente con mayor incidencia y severidad es la roya amarilla (*Hemileia vastatrix*).

a) Roya del café

La roya anaranjada, causada por el hongo *Hemileia vastatrix* (Berkeley & Broome), es la enfermedad foliar de mayor importancia económica a nivel mundial, pues es responsable de pérdidas en la producción que pueden alcanzar niveles dramáticos en ausencia de control químico adecuado. El hongo responsable pertenece al phylum *Basidiomycota*, clase *Teliomycetes*, orden *Uredinales*, familia *Puccinaceae*. Dado que *C. arabica* es originario de Etiopía se cree que la roya lo es también. En efecto la roya fue detectada por primera vez en 1861 en plantaciones de arabica, cerca al lago Victoria en África Central (Mayne, 1969), de donde se diseminó a plantaciones

comerciales en Sri Lanka y luego a la India e Indonesia. Un siglo después de las epidemias de Sri Lanka, la roya apareció en Brasil en el año de 1970 (Medeiros, 1970) y 15 años más tarde se había difundido por todos los países productores del continente y particularmente en Colombia a donde llegó en 1983.

Romero (2013), indica que los principales daños causados por la roya son la defoliación precoz y muerte de ramas productivas, consecuencia de lo cual ocurre una reducción en la productividad de los cafetos. La sintomatología de la enfermedad se caracteriza por la presencia de manchas de color anaranjado en el envés de la hoja, de allí su nombre de “roya anaranjada”.

b) Control genético de la resistencia a roya

El control genético se basa en el uso de variedades resistentes para el manejo de la enfermedad. El impacto económico del uso de cultivares resistentes comparado con cultivares susceptibles, puede ser calculado a partir de las pérdidas de la cosecha causadas por roya o por el costo del uso de medidas de control alternativas, principalmente el uso de fungicidas.

Los programas de mejoramiento en café buscan combinar propiedades de resistencia presentes en el Híbrido de Timor con la buena productividad y especialmente la calidad de los genes de *Coffea arabica*. En muchos centros de investigación del mundo las propiedades de resistencia a los nematodos, roya (Leguizamon, 1983 citado por Wilches, 1995) y al CBD (antracnosis de frutos) han sido ampliamente demostradas tanto en las líneas puras del Híbrido como en sus descendientes los Catimores (Carvalho, 1988; Anzueto, 1993; Aguilar *et al.*, 1995 citados por Wilches, 1995)

1.2. CARACTERIZACIÓN Y MARCADOR MOLECULAR (RAPDs) EN EL CULTIVO DE CAFÉ.

1.2.1 Definición de la caracterización

La caracterización, consiste en describir sistemáticamente la colección de una especie a partir de características botánicas de alta heredabilidad, fácilmente visibles o medibles y que no varían con el ambiente, así entendida la caracterización se fija

básicamente en aspectos morfológicos y fenológicos observados de forma sistemática en las accesiones a través de la comparación con listas de características descriptivas o “descriptores” (Jaramillo y Baena, 2000 citados por Mamani, 2008).

Caracterizar consiste en establecer todos los caracteres posibles de un ente animado o inanimado. La caracterización de los organismos vegetales, al igual que la de otros organismos vivos o minerales, tiene diferentes finalidades.

- ✓ Identificación o determinación.
- ✓ Sistemática.
- ✓ Análisis de diversidad genética.
- ✓ Gestión de bancos de germoplasma.
- ✓ Definición de nuevas variedades.
- ✓ Búsqueda de marcadores de caracteres agronómicos

Descriptores.

Un descriptor, es un atributo cuya expresión es fácil de medir, registrar y evaluar y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión. Los descriptores de caracterización permiten la discriminación fácil entre fenotipos, que generalmente son altamente heredables, pueden ser detectados a simple vista y se expresan de igual forma en todos los ambientes (Hidalgo, 2003 citado por Mamani, 2008).

Rea (1985) citado por Mamani 2008, señala que los descriptores varían de acuerdo a la especie y al criterio de quien ha de utilizarlos, así los fitomejoradores tienden a utilizar descriptores de interés agronómico, los botánicos tratan de tener descriptores que definan aspectos morfológicos, sin tomar en cuenta la regulación genética, los generalistas eligen caracteres cualitativos y cuantitativos.

Caracterización morfológica

La caracterización morfológica permite suministrar información sobre la identidad de cada una de las entradas a través del uso de descriptores, que permiten estudiar la variabilidad genética de cada muestra; por ello, es una herramienta importante para

evitar las duplicaciones de un mismo material y minimizar la sobrestimación de la diversidad existente (Becerra y Paredes, 2000 citados por Alarcó, 2011).

Los órganos más importantes para la descripción morfológica son aquellos menos influenciados por el ambiente, y los más importantes son: la flor y el fruto, seguidos de la hoja, el tronco, las ramas, las raíces y los tejidos celulares (Enrique, 1991 citado por Alarcó, 2011).

Caracterización agromorfológica.

La caracterización agromorfológica consiste en la descripción y análisis de los aspectos agronómicos y morfológicos que son relevantes en la utilización de las especies cultivadas en un área, con el propósito de identificar el beneficio en la producción con la realización de un cultivar en una zona y conocer las variedades más productivas y relevantes en esa zona (CATIE, 2002 citado por Mamani, 2008).

Ligarreto (2003) citado por Mamani 2008, indica que la medición de los caracteres cuantitativos y cualitativos de alta heredabilidad, o los que se transmiten a la descendencia en cualquier ambiente, se conoce como caracterización y permite determinar el grado de similitud, entre las accesiones por medio de su apariencia morfológica o fenotípica y de variabilidad en una colección, esta variabilidad se mide con muchas o pocas variables o descriptores.

Caracterización molecular.

Un marcador molecular es un fragmento específico de ADN que puede ser identificado en el genoma. Los marcadores moleculares están localizados en lugares específicos del genoma y se usan para “marcar” la posición de un gen en concreto o la herencia de una característica particular. En un cruzamiento genético, las características de interés podrán ser monitoreadas por marcadores moleculares, si estos se encuentran ligados genéticamente a las mismas. Por lo tanto, se pueden seleccionar individuos en los que el marcador molecular este presente, ya que la presencia del marcador es un indicador de la característica deseada (Velasco, 2004).

Valadez y Kahl (2000) citados por Azofeifa 2006, mencionan que un marcador se refiere a cualquier molécula de proteína, ARN o ADN de tamaño o peso molecular conocido que sirve para monitorear o calibrar la separación de las mismas utilizando electroforesis o cromatografía, y un marcador genético como cualquier gen cuya expresión permite un efecto fenotípico que puede ser detectado fácilmente (por ejemplo, un gen que ocasiona resistencia para algún antibiótico).

1.2.2 Polimorfismo de fragmentos de ADN amplificados

Al azar (RAPD).

Bardakci (2000), menciona que los Polimorfismos de ADN amplificados al azar RAPD (*Random Amplified Polymorphism of DNA*) son parte de la categoría de marcadores establecidos en la PCR usando cebadores arbitrarios. Esta técnica está basada en la amplificación de segmentos con cebador inespecíficos (10 bases de longitud) siendo una técnica relativamente sencilla. En el laboratorio requiere del aislamiento de ADN seguido de una PCR con un cebador finalizando con la separación de los fragmentos mediante electroforesis para ser visualizados.

Sánchez-Chiang *et al.*, (2009), señalan que es una técnica de marcador RAPD que consiste en la amplificación de secuencias de ADN con un iniciador de una longitud de diez pares de bases con secuencia aleatoria (decámero), que se hibridiza con el ADN. Posteriormente, los fragmentos de ADN son separados según su movilidad electroforética y visualizados en un gel de agarosa o poliacrilamida. Este último tiene mayor resolución. Diferencias en el patrón de bandas detectadas entre individuos evidencia diferencias en su secuencia de bases. Esta técnica es simple y efectiva, y permite determinar los polimorfismos en gran cantidad de muestras. Sin embargo, muchas veces es necesario evaluar gran cantidad de iniciadores antes de encontrar aquellos que son informativos (en algunos casos se han probado más de 8.900 iniciadores hasta encontrar la combinación adecuada).

Phillips *et al.*, (1995), menciona que el análisis RAPD requiere de cinco elementos básicos: 1). ADN molde: ADN proveniente de la muestra a analizar. 2). El iniciador: que es un oligonucleótido, con la propiedad de localizar y unirse a sitios

complementarios del ADN desnaturalizado. Debe tener un contenido de al menos un 50% de guanina-citocina para funcionar correctamente. 3). Desoxirribonucleótidos: se requiere de concentraciones adecuadas de dATP, dGTP, dCTP y de dTTP para la síntesis de la cadena. 4). Solución buffer. 5). Taq-polimerasa: es una enzima ADN polimerasa ADN dependiente termoestable. Tiene la propiedad de restituir la doble cadena de ADN usando una cadena simple como molde a partir de un punto determinado, fijado en este caso, por el iniciador.

Phillips *et al.*, (1995). La eficiencia de los marcadores RAPDs puede estar influenciada por varios factores, entre ellos: El número de ciclos de amplificación, la cantidad de ADN inicial, la longitud del ADN, el iniciador y la temperatura.

1.2.3 Primer (cebador o iniciador).

Morillo & Miño (2011), mencionan que el *primer* es un segmento corto de ADN o ARN que se aparea a una cadena simple de ADN y sirve de punto de partida para la síntesis de una cadena complementaria, en presencia de nucleótidos y de la enzima ADN polimerasa. En ingles, *primer*.

1.2.4 Reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

Tamay De Dios *et al.*, (2013), mencionan que la reacción en cadena de la polimerasa es una reacción enzimática *in vitro* que amplifica millones de veces una secuencia específica de ADN durante varios ciclos repetidos en los que la secuencia blanco es copiada fielmente. Para ello, la reacción aprovecha la actividad de la enzima ADN polimerasa que tiene la capacidad de sintetizar naturalmente el ADN en las células.

Valadez y Kahl (2000) citados por Azofeifa 2006, mencionan que el análisis PCR es un procedimiento *in vitro* para la síntesis y duplicación de secuencias específicas de ADN. Esta tecnología utiliza secuencias de oligonucleótidos que inician la síntesis de fragmentos de ADN de longitudes variables, no mayores de 6 Kb en promedio.

El PCR está basado en la síntesis de millones de copias de un fragmento de ADN comprendido entre secuencias complementarias a dos oligonucleótidos llamados

imprimadores (también conocidos como iniciadores o cebadores). Este proceso es realizado por una enzima ADN polimerasa termoestable.

1.2.5 Electroforesis.

Morillo & Miño (2011), señalan que la técnica por la cual las moléculas (proteínas, ADN, ARN) se separan en un gel a través de un campo eléctrico, de acuerdo a su tamaño y carga eléctrica.

La electroforesis es la aplicación de las técnicas de separación de macromoléculas en un campo eléctrico en función de su tamaño y carga eléctrica superficial, se define como el método de separación de sustancias cargadas al aplicar un campo eléctrico, de modo que se diferencian en el comportamiento en un campo eléctrico. Aquellas partículas cargadas positivamente (cationes) migraran hacia el cátodo y las cargadas negativamente (aniones) hacia el ánodo.

Entre las macromoléculas, las más utilizadas son las proteínas seguidas de los ácidos nucleicos, ya que ambos tipos presentan una carga importante, algo que no presentan los lípidos, sin contar con que son insolubles. El método consiste en inmovilizar las muestras en estudio en un material gelatinoso (gel). El gel se somete a una corriente eléctrica durante un período de tiempo determinado. Cada muestra comenzará a migrar a través de los poros del gel con una velocidad diferencial, que dependerá de la carga eléctrica y del tamaño molecular. Cuando las separaciones se han completado se interrumpe el paso de corriente y las muestras separadas se tiñen para visualizarse. Cada muestra se encontrará a una distancia distinta respecto al origen. Los ácidos nucleicos presentan carga y son solubles ya que tienen un grupo fosfato, parte que confiere la carga, y está presente de forma regular en la estructura. Los ácidos nucleicos tienen la capacidad de migrar en un campo eléctrico y por tanto, son susceptibles de ser separados por electroforesis. El gel se encuentra sumergido en un electrolito tamponado con tris-Borato (no glicina), para garantizar que los ácidos nucleicos estén cargados negativamente; por esto a la técnica se le denomina electroforesis de inmersión. Las moléculas migrarán hacia el polo positivo, de modo que viajarán en esa dirección por el gel, separándose por tamaño (n^0 de nucleótidos),

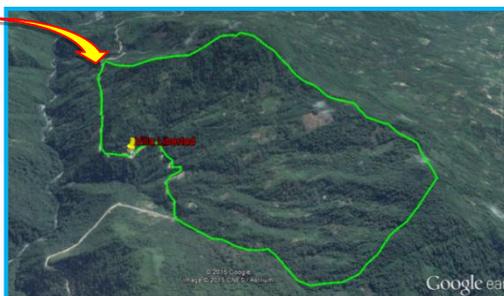
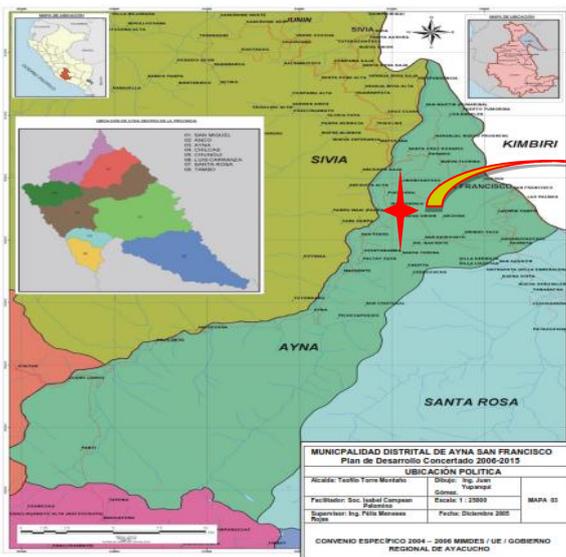
a la hora de cargar la muestra se colocan unos marcadores de frente (loading dye) que nos permita detener la electroforesis en el momento que lo creamos oportuno. Para visualizar las bandas, hay que teñir el gel o marcar radiactivamente las moléculas. El método más utilizado en geles de agarosa es el bromuro de etidio, el cual se comporta como un agente intercalante, de modo que además de disminuir la densidad de la molécula, tiene la capacidad de emitir luz cuando se le excita con luz ultravioleta. Hay que tener cuidado con este compuesto ya que es altamente cancerígeno.

La electroforesis en gel es muy utilizada en la detección, control de pureza, caracterización, cuantificación (por comparación con controles) así como preparación y purificación (por extracción de bandas desde el gel) de moléculas y fragmentos de DNA y RNA. Tiene dos mecanismos de separación: la electroforesis, que separa por la relación carga/tamaño y el tamizado por el gel, que separa mayormente por tamaño. Los geles más comunes son agarosa y poliacrilamida.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN.

El trabajo de investigación fue realizado en dos etapas. Para la caracterización agromorfológica se realizó colectas de accesiones de café en las áreas de cultivo del anexo Villa Libertad ubicado, $12^{\circ} 38' 25.79''$ latitud



Sur y 73°50'58.67" longitud Oeste, a una altitud de 1440 msnm, Distrito Ayna, Provincia La Mar – Ayacucho. El análisis molecular se realizó en el Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal de la EFPA-FCA-UNSCH- Ayacucho.

2.2. COLECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL.

El material vegetal para su estudio fue recolectado en un total de 182 individuos y/o accesiones y 09 variedades comerciales de café (*Coffea arabica* L.) en semilla tomados como muestras al azar a través de un muestreo por las áreas del cultivo de la zona en estudio: Anexo “Villa Libertad”, haciendo una serie de viajes en la época de cosecha del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) durante el periodo de marzo a junio del 2015. Las muestras de semillas fueron germinadas y cultivadas en macetas de polietileno en el invernadero del Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal- EPA-FCA-UNSCH. Las muestras de hojas jóvenes se recogieron de cuatro a cinco meses de edad.

2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente trabajo de investigación de la caracterización morfológica se utilizó el programa Darwin 6.0.12, con el cual se realizó el agrupamiento de las 182 accesiones de café colectadas en el anexo de Villa Libertad – Ayna San Francisco – VRAEM, del cual se realizó la caracterización molecular utilizando el marcador molecular RAPD, dichos accesiones fueron evaluados al azar en los campos del cultivo de café aproximadamente de 500 Has. Para la caracterización agronómica se utilizó el diseño experimental completamente randomizado (DCR) de las 09 variedades edad de 8 años representativas seleccionadas en un área de 05 Has, con 03 repeticiones.

2.4. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental para la caracterización morfológica estuvo conformada de una planta por cada accesión de café para la evaluación de caracteres cualitativos y cuantitativos, por la homogeneidad se seleccionó la parte cualitativa para el agrupamiento de los 182 accesiones agrupadas en 18 grupos, del cual se realizó la caracterización molecular (RAPD) utilizando 01 muestra de ADN para cada uno de los 18 grupos agrupados (UPGMA), para esta caracterización la unidad experimental fue de 05 semillas de café por maceta con 02 repeticiones con el fin de disponer

muestras de hoja joven para la extracción de ADN. Mientras para la caracterización agromorfológica la evaluación de caracteres cuantitativos y cualitativos en las 09 variedades la unidad experimental fue de 01 planta de café por hoyo con 03 repeticiones.

2.5. METODOLOGÍA PARA COLECTA.

Se colectó semillas de café, tomando las muestras al azar en el anexo de Villa Libertad y georeferenciando con GPS los lugares y los árboles (accesiones). Las semillas fueron sembradas en el invernadero del Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal-EFPA-FCA-UNSCH con el fin de obtener hojas jóvenes frescas para la evaluación molecular.

2.6. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICO

Se utilizó el descriptor morfológico para el café publicado por (IPGRI, 1996) (International Plant Genetic Resources Institute), con algunas modificaciones; luego se evaluó en el campo del cultivo las características morfológicas (tallos, hojas, flores, fruto y grado de severidad de la enfermedad fungosa) y los caracteres agronómicos fueron evaluados en las variedades cultivadas y/o comerciales edad de 8 años, haciendo un seguimiento de su productividad a medida que el cultivo de café iba cambiando de estados fenológicos (Anexo 2).

2.7. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA.

2.7.1. Caracterización de las plantas y ramas.

Para la caracterización de las plantas y ramas se consideraron cinco descriptores cualitativos: Hábito de planta (HP), Desarrollo vegetativo de la planta (DVP), Forma de copa de la planta (FCP), Forma de la estípula (FE) y Color de la hoja joven (CHJ).

a) Hábito de Planta (HP).

Se contó el número de troncos por planta y se midió en el tallo dominante la altura del tronco y del tallo, ambos en centímetros. En base a los tres datos, el hábito de las plantas fue clasificada mediante códigos 1-3, donde (1) codifica hábito matorral (altura de la planta < 5 m y sin un tronco preciso), (2) arbusto o árbol pequeño (altura de la

planta < 5 m y con uno a más troncos) y (3) árbol (altura de la planta > 5 m y tronco único).

b) Desarrollo Vegetativo de la Planta (DVP).

Se determinó mediante la observación de la arquitectura de la planta distinguiéndose en (1) monopódico y (2) simpódico.

c) Forma de Copa de la Planta (FCP).

Se determinó mediante la observación de la forma de la copa de la planta, distinguiéndose en (1) Piramidal, (2) Arbustiforme y (3) Elongada cónica.

d) Forma de la Estípula (FE).

Se seleccionó al azar cinco puntos de nudo ubicadas en diferentes ramas, de donde se describió formas de estípulas para cada planta evaluada distinguiéndose en (1) Redonda, (2) Oval, (3) Triangular, (4) Deltoide (equilátero triangular), (5) Trapeciforme y (6) Otra.

e) Color de la Hoja Joven (CHJ).

Se seleccionó al azar cinco puntos apicales de diez ramas diferentes, donde se describió el color de las hojas más jóvenes utilizando muestras de imágenes para comparación que se reporta en el Anexo 2 (figura N° 1.4). El color de las hojas jóvenes se clasificó utilizando códigos del 1-6, donde (1) verdusca, (2) verde, (3) amarronada, (4) marrón rojiza, (5) bronce y (6) púrpura. El color de la hoja joven por planta se determinó en base a la moda de las cinco observaciones.

2.7.2. Caracterización de la hoja.

La caracterización de la hoja se realizó mediante tres descriptores cuantitativos; Longitud de la hoja (LH), Ancho de la hoja (AH) y Longitud del pecíolo foliar (LPF) y dos descriptores cualitativos Forma de la Hoja (FH) y Forma del ápice de la hoja (FAH). Para medir/observar estas características se muestreó aleatoriamente cinco hojas maduras, mayores al tercer nudo de la yema terminal de la rama, ubicadas en diferentes ramas (IPGRI, 1996).

a) Longitud de la Hoja (LH).

La medición de la longitud de la hoja se procedió utilizando un escalímetro (escala 1:100) en milímetros desde el pecíolo hasta el ápice de la hoja. El descriptor por planta se expresó como el promedio de las cinco mediciones.

b) Ancho de la Hoja (AH).

Tomando en cuenta las mismas hojas de la anterior variable se consideró el ancho máximo presentado por la lámina de las hojas. Se midió en milímetros las cinco hojas en el punto más ancho, y luego el valor del ancho de la hoja por planta se expresó como el promedio de las cinco mediciones.

c) Longitud del pecíolo foliar (LPF).

Se midió en milímetros las diez hojas desde la base del pecíolo hasta la inserción con la lámina foliar. El valor del descriptor por planta se expresó como el promedio de las cinco mediciones.

d) Forma de la Hoja (FH).

Se procedió a la descripción de la forma de la hoja mediante códigos del 1-4, donde (1) obovada, (2) ovada, (3) elíptica y (4) lanceolada (IPGRI 1996). El tipo de descriptor por planta quedó determinado por la moda de las cinco observaciones.

e) Forma del Ápice de la Hoja (FAH).

Se procedió a la descripción de la forma del ápice de la hoja mediante códigos de 1 al 6; donde (1) redonda, (2) obtusa, (3) aguda, (4) puntiaguda, (5) apiculada y (6) espatulada. El tipo de descriptor por planta se determinó con base a la moda de las cinco observaciones.

2.7.3. Caracterización de la inflorescencia.

La caracterización de la inflorescencia se realizó mediante dos descriptores: descriptor cualitativo; Posición de la inflorescencia (PI) y descriptor cuantitativo; Longitud del tallo de la inflorescencia (LTI). La caracterización de la flor se realizó mediante tres descriptores cuantitativos discretos: Número de flores por axila (NFA), Número de flores por fascículo (NFF) y Número de fascículos por nudo (NFN).

El proceso de la floración en el cultivo de café comprende varias etapas, como la inducción, iniciación, diferenciación, crecimiento y desarrollo, latencia y antesis (Camayo *et al.*, 2003 citados por Arcila, 2005). Considerando estas etapas, la caracterización de la flor se realizó durante la etapa de crecimiento y desarrollo de las flores.

a) Posición de la Inflorescencia (PI).

La caracterización de esta variable se realizó mediante la observación de la posición de la inflorescencia, en cinco ramas con abundante floración, seleccionadas aleatoriamente del tallo dominante o tallos laterales. Luego el valor del descriptor por planta se expresó como la moda de las cinco observaciones. Distinguiéndose en (1) flores axilares, (2) flores caulinares y (3) mixtas (ambas posiciones).

b) Longitud del Tallo de la Inflorescencia (LTI).

Para describir esta variable se muestreó cinco inflorescencias, en cinco diferentes nudos que presentaban la mayoría de flores abiertas. Se midió la longitud del tallo de la inflorescencia en milímetros, desde la base hasta la inserción de la primera flor, el descriptor por planta se expresó como el promedio de las cinco observaciones.

c) Número de flores por axila (NFA).

Para medir esta variable se seleccionó al azar 10 nudos en diferentes ramas, en cada nudo se contó el número de flores por fascículo en ambas axilas del nudo, luego se estimó el promedio de flores por cada axila y finalmente el valor del descriptor por planta quedó expresado como el promedio del número de flores de ambas axilas.

d) Número de flores por fascículo (NFF).

En los 10 nudos seleccionadas para el caso anterior se contó el número de flores por fascículo, luego se estimó el promedio de flores por fascículo para cada nudo y finalmente el valor del descriptor por planta quedó expresado como el promedio de los 10 nudos.

e) Número de fascículos por nudo (NFN).

Para la medición de esta variable se contó el número de fascículos para ambos lados de los 10 nudos seleccionadas para los dos descriptores anteriores, luego se estimó el

promedio de fascículos para cada nudo y finalmente el valor del descriptor por planta quedará establecido como el promedio del número de fascículos de los 10 nudos.

2.7.4. Caracterización del fruto.

La caracterización de frutos se realizó en tres cosechas: segunda, tercera y cuarta cosechas respectivamente. En este caso se utilizó tres descriptores cuantitativos (LF, AF y EF) y tres descriptores cualitativos (FF, CF y FDF). Los descriptores cuantitativos fueron medidos utilizando un VERNIER y para el caso de los descriptores cualitativos se utilizaron muestras de imágenes para la comparación.

a) Longitud del Fruto (LF).

Se procedió a medir en milímetros la parte más larga del fruto (IPGRI 1996), luego el valor del descriptor por planta se expresó como la media de las cinco mediciones.

b) Ancho del Fruto (AF).

También se procedió a medir en milímetros la parte más ancha del fruto. Finalmente, el valor del descriptor por planta se consideró como la media de las cinco mediciones.

c) Espesor del Fruto (EF).

Se procedió a medir en milímetros la parte con más grosor del fruto, luego el valor del descriptor por planta se expresó como la media de las cinco mediciones.

d) Forma del Fruto (FF).

Se describió la forma del fruto utilizando muestras de imágenes para comparación Anexo 1 (figura 4.2.), clasificadas en códigos de 1-5, donde (1) redondeada, (2) obovada, (3) oval, (4) elíptica, (5) oblonga (IPGRI 1996). La forma del fruto por planta se determinó con base a la moda del total de los 5 frutos.

e) Forma del Disco del Fruto (FDF).

Se describió la forma del disco del fruto mediante códigos del 1-4, donde (1) disco no marcada, (2) disco marcado, pero no prominente, (3) disco prominente y (4) disco forma picuda (IPGRI 1996).

f) Color del Fruto (CF).

Se procedió a describir el color del fruto utilizando muestras de imágenes para comparación, que se reporta en el Anexo 1 (figura 4.3). El color de los frutos se clasificó utilizando códigos del 1-10 donde (1) amarillo, (2) amarillo naranja, (3) naranja, (4) naranja rojizo, (5) rojo, (6) rojo púrpura, (7) púrpura, (8) púrpura violeta, (9) violeta y (10) negro (IPGRI, 1996). El color del fruto por planta se determinará en función a la moda del total de los frutos evaluados.

2.7.5. Caracterización de la semilla.

La caracterización de las semillas se realizó entre 70% y 80% con contenido de humedad en los granos pergamino. Se utilizó tres descriptores cuantitativos; Longitud de la Semilla (LS), Ancho de la Semilla (AS) y Espesor de la Semilla (ES) y dos descriptores cualitativos; Color de la Semilla (CS) y Forma de la Semilla (FS). El tamaño de muestra utilizada fue de diez semillas seleccionadas aleatoriamente del total de semillas de las cuatro cosechas por planta.

Los descriptores cuantitativos fueron medidos utilizando la misma regla graduada VERNIER en milímetros que se utilizó para medir los frutos, mientras que para los descriptores cualitativos se utilizó muestras de imágenes para la comparación.

a) Longitud de la Semilla (LS).

Se realizó el despulpado, fermentado, lavado y secado de los frutos; luego se procedió a medir en milímetros la parte más larga de la semilla. El valor del descriptor por planta fue establecido como la media de las diez mediciones.

b) Ancho de la Semilla (AS).

Se procedió a medir en milímetros la parte más ancha de la semilla. También el valor del descriptor por planta fue establecido como la media de las diez mediciones.

c) Espesor de la Semilla (ES).

Se procedió a medir en milímetros teniendo como línea de referencia la marca del hilo central de las semillas. El valor del descriptor por planta fue establecido como la media de las diez mediciones.

d) Color de la Semilla (CS).

De acuerdo el IPGRI (1996), el color de la semilla es una característica polimórfica dentro del género *Coffea*. El color de las semillas se caracterizó utilizando muestras de imágenes por comparación del Anexo 1 (figura 5.2) y la escala de clasificación para color de semillas propuesto por el (IPGRI, 1996) cuyos códigos van de 1-3, donde (1) verde, (2) amarilla y (3) marrón-púrpura. Finalmente, el color de la semilla por planta fue establecido como la moda de las cinco observaciones.

e) Forma de la Semilla (FS).

Se caracterizó la forma de la semilla comparando con las muestras de imágenes del Anexo 1 (figura 5.3), luego para describir se utilizó códigos de 1-5, donde (1) redonda, (2) obovada, (3) oval y (4) elíptica y (5) oblonga (IPGRI 1996). El valor del descriptor fue establecido como la moda de las cinco observaciones.

2.8. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA.

2.8.1. Caracterización de la arquitectura de la planta.

La caracterización de la arquitectura de la planta se realizó a través de dos descriptores cuantitativos; Altura de Planta (AP) y Ángulo de Inserción de las Ramas Primarias (AIRP) y un descriptor cualitativo; Hábito de Ramificación (HR).

a) Altura de Planta (AP).

Se procedió a medir en centímetros, desde el nivel del suelo o de la base del tallo hasta el punto apical del tallo dominante; utilizando códigos, donde (1) Muy baja (< 1 m.), (2) Baja (1-2 m.), (3) Alta (2-3 m), (4) Muy alta (> 3m).

b) Ángulo de Inserción de las Ramas Primarias (AIRP).

Se determinó con selección aleatorio de cinco ramas primarias en el tallo dominante y con un transportador se midió el valor del ángulo en grados sexagesimales entre el tallo y las ramas primarias. El ángulo de inserción por planta se expresó como la media aritmética de las cinco medidas.

c) Hábito de Ramificación (HR).

Para esta característica se contó el número de ramas (primarias, secundarias, terciarias, etc.) en cinco ramas principales seleccionadas aleatoriamente en el tallo principal de

la planta. Luego el hábito de ramificación de las plantas se clasificó según el nivel de ramificación alcanzada al momento de la observación, para lo cual, se utilizó códigos de 1-6, donde (1) muy pocas ramas primarias, (2) muchas ramas primarias con algunas ramas secundarias, (3) muchas ramas primarias con muchas ramas secundarias, (4) muchas ramas primarias y secundarias con algunas ramas terciarias, (5) muchas ramas primarias con muchas ramas secundarias y terciarias y (6) muchas ramas primarias, secundarias y terciarias con algunas ramas cuaternarias.

2.8.2. Evaluación del peso de las cerezas, peso de granos pergamino y granos oro.

a) Peso de cerezas (PC).

La evaluación del peso de frutos en cereza (PFC) se realizó por planta y luego se determinó el peso total por accesión, para ello se cosecharon las cerezas que alcanzaron la madurez fisiológica, luego se pesó en gramos el total de cerezas en cada cosecha, utilizando una balanza de precisión. Para la recolección de frutos en campo se utilizó bolsas plásticas debidamente etiquetadas con el número de la accesión planta. El valor de la variable respuesta se estableció como el peso total de frutos en cereza por árbol de las cinco primeras cosechas expresada en gramos.

b) Peso de Granos Pergamino (PGP).

El peso de granos pergamino (PGP) se determinó para cada planta con una balanza de precisión y luego se determinó el peso total por accesión. Antes del pesado se clasificaron los granos pergamino sanos y los brocados, el peso se determinó sobre el total de granos sanos, para las cuatro primeras cosechas, entre los 15 – 20 días después del beneficio (11% – 12% de contenido de humedad) (Ignacio, 2007). El PGP al 11% de contenido de humedad, se determinó el porcentaje de grano pergamino (% GP) por accesión calculada mediante la Fórmula 1.

Fórmula 1: $\%GP = (PGP/PFC) \times 100$

c) Peso de Granos Oro (PGO).

La evaluación del peso de granos oro (PGO) por accesión se realizó sobre el total de los granos de las cuatro primeras cosechas. Se seleccionaron aleatoriamente muestras de 100 granos por cada accesión al 11% de contenido de humedad, repetido tres veces,

luego el peso de granos oro se pesó en gramos utilizando una balanza electrónica y finalmente el valor del peso de granos oro por accesión se determinó como el promedio de las tres observaciones. El PGO al 11% de contenido de humedad, se determinó el porcentaje de grano oro (% GO) por accesión calculada mediante la Fórmula 2.

$$\text{Fórmula 2: \%GO} = (\text{PGO}/\text{PFC}) \times 100$$

2.8.3. Evaluación de frutos vanos.

Los frutos vanos (FV) se originan por aborto tardío del óvulo fecundado, el cual detiene el crecimiento del endospermo pero no el de la cavidad locular; este fenómeno puede ocurrir sólo en uno de los granos o en ambos granos del fruto y las causas pueden ser genéticos o fisiológicos (Alvarado *et al.*, 2002, Wintgents 2004, Regalado 2006 citados por Ignacio, 2007). La evaluación de esta variable se realizó en las cuatro cosechas consecutivas: primera, segunda, tercera y cuarta cosecha mediante el método de flotación (Alvarado *et al.*, 2002 citados por Ignacio, 2007) utilizando un recipiente de 15 litros lleno con agua. El tamaño de muestra fue de 100 frutos sanos, excepto en las plantas que no llegaron a producir 100 frutos por cosecha; se consideró el total de frutos sanos. Se contó y registró la cantidad de frutos que flotan una vez sumergidas al recipiente con agua.

Se determinó la proporción de FV por planta, el cual fue calculado como el porcentaje del número de frutos flotantes (NFF) sobre el número total de frutos (NTF) multiplicado por 100 (Fórmula 3). Finalmente, el valor de la variable respuesta para cada planta se estableció como el promedio del porcentaje de frutos vanos de las tres evaluaciones.

$$\text{Fórmula 3: \%FV} = (\text{NFF}/\text{NTF}) \times 100$$

2.8.4. Evaluación de semillas tipo caracol, elefante y triángulos.

a) Evaluación de Semillas tipo Caracol (SC).

Para la evaluación de las SC se juntó y secó las semillas de las cuatro cosechas, se realizaron muestreos aleatorios de 100 semillas (11% de contenido de humedad) por planta, excepto para las plantas que no llegaron a producir al menos 100 semillas sanas en las cuatro cosechas; en este caso se utilizó el total de semillas disponibles. Se separó

la muestra y se contó el número de semillas que tienen forma redondeada, es decir las semillas que no presentan el plano convexo o planchuela (Regalado, 2006 citado por Ignacio, 2007). Se determinó la SC como la relación entre el número de semillas tipo caracol (NSC) y el número total de semillas (NTS) muestreadas multiplicada por 100 (Fórmula 4).

$$\text{Fórmula 4: \%SC} = (\text{NSC}/\text{NTS}) \times 100$$

b) Evaluación de Semillas tipo Elefante (SE).

La evaluación de la SE también se realizó similar procedimiento de la caracterización anterior, juntando las cuatro cosechas con muestreos aleatorios de 100 semillas (11% de contenido de humedad) por planta, excepto para las plantas que no llegaron a producir al menos 100 semillas sanas en las cuatro cosechas; en este caso se utilizó el total de semillas disponibles. De la muestra evaluada se contó el número de semillas elefantes, deformes o monstruos. Se determinó la SE como la relación entre el número de semillas tipo elefante (NSE) y el número total de semillas (NTS) muestreadas multiplicada por 100 (Fórmula 5).

$$\text{Fórmula 5: \%SE} = (\text{NSE}/\text{NTS}) \times 100$$

c) Evaluación de Semillas tipo Triángulos (ST).

La evaluación de la ST se realizó similar procedimiento de las dos caracterizaciones anteriores, juntando las cuatro cosechas con muestreos aleatorios de 100 semillas (11% de contenido de humedad) por planta, excepto para las plantas que no llegaron a producir al menos 100 semillas sanas en las cuatro cosechas; en este caso se utilizó el total de semillas disponibles. De la muestra evaluada se contó el número de semillas triángulos. Se determinó la ST como la relación entre el número de semillas tipo triángulo (NST) y el número total de semillas (NTS) muestreadas multiplicada por 100 (Fórmula 6).

$$\text{Fórmula 6: \%ST} = (\text{NST}/\text{NTS}) \times 100$$

2.8.5. Evaluación del daño por la broca (*Hipotenemus hampei*).

Se procedió a la evaluación del porcentaje de daño de la población de adultos y de la población de larvas de la broca del fruto del café. La variable considerada es: 1) proporción de frutos perforados por árbol, el cual es considerado como una forma de

evaluar infestación de broca en el cultivo de café. Para determinar el porcentaje de frutos perforados se utilizó un tamaño de muestra de 100 frutos, excepto en las plantas que no llegaron a producir al menos 100 frutos por cosecha; se utilizó el 100% de los frutos por cosecha. Se contó y registró el número total de frutos perforados y luego el valor de la variable se determinó como la proporción del daño frutos brocados (DFB) por árbol mediante la relación entre el número de frutos brocados (NFB) sobre el número total de frutos (NTF) muestreados multiplicado por 100 (Fórmula 7).

$$\text{Fórmula 7: \%DFB} = (\text{NFB}/\text{NTF}) \times 100$$

2.8.6. Evaluación de la severidad del ataque de la roya (*Hemiliae vastatrix*).

Se realizó la evaluación de la severidad del ataque de la roya entre los meses de febrero a julio, dicha evaluación consistió en la estimación de la cantidad de inóculo bajo condiciones de infección natural según la escala nominada por (González *et al.* 2013).

Tabla 2.1. Escala para la evaluación de la severidad en plantas es la siguiente (González *et al.* 2013).

| CLASE | PLANTA (% DAÑO) |
|-------|---|
| 0 | Planta sana |
| 1 | 3 % de área foliar con presencia de roya |
| 2 | 10 % de área foliar con presencia de roya |
| 3 | 30 % de área foliar con presencia de roya |
| 4 | 60 % de área foliar con presencia de roya |
| 5 | Defoliación |

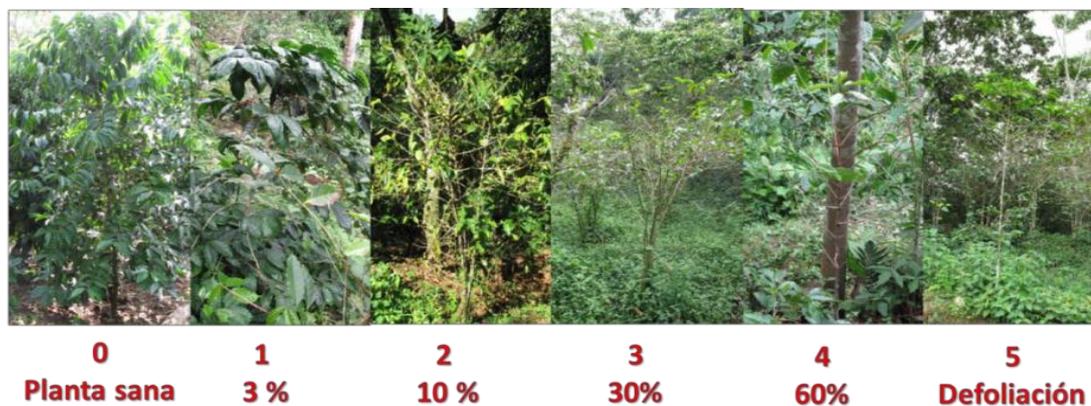


Figura 2.1. Diagrama de la escala para determinar el porcentaje de daño de la planta.

Tabla 2.2. Escala para evaluar la severidad en hojas por planta es la siguiente (González *et al.* 2013).

| CLASES | HOJA (% DAÑO) |
|--------|----------------------------|
| 0 | Sano sin síntomas visibles |
| 1 | 1-5 % de área afectada |
| 2 | 6-20 % de área afectada |
| 3 | 21-50 % de área afectada |
| 4 | >50 % de área afectada |

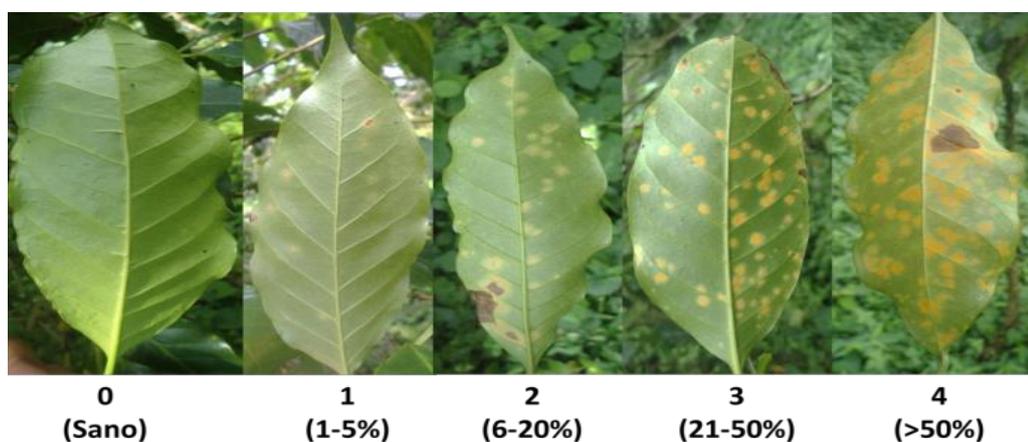


Figura 2.2. Diagrama de la escala para determinar el porcentaje de daño de las hojas de café.

La variable respuesta se expresó como el porcentaje de severidad de roya (SR) por planta, fue determinada por las escalas que se muestran en la tabla 2.1. y la tabla 2.2.

2.9. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS MOLECULAR.

2.9.1. Aislamiento de ADN.

Este procedimiento se realizó utilizando un protocolo con buffer CTAB (Bromuro de hexadeciltrimetil amonio) establecido por Doyle & Doyle (1990), con algunas modificaciones. Este protocolo fue estandarizado en el Laboratorio de Genética y biotecnología vegetal- EFPA-FCA-UNSCH y se realizó de la siguiente manera:

- Muestras de hojas jóvenes frescas de 5 g se trituraron en bolsas gruesas de 10 cm por 5 cm; se recogieron el zumo en tubos Eppendorf previamente etiquetados.

- b. se añadieron 700ul de tampón CTAB 2X (100mM Tris HCl pH 8.0, 20mM EDTA, 1.4M NaCl, y 1% PVP) y 2 ul de β mercaptoetanol, luego se mezcló con vortex y se Incubó las muestras al baño María a 65°C, durante 45 minutos; se agitó suavemente las muestras cada 15 min. Se dejó entibiar las muestras a temperatura ambiente por 2 min.
- c. Se adicionó 700ul de cloroformo/alcohol isoamílico (24:1) a cada tubo. Se mezcló suavemente con vortex y por inversión, para evitar dañar el ADN.
- d. Se centrifugó las muestras durante 10 min, 4 °C a 12,300 rpm. Se transfirió el sobrenadante a un tubo Eppendorf nuevo y etiquetado. Se evitó transferir el material de la interface. Se descartó el cloroformo/alcohol isoamílico remanente en contenedores debidamente etiquetados.
- e. Se adicionó 50ul de tampón CTAB al 10% (en NaCl 0.7M), se pasó vortex y se agitó suavemente hasta obtener una mezcla uniforme.
- f. Se repitió los pasos “c” y “d”.
- g. Se adicionó igual volumen de isopropanol frío (400-500ul) a cada tubo; luego se invirtió los tubos varias veces y se dejó en refrigeración a 4°C por 30 min ó 15 min a - 20°C.
- h. Se centrifugó las muestras a 12,300 rpm durante 20 min con 4 °C. Se desechó cuidadosamente el sobrenadante para evitar la pérdida de ADN pellet. Se dejó que se seque invirtiendo los tubos abiertos durante unos 2 min.
- i. Se lavó el ADN pellet en 1ml de etanol al 70% (por 3 min), se centrifugó las muestras a 12,300 rpm durante 35 min con 4 °C. Cuidadosamente se desechó el etanol (EtOH). Luego se adicionó 1ml de etanol al 90%, e centrifugó las muestras a 12,300 rpm durante 35 min y cuidadosamente se desechó el etanol (EtOH). Se dejó los tubos abiertos invertidos y se secó toda la noche o secarlos en una centrifugadora al vacío durante 15 min.
- j. Se disolvió el ADN en 150ul de T₁₀E₁ (10mM Tris HCl pH 8.0, 1mM EDTA pH 8.0) o agua destilada para cada muestra, se adicionó 1- 2ul de ARNasa 10mg/ml (libre de ADNasa) agitando suavemente se incubó las muestras a 37°C por 1 hora.
- k. Se almacenó las muestras de ADN a 4°C (ó-20°C por tiempo prolongado).

2.9.2. Cuantificación de ADN.

a) Por espectrofotometría.

Procedimiento:

- a) Se homogenizó lentamente las muestras de ADN con una micropipeta de 100 μL , por diez veces.
- b) Se preparó el espectrofotómetro UV marca Eppendorf BioPhotometer plus, con la opción de cuantificar el ADN.
- c) Para limpiar la superficie de muestra del adaptador se depositó 2 μL de agua bidestilada estéril y se absorbió el agua utilizando papel tizú, para mejor limpieza se repitió por dos veces.
- d) Nuevamente se depositó 2 μL de agua bidestilada estéril sobre la superficie del adaptador, se colocó la tapa de factor 50 – Lp 0,2 mm y se presionó la opción BLANK para calibrar y obtener “cero de Absorbancia” (0.000 A°).
- e) Se absorbió el agua utilizando papel tizú, luego se depositó 2 μL de la muestra de ADN, se colocó la tapa y presionó la opción SAMPLE para ver el resultado de la cuantificación y pureza de ADN en la pantalla del equipo; luego se absorbió la muestra con papel “tizú”.
- f) Se repitió los pasos 4 y 5 para la cuantificación de cada muestra de ADN.
- g) Terminada la cuantificación de ADN, se depositó 2 μL de agua bidestilada estéril, se secó con papel “tizú” y se apagó el equipo.

2.9.3. Verificación de la calidad de ADN.

Con este procedimiento se probó la calidad de ADN mediante la electroforesis en gel para verificar si había o no degradación. Esto fue una prueba preliminar a la verificación de la cantidad, ya que si el ADN no estaba en buen estado se debía realizar un aislamiento nuevo.

a) Por electroforesis

El ADN obtenido, se visualizó por electroforesis, realizando los siguientes pasos:

- 1) A partir de la muestra de ADN, se procedió a preparar volúmenes de carga para electroforesis en gel de agarosa al 1%, según la siguiente tabla:

Tabla 2.3. Preparación de carga de ADN para visualización de banda en electroforesis. Control de calidad de ADN, LGBV- EFA-FCA-UNSCH. Ayacucho, 2016.

| Nº de carril en gel de agarosa | ADN stock (µL) | Buffer Loading 6X (µL) | Volumen de agua PCR (µL) | Volumen final de carga (µL) |
|--------------------------------|----------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 1 | 3 | 6 |

- 2) Se cargó todo el contenido de las mezclas a cada uno de los pocillos del gel de agarosa al 1%, en sus respectivos carriles.
- 3) Luego se instaló la cámara de electroforesis a la fuente de poder y se dejó correr a 90 voltios por 1 hora con 15 min.
- 4) Se coloreó el gel de agarosa con bromuro de etidio al 2.5% por diez minutos y dos enjuagues suaves con agua corriente, luego se visualizó por radiación en UV en el sistema de registrador de imágenes marca Biometra UV solo TS. Adicionalmente se tomó fotografías con una cámara digital Canon 20x de 12,1 mega pixeles full HD, sobre un transiluminador UV marca Ultra Lum; en ambos casos para visualizar las bandas de ADN a diferentes concentraciones.

2.9.4. Amplificación de ADN por PCR.

La amplificación del ADN se realizó utilizando el termociclador de ADN Eppendorf con una capacidad de 48 muestras por ciclo de PCR disponible en el laboratorio. El estudio se realizó utilizando primers previamente seleccionados con base en el polimorfismo tabla 2.4.

Las siguientes primers utilizados y probados por; Aga *et al.*, (2003) (OPC-07: GTCCCGACGA y OPI-20: AAAGTGCGGG), Dinesh *et al.*, (2011) (OPF-06: GGGAATTCGG, OPK-05: TCTGTGCGAGG y OPG-12: CAGCTCACGA) y Kathurima *et al.*, (2011) OPI-07: CAGCGACAAG fueron seleccionados para la evaluación molecular de la presente investigación.

Tabla 2.4. Lista de primers seleccionados utilizados en el análisis RAPDs, junto con sus secuencias de nucleótidos, el número de bandas polimórficas y rango de tamaño molecular.

| primer | Sequences 5' to 3' | Number of polymorphic bands | Molecular size range (bp) |
|--------|--------------------|-----------------------------|---------------------------|
| OPC-07 | GTCCCGACGA | 9 | 300 - 1900 |
| OPI-20 | AAAGTGCGGG | 8 | 700 - 2000 |
| OPF-06 | GGGAATTCGG | 9 (100%) | 90 - 1300 |
| OPK-05 | TCTGTGCGAGG | 8 (80%) | 275 - 1250 |
| OPI-07 | CAGCGACAAG | 10 (83%) | |
| OPG-12 | CAGCTCACGA | 7 (87.5%) | 150 - 1700 |

Las reacciones de amplificación de ADN descrito por Dinesh *et al.*, (2011), con algunas modificaciones se realizaron en un volumen total de 25 ul que contenía reacción buffer 1X (75 mM Tris-HCl, pH 8.8, 20 mM (NH₄)₂SO₄, 0,01% (v / v) de Tween 20), 5 pmoles de cebador (primer), 1,5 mM dNTPs (10 mM cada uno de dATP, dCTP, dGTP y dTTP), 3U/ul de Taq polimerasa y de 25 a 30 ng de ADN de la muestra (tabla 2.5.).

Tabla 2.5. Master mix para realizar la técnica de PCR utilizando marcador molecular RAPD. LGBV- EFA-FCA-UNSCH. Ayacucho, 2016.

| | []o | []f | Volumen 1 Rxx | Volumen "19" Rxx |
|--------------------|-------|----------------------|---------------|------------------|
| NFW | | | 8.75uL | 166.25uL |
| Buffer 1X | 5X | 1X | 5uL | 95uL |
| Mgcl ₂ | 25mM | 1.5mM | 1.5uL | 28.5uL |
| dNTPs | 10mM | 1.5mM | 3.75 uL | 71.25 uL |
| Cebador | 10mM | 5 pmoles | 0.5uL | 9.5uL |
| Taq DNA polimerasa | 5U/ul | 3 U/ul | 0.5 uL | 9.5 uL |
| DNA | | 25 -30ng | 5 uL | |
| | | Volumen final | 25uL | |

La amplificación se realizó en un termociclador (Eppendorf, Alemania) utilizando el perfil del programa que consiste en una **Pre denaturación** de plantilla en 95°C durante 5 minutos, seguido por 42 ciclos de un minuto de **denaturación** (annealing) a 94 °C, **Hibridación** (alineamiento, unión del cebador); durante un minuto a 36 °C y 2 minutos de **extensión** (elongación de cadena) a 72 °C, con una etapa de **post extensión** de los cinco minutos a 72 °C resulta en una acumulación exponencial de fragmentos específicos.

Los productos de amplificación de PCR se sometió al proceso de electroforesis separando en geles de agarosa al 1,4% que contiene en 0,5 mg/ml bromuro de etidio, y correr en tampón 1X TAE (40mM Tris acetato de pH 8,0, EDTA 1 mM) que tuvo una duración de 1 hora y 15 minutos utilizando una diferencia de potencial de 90 Voltios.

2.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

- a) Los datos obtenidos de la caracterización morfológica fueron analizados utilizando el programa Darwin 6.0.12 con el cual se realizó el agrupamiento de las accesiones de café colectadas en el anexo de Villa Libertad – Ayna San Francisco –VRAEM.

Se realizó un análisis exploratorio a través de los estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, coeficiente de variación, valor mínimo y máximo) para tener una visión general sobre la variabilidad de las características cuantitativas a nivel de las accesiones colectadas en estudio.

- b) Con los datos de los caracteres agronómicos se realizó al análisis de variancia utilizando el diseño experimental completamente randomizado (DCR) cuyo modelo aditivo lineal es la siguiente:

$$\text{Modelo lineal 1: } Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = valor del carácter cuantitativo en la i-ésima accesión y j-ésima repetición.

μ = efecto de la media general

T_i = efecto de la i-ésima accesión

ε_{ij} = efecto del error aleatorio dentro de la i-ésima accesión y j-ésima planta.

Se realizó la prueba TUKEY ($\alpha = 0.05$), para los caracteres que muestran con una alta significación estadística, con la finalidad de determinar las diferencias estadísticas para cada variedad evaluada con el SAS.

- c). El análisis de datos se realizó a partir de las fotografías con los primers que muestren polimorfismo dentro del material estudiado. La selección de las bandas polimórficas se realizó comparando el patrón de amplificación de las muestras estudiadas. Una vez determinado los RAPDs polimórficos confiable para el primer OPK 05, se realizó la codificación de la información a partir de las fotografías con los primers que muestren polimorfismo dentro del material del estudio. El resultado final de la codificación fue una matriz de datos presencia/ausencia que permite comparar a todos los individuos entre si y hacer cálculos de distancia genética.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DE LA CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA.

3.1.1. De los caracteres morfológicos cuantitativos en las 182 unidades taxonómicas colectadas.

Se evaluaron 10 características morfológicas cuantitativas para las 182 unidades taxonómicas de café colectadas en Villa Libertad, tabla 3.1.

La longitud de la hoja en promedio fue de 158.12 ± 17.76 mm de longitud, con un coeficiente de variación de 11.23 %. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 220 y 119 mm; respectivamente.

El ancho de la hoja en promedio fue de 73.65 ± 9.51 mm de longitud, con un coeficiente de variación de 12.91 %. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 110 y 49 mm; respectivamente.

La longitud del peciolo foliar en promedio fue de 11.60 ± 1.83 mm de longitud, con un coeficiente de variación de 15.75%. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 18 y 7 mm; respectivamente. La relación de longitud de hoja entre ancho de la hoja en promedio fue de 2.16 ± 0.2 , con un coeficiente de variación de 9.15%. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 2.73 y 1.80; respectivamente. La longitud del fruto en promedio fue de 17.19 ± 1.84 mm de longitud, con un coeficiente de variación de 10.73 %. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 24 y 13.50 mm; respectivamente.

Tabla 3.1. Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 10 caracteres morfológicos cuantitativos de las 182 unidades taxonómicas de café (*Coffea arabica* L.).

| Caracteres morfológicos cuantitativos | Longitud de la hoja (LH en mm) | Ancho de la hoja (AH en mm) | Longitud del peciolo foliar (LP en mm) | Relación LH/AH | Longitud del fruto (LF en mm) | Ancho del fruto (AF en mm) | Espesor del fruto (EF en mm) | Longitud de la semilla (LS en mm) | Ancho de la semilla (AS en mm) | Espesor de la semilla (ES en mm) |
|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--|----------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| PROMEDIO | 158.12 | 73.65 | 11.60 | 2.16 | 17.19 | 14.73 | 11.70 | 13.45 | 8.95 | 5.15 |
| MÁXIMO | 220.00 | 110.00 | 18.00 | 2.73 | 24.00 | 18.00 | 14.00 | 20.00 | 11.00 | 6.50 |
| MÍNIMO | 119.00 | 49.00 | 7.00 | 1.80 | 13.50 | 12.50 | 10.00 | 10.00 | 8.00 | 4.00 |
| DESV.EST. | 17.76 | 9.51 | 1.83 | 0.20 | 1.84 | 1.05 | 0.78 | 1.50 | 0.61 | 0.41 |
| CV % | 11.23 | 12.91 | 15.75 | 9.15 | 10.73 | 7.11 | 6.66 | 11.17 | 6.86 | 7.98 |

El ancho del fruto en promedio fue de 14.73 ± 1.05 mm de ancho, con un coeficiente de variación de 7.11 %. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 18 y 12.50 mm; respectivamente.

El espesor del fruto en promedio fue de 11.70 ± 0.78 mm de espesor, con un coeficiente de variación de 6.66 %. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 14 y 10 mm; respectivamente.

La longitud de la semilla en promedio fue de 13.45 ± 1.50 mm de longitud, con un coeficiente de variación de 11.17 %. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 20 y 10 mm; respectivamente.

El ancho de la semilla en promedio fue de 8.95 ± 0.61 mm de ancho, con un coeficiente de variación de 6.86 %. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 11 y 8 mm; respectivamente.

El espesor de la semilla en promedio fue de 5.15 ± 0.41 mm de espesor, con un coeficiente de variación de 7.98 %. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 6.50 y 4 mm; respectivamente.

Alarcó (2011), reporta que en los caracteres morfológicos muestra los resultados promedios de las 66 accesiones; Longitud de la hoja 14.74 cm, ancho de la hoja 6.59

cm, longitud del peciolo foliar 1.07 cm, longitud del fruto 1.62 cm, ancho de fruto 1.27cm, espesor del fruto 0.11cm, longitud de semilla 1.17 cm, ancho de semilla 0.85 cm. Mientras los resultados que se obtuvo en la caracterización agromorfológica y molecular de café fueron mayores. Mientras **Ignacio (2007)**, reportó que en los caracteres morfológicos cuantitativos muestra los resultados promedios de las 73 accesiones; longitud de la hoja 154.51mm, ancho de la hoja 56.93 mm, relación LH/AH 2.73, longitud del peciolo foliar 11.74 mm, largo del fruto 16.99 mm, ancho del fruto 15.29 mm, espesor del fruto 13.40 mm, largo de la semilla 12.65 mm, ancho de la semilla 8.10 mm, espesor de la semilla 4.86 mm. Mientras los resultados que se obtuvo en la caracterización agromorfológica y molecular de café en la mayoría fueron mayores y menores en los caracteres de tercera, cuarta, sexta y séptima columna de la tabla 3.1.

3.1.2. De los caracteres morfológicos cuantitativos en las nueve variedades comerciales.

Se evaluaron 14 características morfológicas cuantitativas para las nueve variedades comerciales de café colectadas en Villa Libertad, tabla 3.2. La longitud de la hoja en promedio para Costa Rica 95, Híbrido “Brasileiro”, Catimor, Typica, Híbrido “E”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) fueron de 161.15 ± 10.96 mm, 153.90 ± 10.41 mm, 158.85 ± 3.97 mm, 152.60 ± 10.85 mm, 209.85 ± 9.85 mm, 152.10 ± 8.75 mm, 151.45 ± 6.04 mm, 159.80 ± 13.64 mm y 161.95 ± 9.72 mm de longitud; respectivamente. Los coeficientes de variación fueron 6.80%, 6.76%, 2.50%, 7.11%, 4.69%, 5.75%, 3.99%, 8.53% y 6.00%. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 171 y 138.50 mm, 170 y 140 mm, 166 y 154 mm, 165 y 136.50 mm, 224 y 197 mm, 162 y 136.50 mm, 159 y 140 mm, 191 y 145 mm y 176 y 144 mm; respectivamente, Anexo 3.

El ancho de la hoja en promedio para Costa Rica 95, Híbrido “Brasileiro”, Catimor, Typica, Híbrido “E”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) fueron de 75.95 ± 6.22 mm, 70.65 ± 3.99 mm, 75.20 ± 2.83 mm, 62.30 ± 2.92 mm, 96.35 ± 5.23 mm, $70.40 \pm$

5.19 mm, 70.90 ± 2.63 mm, 70.65 ± 4.52 mm y 73.60 ± 4.10 mm de longitud; respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 0.82%, 5.65%, 3.76%, 4.68%, 5.43%, 7.37%, 3.71%, 6.39% y 5.57%. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 86 y 66 mm, 76.50 y 64 mm, 79.50 y 71.50 mm, 66.50 y 57 mm, 104 y 89 mm, 77 y 61 mm, 75 y 67 mm, 80 y 65 mm y 81 y 68 mm; respectivamente, Anexo 3.

La longitud del peciolo foliar en promedio para Costa Rica 95, Híbrido “Brasileño”, Catimor, Typica, Híbrido “E”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) fueron de 12.15 ± 0.82 mm, 11.10 ± 0.70 mm, 11.80 ± 0.48 mm, 10.15 ± 0.78 mm, 14.30 ± 1.95 mm, 12.20 ± 1.27 mm, 10.60 ± 0.97 mm, 11.45 ± 0.44 mm y 10.85 ± 0.53 mm de longitud; respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 6.75%, 6.31%, 4.09%, 7.72%, 13.61%, 10.44%, 9.11%, 3.82% y 4.88%. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 14 y 11 mm, 12 y 10 mm, 12.50 y 11 mm, 11 y 9 mm, 18 y 11.50 mm, 14.50 y 10 mm, 12 y 9 mm, 12 y 11 mm y 11.50 y 10 mm; respectivamente, Anexo 3.

La relación de longitud de la hoja entre ancho de la hoja en promedio para Costa Rica 95, Híbrido “Brasileño”, Catimor, Typica, Híbrido “E”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) fueron de 2.13 ± 0.10 , 2.18 ± 0.06 , 2.11 ± 0.07 , 2.45 ± 0.08 , 2.18 ± 0.10 , 2.16 ± 0.04 , 2.14 ± 0.11 , 2.27 ± 0.19 y 2.20 ± 0.12 de longitud; respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 4.69%, 2.75%, 3.12%, 3.31%, 4.69%, 1.87%, 5.30%, 8.45% y 5.27%. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 2.27 y 1.99, 2.27 y 2.03, 2.23 y 2.03, 2.58 y 2.33, 2.39 y 1.99, 2.24 y 2.10, 2.37 y 2, 2.55 y 1.86 y finalmente 2.35 y 2.01 según el orden de las variedades, Anexo 3.

Tabla 3.2. Promedios para los 14 caracteres morfológicos cuantitativos de las 9 variedades comerciales de café (*Coffea arabica* L.).

| VARIEDAD | Promedios | | | | | | | | |
|---|---------------|---------------------|---------|--------|-------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| | Costa Rica 95 | Híbrido "Brasilero" | Catimor | Typica | Híbrido "E" | Caturra Amarilla y.v. | Caturra Roja y.v. | Caturra Roja y.b. | Caturra Amarilla y.b. |
| Longitud de la hoja (LH en mm) | 161.15 | 153.90 | 158.85 | 152.60 | 209.85 | 152.10 | 151.45 | 151.45 | 161.95 |
| Ancho de la hoja (AH en mm) | 75.95 | 70.65 | 75.20 | 62.30 | 96.35 | 70.40 | 70.90 | 70.90 | 73.60 |
| Longitud del peciolo foliar (LPF en mm) | 12.15 | 11.10 | 11.80 | 10.15 | 14.30 | 12.20 | 10.60 | 10.60 | 10.85 |
| Relación (LH/AH) | 2.13 | 2.18 | 2.11 | 2.45 | 2.18 | 2.16 | 2.14 | 2.14 | 2.20 |
| Número de flores por axila (NFA) | 8.00 | 15.40 | 14.10 | 6.40 | 7.70 | 7.40 | 7.50 | 7.50 | 7.40 |
| Número de flores por fascículo (NFF) | 3.60 | 4.30 | 3.80 | 3.20 | 3.30 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.20 |
| Número de fascículos por nudo (NFN) | 4.60 | 7.80 | 7.50 | 4.10 | 4.90 | 5.20 | 5.10 | 5.10 | 4.80 |
| Longitud del tallo de la inflorescencia (LTI en mm) | 4.15 | 4.10 | 4.25 | 3.95 | 5.00 | 3.85 | 3.85 | 3.85 | 3.70 |
| Longitud del fruto (LF en mm) | 18.37 | 17.30 | 16.70 | 17.24 | 21.49 | 17.35 | 18.34 | 18.34 | 16.94 |
| Ancho del fruto (AF en mm) | 16.10 | 14.76 | 14.64 | 14.06 | 16.55 | 14.11 | 14.60 | 14.60 | 14.39 |
| Espesor del fruto (EF en mm) | 13.59 | 12.69 | 12.83 | 12.40 | 13.99 | 12.77 | 13.10 | 13.10 | 12.15 |
| Longitud de la semilla (LS en mm) | 12.98 | 12.86 | 12.07 | 13.56 | 16.20 | 12.66 | 13.48 | 13.48 | 12.78 |
| Ancho de la semilla (AS en mm) | 8.49 | 8.66 | 8.48 | 8.70 | 9.45 | 8.11 | 8.40 | 8.40 | 8.00 |
| Espesor de la semilla (ES en mm) | 5.27 | 5.29 | 5.17 | | 5.85 | 4.93 | 5.16 | 5.16 | 5.05 |

El número de flores por axila en promedio para Costa Rica 95, Híbrido "Brasilero", Catimor, Typica, Híbrido "E", Caturra amarilla (yema verde), Caturra roja (yema verde), Caturra roja (yema bronce) y Caturra amarilla (yema bronce) fueron de 8 ± 1.49 flores, 15.40 ± 1.26 flores, 14.10 ± 1.66 flores, 6.40 ± 1.43 flores, 7.70 ± 0.95 flores, 7.40 ± 1.26 flores, 7.50 ± 1.08 flores, 7.60 ± 1.35 flores y 7.40 ± 1.26 flores; respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 18.63%, 8.18%, 11.80%, 22.34%, 12.32%, 17.09%, 14.40%, 17.76% y 17.09%. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 10 y 6 flores, 17 y 13 flores, 17 y 12 flores, 8 y 4 flores, 9 y 6 flores, 9 y 5 flores, 9 y 6 flores, 9 y 5 flores y finalmente 9 y 5 flores según el orden de las variedades, Anexo 3.

El número de flores por fascículo en promedio para Costa Rica 95, Híbrido “Brasilero”, Catimor, Typica, Híbrido “E”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) fueron de 3.60 ± 0.70 flores, 4.30 ± 1.25 flores, 3.80 ± 0.79 flores, 3.20 ± 0.63 flores, 3.30 ± 0.82 flores, 3 ± 0.82 flores, 3 ± 0.82 flores, 3.20 ± 0.63 flores y 3.20 ± 0.79 flores; respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 19.44%, 29.07%, 20.76%, 19.76%, 24.95%, 27.22%, 27.22%, 19.76% y 24.65%. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 5 y 3 flores, 6 y 3 flores, 5 y 3 flores, 4 y 2 flores, 4 y 2 flores, 4 y 2 flores, 5 y 2 flores, 4 y 2 flores y finalmente 4 y 2 flores según el orden de las variedades, Anexo 3.

El número de fascículos por nudo en promedio para Costa Rica 95, Híbrido “Brasilero”, Catimor, Typica, Híbrido “E”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) fueron de 4.60 ± 0.97 fascículos, 7.80 ± 2.25 fascículos, 7.50 ± 1.08 fascículos, 4.10 ± 0.57 fascículos, 4.90 ± 1.10 fascículos, 5.20 ± 1.03 fascículos, 5.10 ± 1.10 fascículos, 4.80 ± 0.79 fascículos y 4.80 ± 1.40 fascículos; respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 21.09%, 28.85%, 14.40%, 13.85%, 22.46%, 19.86%, 21.58%, 16.43% y 29.13%; respectivamente. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 6 y 3 fascículos, 11 y 5 fascículos, 9 y 6 fascículos, 5 y 3 fascículos, 7 y 3 fascículos, 7 y 4 fascículos, 7 y 3 fascículos, 6 y 4 fascículos y finalmente 8 y 3 fascículos según el orden de las variedades, Anexo 3.

La longitud del tallo de la inflorescencia en promedio para Costa Rica 95, Híbrido “Brasilero”, Catimor, Typica, Híbrido “E”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) fueron de 4.15 ± 0.24 mm, 4.10 ± 0.21 mm, 4.25 ± 0.42 mm, 3.95 ± 0.28 mm, 5 ± 0.41 mm, 3.85 ± 0.24 mm, 3.85 ± 0.24 mm, 3.75 ± 0.26 mm y 3.70 ± 0.26 mm de longitud; respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 5.78%, 5.12%, 10%, 7.19%, 8.16%, 6.27%, 6.27%, 7.03% y 6.98%; respectivamente. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 4.50 y 4 mm, 4.50 y 4 mm, 5 y 4 mm, 4.50 y 3.50 mm, 5.50 y 4 mm, 4 y 3.50 mm, 4 y 3.50 mm, 4 y 3.50 mm y finalmente 4 y 3.50 mm según el orden de las variedades, Anexo 3.

La longitud del fruto en promedio para Costa Rica 95, Híbrido “Brasileño”, Catimor, Typica, Híbrido “E”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) fueron de 18.37 ± 0.68 mm, 17.30 ± 0.65 mm, 16.70 ± 0.84 mm, 17.24 ± 0.63 mm, 21.49 ± 0.81 mm, 17.35 ± 0.82 mm, 18.34 ± 0.62 mm, 15.95 ± 0.73 mm y 16.94 ± 0.97 mm de longitud; respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 3.70%, 3.76%, 5.05%, 3.68%, 3.76%, 4.71%, 3.38%, 4.59% y 5.73%; respectivamente. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 19.30 y 17.40 mm, 18.60 y 16.70 mm, 18 y 15.20 mm, 18 y 16.40 mm, 22.60 y 20 mm, 18.60 y 16 mm, 19.40 y 17.70 mm, 17.80 y 15.10 mm y finalmente 18.80 y 15.50 mm según el orden de las variedades, Anexo 3.

El ancho del fruto en promedio para Costa Rica 95, Híbrido “Brasileño”, Catimor, Typica, Híbrido “E”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) fueron de 16.10 ± 0.53 mm, 14.76 ± 0.63 mm, 14.64 ± 0.29 mm, 14.06 ± 0.66 mm, 16.55 ± 0.94 mm, 14.11 ± 0.64 mm, 14.60 ± 0.53 mm, 13.86 ± 0.42 mm y 14.39 ± 0.77 mm de ancho; respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 3.29%, 4.27%, 1.99%, 4.72%, 5.71%, 4.55%, 3.61%, 3.01% y 5.38%; respectivamente. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 16.70 y 15 mm, 15.60 y 13.50 mm, 15.30 y 14.40 mm, 15.20 y 13.10 mm, 18.10 y 15.20 mm, 15 y 13.20 mm, 15.40 y 13.90 mm, 14.40 y 13.10 mm y finalmente 15.50 y 13.30 mm según el orden de las variedades, Anexo 3.

El espesor del fruto en promedio para Costa Rica 95, Híbrido “Brasileño”, Catimor, Typica, Híbrido “E”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) fueron de 13.59 ± 0.47 mm, 12.69 ± 0.64 mm, 12.83 ± 0.54 mm, 12.40 ± 0.59 mm, 13.99 ± 0.93 mm, 12.77 ± 0.55 mm, 13.10 ± 0.45 mm, 12.40 ± 0.50 mm y 12.15 ± 0.52 mm de espesor; respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 3.46%, 5.04%, 4.21%, 4.78%, 6.68%, 4.29%, 3.41%, 4.06% y 4.29%; respectivamente. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 14.30 y 12.70 mm, 14 y 11.80 mm, 13.70 y 12.10 mm, 13.20 y 11.50 mm, 15.70 y 12.80 mm, 13.50 y 11.80 mm, 13.70 y

12.30 mm, 13.10 y 11.70 mm y finalmente 13 y 11.50 mm según el orden de las variedades, Anexo 3.

La longitud de la semilla en promedio para Costa Rica 95, Híbrido “Brasileño”, Catimor, Typica, Híbrido “E”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) fueron de 12.98 ± 0.61 mm, 12.86 ± 0.59 mm, 12.07 ± 0.49 mm, 13.56 ± 0.61 mm, 16.20 ± 0.94 mm, 12.66 ± 0.45 mm, 13.48 ± 0.55 mm, 12.22 ± 0.58 mm y 12.78 ± 0.65 mm de longitud; respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 4.70%, 4.59%, 4.10%, 4.48%, 5.82%, 3.52%, 4.11%, 4.71% y 5.05%; respectivamente. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 14.10 y 12.10 mm, 13.90 y 12.10 mm, 13.10 y 11.40 mm, 14.30 y 12.20 mm, 17.70 y 14.80 mm, 13.50 y 12 mm, 14.30 y 12.70 mm, 13.10 y 11.10 mm y finalmente 13.70 y 11.90 mm según el orden de las variedades, Anexo 3.

El ancho de la semilla para Costa Rica 95, Híbrido “Brasileño”, Catimor, Typica, Híbrido “E”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) fueron de 8.49 ± 0.25 mm, 8.66 ± 0.36 mm, 8.48 ± 0.40 mm, 8.70 ± 0.33 mm, 9.45 ± 0.73 mm, 8.11 ± 0.39 mm, 8.40 ± 0.21 mm, 8.38 ± 0.20 mm y 8 ± 0.36 mm de ancho; respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 2.94%, 4.16%, 4.71%, 3.83%, 7.68%, 4.77%, 2.45%, 2.44% y 4.49%; respectivamente. Los valores máximos y mínimos para esta característica fluctúan entre 8.80 y 7.90 mm, 9.40 y 8.10 mm, 9.30 y 7.90 mm, 9.30 y 8.20 mm, 10.40 y 8.40 mm, 8.80 y 7.70 mm, 8.70 y 8 mm, 8.70 y 8 mm y finalmente 8.80 y 7.60 mm según el orden de las variedades, Anexo 3.

El espesor de la semilla para Costa Rica 95, Híbrido “Brasileño”, Catimor, Typica, Híbrido “E”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) fueron de 5.27 ± 0.19 mm, 5.29 ± 0.12 mm, 5.17 ± 0.38 mm, 5.13 ± 0.18 mm, 5.85 ± 0.47 mm, 4.93 ± 0.19 mm, 5.16 ± 0.18 mm, 4.85 ± 0.12 mm y 5.05 ± 0.20 mm de espesor; respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 3.61%, 2.27%, 7.30%, 3.56%, 8.03%, 3.95%, 3.56%, 2.43% y 3.88%; respectivamente. Los valores máximos y mínimos para esta

característica fluctúan entre 5.70 y 5 mm, 5.40 y 5.10 mm, 5.90 y 4.60 mm, 5.40 y 4.90 mm, 6.90 y 5.40 mm, 5.30 y 4.70 mm, 5.40 y 4.90 mm, 5 y 4.70 mm y finalmente 5.30 y 4.80 mm según el orden de las variedades, Anexo 3.

Mamani (2008), reporta que las variedades de Catimor y Caturra muestran las medidas promedios de; longitud de la hoja 12 - 15.1 cm y 12.06 cm, ancho de la hoja 5.17 - 6.85 cm y 5.32 cm, longitud del pecíolo foliar 0.75 - 1.2 cm y 0.8 cm, número de flores por axila 8 - 17 y 16, número de flores por fascículo 3 - 4 y 4, número de fascículos por nudo 4 - 5 y 5, longitud del fruto 1.53 - 1.73 cm y 1.66 cm, ancho del fruto 1.36 - 1.6 cm y 1.46 cm, grosor del fruto 1.2 - 1.34 cm y 1.2 cm, longitud de las semillas 1.33 - 1.4 cm y 1.05 cm, ancho de las semillas 0.87 - 1.02 cm y 0.92 cm y grosor de las semillas 0.52 - 0.59 cm y 0.57 cm; respectivamente. Mientras **Pacheco (2012)**, reporta que las variedades de Caturra Rojo, Caturra Amarilla, Typica y Catimor Rojo muestran las medidas promedios de; longitud de la hoja 14.25, 15.06, 15.18 y 16.10 cm, ancho de la hoja 6.61, 6.78, 6.42 y 7.79 cm, longitud del pecíolo foliar 1.13, 1.43, 1.0 y 1.33 cm, longitud del fruto 1.62, 1.66, 1.61 y 1.78 cm, ancho del fruto 1.26, 1.30, 1.25 y 1.37 cm, espesor del fruto 0.10, 0.10, 0.10 y 0.10 cm, longitud de las semilla 1.14, 1.16, 1.18 y 1.38 cm, ancho de las semilla 0.83, 0.81, 0.88 y 1.01 cm y espesor de las semilla 0.56, 0.56, 0.57 y 0.69 cm; respectivamente.

3.1.3. De los caracteres morfológicos cualitativos de las 182 unidades taxonómicas.

Se evaluaron 13 características morfológicas cualitativas para las 182 unidades taxonómicas de café colectadas en Villa Libertad, Anexo N° 03. Considerando el carácter del hábito de la planta se encontró que todas las unidades taxonómicas presentaron el hábito (2), que de acuerdo al descriptor corresponde al tipo arbusto o árbol pequeño (altura de la planta < 5 m y con uno a más troncos). Considerando el carácter apariencia general de la planta (AGP) se encontró que la apariencia Piramidal lo representan 138 unidades taxonómicas (75.82%): C002 a C004, C006, C008 a C010, C013 a C018, C021, C022, C024, C025, C027 a C030, C033 a C035, C037, C039, C040, C043, C044, C046 a C050, C052, C054, C055, C057, C059, C062 a C078,

Tabla 3.3. Parámetros evaluados para los 12 caracteres morfológicos cualitativos de las 182 unidades taxonómicas de café (*Coffea arabica* L.).

| Hábito de planta (HP) | | | Apariencia General de la Planta (AGP) | | | Forma de Estípula (FE) | | |
|---|--------------|---------------|---------------------------------------|--------------|---------------|--------------------------------------|--------------|---------------|
| | N° accesione | % | | N° accesione | % | | N° accesione | % |
| (1) matorral (altura de la planta < 5 m y sin un tronco preciso) | 0 | 0.00 | (1) Piramidal | 138 | 75.82 | (1) Redonda | 0 | 0.00 |
| (2) arbusto o árbol pequeño (altura de la planta < 5 m y con uno a más troncos) | 182 | 100.00 | (2) Arbustiforme | 0 | 0.00 | (2) Oval | 0 | 0.00 |
| (3) árbol (altura de la planta > 5 m y tronco único) | 0 | 0.00 | (3) Elongada cónica. | 44 | 24.18 | (3) Triangular | 0 | 0.00 |
| Total | 182 | 100.00 | Total | 182 | 100.00 | (4) Deltoide (equilátero triangular) | 182 | 100.00 |
| | | | | | | (5) Trapeciforme | 0 | 0.00 |
| | | | | | | Total | 182 | 100.00 |

| Posición de la inflorescencia (PI) | | | Forma de la hoja (FH) | | | Forma del ápice de la hoja (FAH) | | |
|------------------------------------|--------------|---------------|-----------------------|--------------|---------------|----------------------------------|--------------|------------|
| | N° accesione | % | | N° accesione | % | | N° accesione | % |
| (1) flores axilares | 182 | 100.00 | (1) obovada | 0 | 0.00 | (1) redonda | 0 | 0.00 |
| (2) flores caulinares y | 0 | 0.00 | (2) ovada | 8 | 4.40 | (2) obtusa | 0 | 0.00 |
| (3) mixtas (ambas posi) | 0 | 0.00 | (3) elíptica | 135 | 74.18 | (3) aguda | 0 | 0.00 |
| Total | 182 | 100.00 | (4) lanceolada. | 39 | 21.43 | (4) puntiaguda | 75 | 41.21 |
| | | | Total | 182 | 100.00 | (5) apiculada y | 107 | 58.79 |
| | | | | | | (6) espatulada. | 0 | 0.00 |
| | | | | | | Total | 182 | 100 |

| Forma del fruto (FF) | | | Forma del disco del fruto (FDF) | | | Forma de la semilla (FS) | | |
|----------------------|--------------|---------------|---------------------------------|--------------|---------------|--------------------------|--------------|---------------|
| | Nº accesione | % | | Nº accesione | % | | Nº accesione | % |
| (1) redondeada | 122 | 67.03 | (1) disco no marcada | 0 | 0.00 | (1) redonda | 31 | 17.03 |
| (2) obovada | 0 | 0.00 | (2) disco marcado pero | 87 | 47.80 | (2) obovada | 0 | 0.00 |
| (3) oval | 0 | 0.00 | (3) disco prominente | 76 | 41.76 | (3) oval | 0 | 0.00 |
| (4) elíptica | 3 | 1.65 | (4) disco forma picuda | 19 | 10.44 | (4) elíptica y | 145 | 79.67 |
| (5) oblonga | 57 | 31.32 | Total | 182 | 100.00 | (5) oblonga | 6 | 3.30 |
| Total | 182 | 100.00 | | | | Total | 182 | 100.00 |

| Color de la hoja joven (CHJ) | | | Color del fruto (CF) | | | Color de la semilla (CS) | | |
|------------------------------|--------------|---------------|----------------------|--------------|---------------|--------------------------|--------------|---------------|
| | Nº accesione | % | | Nº accesione | % | | Nº accesione | % |
| (1) Verdusca | 0 | 0.00 | (1) amarillo | 28 | 15.38 | (1) verde | 182 | 100.00 |
| (2) verde | 73 | 40.11 | (2) amarillo naranja | 0 | 0.00 | (2) amarilla y | 0 | 0.00 |
| (3) amarronada | 1 | 0.55 | (3) naranja | 1 | 0.55 | (3) marrón-púrpura. | 0 | 0.00 |
| (4) marrón rojiza | 45 | 24.73 | (4) naranja rojizo | 0 | 0.00 | Total | 182 | 100.00 |
| (5) bronce | 63 | 34.62 | (5) rojo | 153 | 84.07 | | | |
| (6) púrpura. | 0 | 0.00 | (6) rojo púrpura | 0 | 0.00 | | | |
| Total | 182 | 100.00 | (7) púrpura | 0 | 0.00 | | | |
| | | | (8) púrpura violeta | 0 | 0.00 | | | |
| | | | (9) violeta y | 0 | 0.00 | | | |
| | | | (10) negro | 0 | 0.00 | | | |
| | | | Total | 182 | 100.00 | | | |

C080 a C091, C093, C094, C096, C098, C101, C103, C104 a C110, C112 a C114, C117, C118, C120 a C132, C134, C135, C138, C140 a C149, C151, C152, C154 a C164, C166, C168 a C170, C174 a C182; y la apariencia elongada cónica lo presentan 44 unidades taxonómicas (24.18%): C001, C005, C007, C011, C012, C019, C020, C023, C026, C031, C032, C036, C038, C041, C042, C045, C051, C053, C056, C058, C060, C061, C079, C092, C095, C097, C099, C100, C102, C111, C115, C116, C119, C133, C136, C137, C139, C150, C153, C165, C167, C171 a C173.

Considerando el carácter de la forma de estípula (FE) se encontró que la forma deltoide (equilátero triangular), lo presentaron el 100% de las unidades taxonómicas. Al evaluar el color de la hoja joven (CHJ) se encontró que el color verde lo presentan 73 unidades taxonómicas (40.11%): C001, C002, C004, C008, C011, C012, C014, C017, C019, C020, C023, C025, C028, C030, C033, C034, C036, C038, C040, C043, C047, C051, C052, C056, C057, C061, C063, C064, C088, C090, C093, C097, C103, C105, C106, C109, C113, C116, C117, C119, C121 a C123, C125, C127, C129, C131, C137, C140, C145, C146, C148, C149, C152 a C165, C174, C182 ; y el color amarronada lo presenta la unidad taxonómica C029 (0.55%). El color marrón rojiza lo presentan 45 unidades taxonómicas (32.61%): C024, C027, C035, C037, C039, C041, C042, C044, C048, C054, C059, C062, C066, C068 a C073, C075, C076, C078, C080, C081, C083, C084, C086, C089, C094, C098, C108, C112, C114, C124, C126, C128, C130, C132, C138, C139, C141, C143, C147, C166, C169. El color bronce lo presentan 63 unidades taxonómicas (34.62%): C003, C005 a C007, C009, C010, C013, C015, C016, C018, C021, C022, C026, C031, C032, C045, C046, C049, C050, C053, C055, C058, C060, C065, C067, C074, C077, C079, C082, C085, C087, C091, C092, C095, C096, C099 a C102, C104, C107, C110, C111, C115, C118, C120, C133, C134, C136, C142, C144, C150, C151, C167, C168, C170 a C173, C175, C179 a C181.

Al evaluar la forma de la hoja (FH) se encontró que la forma ovada lo presentan 8 unidades taxonómicas (4.40%): C002, C025, C067, C068, C073, C145, C152, C153. La forma elíptica lo presentan 135 unidades taxonómicas (74.18%): C001, C003, C004, C006, C008 a C010, C014, C015, C017 a C024, C027 a C030, C037, C039 a C043, C046 a C055, C059, C061 a C066, C069, C070, C074 a C081, C083 a C091, C096, C098 a C101, C103 a C110, C112 a C118, C120 a C132, C134 a C144, C146 a

C149, C151, C154 a C164, C166, C170, C172 a C179, C181, C182. La forma lanceolada lo presentan 39 unidades taxonómicas (21.43%): C005, C007, C011 a C013, C016, C026, C031 a C036, C038, C044, C045, C056 a C058, C060, C071, C072, C082, C092 a C095, C097, C102, C111, C119, C133, C150, C165, C167 a C169, C171 y C180.

Considerando la forma del ápice de la hoja (FAH) se encontró que la forma puntiaguda lo presentan 75 unidades taxonómicas (41.21%): C001 a C003, C005, C006, C010 a C015, C017, C019, C020, C024 a C032, C034, C035, C038 a C040, C045, C046, C052, C054, C056 a C058, C060, C061, C063, C064, C066, C071, C072, C076, C080, C086, C092, C095, C097, C099, C101 a C103, C106, C111, C114, C119, C133, C135, C136, C139, C145, C146, C150, C151, C154, C159, C160, C165, C167, C169, C171, C172, C178, C180, C181; la forma apiculada presentan 107 unidades taxonómicas (58.79%): C004, C007 a C009, C016, C018, C021 a C023, C033, C036, C037, C041 a C044, C047 a C051, C053, C055, C059, C062, C065, C067 a C070, C073 a C075, C077 a C079, C081 a C085, C087 a C091, C093, C094, C096, C098, C100, C104, C105, C107 a C110, C112, C113, C115 a C118, C120 a C132, C134, C137, C138, C140 a C144, C147 a C149, C152, C153, C155 a C158, C161 a C164, C166, C168, C170, C173 a C177, C179 y C182.

Al evaluar la posición de la inflorescencia (PI) se encontró que la posición de flores axilares lo presentaron las 182 unidades taxonómicas (100%). En caso de la forma del fruto (FF) se encontró que la forma redondeada lo presentan 122 unidades taxonómicas (67.03%): C001, C003, C004, C006, C008 a C010, C012, C014, C016 a C018, C020, C022, C024, C026 a C028, C030, C033, C037, C039 a C042, C047 a C049, C051, C054, C056 a C065, C067, C069, C071, C073, C075, C076, C078, C079, C083 a C089, C091, C093, C096, C097, C100, C102, C103, C106 a C110, C112 a C117, C119 a C122, C124, C128 a C135, C137 a C141, 143, C144, C146 a C148, C150 a C164, C168, C169, C171 a C178 y C182; la forma del fruto elíptica lo presentan 3 unidades taxonómicas (1.65%): C002, C025 y C029; la forma del fruto oblonga lo presentan 57 unidades taxonómicas (31.32%): C005, C007, C011, C013, C015, C019, C021, C023, C031, C032, C034 a C036, C038, C043 a C046, C050, C052, C053, C055, C066, C068, C070, C072, C074, C077, C080 a C082, C090, C092, C094, C095, C098, C099,

C101, C104, C105, C111, C118, C123, C125 a C127, C136, C142, C145, C149, C165 a C167, C170 y C179 a C181.

En cuanto a la forma del disco del fruto (FDF) se encontró que la forma disco marcado, pero no prominente lo presentaron 87 unidades taxonómicas (47.80%), disco prominente presentan 76 unidades taxonómicas (41.76%) y disco forma picuda presentaron 19 unidades taxonómicas (10.44%).

El color del fruto (CF) amarillo lo presentan 28 unidades taxonómicas (15.38%): C017, C020, C027, C030, C034, C040, C062 a C064, C105, C108, C110, C112, C114, C116, C118, C119, C124, C134, C137, C138, C142, C143, C146, C171, C172, C174, C176; el color del fruto naranja lo presenta la unidad taxonómica C028 (0.55%); el color del fruto rojo lo presentan 153 unidades taxonómicas (84.07%): C001 a C016, C018, C019, C021 a C026, C029, C031 a C033, C035 a C039, C041 a C061, C065 a C104, C106, C107, C109, C111, C113, C115, C117, C120 a C123, C125 a C133, C135, C136, C139 a C141, C144, C145, C147 a C170, C173, C175 y C177 a C182.

El color de la semilla (CS) fue verde en todas las unidades taxonómicas (100%). En cuanto a la forma de la semilla (FS) resulto que la forma redonda lo presentan 31 unidades taxonómicas (17.03%): C004, C008, C010, C028, C030, C031, C039, C057, C058, C060, C063 a C065, C093, C096, C097, C109, C113, C116, C129, C134, C135, C137 a C139, C148, C157, C159, C167, C172 y C177; la forma elíptica lo presentan 145 unidades taxonómicas (79.67%): C001, C003, C005 a C007, C009, C011 a C024, C026, C027, C032 a C038, C040 a C056, C059, C061, C062, C066 a C092, C094, C095, C098 a C108, C110 a C112, C114, C115, C117 a C127, C130 a C133, C136, C140 a C147, C149 a C156, C158, C160 a C166, C168, C169, C171, C173 a C176, C178 y C180 a C182; y la forma oblonga lo presentan 6 unidades taxonómicas (3.30%): C002, C025, C029, C128, C170 y C179.

3.1.4. De los caracteres morfológicos cualitativos de las nueve variedades comerciales.

Se evaluaron 12 características morfológicas cualitativas para las nueve variedades comerciales de café colectadas en el Anexo de Villa Libertad.

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Forma de Estípula (FE) | (1) Redonda | | | | | | | | | | |
| | (2) Oval | | | | | | | | | | |
| | (3) Triangular | | | | | | | | | | |
| | (4) Deltoide (equilátero trian | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| | (5) Trapeciforme | | | | | | | | | | |
| Posición de la inflorescencia (PI) | (1) flores axilares | 90% | 60% | 95% | 90% | 95% | 90% | 70% | 90% | 90% | |
| | (2) flores caulinares y | | | | | | | | | | |
| | (3) mixtas. | 10% | 40% | 5% | 10% | 5% | 10% | 30% | 10% | 10% | |
| Forma del fruto (FF) | (1) redondeada | 80% | 90% | 80% | 90% | 30% | 80% | 80% | 80% | 80% | |
| | (2) obovada | | 10% | 80% | 10% | | 20% | 20% | 20% | 20% | |
| | (3) oval | | | | | | | | | | |
| | (4) elíptica | | | | | | | | | | |
| | (5) oblonga | 20% | | | | 70% | | | | | |
| Forma del disco del fruto (FDF) | (1) disco no marcada | | | | | | | | | | |
| | (2) disco marcado pero no pro | | 100% | | | | 100% | 100% | 100% | 100% | |
| | (3) disco prominente | 100% | | 100% | 100% | | | | | | |
| | (4) disco forma picuda | | | | | 100% | | | | | |
| Color del fruto (CF) | (1) amarillo | | | | | | 100% | | | 100% | |
| | (2) amarillo naranja | | | | | | | | | | |
| | (3) naranja | | | | | | | | | | |
| | (4) naranja rojizo | | | | | | | | | | |
| | (5) rojo | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | | 100% | 100% | | |
| | (6) rojo púrpura | | | | | | | | | | |
| | (7) púrpura | | | | | | | | | | |
| | (8) púrpura violeta | | | | | | | | | | |
| | (9) violeta y | | | | | | | | | | |
| | (10) negro | | | | | | | | | | |
| Color de la semilla (CS) | (1) verde | 100% | 100% | 100% | 30% | 30% | 40% | 45% | 100% | 80% | |
| | (2) amarilla y | | | | 70% | 70% | 60% | 55% | | 20% | |
| | (3) marrón-púrpura. | | | | | | | | | | |
| Forma de la semilla (FS) | (1) redonda | 60% | 85% | 90% | 80% | 20% | 80% | 80% | 80% | 80% | |
| | (2) obovada | | | | | | | | | | |
| | (3) oval | | | | | | | | | | |
| | (4) elíptica y | | | | | | | | | | |
| | (5) oblonga | 40% | 15% | 10% | 20% | 80% | 20% | 20% | 20% | 20% | |

Considerando el carácter del hábito de la planta se encontró que todas las variedades tienen el hábito de crecimiento tipo arbusto o árbol pequeño (altura de la planta < 5 m y con uno a más troncos).

Al observar el desarrollo vegetativo de la planta (DVP) las variedades de Costa Rica 95, Catimor, Híbrido “E”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Amarilla (yema bronce) y Caturra Roja (yema bronce) presentaron el desarrollo monopódico, la variedad Híbrido “Brasilero” presentó desarrollo monopódico (80%) y simpódico (20%) y la variedad Typica presentó el desarrollo monopódico (70%) y simpódico (30%).

En cuanto a la forma de la copa de la planta se encontró que todas las variedades presentaron la apariencia piramidal. También en la forma de estípula, todas las variedades presentaron la forma Deltoide (equilátero triangular).

Al evaluar el color de la hoja joven se encontró que la variedad Costa Rica 95 presentó el color marrón rojiza (70%) y bronce (30%), las variedades Híbrido “Brasilero”, Híbrido “E”, Caturra Amarilla (yema verde) y Caturra Roja (yema verde) presentaron el color verde (100%), la variedad Catimor presentó el color marrón rojiza (80%) y bronce (20%), las variedades Typica y Caturra Roja (yema bronce) presentaron el color bronce (70%) y marrón rojiza (30%) y la variedad Caturra Amarilla (yema bronce) presentó el color bronce (80%) y marrón rojiza (20%).

En cuanto la forma de la hoja se encontró que las variedades Costa Rica 95, Catimor, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) presentaron la forma elíptica (100%), la variedad Híbrido “Brasilero” presentó la forma elíptica (80%) y lanceolada (20%), la variedad Typica presentó la forma lanceolada (80%) y elíptica (20%), la variedad Híbrido “E” presentó la forma ovada (80%) y elíptica (20%).

En cuanto a la forma del ápice de la hoja se encontró que las variedades Costa Rica 95, Híbrido “Brasilero” y Caturra Amarilla (yema verde) presentaron la forma apiculada (70%) y puntiaguda (30%), la variedad Catimor presentó la forma apiculada

(100%), las variedades Typica e Híbrido “E” presentaron la forma puntiaguda (80%) y apiculada (20%) y las variedades Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) presentaron la forma apiculada (80%) y puntiaguda (20%).

Al observar la forma de estípula (FE), todas las variedades presentan forma deltoide (equilátero triangular).

Al evaluar la posición de la inflorescencia se encontró que las variedades Costa Rica 95, Typica, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema bronce), Caturra Amarilla (yema bronce), presentan la posición flores axilares (90%) y mixtas (ambas posiciones) (10%), la variedad Híbrido “Brasilero” presentó la posición flores axilares (60%) y mixtas (ambas posiciones) (40%), las variedades Catimor y Híbrido “E” presentan la posición flores axilares (95%) y mixtas (ambas posiciones) (5%) y la variedad Caturra Roja (yema verde) presentó la posición flores axilares (70%) y mixtas (ambas posiciones) (30%).

En cuanto a la forma del fruto (FF) se encontró que la variedad Costa Rica 95 presentó la forma redondeada (80%) y oblonga (20%), las variedades Híbrido “Brasilero” y Typica presentan la forma redondeada (90%) y obovada (10%), la variedad Híbrido “E” presentó la forma oblonga (70%) y redondeada (30%), las variedades Catimor y Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) presentan la forma redondeada (80%) y obovada (20%).

Al evaluar la forma del disco del fruto (FDF) se encontró que la variedad Catimor, Typica y Costa Rica 95 presentan la forma de disco prominente, las variedades Híbrido “Brasilero”, Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce), Caturra Amarilla (yema verde) y Caturra Amarilla (yema bronce) presentaron la forma de disco marcado pero no prominente y la variedad Híbrido “E” presentó disco forma picuda.

En cuanto al color del fruto se encontró que las variedades Costa Rica 95, Híbrido “Brasilero”, Catimor, Typica, Híbrido “E”, Caturra Roja (yema verde) y Caturra Roja

(yema bronce) presentan color rojo (100%), las variedades Caturra Amarilla (yema verde) y Caturra Amarilla (yema bronce) presentan color amarillo (100%).

Al evaluar el color de la semilla se encontró que todas las variedades Costa Rica 95, Híbrido “Brasileiro”, Catimor, y Caturra Roja (yema bronce) presentan el color verde (100%), la variedad Caturra Amarilla (yema bronce) presentó el color verde (80%) y amarilla (20%), las variedades Typica y Híbrido “E” presentan el color verde (30%) y amarillenta (70%), la variedad Caturra Amarilla (yema verde) presenta el color verde (40%) y amarilla (60%) y la variedad Caturra Roja (yema verde) presentó el color verde (45%) y amarilla (55%).

En cuanto a la forma de la semilla (FS) se encontró que la variedad Costa Rica 95 presenta la forma redonda (60%), oblonga (40%), la variedad Híbrido “E” presenta la forma oblonga (80%) y redonda (20%), la variedad Híbrido “Brasileiro” presentó la forma redonda (85%) y oblonga (15%), la variedad Catimor presentó la forma redonda (90%) y oblonga (10%), las variedades Typica, Caturra Amarilla (yema bronce), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema verde) presentan la forma redonda (80%) y oblonga (20%).

Mamani (2008), reporta que las variedades Catimor y Caturra, muestran los caracteres morfológicos cualitativos; forma de la hoja elíptica y lanceolada, forma del ápice de la hoja apiculada y puntiaguda, color del retoño joven (verde oscuro, marrón oscuro, verde claro y verde) y verde, posición de la inflorescencia axilar en ambas variedades, color del fruto (amarillo, rojo púrpura y púrpura) y rojo, forma del fruto redondeada en ambas variedades, forma del disco del fruto (marcada pero no prominente y prominente cilíndrica) en la variedad Catimor, color de las semillas (marrón y amarillo) y marrón, forma de las semillas (elíptica y oblonga) y redonda; respectivamente.

3.1.5. IDENTIFICACIÓN DE SIMILITUDES.

a) Análisis de agrupamiento.

Los datos de caracterización morfológica cualitativa para el análisis de agrupamiento de las 182 unidades taxonómicas de café se ordenaron en una matriz de datos.

Para el análisis de agrupamiento se consideraron 12 caracteres morfológicos cualitativos donde la expresión genética y fenotípica es uniforme.

Haciendo un corte imaginario con la línea vertical, a una distancia de similaridad aproximada de 0.1, se puede observar la formación de 18 grupos similares.

Entonces de acuerdo al dendograma se puede deducir que al acercarnos a menos distancia formaremos menos grupos y si nos alejamos formaremos más grupos. De ahí que la máxima similitud se da cuando la distancia se aleja de cero; que correspondería a la comparación de una unidad taxonómica consigo mismo. La agrupación de las unidades taxonómicas se tiene en la tabla 3.5.

Tabla 3.5. Lista de las unidades taxonómicas agrupadas en 18 grupos con el dendograma.

| Grupo | Unidades Taxonómicas | | | | | | | | | |
|-------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| G 01 | C166 | C126 | C098 | C081 | C070 | C066 | C068 | C104 | C077 | C074 |
| | C055 | C050 | C021 | C181 | C101 | C046 | C015 | C179 | C170 | C094 |
| | C044 | C072 | C035 | C082 | C013 | C180 | C080 | | | |
| G 02 | C111 | C092 | C045 | C032 | C095 | C007 | C005 | C136 | C099 | C053 |
| G 03 | C149 | C127 | C125 | C123 | C090 | C043 | C145 | C052 | C025 | C002 |
| | C029 | | | | | | | | | |
| G 04 | C165 | C038 | C036 | C023 | C019 | C011 | | | | |
| G 05 | C167 | C031 | | | | | | | | |
| G 06 | C105 | C034 | C142 | C118 | | | | | | |
| G 07 | C175 | C144 | C120 | C107 | C087 | C085 | C049 | C022 | C018 | C009 |
| | C151 | C006 | C003 | C168 | C016 | C086 | C076 | C054 | C024 | C147 |
| | C141 | C132 | C130 | C089 | C084 | C083 | C078 | C075 | C069 | C059 |
| | C048 | C037 | C128 | C091 | C073 | C067 | C169 | C071 | | |
| G 08 | C173 | C100 | C079 | C041 | C115 | C042 | C150 | C133 | C102 | C026 |
| G 09 | C178 | C160 | C154 | C106 | C103 | C164 | C163 | C162 | C161 | C158 |
| | C155 | C140 | C131 | C122 | C121 | C117 | C088 | C047 | C033 | C152 |
| | C156 | C014 | C182 | | | | | | | |
| G 10 | C061 | C051 | C153 | C12 | C001 | C056 | | | | |
| G 11 | C159 | C135 | C177 | C148 | C129 | C113 | C109 | C008 | C004 | C157 |
| | C093 | C057 | C028 | C097 | | | | | | |
| G 12 | C096 | C065 | C010 | C039 | | | | | | |
| G 13 | C060 | C058 | C139 | | | | | | | |
| G 14 | C114 | C027 | C143 | C124 | C112 | C108 | C062 | C110 | | |
| G 15 | C176 | C174 | C146 | C040 | C017 | | | | | |
| G 16 | C119 | C020 | C171 | | | | | | | |
| G 17 | C064 | C030 | C063 | C137 | C116 | | | | | |
| G 18 | C138 | C134 | C172 | | | | | | | |

Alarcó (2011), agrupó en el Dendograma UPGMA que relaciona la morfología de 66 accesiones de café arábica, establecidas en 16 grupos agronómicos y con referencia a 24 descriptores morfológicos. Mientras Ignacio (2007), menciona que según el análisis de conglomerados de las 73 accesiones de la colección núcleo de café del CATIE, con base a 23 características granulométricas y dos variables derivadas se encontraron tres grupos fenotípicos diferentes agrupadas con un valor de correlación cofenética de 0.414. Pero en los resultados que se obtuvo en la caracterización agromorfológica y molecular de café, según el análisis de conglomerados de las 182 accesiones, con base a 13 características cualitativas (características morfológicas) se agruparon en 18 grupos.

Para el análisis de agrupamiento de las 09 variedades comerciales se consideraron 13 caracteres morfológicos cualitativos donde la expresión genética y fenotípica es uniforme.

Haciendo un corte imaginario con la línea vertical, a una distancia de similaridad aproximada de 0.1, se puede observar la formación de 8 grupos similares.

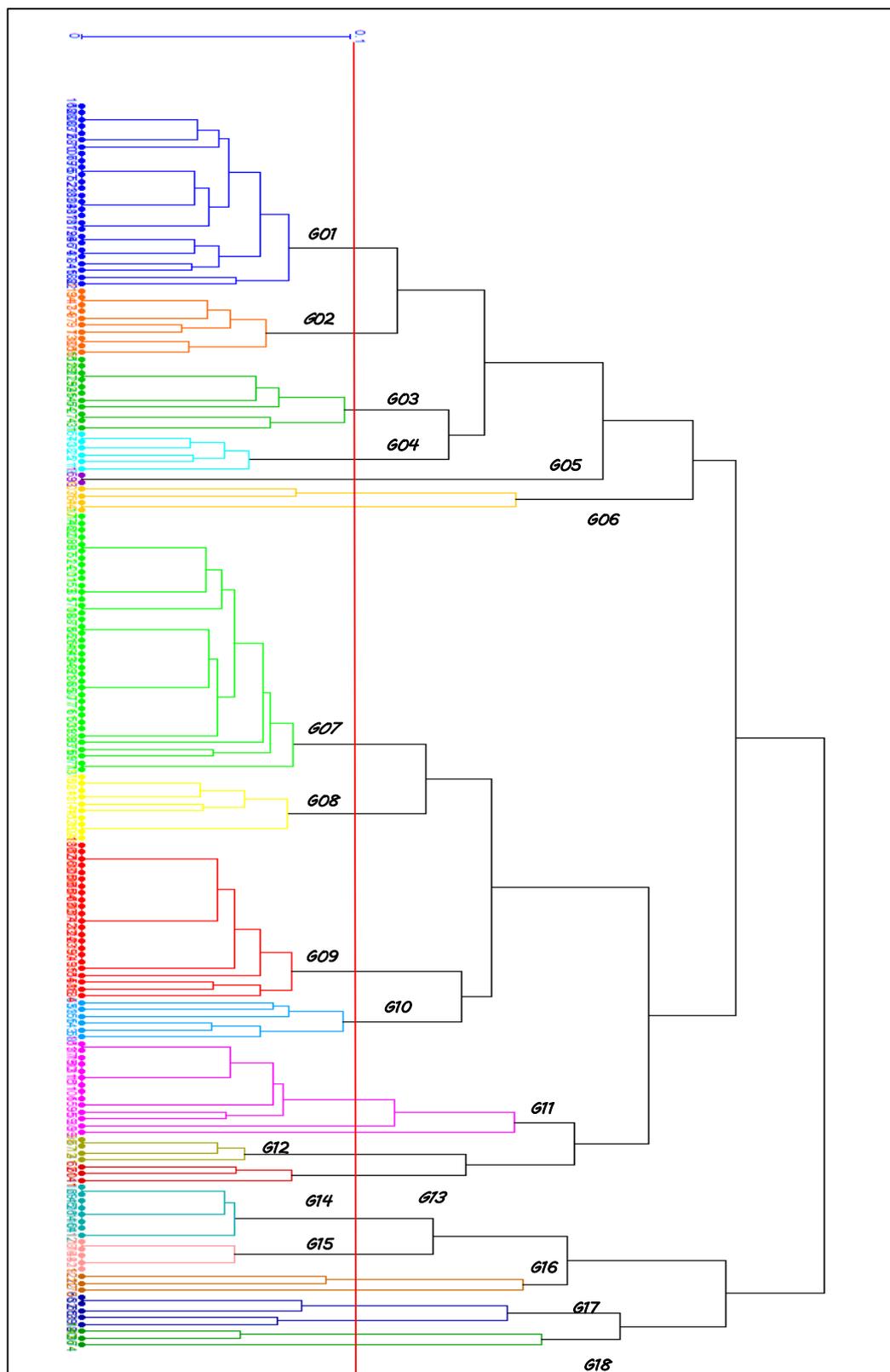


Figura 3.1. Dendrograma de las 182 unidades taxonómicas de café (*Coffea arabica* L.) considerando 12 caracteres morfológicos cualitativos. Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho.

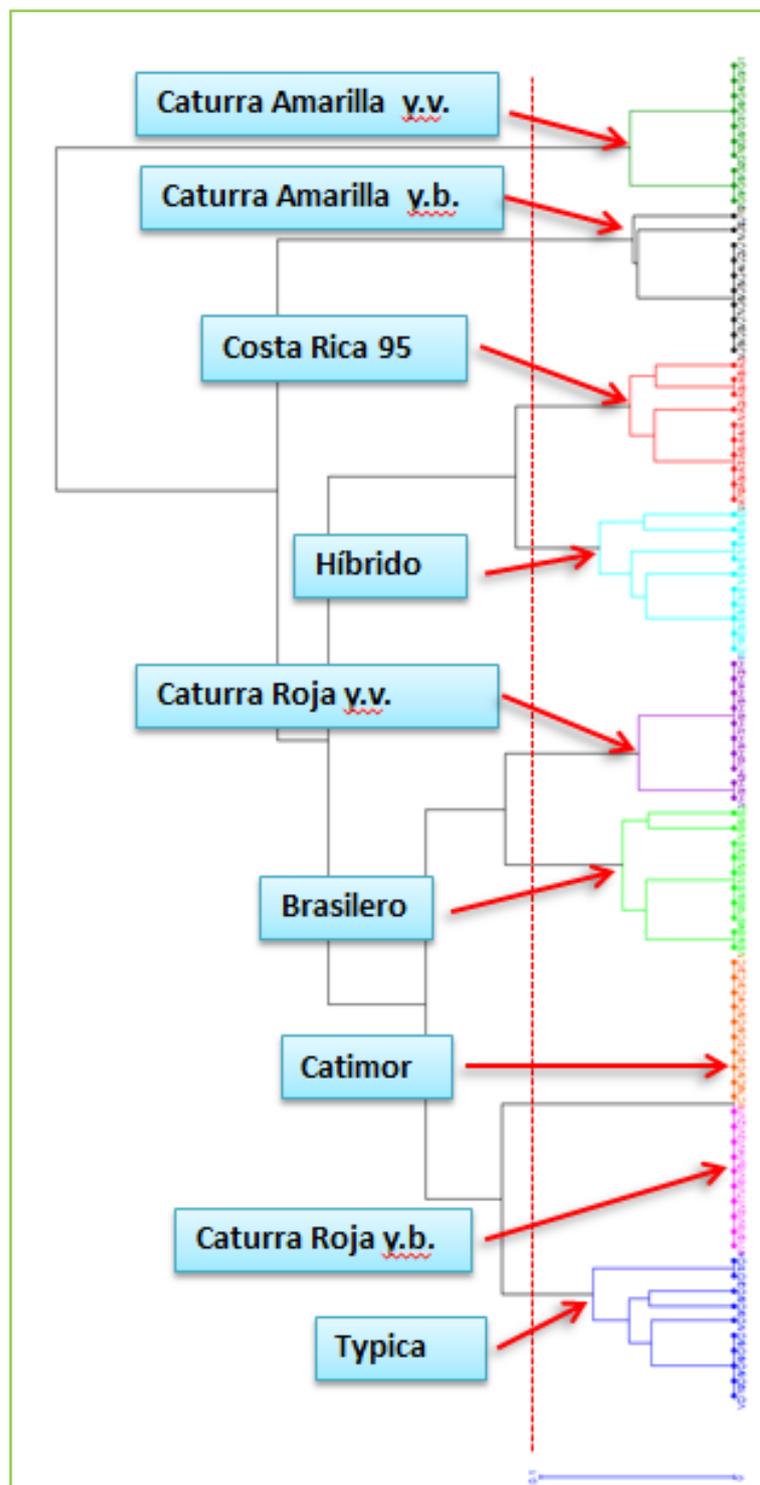


Tabla 3.2. Dendrograma de las 9 variedades de café (*Coffea arabica* L.) considerando 13 caracteres morfológicos cualitativos. Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho.

3.2. DE LA CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA

3.2.1. De la caracterización agronómica cuantitativo de las 9 variedades

Se evaluaron 13 caracteres agronómicos cuantitativos para las 9 variedades comerciales del Anexo de Villa Libertad, Los valores de los Cuadrados Medios del ANVA de las 09 variedades de café (*Coffea arabica* L.) nos muestra alta significación estadística (p: 0.01) en la mayoría de los caracteres agronómicos cuantitativos evaluados (tabla 3.6) excepto en los caracteres semillas tipo caracol y daño de broca en los que resultó no significativo, esto nos permite efectuar la prueba de contraste de tukey (P: 0.05), las coeficientes de variación (CV) varían entre 4.65 y 47.77%, 09 caracteres; altura de planta (cm), ángulo de inserción de las ramas primarias (°), daño de broca en número de frutos (%), daño de broca en número de semillas (%), incidencia de roya (%), peso de 100 granos pergamino al 11% humedad (g), peso de 100 granos oro al 11% humedad (g), rendimiento de grano pergamino (%), rendimiento de grano oro (%) tienen coeficiente de variación (CV) menores a 30%, valores que son adecuadas. Sin embargo, los caracteres; frutos vanos (%), semillas tipo caracol (%), semillas tipo elefante (%), semillas tipo triángulo (%), tienen coeficiente de variación (CV) mayores a 30%, estas características contienen diferencias genéticas, pero también ambientales, siendo estos últimos bastante importantes e su expresión ya que son caracteres cuantitativos de fruto y semilla en tres tipos, es decir sub categorizados.

Tabla 3.6. Cuadrados medios del análisis de variancia de los 13 caracteres agronómicos cuantitativos para las nueve variedades. Anexo Villa Libertad 1440 msnm – Ayacucho.

| Fuente de Variación | GL | Cuadrados Medios | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|----|-----------------------------|---|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--|--|-----------------------------|--|--|----|--|------------------------------------|
| | | Altura de planta (AP en cm) | Ángulo de inserción de las ramas primarias (AIRP) | Frutos vanos (FV en %) | Semillas tipo caracol (SC en %) | Semillas tipo elefante (SE en %) | Semillas tipo triangulo (ST en %) | Daño de broca en número de frutos (DBF en %) | Daño de broca en número de semillas (DBS en %) | Severidad de roya (IR en %) | Peso de 100 granos pergamino al 11% H (PGP en g) | Peso de 100 granos oro al 11% H (PGO en g) | GL | Rendimiento de grano pergamino (GP en %) | Rendimiento de grano oro (GO en %) |
| Variedad | 8 | 37276.119** | 106.35 ** | 612.802 ** | 8.400 ns | 10.044 ** | 43.917 ** | 1.675 ns | 3.486* | 6021.46** | 194.929** | 162.978** | 8 | 26.928** | 20.541** |
| Error | 81 | 1056.175 | 22.882 | 17.647 | 9.950 | 1.384 | 4.042 | 1.638 | 1.869 | 48.052 | 1.497 | 0.827 | 18 | 1.368 | 1.005 |
| Total | 89 | | | | | | | | | | | | 26 | | |
| CV (%) | | 13.734 | 8.616 | 32.705 | 39.481 | 40.784 | 47.775 | 28.871 | 23.129 | 28.342 | 5.359 | 4.652 | | 8.470 | 8.486 |
| Promedio | | 236.62 | 55.52 | 12.84 | 7.99 | 2.88 | 4.21 | 4.43 | 5.91 | 24.46 | 22.83 | 19.55 | | 13.81 | 11.81 |
| Máximo | | 375.00 | 63.00 | 38.00 | 16.09 | 7.76 | 11.98 | 8.00 | 10.00 | 75.87 | 39.96 | 32.89 | | 19.61 | 16.69 |
| Minino | | 142.00 | 45.00 | 2.00 | 2.17 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 19.45 | 16.33 | | 8.83 | 7.53 |

Nota:(**) Alta significación estadística (p: 0.01), (*) Significación estadística (p: 0.05), (ns) no significativo

A. Altura de planta (AP)

Por la alta significación estadística ($p: 0.01$), encontrado al realizar el análisis de variancia, Tabla 3.6, indicando alta variabilidad en la altura de las plantas de las 9 variedades de café (*Coffea arabica* L.), del anexo de Villa Libertad, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey ($P: 0.05$), lo cual se observa en el Tabla 3.7; para agrupar los valores de altura de planta estadísticamente similares y determinar el orden jerárquico.

Se agrupan en 04 grupos jerárquicos (I a IV), que probablemente corresponden a 04 genotipos diferentes; del cual tenemos 3 categorías fenotípicas como: alto, mediano y bajo.

La altura de planta obtenido fluctúa entre los valores 142 cm a 375 cm, que corresponden a las variedades Catimor y Híbrido “Brasilero”; respectivamente con un promedio de 236.62 cm. En el grupo jerárquico I se encontró que las Variedades Híbrido “Brasilero” e Híbrido “E” tienen valores altos (335.10 cm y 313.70 cm; respectivamente). En el grupo jerárquico II se encontró que la variedad Typica muestra la altura promedio (287.60 cm). En el grupo Jerárquico III se encontró que las variedades Caturra Amarilla (yema verde), Costa Rica 95, Caturra Amarilla (yema bronce), Caturra Roja (yema verde) y Caturra Roja (yema bronce) muestran alturas promedios de 232 cm, 220.30 cm, 199.10 cm, 190.50 cm y 188.40 cm; respectivamente, y el grupo jerárquico IV conformado por la variedad Catimor con el valor más bajo de 162.90 cm.

Tabla 3.7. Prueba de Tukey de Altura de planta (AP en cm) de café (*Coffea arabica* L.). Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho.

| Variedad | Altura de planta (cm) | DLS 0.05 | Orden jerárquico | INTERP |
|--------------------------------|-----------------------|----------|------------------|---------|
| Híbrido “Brasileiro” | 335.10 | a | I | Alto |
| Híbrido “E” | 313.70 | b a | | |
| Typica | 287.60 | b | II | Mediano |
| Caturra Amarilla (yema verde) | 232.00 | c | III | |
| Costa Rica 95 | 220.30 | c | | |
| Caturra Amarillo (yema bronce) | 199.10 | d c | | |
| Caturra Rojo (yema verde) | 190.50 | d c | | |
| Caturra Rojo (yema bronce) | 188.40 | d c | | |
| Catimor | 162.90 | d | IV | Bajo |

Nota: en el DLS entre letras iguales no hay diferencia estadística.

Mamani (2008), reporta que las variedades Catimor y Caturra muestran en promedio la altura de planta 3.84 y 3.10 m; respectivamente. Mientras los resultados que se obtuvo en la caracterización agromorfológica y molecular de café, la altura de la planta en las variedades de Catimor y Caturra fueron menores. Mientras Pacheco (2012), encontró que las variedades Typica, Catimor Rojo, Caturra Rojo y Caturra Amarilla muestran en promedio la altura de planta 3.30, 2.08, 2.39 y 2.76 m; respectivamente. Mientras los resultados que se obtuvo en la caracterización agromorfológica y molecular de café, la altura de la planta en las variedades de Typica, Catimor y Caturra fueron menores.

B. Ángulo de inserción de las ramas primarias (AIRP)

Por la alta significación estadística ($p: 0.01$), encontrado al realizar el análisis de variancia, tabla 3.6, indicando alta variabilidad en ángulo de inserción de las ramas primarias de las 9 variedades de café (*Coffea arabica* L.), del anexo de Villa Libertad, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey ($P: 0.05$), lo cual se observa en la Tabla 3.8. Se agrupan en 03 grupos jerárquicos (I a III), que probablemente corresponden a 03 genotipos diferentes; del cual tenemos 3 categorías fenotípicas como: mayor, mediano y menor ángulo de inserción de las ramas primarias.

En cuanto al ángulo de inserción de las ramas primarias en todas las variedades los valores fluctúan entre 65° a 79°, con un promedio de 74.48°. En el grupo jerárquico I se encontró que las variedades Híbrido “E”, Híbrido “Brasilero” y Typica presentan los mayores valores de 79.35, 78.50 y 77.10; respectivamente, En el grupo jerárquico II se encontró que las variedades Caturra Amarilla (yema bronce), Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Roja (yema verde) presentan valores medios del ángulo de inserción: 74.20°, 73.75°, 73.30° y 72.90°; respectivamente, en el grupo jerárquico III se encontró que las variedades Costa Rica 95 y Catimor presentan menores valores del ángulo de inserción, 52.05° y 51.15°; respectivamente.

Tabla 3.8 Prueba de Tukey de ángulo de inserción de las ramas primarias (AIRP) de café (*Coffea arabica* L.). Villa Libertad 1440 msnm. Ayacucho.

| Variedad | Angulo inserc. ramas | DLS 0.05 | | Orden jerárquico | INTERP |
|-----------------------------------|-------------------------|----------|---|---------------------|---------|
| Híbrido “E” | 79.35 | a | | I | Mayor |
| Híbrido “Brasilero” | 78.50 | a | | | |
| Typica | 77.10 | b | a | | |
| Caturra Amarilla (yema bronce) | 74.20 | b | a | II | Mediano |
| Caturra Amarilla (yema verde) | 73.75 | b | a | | |
| Caturra Rojo (yema bronce) | 73.30 | b | a | | |
| Caturra Rojo (yema verde) | 72.90 | b | a | | |
| Costa Rica 95 | 71.05 | b | c | III | Menor |
| Catimor | 70.15 | | c | | |

Nota: en el DLS entre letras iguales no hay diferencia estadística.

Pacheco (2012), reporta que las variedades Typica, Catimor Rojo, Caturra Rojo y Caturra Amarillo muestran que en promedio el ángulo de Inserción de ramas en 76.14°, 77.16°, 68.52° y 70.82°; respectivamente. Pero en los resultados que se obtuvo en la

caracterización agromorfológica y molecular de café, según la prueba de tukey el ángulo de inserción de ramas primarias fue mayor.

C. Frutos vanos (FV)

Por la alta significación estadística ($p: 0.01$), encontrado al realizar el análisis de variancia, tabla 3.6, indicando alta variabilidad en frutos vanos de las 9 variedades de café (*Coffea arabica* L.), del anexo de Villa Libertad, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey ($P: 0.05$), lo cual se observa en la tabla 3.9 Se agrupan en 03 grupos jerárquicos (I a III), que probablemente corresponden a 03 genotipos diferentes; del cual tenemos 3 categorías fenotípicas como: mayor, mediano y menor.

En cuanto a frutos vanos de todas las variedades los valores fluctúan entre 2 % a 38 %, con un promedio de 12.84%. En el grupo jerárquico I se encontró que la variedad Caturra Roja (yema verde) con valor mayor presenta los frutos vanos en promedio 28%, En el grupo jerárquico II se encontró que las variedades Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra amarilla (yema bronce) presentan medianos valores de frutos vanos en promedio 18.30%, 18.10% y 15.70%; respectivamente y en el grupo jerárquico III se encontró que las variedades Typica, Catimor, Híbrido “Brasileño”, Costa Rica 95 e Híbrido “E” presentan menores valores de los frutos vanos en promedio 7.20%, 7.10%, 7%, 6.80% y 6.70 %; respectivamente.

Tabla 3.9. Prueba de Tukey de Frutos vanos (FV en %) de café (*Coffea arabica* L.).
Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho.

| Variedad | Frutos vanos (%) | DLS 0.05 | Orden jerárquico | INTERP |
|--------------------------------|------------------|----------|------------------|---------|
| Caturra Rojo (yema verde) | 28.70 | a | I | Mayor |
| Caturra Amarilla (yema verde) | 18.30 | b | II | Mediano |
| Caturra Rojo (yema bronce) | 18.10 | b | | |
| Caturra Amarillo (yema bronce) | 15.70 | b | | |
| Typica | 7.20 | c | III | Menor |
| Catimor | 7.10 | c | | |
| Híbrido “Brasileiro” | 7.00 | c | | |
| Costa Rica 95 | 6.80 | c | | |
| Híbrido “E” | 6.70 | c | | |

Nota: en el DLS entre letras iguales no hay diferencia estadística.

Mamani (2008), reportó que las variedades Catimor y Caturra muestran resultado que en promedio los frutos vacíos de 8 – 17 % y 9%; respectivamente. Mientras los resultados que se obtuvo en la caracterización agromorfológica y molecular de café el % de frutos vanos en la variedad Catimor fue menor en promedio 7.20% y en la variedad Caturra fue mayor por la interferencia de la roya amarilla.

D. Semillas tipo elefante (SE)

Por la alta significación estadística ($p: 0.01$), encontrado al realizar el análisis de variancia, tabla 3.6, indicando alta variabilidad en semillas tipo elefante de las 9 variedades de café (*Coffea arabica* L.), del anexo de Villa Libertad, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey ($P: 0.05$), lo cual se observa en la tabla 3.10. Se agrupan en 02 grupos jerárquicos (I a II), que probablemente corresponden a 02 genotipos diferentes; del cual tenemos 2 categorías fenotípicas como: mayor y menor.

En cuanto a frutos vanos en todas las variedades los valores fluctúan entre 0 % a 7.76%, con un promedio de 7.99%. En el grupo jerárquico I se encontró que la variedad Híbrido “Brasileiro” presenta mayor valor de semilla elefante en promedio 5.13%, En el grupo jerárquico se encontró que las variedades Costa Rica 95, Caturra Amarilla (yema bronceado), Catimor, Caturra Roja (yema verde), Híbrido “E”, Caturra Roja (yema bronceado), Caturra Amarilla (yema verde) y Typica presentan menores valores en promedio 3.26, 3.25, 3.08, 2.65, 2.51, 2.37, 2.05, y 1.65%; respectivamente.

Tabla 3.10. Prueba de Tukey de Semillas tipo elefante (SE en %) de café (*Coffea arabica* L.). Villa Libertad 1440 msnm. Ayacucho.

| Variedad | Semillas elefante (%) | DLS 0.05 | Orden jerárquico | INTERP |
|--------------------------------|-----------------------|----------|------------------|--------|
| Híbrido “Brasileiro” | 5.13 | a | I | Mayor |
| Costa Rica 95 | 3.26 | b | II | Menor |
| Caturra Amarilla (yema bronce) | 3.25 | b | | |
| Catimor | 3.08 | b | | |
| Caturra Rojo (yema verde) | 2.65 | b | | |
| Híbrido “E” | 2.51 | b | | |
| Caturra Rojo (yema bronce) | 2.37 | b | | |
| Caturra Amarilla (yema verde) | 2.05 | b | | |
| Typica | 1.65 | b | | |

Nota: en el DLS entre letras iguales no hay diferencia estadística.

E. Semillas tipo triángulo (ST)

Por la alta significación estadística ($p: 0.01$), encontrado al realizar el análisis de variancia, tabla 3.6., indicando alta variabilidad en semillas tipo triangulo de las 9 variedades de café (*Coffea arabica* L.), del anexo de Villa Libertad, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey ($P: 0.05$), lo cual se observa en la tabla 3.11. Se agrupó

en 04 grupos jerárquicos (I a IV), que probablemente corresponden a 04 genotipos diferentes; del cual tenemos 3 categorías fenotípicas como: mayor, mediano y menor. En cuanto a semillas triángulo en todas las variedades los valores fluctúan entre 0 % a 11.98%, con un promedio de 4.21%. En el grupo jerárquico I se encontró que las variedades Catimor, Caturra Amarilla (yema verde) y Caturra Roja (yema verde) presentan mayores valores en promedio 6.72, 6.56 y 6.15%; respectivamente, en los grupos jerárquico II y III se encontró que las variedades Costa Rica 95, Híbrido “Brasilero”, Caturra Amarilla (yema bronce) y Caturra Roja (yema bronce) presentan medianos valores de semillas triángulos en promedio 4.93, 4.53, 3.33 y 2.98%; respectivamente, En el grupo jerárquico IV se encontró que las variedades Híbrido “E”, y Typica presentan menores valores de semillas triángulos en promedio 1.65 y 1.03 %; respectivamente.

Tabla 3.11. Prueba de Tukey de Semillas tipo triángulo (ST en %) de café (*Coffea arabica* L.). Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho.

| Variedad | Semillas triángulo (%) | DLS 0.05 | | | Orden jerárquico | INTERP |
|--------------------------------|------------------------|----------|---|---|------------------|---------|
| Catimor | 6.72 | a | | | I | Mayor |
| Caturra Amarilla (yema verde) | 6.56 | a | | | | |
| Caturra Rojo (yema verde) | 6.15 | b | a | | | |
| Costa Rica 95 | 4.93 | b | a | c | II | Mediano |
| Híbrido “Brasilero” | 4.53 | b | a | c | | |
| Caturra Amarilla (yema bronce) | 3.33 | b | d | c | III | |
| Caturra Rojo (yema bronce) | 2.98 | | d | c | | |
| Híbrido “E” | 1.65 | | d | | IV | |
| Typica | 1.03 | | d | | | |

Nota: en el DLS entre letras iguales no hay diferencia estadística.

F. Severidad de roya (IR)

Por la alta significación estadística ($p: 0.01$), encontrado al realizar el análisis de variancia, tabla 3.6, indicando alta variabilidad en la severidad de roya de las 9 variedades de café (*Coffea arabica* L.), del anexo de Villa Libertad, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey ($P: 0.05$), lo cual se observa en la tabla 3.12; para agrupar los valores de severidad de roya estadísticamente similares y determinar el orden jerárquico. Se agrupan en 03 grupos jerárquicos (I a III), que probablemente corresponden a 03 genotipos diferentes; del cual tenemos 3 categorías fenotípicas como: mayor, mediano y menor.

En cuanto a severidad de roya en todas las variedades los valores fluctúan entre 0 % a 75.87%, con un promedio de 24.46%. En el grupo jerárquico I se encontró que las variedades Caturra Amarilla (yema verde) y Caturra Roja (yema verde) presentan mayores valores de severidad de roya en promedio 58.08% y 54.80%; respectivamente, En el grupo jerárquico II se encontró que las variedades Caturra Roja (yema bronce), Caturra Amarilla (yema bronce) y Typica presentan medianos valores en promedio de 40.02%, 34.39% y 32.26%; respectivamente, en el grupo jerárquico III se encontró que las variedades Híbrido “E”, Catimor, Híbrido “Brasilero” y Costa Rica 95 presentan menores valores de severidad de roya en promedio 0.58%, 0% y 0%; respectivamente.

Tabla 3.12. Prueba de Tukey de severidad de roya (SR en %) de café (*Coffea arabica* L.). Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho.

| Variedad | Severidad de roya (%) | DLS 0.05 | Orden jerárquico | INTERP |
|-----------------------------------|-----------------------|----------|------------------|---------|
| Caturra Amarilla (yema verde) | 58.08 | a | I | Mayor |
| Caturra Rojo (yema verde) | 54.80 | a | | |
| Caturra Rojo (yema bronce) | 40.02 | b | II | Mediano |
| Caturra Amarilla (yema bronce) | 34.39 | b | | |
| Typica | 32.26 | b | | |
| Híbrido “E” | 0.58 | c | III | Menor |
| Catimor | 0.00 | c | | |
| Híbrido “Brasileiro” | 0.00 | c | | |
| Costa Rica 95 | 0.00 | c | | |

Nota: en el DLS entre letras iguales no hay diferencia estadística.

G. Peso de 100 granos pergamino al 11% de humedad (PGP)

Por la alta significación estadística ($p: 0.01$), encontrado al realizar el análisis de variancia, tabla 3.6, indicando alta variabilidad en peso de 100 granos pergamino al 11% de humedad de las 9 variedades de café (*Coffea arabica* L.), del anexo de Villa Libertad, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey ($P: 0.05$), lo cual se observa en la tabla 3.13; para agrupar los valores de peso de 100 granos pergamino estadísticamente similares y determinar el orden jerárquico. Se agrupan en 03 grupos jerárquicos (I a III), que probablemente corresponden a 03 genotipos diferentes; del cual tenemos 3 categorías fenotípicas como: mayor, mediano y menor.

Al evaluar el peso de 100 granos pergamino al 11% de humedad en todas las variedades los valores fluctúan entre 19.45 g a 39.96 g, con un promedio de 22.83 g. En el grupo jerárquico I se encontró que la variedad Híbrido “E” presenta mayor valor en peso de 100 semillas pergamino en promedio 34.31 g, en el grupo jerárquico II se

encontró que la variedad Costa Rica 95 presenta mediano valor en peso de 100 semillas pergamino con promedio de 23.79 g, en el grupo jerárquico III se encontró que las variedades Catimor, Typica, Híbrido “Brasileiro”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Amarilla (yema bronce), Caturra Roja (yema verde) y Caturra Roja (yema bronce) presentan menores valores en peso de 100 semillas pergamino con promedio de 21.66 g, 21.56 g, 21.18, 20.97 g, 20.79 g, 20.62 g y 20.59 g; respectivamente.

Tabla 3.13. Prueba de Tukey de Peso de 100 granos pergamino al 11% de contenido de humedad (PGP 11% humedad en g) de café (*Coffea arabica* L.). Villa Libertad 1440 msnm - Ayacucho.

| Variedad | Peso grano pergam. (g) | DLS 0.05 | Orden jerárquico | INTERP |
|--------------------------------|------------------------|----------|------------------|---------|
| Híbrido “E” | 34.31 | a | I | Mayor |
| Costa Rica 95 | 23.79 | b | II | Mediano |
| Catimor | 21.66 | c | III | Menor |
| Typica | 21.56 | c | | |
| Híbrido “Brasileiro” | 21.18 | c | | |
| Caturra Amarilla (yema verde) | 20.97 | c | | |
| Caturra Amarillo (yema bronce) | 20.79 | c | | |
| Caturra Rojo (yema verde) | 20.62 | c | | |
| Caturra Rojo (yema bronce) | 20.59 | c | | |

Nota: en el DLS entre letras iguales no hay diferencia estadística.

Mamani (2008), reporta que las variedades Catimor y Caturra muestran el peso de 100 granos de café en 26.03 - 28.05 gr y 28.75 gr; respectivamente. Mientras los resultados que se obtuvieron en la caracterización agromorfológica y molecular de café, el peso de

100 granos pergamino al 11% humedad en las variedades de Catimor y Caturra fueron menores.

H. Peso de 100 granos oro al 11% de humedad (PGO)

Por la alta significación estadística ($p: 0.01$), encontrado al realizar el análisis de variancia, tabla 3.6, indicando alta variabilidad en peso de 100 granos oro al 11% Hde las 9 variedades de café (*Coffea arabica* L.), del anexo de Villa Libertad, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey ($P: 0.05$), lo cual se observa en la tabla 3.14; para agrupar los valores de peso de 100 granos oro estadísticamente similares y determinar el orden jerárquico. Se agrupan en 03 grupos jerárquicos (I a III), que probablemente corresponden a 03 genotipos diferentes; del cual tenemos 3 categorías fenotípicas como: mayor, mediano y menor.

En cuanto a peso de 100 granos oro al 11% de humedad en todas las variedades los valores fluctúan entre 16.33 g a 32.89 g, con un promedio de 19.55 g. En el grupo jerárquico I se encontró que la variedad Híbrido “E” presenta mayor valor en promedio 30.09 g, en el grupo jerárquico II se encontró que la variedad Costa Rica 95 presenta mediano valor en promedio 20.09 g, en el grupo jerárquico III se encontró que las variedades Typica, Catimor, Híbrido “Brasilero”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce) y Caturra Amarilla (yema bronce) presentan menores valores en promedio 18.66 g, 18.58 g, 18.02 g, 17.79 g, 17.60 g, 17.55 g y 17.54 g; respectivamente.

Tabla 3.14. Prueba de Tukey de Peso de 100 granos oro al 11% de contenido de humedad (PGO 11% H en g) de café (*Coffea arabica* L.). Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho.

| Variedad | Peso grano oro (g) | DLS 0.05 | Orden jerárquico | INTERP |
|---------------------------------|--------------------|----------|------------------|---------|
| Híbrido “E” | 30.09 | a | I | Mayor |
| Costa Rica 95 | 20.09 | b | II | Mediano |
| Typica | 18.66 | c | III | Menor |
| Catimor | 18.58 | c | | |
| Híbrido “Brasilero” | 18.02 | c | | |
| Caturra Amarilla (yema verde). | 17.79 | c | | |
| Caturra Rojo (yema verde). | 17.60 | c | | |
| Caturra Rojo (yema bronce). | 17.55 | c | | |
| Caturra Amarilla (yema bronce). | 17.54 | c | | |

Nota: en el DLS entre letras iguales no hay diferencia estadística.

I. Rendimiento de grano pergamino (GP)

Por la alta significación estadística ($p: 0.01$), encontrado al realizar el análisis de variancia, tabla 3.6, indicando alta variabilidad en rendimiento de grano pergamino de las 9 variedades de café (*Coffea arabica* L.), del anexo de Villa Libertad, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey ($P: 0.05$), lo cual se observa en la tabla 3.15, para agrupar los valores estadísticamente similares y determinar el orden jerárquico. Se agrupan en 02 grupos jerárquicos (I a II), que probablemente corresponden a 02 genotipos diferentes; del cual tenemos 2 categorías fenotípicas como: alto y bajo.

En cuanto a rendimiento de grano pergamino (%) en todas las variedades los valores fluctúan entre 8.83 g a 19.61 g, con un promedio de 13.81 g. En el grupo jerárquico I se encontró que las variedades: Híbrido “Brasilero”, Catimor, Híbrido “E”, Typica y Costa Rica 95 presentan altos valores en promedio 17.98, 15.91, 15.88, 15.82 y

15.63%; respectivamente, en el grupo jerárquico II se encontró que las variedades Caturra Amarilla (yema bronce), Caturra Roja (yema bronce), Caturra Amarilla (yema verde) y Caturra Roja (yema verde) presentan bajos valores en promedio 11.83, 11.23, 10.39 y 9.70%; respectivamente.

Tabla 3.15. Prueba de Tukey de Rendimiento de grano pergamino (GP en %) de café (*Coffea arabica* L.). Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho.

| Variedad | Rendimiento GP (%) | DLS 0.05 | Orden jerárquico | INTERP |
|---------------------------------|--------------------|----------|------------------|--------|
| Híbrido “Brasilero” | 17.88 | a | I | Alto |
| Catimor | 15.91 | a | | |
| Híbrido “E” | 15.88 | a | | |
| Typica | 15.82 | a | | |
| Costa Rica 95 | 15.63 | a | | |
| Caturra Amarilla (yema bronce). | 11.83 | b | II | Bajo |
| Caturra Rojo (yema bronce). | 11.23 | b | | |
| Caturra Amarilla (yema verde). | 10.39 | b | | |

Nota: en el DLS entre letras iguales no hay diferencia estadística.

J. Rendimiento de grano oro (GO)

Por la alta significación estadística ($p: 0.01$), encontrado al realizar el análisis de variancia, tabla 3.6, indicando alta variabilidad en rendimiento de grano oro de las 9 variedades de café (*Coffea arabica* L.), del anexo de Villa Libertad, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey ($P: 0.05$), lo cual se observa en la tabla 3.16; para agrupar los valores estadísticamente similares y determinar el orden jerárquico. Se agrupan en 02 grupos jerárquicos (I a II), que probablemente corresponden a 02 genotipos diferentes; del cual tenemos 2 categorías fenotípicas como: mayor y menor.

En cuanto a rendimiento de grano oro (%) en todas las variedades los valores fluctúan entre 7.53 g a 16.69 g, con un promedio de 11.81 g. En el grupo jerárquico I se encontró que las variedades Híbrido “Brasilero”, Híbrido “E”, Typica, Catimor y Costa Rica 95

presentan mayores valores en promedio 15.22 %, 13.92, 13.70, 13.64 y 13.20% respectivamente, en el grupo jerárquico II se encontró que las variedades Caturra Amarilla (yema bronce), Caturra Roja (yema bronce), Caturra Amarilla (yema verde) y Caturra Roja (yema verde) presentan menores valores en promedio 9.98, 9.57, 8.81 y 8.27%; respectivamente.

Tabla 3.16. Prueba de Tukey de Rendimiento de grano oro (GO en %) de café (*Coffea arabica* L.). Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho.

| Variedad | Rendimiento GO (%) | DLS 0.05 | Orden jerárquico | INTERP |
|---------------------------------|--------------------|----------|------------------|--------|
| Híbrido “Brasileiro” | 15.22 | a | I | Mayor |
| Híbrido “E” | 13.92 | a | | |
| Typica | 13.70 | a | | |
| Catimor | 13.64 | a | | |
| Costa Rica 95 | 13.20 | a | | |
| Caturra Amarilla (yema bronce). | 9.98 | b | II | Menor |
| Caturra Rojo (yema bronce). | 9.57 | b | | |
| Caturra Amarilla (yema verde). | 8.81 | b | | |
| Caturra Rojo (yema verde). | 8.27 | b | | |

Nota: en el DLS entre letras iguales no hay diferencia estadística.

3.2.2. Productividad de las nueve variedades de café (*Coffea arabica* L.). Villa Libertad 1440 msnm – Ayacucho.

❖ Rendimiento de cerezos de café por planta.

Se evaluó el rendimiento de cerezos de café por planta en gramos en las 9 variedades descritas. Por la alta significación estadística ($p: 0.01$), encontrado al realizar el análisis de variancia, tabla 3.17, indicando alta variabilidad en rendimiento de cerezos de café por planta en gramos de las 9 variedades de café (*Coffea arabica* L.), del anexo de Villa Libertad, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey ($P: 0.05$), se observa

en la tabla 3.18; para agrupar los valores de rendimiento de cerezos estadísticamente similares y determinar el orden jerárquico.

El coeficiente de variación (CV) para el rendimiento de cerezos de café por planta en gramos fue de 32.73% que es mayor a 30% estadísticamente inadecuado, esta característica contiene diferencia genética y ambiental, siendo bastante importante en su expresión ya que son caracteres agronómicos cuantitativos de rendimiento.

Tabla 3.17. Análisis variancia de rendimiento de cerezos por planta en gr. de café (*Coffea arabica* L.) Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho.

| FV | GL | SC | CM | Fc | Pr > F |
|-----------------|-----------|------------|------------|-----------|------------------|
| Variedad | 8 | 106483969 | 13310496.2 | 7.39 | 0.0002 |
| Error | 18 | 32431695.3 | 1801760.9 | | |
| Total | 26 | 138915665 | | | |

CV (%) **32.73**

En cuanto al rendimiento de cerezos de café se encontró que la variedad Brasileiro presenta mayor valor en promedio de 9299 g (9.3 kg), las variedades Costa Rica 95 a Caturra Amarilla (yema bronce) presentan menores valores en promedio entre 5265 g (5.30 kg) y 2720 g (2.72 kg) según el orden de la tabla 3.18.

Tabla 3.18. Prueba de Tukey de Rendimiento de cerezos de café por planta (g) de café (*Coffea arabica* L.). Villa Libertad 1440 msnm, Ayacucho.

| Variedad | Peso cerezo/planta | DLS 0.05 | Orden jerárquico | INTERP |
|---------------------------------|--------------------|----------|------------------|--------|
| Híbrido “Brasilero” | 9299.00 | a | I | Mayor |
| Costa Rica 95 | 5265.00 | b | II | Menor |
| Caturra Rojo (yema verde). | 3867.00 | b | | |
| Caturra Amarillo (yema verde). | 3840.00 | b | | |
| Catimor | 3180.00 | b | | |
| Caturra Rojo (yema bronce). | 2940.00 | b | | |
| Typica | 2887.00 | b | | |
| Híbrido “E” | 2877.00 | b | | |
| Caturra Amarillo (yema bronce). | 2750.00 | b | | |

Nota: en el DLS entre letras iguales no hay diferencia estadística.

Mamani (2008), reportó que las variedades Catimor y Caturra muestran resultado en promedio el peso de cerezos por árbol 703 - 1031.4 y 1582 gr; respectivamente. Mientras los resultados que se obtuvo en la caracterización agromorfológica y molecular de café, el peso de cerezo por planta en gramos en las variedades de Catimor y Caturra fueron mayores.

❖ **Rendimiento de granos pergamino al 11% de humedad por planta.**

Se evaluó el rendimiento de cerezos de granos pergamino al 11% de humedad por planta en gramos para las 9 variedades descritas. Por la alta significación estadística ($p: 0.01$); encontrado al realizar el análisis de variancia, tabla 3.19, indicando alta variabilidad en rendimiento de granos pergamino al 11% de humedad en las 9 variedades de café (*Coffea arabica* L.), del anexo de Villa Libertad, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey ($P: 0.05$), se observa en la tabla 3.20; para agrupar los valores rendimiento de granos pergamino estadísticamente similares y determinar el orden jerárquico.

El coeficiente de variación (CV) para el rendimiento de granos pergamino al 11% de humedad por planta en gramos fue de 37.9% que es mayor a 30% estadísticamente inadecuado, esta característica contiene diferencia genética y ambiental, siendo bastante importante en su expresión ya que son caracteres agronómicos cuantitativos de rendimiento.

Tabla 3.19. Análisis variancia de rendimiento de granos pergamino al 11% de humedad por planta en gramos de café (*Coffea arabica* L.). Villa Libertad 1440 msnm. Ayacucho.

| FV | GL | SC | CM | Fc | Pr > F |
|-----------------|-----------|------------|------------|-----------|------------------|
| Variedad | 8 | 4427056.78 | 553382.098 | 10.77 | <.0001 |
| Error | 18 | 924675.851 | 51370.881 | | |
| Total | 26 | 5351732.63 | | | |

CV (%) **37.9**

En cuanto al rendimiento de granos pergamino al 11% de humedad por planta en gramos de café se encontró que la variedad Híbrido “Brasileño” presenta mayor valor en promedio de 1664 g (1.7 kg), las variedades de Costa Rica - 95 a Caturra Amarilla (yema bronce) presentan menores valores en promedio entre 851.4 g (0.85 kg) y 327 g (0.33 kg) según el orden de la tabla 3.20.

Tabla 3.20. Prueba de Tukey de rendimiento de granos pergamino al 11% Humedad por planta en gramos de café (*Coffea arabica* L.). Villa Libertad 1440 msnm. Ayacucho.

| Variedad | Peso GP/planta | DLS 0.05 | Orden jerárquico | INTERP |
|---------------------------------|----------------|----------|------------------|--------|
| Híbrido “Brasileiro” | 1664.00 | a | I | Mayor |
| Costa Rica 95 | 851.40 | b | II | Menor |
| Catimor | 506.20 | b | | |
| Typica | 456.40 | b | | |
| Híbrido “E” | 455.10 | b | | |
| Caturra Amarilla (yema verde). | 403.10 | b | | |
| Caturra Roja (yema verde). | 382.40 | b | | |
| Caturra Roja (yema bronce). | 336.20 | b | | |
| Caturra Amarilla (yema bronce). | 327.40 | b | | |

Nota: en el DLS entre letras iguales no hay diferencia estadística.

❖ **Rendimiento de granos oro al 11% de humedad por planta.**

Se evaluó el rendimiento de granos oro al 11% de humedad por planta en gramos para las 9 variedades descritas. Por la alta significación estadística ($p: 0.01$); encontrado al realizar el análisis de variancia, tabla 3.21, indicando alta variabilidad en rendimiento de granos oro al 11% de humedad las 9 variedades de café (*Coffea arabica* L.), del anexo de Villa Libertad, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey ($P: 0.05$), se observa en la tabla 3.22; para agrupar los valores rendimiento de granos pergamino estadísticamente similares y determinar el orden jerárquico.

El coeficiente de variación (CV) para el rendimiento de granos oro al 11% de humedad por planta en gramos fue de 37.68% que es mayor a 30% estadísticamente inadecuado, esta característica contiene diferencia genética y ambiental, siendo bastante importante en su expresión ya que son caracteres agronómicos cuantitativos de rendimiento.

Tabla 3.21. Análisis variancia de rendimiento de granos oro al 11% Humedad por planta en gramos de café (*Coffea arabica* L.). Villa Libertad 1440 msnm. Ayacucho.

| FV | GL | SC | CM | Fc | Pr > F |
|-----------------|-----------|------------|------------|-------|--------|
| Variedad | 8 | 3187594.34 | 398449.293 | 10.77 | <.0001 |
| Error | 18 | 666109.151 | 37006.064 | | |
| Total | 26 | 3853703.49 | | | |

CV (%) **37.68**

En cuanto al rendimiento de granos oro al 11% de humedad por planta en gramos de café se encontró que la variedad Híbrido “Brasilero” presenta mayor valor en promedio 1416.1 g (1.42 kg), las variedades de Costa Rica 95 hasta Caturra Amarilla (yema bronce) presentan menores valores en promedio entre 718.90 g (0.72 kg) y 276.20 g (0.28 k según el orden de la tabla 3.22).

Tabla 3.22. Prueba de Tukey de Rendimiento de granos oro al 11% de humedad por planta (g) de café (*Coffea arabica* L.). Villa Libertad 1440 msnm. Ayacucho.

| Variedad | Peso GO/planta | DLS 0.05 | Orden jerárquico | INTERP |
|---------------------------------|----------------|----------|------------------|--------|
| Híbrido “Brasilero” | 1416.10 | a | I | Mayor |
| Costa Rica 95 | 718.90 | b | II | Menor |
| Catimor | 434.30 | b | | |
| Híbrido “E” | 399.10 | b | | |
| Typica | 395.00 | b | | |
| Caturra Amarilla (yema verde). | 342.00 | b | | |
| Caturra Rojo (yema verde). | 326.30 | b | | |
| Caturra Rojo (yema bronce). | 286.50 | b | | |
| Caturra Amarilla (yema bronce). | 276.20 | b | | |

Nota: en el DLS entre letras iguales no hay diferencia estadística.

3.2.3. De la caracterización agronómica cualitativa.

Se evaluó un carácter agronómico cualitativas para las nueve variedades de café (*Coffea arabica* L.) en Villa Libertad, considerando el carácter del hábito de ramificación se encontró que la variedad Híbrido “Brasileiro” muestra el hábito de muchas ramas primarias con muchas ramas secundarias, y las variedades Costa Rica 95, Catimor, Typica, Híbrido “E”, Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde), Caturra Roja (yema bronce), Caturra Amarilla (yema bronce) muestran el hábito de muchas ramas primarias con algunas ramas secundarias.

3.3. DE LA EVALUACIÓN MOLECULAR (RAPDs).

3.3.1. De la extracción de ADN

La extracción de ADN se ha realizado a partir de una muestra de 38 accesiones del germoplasma de café, que representa a las 182 accesiones colectadas. El criterio para la obtención de la muestra fue sacando al azar accesiones de cada grupo del dendograma, debido a que las accesiones dentro de cada rama son similares con una probabilidad de 95%. En la tabla 3.23 se presenta la cuantificación del ADN obtenido.

3.3.2. De la verificación y cuantificación de calidad de ADN

Se verificó la calidad de las muestras de ADN de café extraído con la ayuda de Biofotómetro. En la tabla 3.23 se presenta la cuantificación del ADN obtenido.

Tabla 3.23. Cuantificación de ADN de las muestras de accesiones agrupadas de café (16/05/16)

| Variedades | | ng/ul | A ₂₆₀ /1mm | A ₂₆₀ /A ₂₈₀ |
|------------|------|--------|-----------------------|------------------------------------|
| G01 | G01A | 379.7 | 0.788 | 1.99 |
| | | 387.5 | 0.808 | 2.00 |
| | G01B | 657.4 | 1.377 | 2.00 |
| | | 530.5 | 2.719 | 2.00 |
| | G01C | 604.4 | 1.900 | 2.40 |
| | | 1197.8 | 2.453 | 2.00 |
| G02 | G02A | 879.8 | 1.824 | 2.02 |
| | | 913.2 | 1.885 | 2.02 |
| | G02B | 750.5 | 1.543 | 2.01 |
| | | 779.9 | 1.614 | 2.00 |

| | | | | |
|------------|-------------|-------|-------|------|
| G03 | G03A | 537.2 | 1.181 | 1.98 |
| | | 370.3 | 1.519 | 2.00 |
| | G03B | 505.0 | 1.088 | 1.97 |
| | | 515.4 | 1.104 | 1.96 |
| G04 | G04A | 553.3 | 1.182 | 1.99 |
| | | 556.9 | 1.178 | 1.99 |
| | G04B | 475.9 | 0.989 | 1.98 |
| | | 476.3 | 0.983 | 1.98 |
| G05 | G05 | 194.3 | 0.439 | 1.81 |
| | | 196.9 | 0.427 | 1.81 |
| G06 | G06A | 816.7 | 2.097 | 1.86 |
| | | 830.5 | 2.133 | 1.87 |
| | G06B | 58.8 | 0.131 | 1.97 |
| | | 56.6 | 0.155 | 1.97 |
| G07 | G07A | 651.5 | 1.357 | 2.00 |
| | | 650.5 | 1.357 | 2.00 |
| | G07B | 515.3 | 1.072 | 1.96 |
| | | 523.5 | 1.086 | 1.97 |
| | G07C | 853.3 | 1.763 | 1.98 |
| | | 854.3 | 1.758 | 1.98 |
| G08 | G08A | 352.6 | 0.764 | 2.04 |
| | | 353.2 | 0.751 | 2.04 |
| | G08B | 671.3 | 1.377 | 2.02 |
| | | 672.3 | 1.391 | 2.03 |
| G09 | G09A | 300.6 | 0.608 | 1.93 |
| | | 302.4 | 0.611 | 1.92 |
| | G09B | 271.9 | 0.553 | 1.93 |
| | | 129.0 | 0.865 | 2.02 |
| | G09C | 481.0 | 1.024 | 1.95 |
| | | 359.4 | 2.201 | 2.05 |
| G10 | G10A | 340 | 0.7 | 2.01 |
| | | 344.7 | 0.71 | 2.02 |
| | G10B | 294.8 | 0.598 | 1.94 |
| | | 295 | 0.606 | 1.94 |
| G11 | G11A | 817.9 | 1.674 | 2.04 |
| | | 835.5 | 1.714 | 2.03 |

| | | | | |
|------------|-------------|-------|-------|------|
| | G11B | 552.5 | 1.132 | 2.03 |
| | | 557.3 | 1.145 | 2.03 |
| | G11C | 513.3 | 1.069 | 2.03 |
| | | 513.7 | 1.073 | 2.03 |
| G12 | G12 | 395.6 | 0.833 | 1.93 |
| | | 398.6 | 0.856 | 1.94 |
| G13 | G13A | 477.5 | 1.009 | 1.98 |
| | | 466.8 | 0.967 | 1.99 |
| | G13B | 267.6 | 0.589 | 1.89 |
| | | 270.6 | 0.596 | 1.88 |
| G14 | G14 | 727.4 | 1.499 | 2.01 |
| | | 728.7 | 1.502 | 2.01 |
| G15 | G15 | 293.7 | 0.644 | 1.94 |
| | | 304.5 | 0.668 | 1.94 |
| G16 | G16A | 573.6 | 1.213 | 2.02 |
| | | 418.8 | 1.452 | 2.07 |
| | G16B | 648.4 | 1.308 | 2.01 |
| | | 663.2 | 1.336 | 2.02 |
| G17 | G17A | 570.5 | 1.148 | 1.96 |
| | | 564.7 | 1.128 | 1.96 |
| | G17B | 285.8 | 0.649 | 1.9 |
| | | 292.3 | 0.604 | 1.89 |
| G18 | G18A | 196.9 | 0.392 | 1.9 |
| | | 200.5 | 0.401 | 1.89 |
| | G18B | 841.2 | 1.681 | 2.03 |
| | | 849.8 | 1.694 | 2.04 |

Se cuantificó el ADN en el biofotómetro muestras al azar de accesiones de café, los cuales muestran la calidad de ADN en el parámetro de absorbancia (A_{260}/A_{280}) 1.8 – 2.00.

La calidad de ADN fue evaluado utilizando la técnica de electroforesis, con el cual se logró visualizar las bandas de ADN extraído. Figura 3.3.

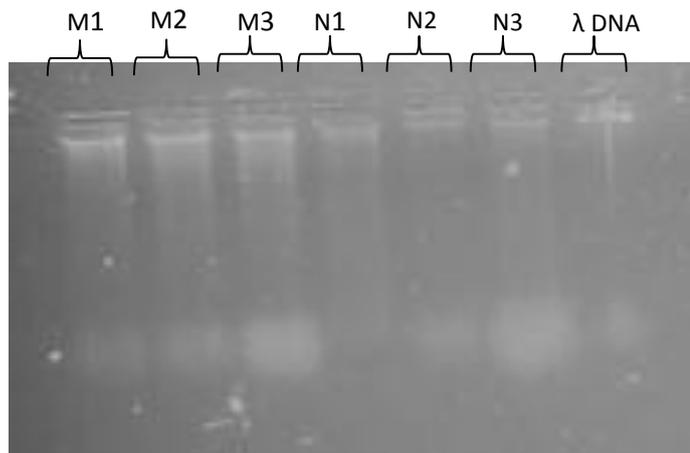


Figura 3.3. Extracción de DNA café, 1% de agarosa, 90 v, por 70min; M1, M2 y M3, N1, N2 y N3 son accesiones de café tomados al azar.

Wilches (1995), menciona que las causas de la degradación del ADN son debidas principalmente a la oxidación del material durante el proceso de extracción del ADN. Cuando el ADN está degradado se observa una mancha en el lugar de la muestra que se puso a migrar. Por el contrario, si está en buenas condiciones, se ve una línea de ADN en el gel con un grosor que puede ser muy tenue o denso.

3.3.3. De la amplificación de ADN por PCR

Se realizó la amplificación de las bandas de ADN utilizando la técnica de PCR en el termociclador eppendorf utilizando el marcador molecular RAPD con el primer OPK-05, el resultado se observa en la figura 3.1 en el cual se observa polimorfismo en las bandas de ADN demostrando la variabilidad genética en las muestras de café utilizada para el PCR.

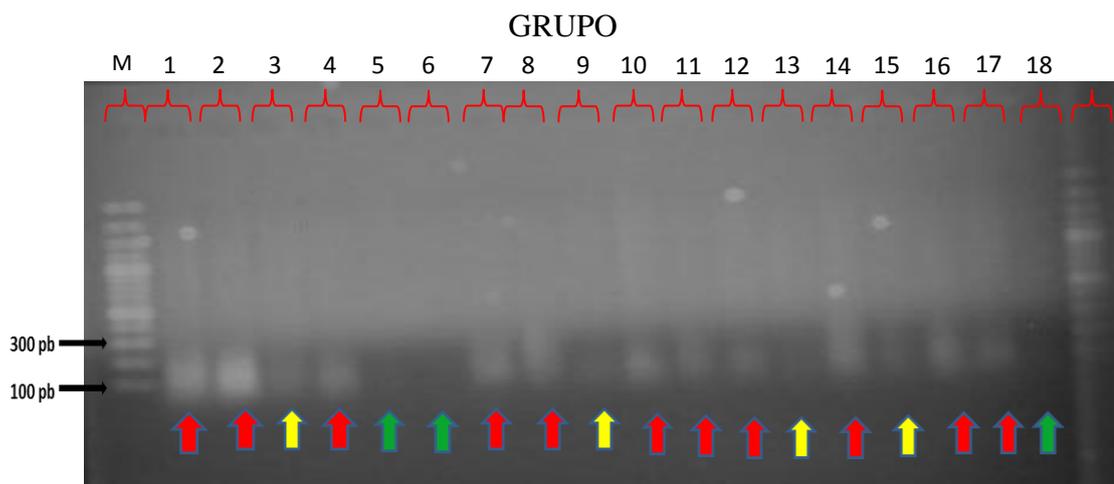


Figura 3.4. Identificación molecular RAPDs mediante PCR de las accesiones de café (*Coffea arabica* L.) utilizando primer OPK-5. Corrido con 90 v por 1 hora y 15 minutos.

Se observó alta amplificación en los grupos G1, G2, G4, G7, G8, G10, G11, G12, G14, G16 y G17 representados por los carriles 1 (c101), 2 (C032), 4 (C038), 7 (C147), 8 (C079), 10 (C001), 11 (C093), 12 (C010), 14 (C114), 16 (C119), 17 (C137), en los grupos G3, G9, G13 y G15 representado por los carriles 3 (C123), 9 (C088), 13 (C139), 15 (C146) con bajo amplificación y en los grupos G5, G6 y G18 representado por los carriles 5 (C031), 6 (C105), 18 (C172) no muestran amplificación respectiva, lo cual indica la variabilidad genética con un mediano polimorfismo.

Dinesh *et al.*, (2011), menciona que de los 140 cebadores que seleccionó encontraron patrones RAPD en diecisiete cebadores para ser reproducible y adecuada para la investigación y el tamaño molecular estimado fue en el rango de 90 a 1800 pares de bases; mientras que en el PCR- RAPD realizado con el primer OPK-05 se encontró bandas en el rango de 90 a 300 pares de bases. Mientras Aga (2003), reporta que de los 112 encuestados cebadores inicialmente, encontró patrones RAPD de doce cebadores de ser reproducible y adecuada para su investigación. Los doce oligonucleótidos cebadores generaron un total de 75 (reproducibles) bandas polimórficas estables a través de 144 individuos que representan a 16 poblaciones. El número de bandas por imprimación varió de dos (OPX20) a nueve (OPC07) con un promedio de 6,25 por cebador, y el tamaño molecular estimado fue en el rango de 300 a 2400 pares de bases.

CONCLUSIONES

En base de los resultados obtenidos, la discusión realizada y teniendo en cuenta las condiciones en que se evaluó el presente experimento, se concluye en lo siguiente:

1. Al caracterizar 182 accesiones de café de Villa Libertad (VRAEM), utilizando marcadores morfológicos, se tuvo 18 grupos fenotípicamente diferentes (UPGMA), en base a los 13 caracteres morfológicos cualitativos.
2. Morfológicamente las 9 variedades de café (*Coffea arabica* L.) muestran variabilidad al presentar caracteres cuantitativos y cualitativos diversos entre variedades.
3. Agronómicamente entre las 9 variedades de café (*Coffea arabica* L.) muestra alto rendimiento de grano pergamino/planta la variedad Brasileiro (1664 gr); el peso de 100 granos pergamino a 11% humedad fue mayor en la variedad Híbrido (34.31g); el peso de 100 granos oro a 11% humedad fue mayor en la variedad Híbrido (30.09 g) y la severidad de roya fueron altos en las variedades de Caturra Amarilla (yema verde), Caturra Roja (yema verde) con 58.08 y 54.80% de área foliar afectado.
4. Al caracterizar molecularmente el ADN de los 18 grupos (UPGMA) de café con marcadores genéticos RAPD, utilizando la técnica de PCR, se encontró polimorfismo en las bandas de ADN indicando variabilidad genética entre grupos de café (*Coffea arabica* L.).

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer evaluaciones de caracterización morfológica, agronómica y molecular de accesiones de café de las diferentes zonas del VRAEM.
2. Se recomienda realizar instalaciones de café con variedades de mayor rendimiento y tolerantes a la enfermedad de roya.
3. Se recomienda hacer análisis de caracterización molecular con otros marcadores moleculares para diferir la variabilidad genética del cultivo de café.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Aga, E., Bryngelsson, T., Bekele, E. and Salomon, B. (2003). Genetic diversity of forest arabica coffee (*Coffea Arabica* L.) in Ethiopia as revealed by random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis.— *Hereditas* 138: 36–46. Lund, Sweden. ISSN 0018-0661. Ethiopia, 11p.
2. Alarcó LA. (2011). Modelo de gestión productiva para el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en el sur de Ecuador, Madrid, p. 11-12.
3. ANACAFE (2006). Asociación Nacional del Café, GT. Guía técnica de caficultura. Guatemala. 213 p.
4. Anthony, F; Astorga, C; Berthaud, J. (1999). Los recursos genéticos: las bases de una solución genética a los problemas de la caficultura latinoamericana. *In* Bertrand, B; Rapidel, B. eds. Desafíos de la caficultura en Centroamérica. San José, CR, IICA. p. 369-406.
5. Arcila PJ. (2005). Crecimiento y desarrollo de la planta de café; capítulo 2. 40p.
6. Arvy, M. P.; Gallouin, F.; Ubillos, M. Á. M. y Montalbán, J. M. (2007). Especies, aromatizantes y condimentos. Mundi-Prensa, 77.
7. Azofeifa A. y Delgado (2006). Uso de marcadores moleculares en plantas; aplicaciones en frutales del trópico. 21p.
8. Bardakci, F. 2000. Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) Markers Cumhuriyet University, Faculty of Arts and Science, Department of Biology, Turk J Biol 25: 185-196
9. Bertrand B, Guyot B, Anthony F, Lashermes P. (2003). Impact of the *Coffea canephora* gene introgression on beverage quality of *C. arabica*. TAG Theoretical and Applied Genetics. 107(3):387-394.
10. Castillo L. (2014). Gerente JNC (Junta Nacional del Café), Caficultura peruana: historia, contexto y perspectivas. Lima, 16 de junio.
11. Dineshk. P.; Shivanna M. B.; Santa Ram A. (2011). Identification of RAPD (random amplified polymorphic DNA) markers for Ethiopian wild *Coffea arabica* L. genetic resources conserved in India, *Karnataka - INDIA*, 07p.
12. Doyle J.J & Doyle J.L. (1990). Isolation of DNA from small amounts of plant tissues. *Focus*. 12: 13-15.

13. Duicela, G. L.; Corral, C. R. (2009). *Café y ambiente: Reflexiones sobre la caficultora de los recursos naturales*. Manta, EC. s.e. 110 p.
14. González G., Mora A. y Vallejo P. (2013). Ficha técnica de la roya del cafeto *Hemileia vastatrix* berkeley & broome. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Ver. SINAVEF-LAB, SAGARPA. 28 p.
15. Herrera JC, Combes MC, Anthony F, Charrier A, Lashermes P. (2002). Introgression into the allotetraploid coffee (*Coffea Arabica* L.): segregation and recombination of the *C.canephora*; genome in the tetraploid interspecific hybrid (*C. arabica* x *C. canephora*). *Theoretical and Applied Genetics*. 104(4):661-668.
16. ICAFE – Instituto de Café de Costa Rica (1998). “Manual de recomendaciones para el cultivo del café”. 1ª ed. Heredia, Costa Rica, 193pp.
17. Ignacio CS., (2007) Caracterización morfológica y agronómica de la colección núcleo de café (*Coffea arabica* L.) del CATIE Turrialba, Costa Rica. 117 pp.
18. INIA (2014). Ministerio de Agricultura y Riego - Instituto Nacional de Innovación).
19. IPGRI (1996). Descriptores del café (*Coffea spp.* y *Psilanthuss pp.*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italia, 36 pp.
20. Kathurima C. W., Kenji G. M., Muhoho S. M., Boulanger R., Gichimu B. M. and Gichuru E. K. (2011). Genetic diversity among commercial coffee varieties, advanced selections and museum collections in Kenya using molecular markers. France, 08p.
21. Lashermes P, Combes MC, Robert J, Trouslot P, D'hont A, Anthony F, et al. (1999). Molecular characterisation and origin of the *Coffea Arabica* L. genome. *Molecular and General Genetics MGG*. 261(2):259-266.
22. León, J. (2000). Botánica de los cultivos tropicales. 3 ed. aum. y rev. San José, CR, IICA. p. 350-364.
23. López AE. (2003). Las cinco principales plagas de Café (*Coffea arabica* L) en el estado de Chiapas. México. 125 p.
24. López P. R. (2006). Caracterización de tres variedades de café (*Coffea arabica*) en tres zonas ecológicas del país, Guatemala. 68 p.
25. Mamani A. A. (2008). Caracterización agromorfológica de accesiones de café (*Coffea arábica* L.) en la estación experimental de San Pedro de la loma Coroico La Paz – Bolivia, 131 p.

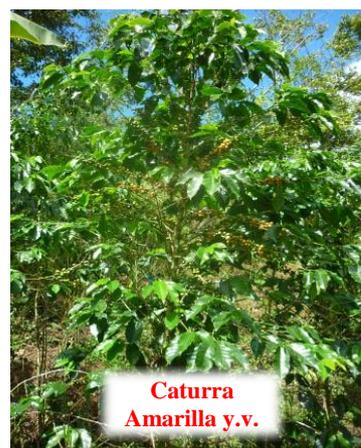
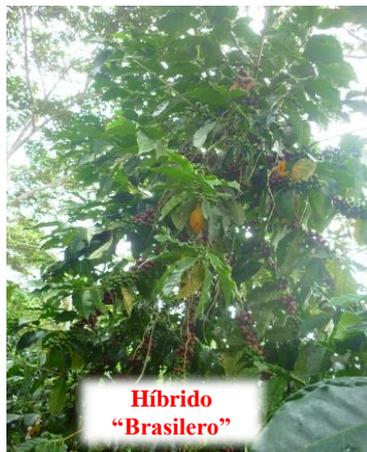
26. Mayne WW. (1969). A century of coffee leaf disease, 1869 – 1969. *Biologist (Inglaterra)* 16 (2): 58 – 60.
27. Medeiros AG. (1970). Informe sobre *Hemileia vastatrix* em café na Bahia, Brasil. CEPLAC, Rio de Janeiro.
28. MINAGRI (2015). Ministerio de Agricultura y Riego. Síntesis agroeconómica del café.
29. Morillo E. & Miño G. (2011). “Marcadores Moleculares en Biotecnología Agrícola: Manual de procedimientos y técnicas en INIAP”. Manual No. 91 Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina. Quito. 121 p.
30. Pacheco P. T. (2012). Diversidad morfológica del café y de su mesofauna asociada, distribuida en el sur de Ecuador. 185 p.
31. Phillips, W.; Rodríguez, H.; Fritz, P. 1995. Marcadores de ADN: Teoría, aplicaciones y protocolos de trabajo con ejemplos de investigaciones en cacao (*Theobroma cacao*). Serie técnica. Informe técnico #252. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 183 p.
32. Romero G. G. (2013). Desarrollo de marcadores funcionales ligados a la resistencia genética contra la roya del café; Universidad Nacional de Colombia. 138 p.
33. Sánchez N.- Chiang, Jiménez V. (2009). Técnicas moleculares para la detección de variantes somaclonales. *Agronomía mesoamericana* 20(1): 135-151. ISSN: 1021-7444. Costa Rica. 18p.
34. Sotomayor, I.; Duicela, G. L. 1993. Principales variedades: Manual del cultivo de café. Quevedo, EC. INIAP. 224 p.
35. Tamay De Dios L., Ibarra C. y Velasquillo C. (2013). Fundamentos de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y de la PCR en tiempo real Vol. 2, Núm. 2, pp 70-78.
36. Velasco Mosquera, R. (2004). Principios de las técnicas moleculares basadas en PCR, Universidad Nacional Sede Palmira.
37. Wilches MA. (1995). “Uso de marcadores moleculares RAPDs para evaluar la diversidad genética de los recursos genéticos de café *Coffea arabica* L.” Turrialba, Costa Rica CATIE: 73p.

ANEXOS

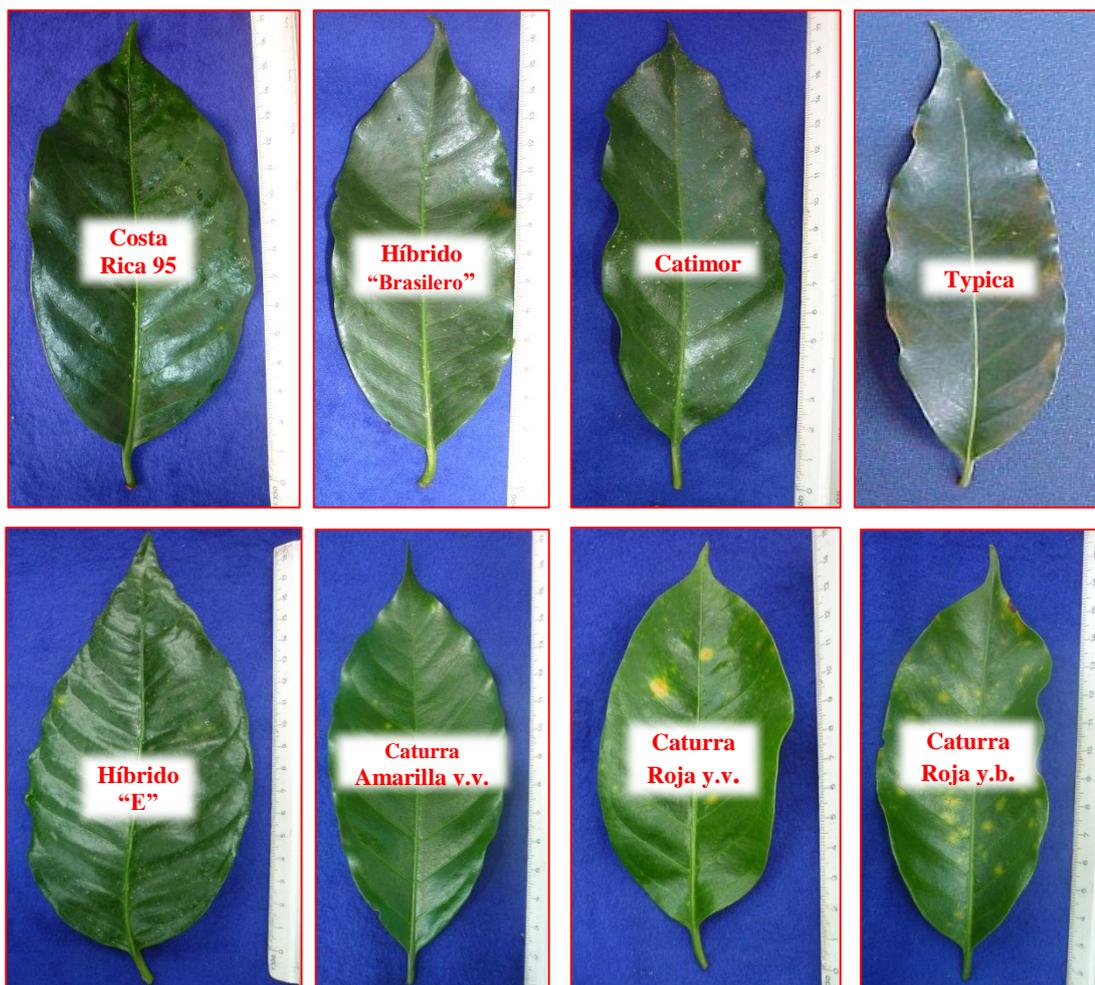
ANEXO 1.

Fotografías de la planta de café para las 09 variedades comerciales

1.1. Desarrollo vegetativo de la planta de café.



1.2. Formas de la hoja del café.



1.3. Color de hoja joven de la planta de café.



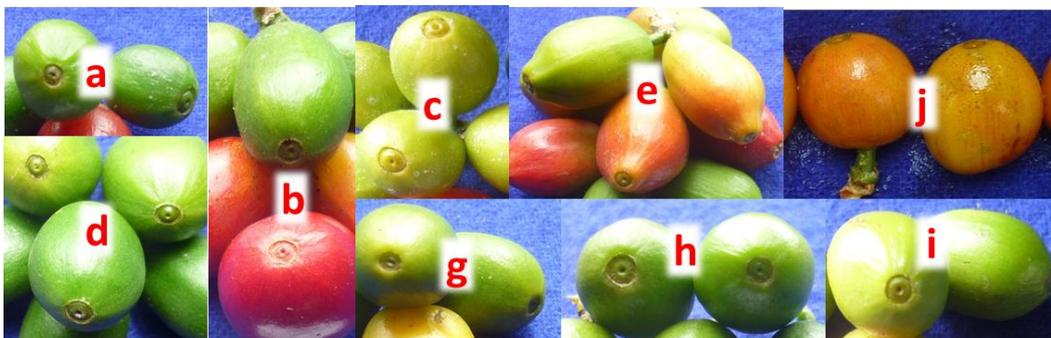
1.4. Formas del ápice de hoja de la planta café.



1.5. Formas del fruto de la planta de café.



1.6. Formas del disco del fruto de la planta de café.



Dónde: (a) Costa Rica 95, (b) Híbrido "Brasilero", (c) Catimor, (d) Typica, (e) Híbrido "E", (g) Caturra Amarilla yema verde, (h) Caturra Roja yema verde, (i) Caturra Roja yema bronce, (j) Caturra Amarilla yema bronce.

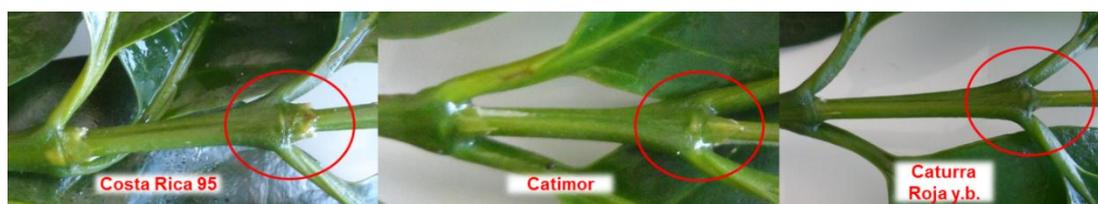
1.7. Formas de semillas del café.



1.8. Color de la semilla oro del café.



1.9. Formas de estípula del café.



1.10. Cosecha y proceso de evaluación del café.

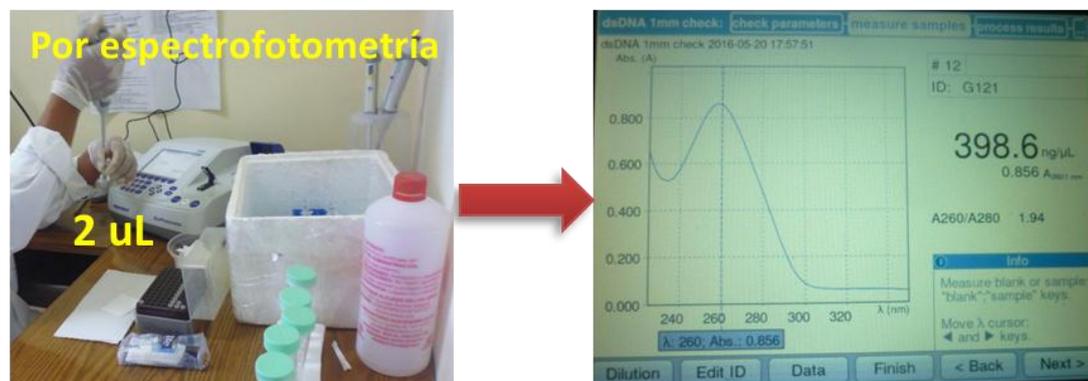


1.11. Proceso de evaluación molecular

1.11.1. Aislamiento de ADN



1.11.2. Cuantificación de ADN



1.11.3. Verificación de la calidad de ADN (por electroforesis)

90 v por 1h 15 min.

| N | Nº de carril en gel de agarosa | ADN stock (µL) | Buffer Loading 6X (µL) | Volumen de agua PCR (µL) | Volumen final de carga (µL) |
|---|--------------------------------|----------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| | 1 | 2 | 1 | 3 | 6 |

1.12. Enfermedad del café.



ANEXO 2.

DESCRIPTOR UTILIZADO EN EL PRESENTE ESTUDIO

Se tomó el descriptor oficial de cafeto (*Coffea sp.*) del International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI 1996), Lo cual se describe a continuación.

A. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LAS ACCESIONES COLECTADAS DEL CAFÉ.

A.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS PLANTAS Y RAMAS.

A.1.1. Hábito de planta (HP).

- ✓ (1) codifica hábito matorral (altura de la planta < 5 m y sin un tronco preciso)
- ✓ (2) arbusto o árbol pequeño (altura de la planta < 5 m y con uno a más troncos)
- ✓ (3) árbol (altura de la planta > 5 m y tronco único).

A.1.2. Desarrollo vegetativo de la planta (DVP).

- ✓ (1) Monopódico
- ✓ (2) simpódico.
- ✓ (3) mixto (ambos)

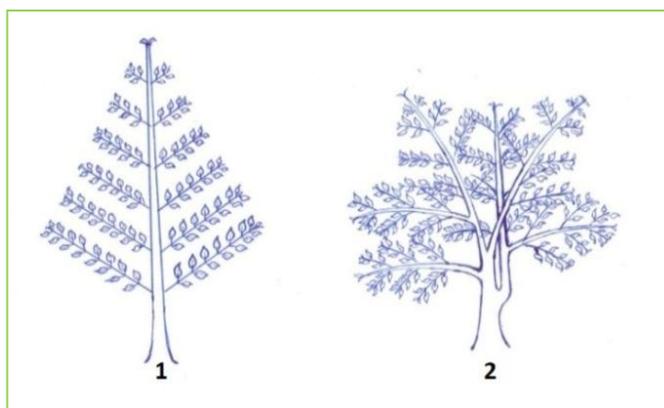


Figura 1.1: Arquitectura de la planta.

A.1.3. Forma de la Copa (FC).

- ✓ (1) Piramidal
- ✓ (2) Arbustiforme
- ✓ (3) Elongada cónica.

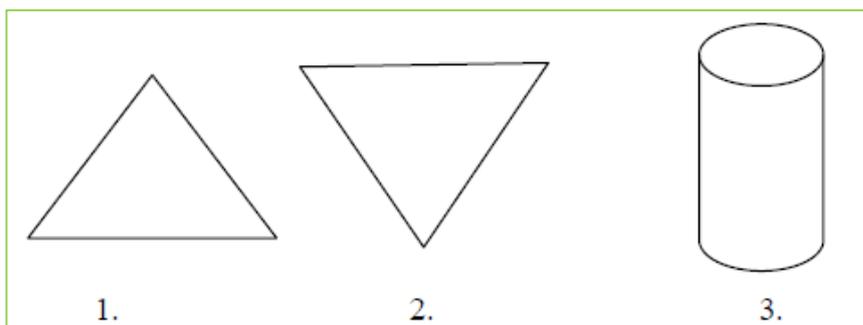


Figura 1.2: Formas de la copa de la planta.

A.1.4. Forma de la estípula (FE).

- ✓ (1) Redonda
- ✓ (2) Oval
- ✓ (3) Triangular
- ✓ (4) Deltoide (equilátero triangular)
- ✓ (5) Trapeciforme
- ✓ (6) Otra.

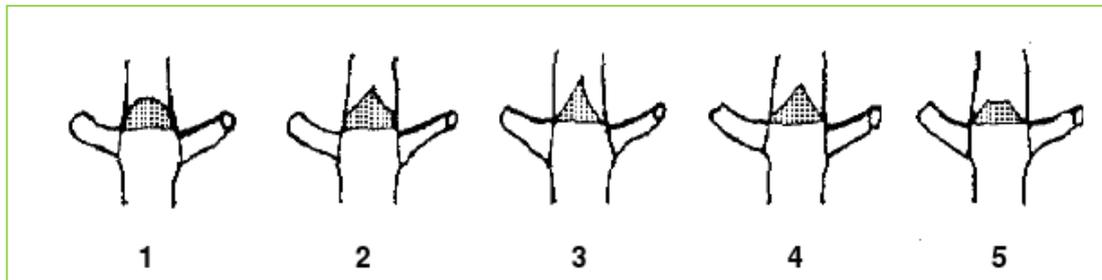


Figura 1.3: Formas de estípula.

A.1.5. Color de la hoja joven (CHJ).

- ✓ (1) Verdusca
- ✓ (2) verde
- ✓ (3) amarronada
- ✓ (4) marrón rojiza
- ✓ (5) bronce
- ✓ (6) púrpura.



Figura 1.4: Descripción de los colores de hoja joven: (2) verde, (3) marrón rojiza, (5) bronce y (6) púrpura.

A.2. CARACTERIZACIÓN DE LA HOJA.

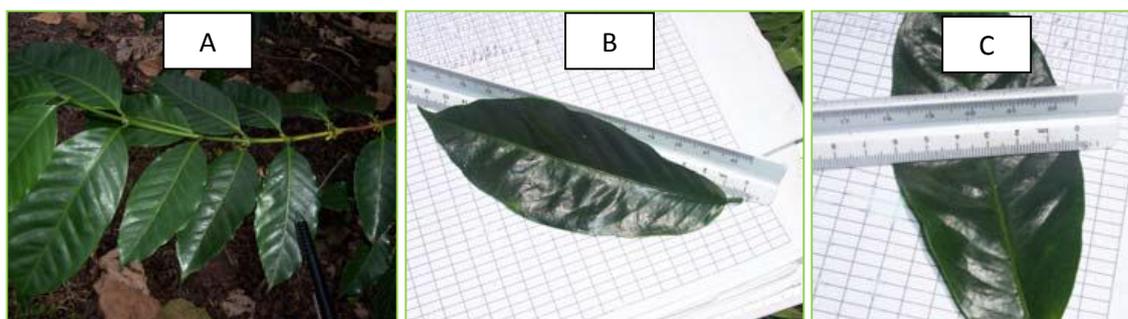


Figura 2.1: Rama plagiotrópica y hoja de café para: (A) Muestreo de las hojas, (B) Longitud de la hoja y (C) Ancho de la hoja

A.2.1 Longitud de la hoja (LH).

Utilizando un escalímetro (escala 1:100) en mm.

A.2.2 Ancho de la hoja (AH).

Utilizando un escalímetro (escala 1:100) en mm.

A.2.3 Longitud del pecíolo foliar (LPF).

Utilizando un escalímetro (escala 1:100) en mm.

Figura 2.2: longitud del pecíolo foliar (LPF).

A.2.4 Forma de la hoja (FH).

- ✓ (1) obovada
- ✓ (2) ovada
- ✓ (3) elíptica
- ✓ (4) lanceolada.

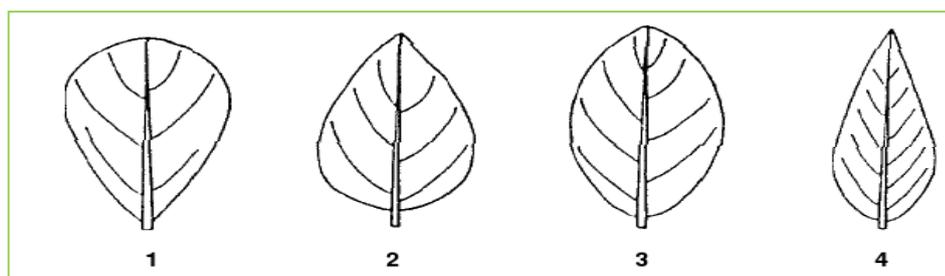


Figura 2.2: Formas de la hoja de café.



Figura 2.3: Formas de la hoja en estudio: (3) Elíptica, (2) Ovada y (4) Lanceolada.

A.2.5 Forma del ápice de la hoja (FAH).

- ✓ (1) redonda
- ✓ (2) obtusa
- ✓ (3) aguda
- ✓ (4) puntiaguda
- ✓ (5) apiculada y
- ✓ (6) espatulada.

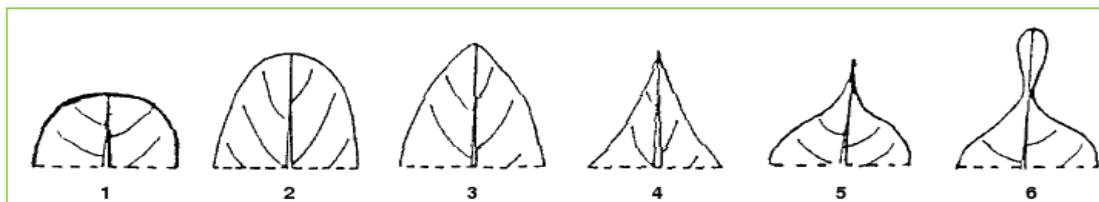


Figura 2.4: Formas del ápice de la hoja.

A.3. CARACTERIZACIÓN DE LA INFLORESCENCIA Y DE LA FLOR.

A.3.1. Posición de la inflorescencia (PI).

- ✓ (1) flores axilares
- ✓ (2) flores caulinares y
- ✓ (3) mixtas (ambas posiciones).

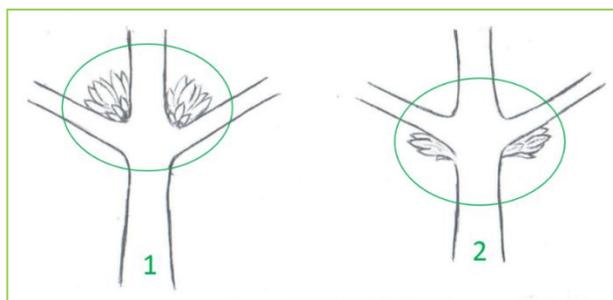


Figura 3.1: Posición de la inflorescencia.

A.3.2. Longitud del tallo de la inflorescencia (LTI).

Se midió con escalímetro escala (1:100) en mm.

A.3.3 Número de flores por axila (NFA).

Se contabilizó los números de flores por axila de diez ramas diferentes.



Figura 3.2: Inflorescencia del café.

A.3.4. Número de flores por fascículo (NFF).

Se contabilizo los números de flores por fascículo de diez ramas diferentes.

A.3.5 Número de fascículos por nudo (NFN).

Se contabilizo los números de flores por fascículo de diez ramas diferentes

A.4 CARACTERIZACIÓN DEL FRUTO.

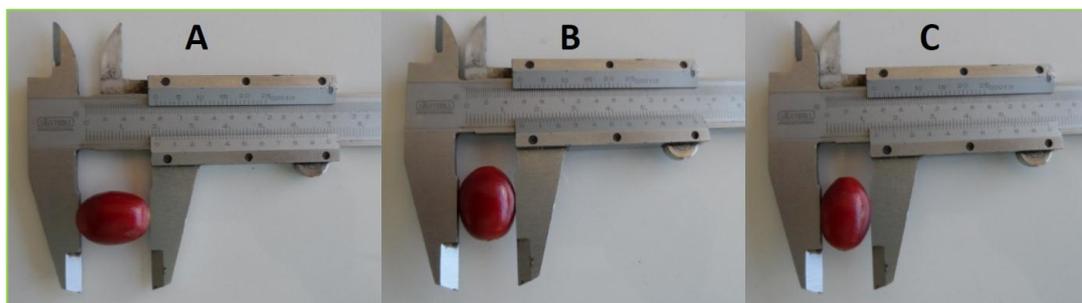


Figura 4.1: Dimensionamiento del fruto de café: A) largo del fruto, B) ancho del fruto y C) espesor del fruto.

A.4.1 Largo del fruto (LF).

Se midió en milímetros utilizando el VERNIER.

A.4.2 Ancho del fruto (AF).

Se midió en milímetros utilizando el VERNIER.

A.4.3 Espesor del fruto (EF).

Se midió en milímetros utilizando el VERNIER.

A.4.4 Forma del fruto (FF).

- ✓ (1) redondeada
- ✓ (2) obovada
- ✓ (3) oval
- ✓ (4) elíptica
- ✓ (5) oblonga

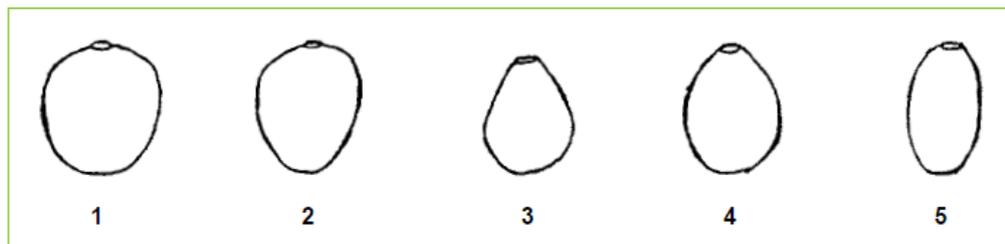


Figura 4.2: Formas del fruto de café

A.4.5 Forma del disco del fruto (FDF).

- ✓ (1) disco no marcada
- ✓ (2) disco marcado pero no prominente
- ✓ (3) disco prominente
- ✓ (4) disco forma picuda

A.4.6 Color del fruto (CF).

- ✓ (1) amarillo
- ✓ (2) amarillo naranja
- ✓ (3) naranja
- ✓ (4) naranja rojizo
- ✓ (5) rojo
- ✓ (6) rojo púrpura
- ✓ (7) púrpura
- ✓ (8) púrpura violeta
- ✓ (9) violeta y
- ✓ (10) negro



Figura 4.3: Colores del fruto: (A) Rojo, (B) Amarillo y (C) Naranja.

A.5. CARACTERIZACIÓN DE LA SEMILLA.

Se midió con la regla graduada VERNIER en milímetros.

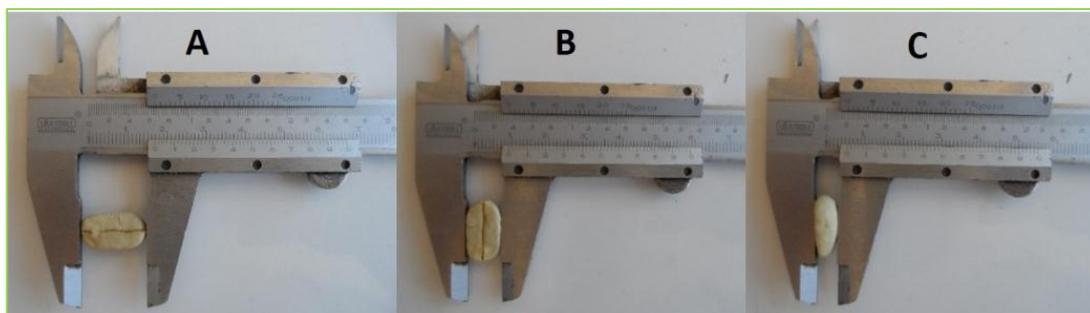


Figura 5.1: Caracterización de la semilla; A) ancho de la semilla, B) largo de la semilla y C) espesor de la semilla.

A.5.1 Largo de la semilla (LS).

Se midió con la regla graduada VERNIER en milímetros.

A.5.2 Ancho de la semilla (AS).

Se midió con la regla graduada VERNIER en milímetros.

A.5.3 Espesor de la semilla (ES).

Se midió con la regla graduada VERNIER en milímetros.

A.5.4 Color de la semilla (CS).

- ✓ (1) verde
- ✓ (2) amarilla y
- ✓ (3) marrón-púrpura.

Figura N° 5.2: Colores de la semilla; (A) verde y (B) amarillo.

A.5.5 Forma de la semilla (FS).

- ✓ (1) redonda
- ✓ (2) obovada
- ✓ (3) oval
- ✓ (4) elíptica y
- ✓ (5) oblonga.



Figura 5.2: Formas de la semilla; (5) oblonga y (1) redonda.

B. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE LAS ACCESIONES COLECTADAS DEL CAFÉ.

B.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE LA PLANTA.

B.1.1 Altura de plantas (AP).

(1) Muy baja (< 1 m.), (2) Baja (1-2 m.), (3) Alta (2-3 m), (4) Muy alta (> 3m).

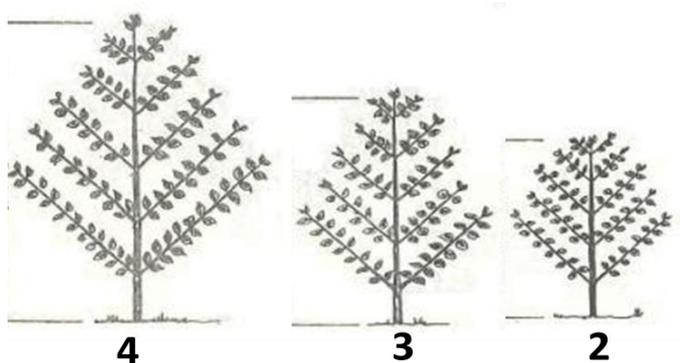


Figura 6.1: Alturas de la planta; (A) alto, (B) medio y (C) bajo.

B.1.2. Ángulo de inserción de las ramas primarias (AIRP).

Se midió con la ayuda de transportador el ángulo de las ramas primarias en grados sexagesimales



Figura 6.2: Ángulo de inserción de ramas (α).

B.1.3. Hábito de ramificación (HR).

- ✓ (1) muy pocas ramas primarias
- ✓ (2) muchas ramas primarias con algunas ramas secundarias
- ✓ (3) muchas ramas primarias con muchas ramas secundarias
- ✓ (4) muchas ramas primarias y secundarias con algunas ramas terciarias
- ✓ (5) muchas ramas primarias con muchas ramas secundarias y terciarias y
- ✓ (6) muchas ramas primarias, secundarias y terciarias con algunas ramas cuaternarias.

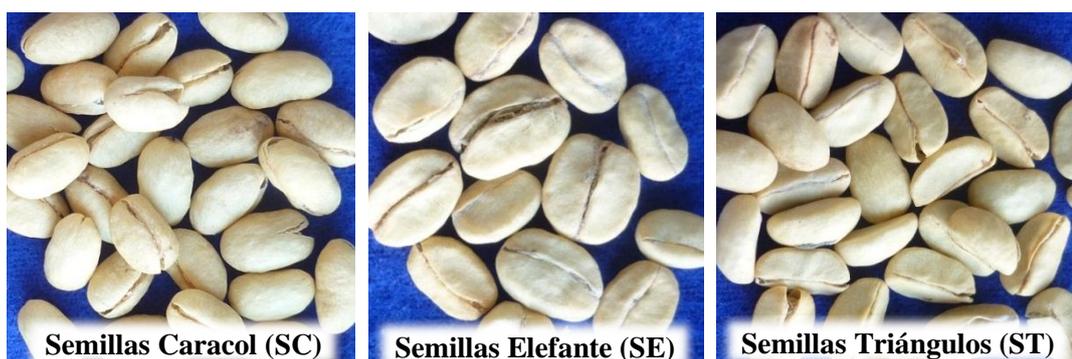
B.1.4. Evaluación del peso de bayas, peso de granos pergamino y granos oro.



FIGURA 6.3: Granos de café; (A) granos pergamino y (B) Granos oro.

B.1.5. Evaluación de frutos vanos.

B.1.6. Evaluación de semillas tipo caracol, elefante y triángulos.



B.1.7. Evaluación del daño por la broca (*Hipotenemus hampei*).

B.1.8. Evaluación de la severidad del ataque de la roya (*Hemiliae vastatrix*).

B.1.9 Caracterización molecular.

ANEXO 3.

Tabla 3.1. Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 14 caracteres morfológicos cuantitativos de la variedad Costa rica 95.

| VARIEDAD | COSTA RICA 95 | | | | |
|---|---------------|--------|--------|------------|-------|
| | PROMEDIO | MÁXIMO | MÍNIMO | DESV. EST. | CV % |
| Longitud de la hoja (LH en mm) | 161.15 | 171.00 | 138.50 | 10.96 | 6.80 |
| Ancho de la hoja (AH en mm) | 75.95 | 86.00 | 66.00 | 6.22 | 0.82 |
| Longitud del peciolo foliar (LPF en mm) | 12.15 | 14.00 | 11.00 | 0.82 | 6.75 |
| Relación (LH/AH) | 2.13 | 2.27 | 1.99 | 0.10 | 4.69 |
| Número de flores por axila (NFA) | 8.00 | 10.00 | 6.00 | 1.49 | 18.63 |
| Número de flores por fascículo (NFF) | 3.60 | 5.00 | 3.00 | 0.70 | 19.44 |
| Número de fascículos por nudo (NFN) | 4.60 | 6.00 | 3.00 | 0.97 | 21.09 |
| Longitud del tallo de la inflorescencia (LTI en mm) | 4.15 | 4.50 | 4.00 | 0.24 | 5.78 |
| Longitud del fruto (LF en mm) | 18.37 | 19.30 | 17.40 | 0.68 | 3.70 |
| Ancho del fruto (AF en mm) | 16.10 | 16.70 | 15.00 | 0.53 | 3.29 |
| Espesor del fruto (EF en mm) | 13.59 | 14.30 | 12.70 | 0.47 | 3.46 |
| Longitud de la semilla (LS en mm) | 12.98 | 14.10 | 12.10 | 0.61 | 4.70 |
| Ancho de la semilla (AS en mm) | 8.49 | 8.80 | 7.90 | 0.25 | 2.94 |
| Espesor de la semilla (ES en mm) | 5.27 | 5.70 | 5.00 | 0.19 | 3.61 |

Tabla 3.2. Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 14 caracteres morfológicos cuantitativos de la variedad Brasileiro.

| VARIEDAD | HIBRIDO "BRASILERO" | | | | |
|---|---------------------|--------|--------|------------|-------|
| | PROMEDIO | MÁXIMO | MÍNIMO | DESV. EST. | CV % |
| Longitud de la hoja (LH en mm) | 153.90 | 170.00 | 140.00 | 10.41 | 6.76 |
| Ancho de la hoja (AH en mm) | 70.65 | 76.50 | 64.00 | 3.99 | 5.65 |
| Longitud del peciolo foliar (LPF en mm) | 11.10 | 12.00 | 10.00 | 0.70 | 6.31 |
| Relación (LH/AH) | 2.18 | 2.27 | 2.03 | 0.06 | 2.75 |
| Número de flores por axila (NFA) | 15.40 | 17.00 | 13.00 | 1.26 | 8.18 |
| Número de flores por fascículo (NFF) | 4.30 | 6.00 | 3.00 | 1.25 | 29.07 |
| Número de fascículos por nudo (NFN) | 7.80 | 11.00 | 5.00 | 2.25 | 28.85 |
| Longitud del tallo de la inflorescencia (LTI en mm) | 4.10 | 4.50 | 4.00 | 0.21 | 5.12 |
| Longitud del fruto (LF en mm) | 17.30 | 18.60 | 16.70 | 0.65 | 3.76 |
| Ancho del fruto (AF en mm) | 14.76 | 15.60 | 13.50 | 0.63 | 4.27 |
| Espesor del fruto (EF en mm) | 12.69 | 14.00 | 11.80 | 0.64 | 5.04 |
| Longitud de la semilla (LS en mm) | 12.86 | 13.90 | 12.10 | 0.59 | 4.59 |
| Ancho de la semilla (AS en mm) | 8.66 | 9.40 | 8.10 | 0.36 | 4.16 |
| Espesor de la semilla (ES en mm) | 5.29 | 5.40 | 5.10 | 0.12 | 2.27 |

Tabla 3.3. Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 14 caracteres morfológicos cuantitativos de la variedad Catimor.

| VARIEDAD | CATIMOR | | | | |
|---|----------|--------|--------|------------|-------|
| | PROMEDIO | MÁXIMO | MÍNIMO | DESV. EST. | CV % |
| Longitud de la hoja (LH en mm) | 158.85 | 166.00 | 154.00 | 3.97 | 2.50 |
| Ancho de la hoja (AH en mm) | 75.20 | 79.50 | 71.50 | 2.83 | 3.76 |
| Longitud del peciolo foliar (LPF en mm) | 11.80 | 12.50 | 11.00 | 0.48 | 4.09 |
| Relación (LH/AH) | 2.11 | 2.23 | 2.03 | 0.07 | 3.12 |
| Número de flores por axila (NFA) | 14.10 | 17.00 | 12.00 | 1.66 | 11.80 |
| Número de flores por fascículo (NFF) | 3.80 | 5.00 | 3.00 | 0.79 | 20.76 |
| Número de fascículos por nudo (NFN) | 7.50 | 9.00 | 6.00 | 1.08 | 14.40 |
| Longitud del tallo de la inflorescencia (LTI en mm) | 4.25 | 5.00 | 4.00 | 0.42 | 10.00 |
| Longitud del fruto (LF en mm) | 16.70 | 18.00 | 15.20 | 0.84 | 5.05 |
| Ancho del fruto (AF en mm) | 14.64 | 15.30 | 14.40 | 0.29 | 1.99 |
| Espesor del fruto (EF en mm) | 12.83 | 13.70 | 12.10 | 0.54 | 4.21 |
| Longitud de la semilla (LS en mm) | 12.07 | 13.10 | 11.40 | 0.49 | 4.10 |
| Ancho de la semilla (AS en mm) | 8.48 | 9.30 | 7.90 | 0.40 | 4.71 |
| Espesor de la semilla (ES en mm) | 5.17 | 5.90 | 4.60 | 0.38 | 7.30 |

Tabla 3.4. Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 14 caracteres morfológicos cuantitativos de la variedad Typica.

| VARIEDAD | TYPICA | | | | |
|---|----------|--------|--------|------------|-------|
| | PROMEDIO | MÁXIMO | MÍNIMO | DESV. EST. | CV % |
| Longitud de la hoja (LH en mm) | 152.60 | 165.00 | 136.50 | 10.85 | 7.11 |
| Ancho de la hoja (AH en mm) | 62.30 | 66.50 | 57.00 | 2.92 | 4.68 |
| Longitud del peciolo foliar (LPF en mm) | 10.15 | 11.00 | 9.00 | 0.78 | 7.72 |
| Relación (LH/AH) | 2.45 | 2.58 | 2.33 | 0.08 | 3.31 |
| Número de flores por axila (NFA) | 6.40 | 8.00 | 4.00 | 1.43 | 22.34 |
| Número de flores por fascículo (NFF) | 3.20 | 4.00 | 2.00 | 0.63 | 19.76 |
| Número de fascículos por nudo (NFN) | 4.10 | 5.00 | 3.00 | 0.57 | 13.85 |
| Longitud del tallo de la inflorescencia (LTI en mm) | 3.95 | 4.50 | 3.50 | 0.28 | 7.19 |
| Longitud del fruto (LF en mm) | 17.24 | 18.00 | 16.40 | 0.63 | 3.68 |
| Ancho del fruto (AF en mm) | 14.06 | 15.20 | 13.10 | 0.66 | 4.72 |
| Espesor del fruto (EF en mm) | 12.40 | 13.20 | 11.50 | 0.59 | 4.78 |
| Longitud de la semilla (LS en mm) | 13.56 | 14.30 | 12.20 | 0.61 | 4.48 |
| Ancho de la semilla (AS en mm) | 8.70 | 9.30 | 8.20 | 0.33 | 3.83 |
| Espesor de la semilla (ES en mm) | 5.13 | 5.40 | 4.90 | 0.18 | 3.56 |

Tabla 3.5. Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 14 caracteres morfológicos cuantitativos de la variedad Híbrido.

| VARIEDAD | HIBRIDO "E" | | | | |
|---|-------------|--------|--------|------------|-------|
| | PROMEDIO | MÁXIMO | MÍNIMO | DESV. EST. | CV % |
| Longitud de la hoja (LH en mm) | 209.85 | 224.00 | 197.00 | 9.85 | 4.69 |
| Ancho de la hoja (AH en mm) | 96.35 | 104.00 | 89.00 | 5.23 | 5.43 |
| Longitud del peciolo foliar (LPF en mm) | 14.30 | 18.00 | 11.50 | 1.95 | 13.61 |
| Relación (LH/AH) | 2.18 | 2.39 | 1.99 | 0.10 | 4.69 |
| Número de flores por axila (NFA) | 7.70 | 9.00 | 6.00 | 0.95 | 12.32 |
| Número de flores por fascículo (NFF) | 3.30 | 4.00 | 2.00 | 0.82 | 24.95 |
| Número de fascículos por nudo (NFN) | 4.90 | 7.00 | 3.00 | 1.10 | 22.46 |
| Longitud del tallo de la inflorescencia (LTI en mm) | 5.00 | 5.50 | 4.00 | 0.41 | 8.16 |
| Longitud del fruto (LF en mm) | 21.49 | 22.60 | 20.00 | 0.81 | 3.76 |
| Ancho del fruto (AF en mm) | 16.55 | 18.10 | 15.20 | 0.94 | 5.71 |
| Espesor del fruto (EF en mm) | 13.99 | 15.70 | 12.80 | 0.93 | 6.68 |
| Longitud de la semilla (LS en mm) | 16.20 | 17.70 | 14.80 | 0.94 | 5.82 |
| Ancho de la semilla (AS en mm) | 9.45 | 10.40 | 8.40 | 0.73 | 7.68 |
| Espesor de la semilla (ES en mm) | 5.85 | 6.90 | 5.40 | 0.47 | 8.03 |

Tabla 3.6. Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 14 caracteres morfológicos cuantitativos de la variedad Caturra Amarilla yema verde.

| VARIEDAD | CATURRA AMARILLA (yema verde) | | | | |
|---|-------------------------------|--------|--------|------------|-------|
| | PROMEDIO | MÁXIMO | MÍNIMO | DESV. EST. | CV % |
| Longitud de la hoja (LH en mm) | 152.10 | 162.00 | 136.50 | 8.75 | 5.75 |
| Ancho de la hoja (AH en mm) | 70.40 | 77.00 | 61.00 | 5.19 | 7.37 |
| Longitud del peciolo foliar (LPF en mm) | 12.20 | 14.50 | 10.00 | 1.27 | 10.44 |
| Relación (LH/AH) | 2.16 | 2.24 | 2.10 | 0.04 | 1.87 |
| Número de flores por axila (NFA) | 7.40 | 9.00 | 5.00 | 1.26 | 17.09 |
| Número de flores por fascículo (NFF) | 3.00 | 4.00 | 2.00 | 0.82 | 27.22 |
| Número de fascículos por nudo (NFN) | 5.20 | 7.00 | 4.00 | 1.03 | 19.86 |
| Longitud del tallo de la inflorescencia (LTI en mm) | 3.85 | 4.00 | 3.50 | 0.24 | 6.27 |
| Longitud del fruto (LF en mm) | 17.35 | 18.60 | 16.00 | 0.82 | 4.71 |
| Ancho del fruto (AF en mm) | 14.11 | 15.00 | 13.20 | 0.64 | 4.55 |
| Espesor del fruto (EF en mm) | 12.77 | 13.50 | 11.80 | 0.55 | 4.29 |
| Longitud de la semilla (LS en mm) | 12.66 | 13.50 | 12.00 | 0.45 | 3.52 |
| Ancho de la semilla (AS en mm) | 8.11 | 8.80 | 7.70 | 0.39 | 4.77 |
| Espesor de la semilla (ES en mm) | 4.93 | 5.30 | 4.70 | 0.19 | 3.95 |

Tabla 3.7. Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 14 caracteres morfológicos cuantitativos de la variedad Caturra Roja yema verde.

| VARIEDAD | CATURRA ROJA (yema verde) | | | | |
|---|---------------------------|--------|--------|------------|-------|
| | PROMEDIO | MÁXIMO | MÍNIMO | DESV. EST. | CV % |
| Longitud de la hoja (LH en mm) | 151.45 | 159.00 | 140.00 | 6.04 | 3.99 |
| Ancho de la hoja (AH en mm) | 70.90 | 75.00 | 67.00 | 2.63 | 3.71 |
| Longitud del peciolo foliar (LPF en mm) | 10.60 | 12.00 | 9.00 | 0.97 | 9.11 |
| Relación (LH/AH) | 2.14 | 2.37 | 2.00 | 0.11 | 5.30 |
| Número de flores por axila (NFA) | 7.50 | 9.00 | 6.00 | 1.08 | 14.40 |
| Número de flores por fascículo (NFF) | 3.00 | 5.00 | 2.00 | 0.82 | 27.22 |
| Número de fascículos por nudo (NFN) | 5.10 | 7.00 | 3.00 | 1.10 | 21.58 |
| Longitud del tallo de la inflorescencia (LTI en mm) | 3.85 | 4.00 | 3.50 | 0.24 | 6.27 |
| Longitud del fruto (LF en mm) | 18.34 | 19.40 | 17.70 | 0.62 | 3.38 |
| Ancho del fruto (AF en mm) | 14.60 | 15.40 | 13.90 | 0.53 | 3.61 |
| Espesor del fruto (EF en mm) | 13.10 | 13.70 | 12.30 | 0.45 | 3.41 |
| Longitud de la semilla (LS en mm) | 13.48 | 14.30 | 12.70 | 0.55 | 4.11 |
| Ancho de la semilla (AS en mm) | 8.40 | 8.70 | 8.00 | 0.21 | 2.45 |
| Espesor de la semilla (ES en mm) | 5.16 | 5.40 | 4.90 | 0.18 | 3.56 |

Tabla 3.8. Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 14 caracteres morfológicos cuantitativos de la variedad Caturra Roja (yema bronceada)

| VARIEDAD | CATURRA ROJA (yema bronceado) | | | | |
|---|-------------------------------|--------|--------|------------|-------|
| | PROMEDIO | MÁXIMO | MÍNIMO | DESV. EST. | CV % |
| Longitud de la hoja (LH en mm) | 151.45 | 191.00 | 145.00 | 13.64 | 8.53 |
| Ancho de la hoja (AH en mm) | 70.90 | 80.00 | 65.00 | 4.52 | 6.39 |
| Longitud del peciolo foliar (LPF en mm) | 10.60 | 12.00 | 11.00 | 0.44 | 3.82 |
| Relación (LH/AH) | 2.14 | 2.55 | 1.86 | 0.19 | 8.45 |
| Número de flores por axila (NFA) | 7.50 | 9.00 | 5.00 | 1.35 | 17.76 |
| Número de flores por fascículo (NFF) | 3.00 | 4.00 | 2.00 | 0.63 | 19.76 |
| Número de fascículos por nudo (NFN) | 5.10 | 6.00 | 4.00 | 0.79 | 16.43 |
| Longitud del tallo de la inflorescencia (LTI en mm) | 3.85 | 4.00 | 3.50 | 0.26 | 7.03 |
| Longitud del fruto (LF en mm) | 18.34 | 17.80 | 15.10 | 0.73 | 4.59 |
| Ancho del fruto (AF en mm) | 14.60 | 14.40 | 13.10 | 0.42 | 3.01 |
| Espesor del fruto (EF en mm) | 13.10 | 13.10 | 11.70 | 0.50 | 4.06 |
| Longitud de la semilla (LS en mm) | 13.48 | 13.10 | 11.10 | 0.58 | 4.71 |
| Ancho de la semilla (AS en mm) | 8.40 | 8.70 | 8.00 | 0.20 | 2.44 |
| Espesor de la semilla (ES en mm) | 5.16 | 5.00 | 4.70 | 0.12 | 2.43 |

Tabla 3.9. Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 14 caracteres morfológicos cuantitativos de la variedad Caturra Amarilla (yema bronce)

| VARIEDAD | CATURRA AMARILLA (yema bronce) | | | | |
|---|--------------------------------|--------|--------|------------|-------|
| | PROMEDIO | MÁXIMO | MÍNIMO | DESV. EST. | CV % |
| Longitud de la hoja (LH en mm) | 161.95 | 176.00 | 144.00 | 9.72 | 6.00 |
| Ancho de la hoja (AH en mm) | 73.60 | 81.00 | 68.00 | 4.10 | 5.57 |
| Longitud del peciolo foliar (LPF en mm) | 10.85 | 11.50 | 10.00 | 0.53 | 4.88 |
| Relación (LH/AH) | 2.20 | 2.35 | 2.01 | 0.12 | 5.27 |
| Número de flores por axila (NFA) | 7.40 | 9.00 | 5.00 | 1.26 | 17.09 |
| Número de flores por fascículo (NFF) | 3.20 | 4.00 | 2.00 | 0.79 | 24.65 |
| Número de fascículos por nudo (NFN) | 4.80 | 8.00 | 3.00 | 1.40 | 29.13 |
| Longitud del tallo de la inflorescencia (LTI en mm) | 3.70 | 4.00 | 3.50 | 0.26 | 6.98 |
| Longitud del fruto (LF en mm) | 16.94 | 18.80 | 15.50 | 0.97 | 5.73 |
| Ancho del fruto (AF en mm) | 14.39 | 15.50 | 13.30 | 0.77 | 5.38 |
| Espesor del fruto (EF en mm) | 12.15 | 13.00 | 11.50 | 0.52 | 4.29 |
| Longitud de la semilla (LS en mm) | 12.78 | 13.70 | 11.90 | 0.65 | 5.05 |
| Ancho de la semilla (AS en mm) | 8.00 | 8.80 | 7.60 | 0.36 | 4.49 |
| Espesor de la semilla (ES en mm) | 5.05 | 5.30 | 4.80 | 0.20 | 3.88 |

ANEXO 4.

Datos de rendimiento del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) para los 09 variedades; Anexo Villa Libertad. Laboratorio Genética y Biotecnología Vegetal EFPA-FCA-UNSCH- Ayacucho.

Rendimiento de cerezos de café /planta - en gramos

| Variedad | A | B | C | D | E | G | H | I | J |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| I | 7925 | 10318 | 3820 | 2850 | 2130 | 2395 | 5375 | 2930 | 1620 |
| II | 2705 | 7850 | 2820 | 3510 | 3650 | 4360 | 2070 | 1996 | 3786 |
| III | 5165 | 9730 | 2900 | 2300 | 2850 | 4765 | 4155 | 3894 | 2845 |

Rendimiento de granos pergamino al 11% de humedad/planta - en gramos

| Variedad | A | B | C | D | E | G | H | I | J |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| I | 1344.69 | 2023.28 | 612.49 | 461.51 | 368.02 | 232.52 | 540.5 | 331.55 | 187.22 |
| II | 369.48 | 1433.29 | 453.79 | 545.77 | 602.81 | 485.38 | 182.74 | 204.62 | 458.69 |
| III | 840.09 | 1535.4 | 452.44 | 361.8 | 394.34 | 491.52 | 424.09 | 472.38 | 336.25 |

Rendimiento de granos oro al 11% de humedad/planta - en gramos

| Variedad | A | B | C | D | E | G | H | I | J |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| I | 1135.36 | 1721.88 | 525.41 | 399.47 | 322.74 | 197.27 | 461.19 | 282.55 | 157.96 |
| II | 311.96 | 1219.78 | 389.27 | 472.41 | 528.65 | 411.80 | 155.92 | 174.38 | 387.00 |
| III | 709.31 | 1306.67 | 388.11 | 313.17 | 345.83 | 417.01 | 361.86 | 402.57 | 283.69 |

Dónde: Costa Rica 95 (A), Híbrido "Brasilero" (B), Catimor (C), Typica (D), Híbrido "E" (E), Caturra Amarilla y.v. (G), Caturra Roja y.v. (H), Caturra Roja y.b. (I) y Caturra Amarilla y.b. (J).

ANEXO 5.

5.1. Prueba de homogeneidad de variancia de carácter de rendimiento de grano pergamino (%)

| Variedad | Varianza | Desv. Est. |
|--------------------------|-----------------|-------------------|
| Costa Rica 95 | 3.038 | 1.743 |
| Brasilero | 2.596 | 1.611 |
| Catimor | 1.419 | 1.191 |
| Typica | 1.054 | 1.027 |
| Híbrido | 3.267 | 1.807 |
| Caturra Amarilla y.v. | 0.511 | 0.715 |
| Caturra Roja y.v. | 0.572 | 0.756 |
| Caturra Roja y.b. | 0.888 | 0.942 |
| Caturra Amarilla y.b. | 0.078 | 0.279 |

5.2. Prueba de homogeneidad de variancia de carácter de rendimiento de grano oro (%)

| Variedad | Varianza | Desv. Est. |
|--------------------------|-----------------|-------------------|
| Costa Rica 95 | 2.166 | 1.472 |
| Brasilero | 2.732 | 1.653 |
| Catimor | 0.053 | 0.230 |
| Typica | 0.083 | 0.288 |
| Híbrido | 2.513 | 1.585 |
| Caturra Amarilla y.v. | 0.368 | 0.606 |
| Caturra Roja y.v. | 0.416 | 0.645 |
| Caturra Roja y.b. | 0.645 | 0.803 |
| Caturra Amarilla y.b. | 0.056 | 0.236 |

ANEXO 6.

Tabla 6.1. Datos pasaporte de germoplasma del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) - Laboratorio Genética y Biotecnología Vegetal EFPA-FCA-UNSCH- Ayacucho.

| N° de colección | Nombre común | Fecha de colección | Localidad de colección | | | | | | | | Fuente de colección | Status de la muestra | Material viviente colectado |
|-----------------|--------------|--------------------|------------------------|--------------|-----------|----------|----------------|-----------------|--------|---------|---------------------|----------------------|-----------------------------|
| | | | País | Departamento | Provincia | Distrito | Localidad | Altitud m.s.n.m | E | N | | | |
| ACC001 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1340.00 | 626177 | 8602523 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC002 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1426.00 | 626154 | 8602536 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC003 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1461.00 | 626237 | 8602541 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC004 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1474.00 | 626232 | 8602570 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC005 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1446.00 | 626216 | 8602600 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC006 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1461.00 | 626267 | 8602608 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC007 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1469.00 | 626245 | 8602624 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC008 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1467.00 | 626231 | 8602663 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC009 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1457.00 | 626240 | 8602673 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC010 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1386.00 | 626253 | 8602680 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC011 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1409.00 | 626279 | 8602619 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC012 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1481.00 | 626273 | 8602624 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC013 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1483.00 | 626275 | 8602623 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC014 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1471.00 | 626268 | 8602562 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC015 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1476.00 | 626234 | 8602564 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC016 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1462.00 | 626207 | 8602571 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC017 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1457.00 | 626214 | 8602589 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC018 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1434.00 | 626193 | 8602586 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC019 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1441.00 | 626179 | 8602590 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC020 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1451.00 | 626135 | 8602625 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC021 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1443.00 | 626074 | 8602666 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC022 | Café | 28/03/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1463.00 | 626094 | 8602720 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC023 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1425.00 | 626166 | 8602534 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC024 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1421.00 | 626144 | 8602527 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|------------|------|----------|--------|------|----------------|---------|--------|---------|---------------|-----------------|-------|
| ACC025 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1418.00 | 626163 | 8602509 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC026 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1443.00 | 626199 | 8602556 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC027 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1440.00 | 626183 | 8602567 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC028 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1440.00 | 626187 | 8602578 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC029 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1439.00 | 626213 | 8602593 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC030 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1438.00 | 626203 | 8602586 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC031 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1459.00 | 626207 | 8602597 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC032 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1448.00 | 626212 | 8602611 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC033 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1444.00 | 626213 | 8602618 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC034 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1444.00 | 626219 | 8602626 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC035 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1444.00 | 626224 | 8602627 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC036 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1425.00 | 626212 | 8602615 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC037 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1426.00 | 626212 | 8602615 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC038 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1438.00 | 626237 | 8602615 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC039 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1439.00 | 626239 | 8602553 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC040 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1438.00 | 626232 | 8602552 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC041 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1437.00 | 626232 | 8602537 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC042 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1438.00 | 626246 | 8602555 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC043 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1438.00 | 626241 | 8602559 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC044 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1441.00 | 626250 | 8602560 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC045 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1456.00 | 626228 | 8602568 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC046 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1461.00 | 626229 | 8602568 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC047 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1466.00 | 626226 | 8602575 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC048 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1468.00 | 626228 | 8602583 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC049 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1469.00 | 626229 | 8602585 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC050 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1471.00 | 626241 | 8602586 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC051 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1470.00 | 626239 | 8602583 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC052 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1469.00 | 626235 | 8602576 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC053 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1471.00 | 626245 | 8602580 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC054 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1468.00 | 626234 | 8602577 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC055 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1483.00 | 626270 | 8602621 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC056 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1483.00 | 626270 | 8602577 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|------------|------|----------|--------|------|----------------|---------|--------|---------|---------------|-----------------|-------|
| ACC057 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1483.00 | 626272 | 8602619 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC058 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1482.00 | 626277 | 8602612 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC059 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1482.00 | 626281 | 8602599 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC060 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1483.00 | 626281 | 8602599 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC061 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1483.00 | 626283 | 8602599 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC062 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1486.00 | 626287 | 8602615 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC063 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1487.00 | 626294 | 8602615 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC064 | Café | 16/05/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1488.00 | 626296 | 8602616 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC065 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1009.00 | 624603 | 8603003 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC066 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1072.00 | 624581 | 8603001 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC067 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1069.00 | 624584 | 8603015 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC068 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1065.00 | 624562 | 8602995 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC069 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1064.00 | 624575 | 8602999 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC070 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1066.00 | 624534 | 8602999 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC071 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1068.00 | 624551 | 8602992 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC072 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1074.00 | 624562 | 8602997 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC073 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1092.00 | 624596 | 8603011 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC074 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1097.00 | 624606 | 8603018 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC075 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1254.00 | 624859 | 8602884 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC076 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1257.00 | 624881 | 8602877 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC077 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1263.00 | 624877 | 8602894 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC078 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1272.00 | 624906 | 8602869 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC079 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1273.00 | 624912 | 8602874 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC080 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1274.00 | 624919 | 8602868 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC081 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1282.00 | 624947 | 8602860 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC082 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1282.00 | 624943 | 8602858 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC083 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1295.00 | 624947 | 8602848 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC084 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1300.00 | 624962 | 8602855 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC085 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1301.00 | 624963 | 8602818 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC086 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1294.00 | 624898 | 8602720 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC087 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1280.00 | 624861 | 8602617 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC088 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1276.00 | 625138 | 8602642 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|------------|------|----------|--------|------|----------------|---------|--------|---------|---------------|-----------------|-------|
| ACC089 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1248.00 | 625149 | 8602631 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC090 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1249.00 | 625155 | 8602637 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC091 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1437.00 | 625155 | 8602638 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC092 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1438.00 | 626162 | 8602668 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC093 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1438.00 | 626165 | 8602668 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC094 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1440.00 | 626167 | 8602668 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC095 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1439.00 | 626127 | 8602713 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC096 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1438.00 | 626096 | 8602708 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC097 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1444.00 | 626069 | 8602741 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC098 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1444.00 | 626062 | 8602717 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC099 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1446.00 | 626055 | 8602732 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC100 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1450.00 | 626077 | 8602758 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC101 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1456.00 | 626100 | 8602758 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC102 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1455.00 | 626097 | 8602762 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC103 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1461.00 | 626069 | 8602807 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC104 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1462.00 | 626064 | 8602795 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC105 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1463.00 | 626078 | 8602811 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC106 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1468.00 | 626066 | 8602808 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC107 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1453.00 | 626410 | 8602474 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC108 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1485.00 | 626424 | 8602425 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC109 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1488.00 | 626431 | 8602423 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC110 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1514.00 | 626431 | 8602422 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC111 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1515.00 | 626431 | 8602414 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC112 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1518.00 | 626435 | 8602450 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC113 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1517.00 | 626434 | 8602454 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC114 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1516.00 | 626434 | 8602423 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC115 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1515.00 | 626418 | 8602411 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC116 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1517.00 | 626428 | 8602433 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC117 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1530.00 | 626422 | 8602446 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC118 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1535.00 | 626420 | 8602445 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC119 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1535.00 | 626420 | 8602445 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC120 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1536.00 | 626420 | 8602454 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|------------|------|----------|--------|------|----------------|---------|--------|---------|---------------|-----------------|-------|
| ACC121 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1535.00 | 626414 | 8602454 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC122 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1532.00 | 626413 | 8602460 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC123 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1535.00 | 626429 | 8602475 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC124 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1513.00 | 626420 | 8602479 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC125 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1515.00 | 626421 | 8602484 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC126 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1516.00 | 626422 | 8602483 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC127 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1518.00 | 626426 | 8602480 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC128 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1518.00 | 626435 | 8602480 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC129 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1520.00 | 626440 | 8602478 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC130 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1520.00 | 626442 | 8602485 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC131 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1524.00 | 626448 | 8602475 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC132 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1526.00 | 626421 | 8602556 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC133 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1525.00 | 626452 | 8602484 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC134 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1524.00 | 626446 | 8602483 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC135 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1524.00 | 626440 | 8602473 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC136 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1523.00 | 626426 | 8602466 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC137 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1522.00 | 626437 | 8602463 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC138 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1524.00 | 626442 | 8602457 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC139 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1524.00 | 626439 | 8602439 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC140 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1524.00 | 626454 | 8602435 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC141 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1525.00 | 626438 | 8602433 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC142 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1453.00 | 626438 | 8602433 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC143 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1479.00 | 626438 | 8602433 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC144 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1496.00 | 626294 | 8602603 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC145 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1496.00 | 626319 | 8602640 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC146 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1495.00 | 626272 | 8602578 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC147 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1496.00 | 626322 | 8602626 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC148 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1496.00 | 626325 | 8602625 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC149 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1491.00 | 626318 | 8602581 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC150 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1484.00 | 626318 | 8602583 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC151 | Café | 26/07/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1481.00 | 626307 | 8602580 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC152 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1836.00 | 626080 | 8600255 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|------------|------|----------|--------|------|----------------|---------|--------|---------|---------------|-----------------|-------|
| ACC153 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1830.00 | 626083 | 8600267 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC154 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1820.00 | 626082 | 8600266 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC155 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1810.00 | 626038 | 8600296 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC156 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1804.00 | 626039 | 8600344 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC157 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1799.00 | 626104 | 8600387 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC158 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1798.00 | 626036 | 8600377 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC159 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1801.00 | 626043 | 8600391 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC160 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1806.00 | 626032 | 8600425 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC161 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1793.00 | 626024 | 8600427 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC162 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1790.00 | 626020 | 8600434 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC163 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1783.00 | 626023 | 8600452 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC164 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1774.00 | 626063 | 8600479 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC165 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1761.00 | 626033 | 8600501 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC166 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1760.00 | 626036 | 8600502 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC167 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1765.00 | 626043 | 8600524 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC168 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1765.00 | 626015 | 8600517 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC169 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1740.00 | 626018 | 8600513 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC170 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1744.00 | 626015 | 8600505 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC171 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1744.00 | 626015 | 8600541 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC172 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1753.00 | 626017 | 8600521 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC173 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1761.00 | 626019 | 8600529 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC174 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1760.00 | 626025 | 8600530 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC175 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1760.00 | 626033 | 8600529 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC176 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1760.00 | 626028 | 8600543 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC177 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1755.00 | 626034 | 8600545 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC178 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1747.00 | 626037 | 8600561 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC179 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1746.00 | 626035 | 8600560 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC180 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1737.00 | 626040 | 8600575 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC181 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1732.00 | 626025 | 8600573 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |
| ACC182 | Café | 29/08/2015 | PERÚ | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | VILLA LIBERTAD | 1729.00 | 626016 | 8600541 | Campo cultivo | Cult. Doméstico | Grano |