



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**

*La Universidad Católica de Loja*

**TITULACIÓN DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**Diversidad morfológica del café y de su mesofauna  
asociada, distribuida en el sur de Ecuador.**

Trabajo de fin de titulación.

**AUTORA:**

Tatiana Paola Pacheco Pérez

**DIRECTOR:**

Pablo Geovanny Acosta Quezada, Ph.D.

**LOJA – ECUADOR**

**2012**



## CERTIFICACIÓN

Ph.D.

Pablo Geovanny Acosta Quezada

**DIRECTOR DE TESIS**

**CERTIFICA:**

Que el presente trabajo denominado: **“DIVERSIDAD MORFOLÓGICA DEL CAFÉ Y DE SU MESOFAUNA ASOCIADA, DISTRIBUIDA EN EL SUR DE ECUADOR”**, realizado por la profesional en formación: Tatiana Paola Pacheco Pérez; cumple los requisitos establecidos en las normas generales para la Graduación en la Universidad Técnica Particular de Loja, tanto en el aspecto de forma como de contenido, por lo cual me permito autorizar su presentación para los fines pendientes.

Loja, diciembre 2012

f) \_\_\_\_\_



## **CESIÓN DE DERECHOS**

“Yo, Tatiana Paola Pacheco Pérez” declaro ser autora del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grados que realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

f. \_\_\_\_\_  
Tatiana Paola Pacheco Pérez  
190039177-0



## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser la luz y mi guía en todos los momentos de mi vida.

A mi madre, por haberme apoyado en todo momento. Por sus ejemplos de perseverancia y constancia que la caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante. Para ti madre, este trabajo fruto de mi esfuerzo y amor hacia ti.

A mi esposo Jefferson Lasso, quien me brindó su apoyo, cariño, estímulo y paciente espera para que pudiera culminar mi tesis; evidencia de su gran amor.

A mi hijo Ismael, que ha venido a este mundo para darme el último empujón, el de terminar esta meta. Es sin duda mi referencia para el presente y para el futuro.

A mis hermanos Cristian y Yoissy, para que éste logro que hoy compartimos les sirva de ejemplo para seguir adelante, sin importar los tropiezos que puedan tener en la vida.



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por guiarme por el camino del conocimiento y la sabiduría, a él que ha sido el mejor ejemplo para llegar a culminar mis estudios de tercer nivel, gracias por darme el coraje y las fuerzas para cumplir esta meta.

A la Universidad Técnica Particular de Loja, por ser gestora de mi formación profesional y de manera muy especial al personal del Departamento de Ciencias Agropecuarias y de Alimentos, sección de Producción Vegetal.

A la Federación de Asociaciones de Pequeños Cafetaleros Ecológicos del Sur (FAPECAFES), por su colaboración desinteresada en el trabajo de campo, sin su apoyo no hubiera podido alcanzar este logro.

También me gustaría agradecer a mi Director de tesis Ph.D. Pablo Acosta Quezada, por su orientación, consejos. Su conocimiento y responsabilidad han sido clave en este trabajo. Sin su dedicación y disponibilidad, sin duda no hubiera podido lograr esta meta.

De igual manera al Ing. Daniel Capa y al M.Sc. Humberto Carrión, por su colaboración, ayuda y predisposición brindada durante el proyecto.

A mi amiga Ing. Tania Riofrío, le agradezco infinitamente todo su apoyo, por compartir desinteresadamente sus conocimientos, consejos y por su amistad. Gracias por todo.



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	iii
CESIÓN DE DERECHOS .....	v
DEDICATORIA .....	vii
AGRADECIMIENTOS .....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
RESUMEN.....	xxi
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>III. OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
<b>IV. MARCO TEORÍCO.....</b>	<b>7</b>
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS .....	7
4.1.1. Generalidades .....	7
❖ Conceptualización .....	7
❖ Importancia de los recursos fitogenéticos y de su caracterización .....	7
❖ Conservación de los recursos fitogenéticos .....	8
❖ Tipos de caracterización.....	9
a. Caracterización morfológica .....	10
b. Caracterización molecular basada en isoenzimas .....	12
c. Caracterización mediante marcadores moleculares basada en ADN .....	12
4.1.2. Casos de Aplicación de la Caracterización Morfológica y/o Molecular Aplicada a los Recursos Fitogenéticos de Otras Especies .....	14
4.1.3. Características Generales de la Familia de las Rubiaceae.....	18
❖ Importancia en la alimentación, economía e industria .....	18

4.1.4.	Características Generales del Café ( <i>Coffea spp.</i> ).....	19
❖	Taxonomía .....	19
❖	Origen y distribución geográfica .....	20
❖	Descripción morfológica de <i>Coffea arabica</i> L.....	21
❖	Condiciones ambientales del cultivo .....	25
❖	Especies y grupos agronómicos.....	26
4.2.	CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA EDÁFICA.....	29
4.2.1.	Importancia de la Fauna Edáfica.....	29
a.	Microfauna.....	30
b.	Mesofauna.....	30
c.	Macrofauna.....	30
4.2.2.	Diversidad de la Fauna Edáfica.....	32
4.2.3.	Zonas de Vida .....	32
a.	Bosque seco (bs).....	33
b.	Bosque seco tropical (bs-T).....	33
c.	Bosque seco pre-montano (bs-PM).....	33
d.	Bosque muy húmedo sub-tropical (bmh-ST).....	34
<b>V.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
5.1.	LOCALIZACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO .....	35
5.2.	MATERIAL VEGETAL.....	36
5.2.1	Grupos Agronómicos .....	37
5.3	EVALUACIÓN DE CARACTERES MORFOLÓGICOS .....	37
a.	Caracteres de la arquitectura de la planta.....	40
b.	Caracteres de la hoja y ramas.....	42
c.	Caracteres de la infrutescencia y fruto .....	43
d.	Caracteres de la semilla .....	45

5.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS PARA LA CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA.....	46
5.5.	LOCALIZACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO PARA EL SEGUNDO OBJETIVO.....	47
5.6.	MUESTREO Y MATERIAL .....	48
5.6.1.	Determinación de la Mesofauna.....	48
5.7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE LA MESOFAUNA.....	50
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>51</b>
	RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL PRIMER OBJETIVO: Diversidad del germoplasma de café.....	51
6.1	DESCRIPCIÓN MORFOAGRONÓMICA PARA LOS CARACTERES EVALUADOS EN EL GERMOPLASMA DE CAFÉ SEGÚN GRUPOS DE CARACTERES PARA CADA GRUPO AGRONÓMICO .....	51
6.1.1.	Caracteres Correspondientes a la Arquitectura de la Planta.....	51
6.1.2.	Caracteres Correspondiente a la Hoja y Ramas .....	62
6.1.3.	Caracteres Correspondiente a la Infrutescencia y Fruto.....	77
6.1.4.	Caracteres Correspondiente a la Semilla.....	95
6.2.	ANÁLISIS MULTIVARIADO CON REFERENCIA A 26 CARACTERES MORFOAGRONÓMICOS EVALUADOS EN 66 ACCESIONES DE CAFÉ.....	106
6.2.1.	Análisis de Componentes Principales (ACP) (26 caracteres) .....	106
6.2.1.1.	Análisis bidimensional de las componentes principales uno y dos .....	108
6.2.1.2.	Análisis bidimensional de las componentes principales uno y tres.....	110
6.2.2.	Análisis Multivariado de Agrupamientos con Referencia a 26 Caracteres Morfoagronómicos Evaluados en 66 Accesiones de Café .....	112
6.3.	ANÁLISIS MULTIVARIADO CON REFERENCIA A 12 CARACTERES MORFOAGRONÓMICOS EVALUADOS EN 66 ACCESIONES DE CAFÉ.....	114
6.3.1.	Análisis de Componentes Principales (ACP) (12 caracteres) .....	114
6.3.1.1	Análisis bidimensional de las componentes uno y dos .....	115
6.3.1.2.	Análisis bidimensional de las componentes uno y tres .....	118

6.3.2.	Análisis Multivariado de Agrupamientos con Referencia a 12 Caracteres Morfoagronómicos Evaluados en 66 Accesiones de Café .....	119
	RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL SEGUNDO OBJETIVO Diversidad de la Mesofauna asociada al cultivo de café.....	121
6.4	COMPOSICIÓN, DIVERSIDAD Y SIMILITUD DE LAS COMUNIDADES DE MESOFAUNA ASOCIADA AL CULTIVO DE CAFÉ EN LAS DIFERENTES ZONAS DE VIDA .....	121
6.4.1.	Composición de la Mesofauna en las Parcelas de Café según las Diferentes Zonas de Vida .....	121
6.4.2.	Diversidad de la Mesofauna en las Parcelas de Café según las Diferentes Zonas de Vida .....	123
6.4.3.	Similitud de la Mesofauna en las Parcelas de Café según las Diferentes Zonas de Vida .....	125
<b>VII.</b>	<b>DISCUSIONES.....</b>	<b>127</b>
7.1.	IMPORTANCIA DE LA CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LA DIVERSIDAD EN CAFÉ.....	127
7.2.	DIVERSIDAD MORFOLÓGICA DEL GERMOPLASMA DE CAFÉ .....	127
7.2.1.	Descripción Morfoagronómica Para los Caracteres Evaluados en el Germoplasma de Café .....	127
7.2.2.	Análisis Multivariado de la Diversidad Morfológica Según los Caracteres Morfoagronómicos Evaluados .....	132
7.3.	DIVERSIDAD DE LA MESOFAUNA ASOCIADA AL CULTIVO DE CAFÉ.....	136
<b>VIII.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>139</b>
<b>IX.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>141</b>
<b>X.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>155</b>
ANEXO 1.	Valores medios de las 66 accesiones de café para los 26 caracteres morfológicos establecidos en cuatro grupos de caracteres.....	155
ANEXO 2.	Registro de morfoespecies muestreadas en las parcelas de café, según los respectivos cantones y sus zonas de vida .....	163

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 4.1.</b>	Tipos de datos y descriptores relacionados con la caracterización morfológica.....	12
<b>Figura 4.2.</b>	Tallo y ramas de la planta de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) .....	22
<b>Figura 4.3.</b>	Limbos de la hoja de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) (a: Haz, y b: Envés) .....	22
<b>Figura 4.4.</b>	Inflorescencia de la planta de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) .....	23
<b>Figura 4.5.</b>	Flor de café ( <i>Coffea arabica</i> L.).....	24
<b>Figura 4.6.</b>	Partes del fruto de café ( <i>Coffea arabica</i> L.).....	25
<b>Figura 4.7.</b>	Semillas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) .....	25
<b>Figura 5.1.</b>	Caracteres de la arquitectura de la planta: a) altura de la planta (C1), diámetro del tallo (C2), radio de la planta (C3), longitud de la rama (C12); y b) ángulo de inserción de ramas (C4).....	41
<b>Figura 5.2.</b>	Longitud de la arista de la estípula.....	42
<b>Figura 5.3.</b>	Caracteres de la hoja y ramas: a) longitud de la hoja (C6), ancho de la hoja (C7) y distancia entre la base a la parte más ancha de la hoja (C8); y b) ángulo del ápice (C10) y longitud del peciolo foliar (C11).....	42
<b>Figura 5.4.</b>	Distancia entre nudos de la hoja (C9) .....	43
<b>Figura 5.5.</b>	Frutos de café partidos longitudinalmente en proceso de escaneado .....	43
<b>Figura 5.6.</b>	Caracteres del fruto: a) longitud del fruto (C13), ancho del fruto (C14), distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15) y longitud del pedicelo (C21); b) espesor del fruto (C18); c) ángulo apical (C19) y ángulo basal (C20).....	44
<b>Figura 5.7.</b>	Distancia entre infrutescencias (C17).....	44
<b>Figura 5.8.</b>	Caracteres de la semilla: longitud de la semilla (C23), ancho de la semilla (C24) y distancia entre la base a la parte más ancha de la semilla (C25).....	45
<b>Figura 5.9.</b>	Mapa de ubicación de los sitios de muestreo para el estudio de la mesofauna asociado al cultivo de café. ....	48
<b>Figura 5.10.</b>	Cámaras extractoras de mesofauna con muestras de suelo. ....	49
<b>Figura 5.11.</b>	Especímenes muestreados y montados sobre papel milimetrado. ....	49
<b>Figura 6.1.</b>	Ordenación de 26 caracteres morfológicos con referencia a 66 accesiones de café según CP1 y CP2, establecidas en cuatro grupos de caracteres .....	108

<b>Figura 6.2.</b>	Ordenación de 66 accesiones de café con referencia a 26 caracteres morfológicos, según CP1 y CP2. Códigos de color rojo se refieren a accesiones que producen frutos de color rojo; códigos de color negro obedecen a materiales con frutos de color amarillo.....	109
<b>Figura 6.3.</b>	Ordenación de 26 caracteres morfológicos con referencia a 66 accesiones de café según CP1 y CP3, establecidas en cuatro grupos de caracteres .....	110
<b>Figura 6.4.</b>	Ordenación de 66 accesiones de café con referencia a 26 caracteres morfológicos, según CP1 y CP3. ....	111
<b>Figura 6.5.</b>	Dendrograma UPGMA que relaciona la morfología de 66 accesiones de café con referencia a 26 caracteres morfológicos, establecidas en cuatro grupos agronómicos y con referencia a 16 grupos agronómicos .....	112
<b>Figura 6.6.</b>	Ordenación de 12 caracteres morfológicos con referencia a 66 accesiones de café según CP1 y CP2, establecidas en dos grupos de caracteres .....	116
<b>Figura 6.7.</b>	Ordenación de 66 accesiones de café con referencia a 12 caracteres morfológicos, según CP1 y CP2. ....	117
<b>Figura 6.8.</b>	Ordenación de 12 caracteres morfológicos con referencia a 66 accesiones de café según CP1 y CP3, establecidas en dos grupos de caracteres .....	118
<b>Figura 6.9.</b>	Ordenación de 66 accesiones de café con referencia a 12 caracteres morfológicos, según CP1 y CP3. ....	118
<b>Figura 6.10.</b>	Dendrograma UPGMA que relaciona la morfología de 66 accesiones de café con referencia a 12 caracteres morfológicos, establecidas en dos grupos agronómicos y con referencia a 16 grupos agronómicos .....	119
<b>Figura 6.11.</b>	Órdenes presentes en las parcelas de café establecidas como zona de vida bosque seco.....	122
<b>Figura 6.12.</b>	Representación de órdenes presentes en las parcelas de café establecidas como zona de vida bosque seco tropical. ....	122
<b>Figura 6.13.</b>	Órdenes y subfilo presentes en las parcelas de café establecidas como zona de vida bosque seco pre-montano. ....	123
<b>Figura 6.14.</b>	Órdenes y subfilo encontrados en las parcelas de café establecidas como zona de vida bosque muy húmedo sub-tropical. ....	123
<b>Figura 6.15.</b>	Diversidad de Shannon de la mesofauna encontrada en las parcelas de café según las diferentes zonas de vida.....	124
<b>Figura 6.16.</b>	Diversidad entre morfoespecies de la mesofauna encontrada en las parcelas de café establecidas en las diferentes zonas de vida.....	124

<b>Figura 6.17.</b>	Diversidad y abundancia de la mesofauna del suelo presente en las parcelas de café según las diferentes zonas de vida.....	125
<b>Figura 6.18.</b>	Índice de similitud de Jaccard entre los órdenes y subfilos presentes en las parcelas de café según las diferentes zonas de vida: bosque seco tropical (bs-T), bosque muy húmedo sub-tropical (bmh-ST), bosque seco pre-montano (bs-PM) y bosque seco (bs).....	126

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 4.1.</b>	Características morfológicas de algunos de los grupos agronómicos evaluados, según varios autores. ....	28
<b>Tabla 5.1.</b>	Códigos de las accesiones, lugar de procedencia del material y nombre del grupo agronómico. ....	38
<b>Tabla 5.2.</b>	Lista de caracteres morfológicos seleccionados para la caracterización de café y sus respectivas unidades de medida; según cuatro grupos de caracteres (arquitectura de la planta, hojas y ramas, infrutescencia y fruto, y semilla).....	40
<b>Tabla 6.1.</b>	Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra rojo (CR). .	52
<b>Tabla 6.2.</b>	Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra rojo pequeño (CRp).....	53
<b>Tabla 6.3.</b>	Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra amarillo (CA).....	53
<b>Tabla 6.4.</b>	Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico típica (T). ....	54
<b>Tabla 6.5.</b>	Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico criollo rojo (CIR)...	56
<b>Tabla 6.6.</b>	Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico bourbón rojo (BR). ..	57
<b>Tabla 6.7.</b>	Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico bourbón amarillo (BA). ....	58
<b>Tabla 6.8.</b>	Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimor (CT). ....	58
<b>Tabla 6.9.</b>	Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimoro rojo (CTR). ....	59

<b>Tabla 6.10.</b>	Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del subgrupo agronómico catimoro rojo: cogollo morado (CTR).....	60
<b>Tabla 6.11.</b>	Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimoro amarillo (CTA).....	60
<b>Tabla 6.12.</b>	Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones de los grupos agronómicos catuaí amarillo (KA), catuai rojo (KR), cavimor (CV), cavimoro (CB), pacas (P) y San Salvador (S).....	61
<b>Tabla 6.13.</b>	Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra rojo (CR).....	64
<b>Tabla 6.14.</b>	Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra rojo pequeño (CRp).....	65
<b>Tabla 6.15.</b>	Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones de grupo agronómico caturra amarillo (CA).....	66
<b>Tabla 6.16.</b>	Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico típica (T).....	67
<b>Tabla 6.17.</b>	Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico criollo rojo (CIR).....	68
<b>Tabla 6.18.</b>	Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico bourbón rojo (BR).....	69
<b>Tabla 6.19.</b>	Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico bourbón amarillo (BA).....	71
<b>Tabla 6.20.</b>	Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimor (CT).....	72
<b>Tabla 6.21.</b>	Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimoro rojo (CTR).....	72
<b>Tabla 6.22.</b>	Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del subgrupo agronómico catimoro rojo: cogollo morado (CTR)....	73
<b>Tabla 6.23.</b>	Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimoro amarillo (CTA).....	74
<b>Tabla 6.24.</b>	Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones de los grupos agronómicos catuaí amarillo (KA), catuai rojo (KR), cavimor (CV), cavimoro (CB), pacas (P) y San Salvador (S).....	75
<b>Tabla 6.25.</b>	Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra rojo (CR).....	79

<b>Tabla 6.26.</b>	Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra rojo pequeño (CRp).....	80
<b>Tabla 6.27.</b>	Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra amarillo (CA).....	81
<b>Tabla 6.28.</b>	Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico típica (T).....	82
<b>Tabla 6.29.</b>	Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico criollo rojo (CIR).....	84
<b>Tabla 6.30.</b>	Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico bourbón rojo (BR).....	86
<b>Tabla 6.31.</b>	Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico bourbón amarillo (BA).....	88
<b>Tabla 6.32.</b>	Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimor (CT).....	89
<b>Tabla 6.33.</b>	Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimoro rojo (CTR).....	90
<b>Tabla 6.34.</b>	Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del subgrupo agronómico catimoro rojo: cogollo morado (CTR).....	91
<b>Tabla 6.35.</b>	Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimoro amarillo (CTA).....	91
<b>Tabla 6.36.</b>	Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones de los grupos agronómicos catuaí amarillo (KA), catuaí rojo (KR), cavimor (CV), cavimoro (CB), pacas (P) y San Salvador (S).....	93
<b>Tabla 6.37.</b>	Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra rojo (CR).....	96
<b>Tabla 6.38.</b>	Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra rojo pequeño (CRp).....	97
<b>Tabla 6.39.</b>	Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra amarillo (CA).....	97
<b>Tabla 6.40.</b>	Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico típica (T).....	98

<b>Tabla 6.41.</b>	Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico criollo rojo (CIR). .....	99
<b>Tabla 6.42.</b>	Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico bourbón rojo (BR). .....	100
<b>Tabla 6.43.</b>	Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico bourbón amarillo (BA). .....	101
<b>Tabla 6.44.</b>	Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimor (CT). .....	102
<b>Tabla 6.45.</b>	Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimoro rojo (CTR). .....	102
<b>Tabla 6.46.</b>	Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del subgrupo agronómico catimoro rojo: cogollo morado (CTR). .	103
<b>Tabla 6.47.</b>	Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimoro amarillo (CTA). .....	104
<b>Tabla 6.48.</b>	Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones de los grupos agronómicos catuai amarillo (KA), catuai rojo (KR), cavimor (CV), cavimoro (CB), pacas (P) y San Salvador (S). .....	104
<b>Tabla 6.49.</b>	Valores propios (auto-valores) superiores a 1 y proporción de la varianza total explicada, correspondiente a cada una de las componentes principales con referencia a 26 caracteres morfológicos de las 66 accesiones de café. ....	106
<b>Tabla 6.50.</b>	Contribución de los 26 caracteres morfológicos a las tres primeras componentes principales (auto-vectores). .....	107
<b>Tabla 6.51.</b>	Valores propios (auto-valores) superiores a 1 y proporción de la varianza total explicada, correspondiente a cada una de las componentes principales con referencia a 12 caracteres morfológicos de las 66 accesiones de café. ....	115
<b>Tabla 6.52.</b>	Contribución de los 12 caracteres morfológicos a las tres primeras componentes principales (auto- vectores). .....	115
<b>Tabla 6.53.</b>	Número de individuos colectados en las parcelas establecidas en las diferentes zonas de vida. ....	121
<b>Tabla 10.1.</b>	Valores medios de las 66 accesiones para los cinco caracteres de la arquitectura de la planta. ....	155
<b>Tabla 10.2.</b>	Valores medios de las 66 accesiones para los siete caracteres de la hoja y ramas. ....	157
<b>Tabla 10.3.</b>	Valores medios de las 66 accesiones para los diez caracteres de la infrutescencia y fruto. ....	159
<b>Tabla 10.4.</b>	Valores medios de las 66 accesiones para los cuatro caracteres de la semilla. ....	161
<b>Tabla 10.5.</b>	Morfoespecies encontradas en las parcelas de café establecidas en las diferentes zonas de vida. ....	163

## RESUMEN

El presente estudio aporta al conocimiento de la diversidad morfológica del café y su mesofauna asociada, planteándose dos objetivos: En el primero se caracterizó morfológicamente 66 accesiones de café asignadas a 16 grupos agronómicos utilizando 26 descriptores establecidos en cuatro grupos de caracteres. Los valores asumidos por cada carácter en cada accesión fueron analizados mediante dos análisis estadísticos multivariados (agrupamientos y componentes principales), resultando por una parte que el germoplasma de café distribuido en el sur ecuatoriano posee una alta diversidad morfológica; mientras que por otra parte se ha determinado una falta de diferenciación clara entre grupos agronómicos, posiblemente debido a las diferentes condiciones ambientales existentes entre las zonas muestreadas.

Para la “identificación de la diversidad y similitud de la mesofauna asociada al cultivo de café” (segundo objetivo), se utilizó el índice de diversidad de Shannon y el índice de similitud de Jaccard, respectivamente. Aquí se ha identificado un total de seis órdenes y un subfilo, de los cuales Acari y Collembola estuvieron presentes en todas las zonas de vida, mostrando una alta diversidad y abundancia de especies.



## I. INTRODUCCIÓN

La producción de café tiene gran importancia económica, social y ambiental, debido al valor de su producción. Su cultivo es de gran valor por ser una fuente de ingresos económicos y de empleo en países de América Latina, África y Asia; sirve como un medio de subsistencia para millones de personas y juega un papel vital en sus valores socio-económicos (Orozco-Castillo *et al.*, 1994; Carneiro, 1999; Anthony *et al.*, 2001).

El café es originario de Etiopía, se difundió como bebida en Arabia entre los siglos XIII y XV; en Europa en el siglo XVII; y en América en el siglo XVIII. Varios países asiáticos, latinoamericanos y africanos, encontraron en este producto la clave para su desarrollo económico (Wagner, 2001). Ecuador debido a su ubicación geográfica es uno de los 12 países donde se producen las dos especies de café (*Coffea arabica* y *Coffea canephora*); aproximadamente el 68 % de la superficie total cultivada con café es arábigo y un 32 % es robusta. El café ecuatoriano es considerado uno de los de mayor calidad en América del Sur y, de los de mayor demanda en Europa (Cumbicus & Jiménez, 2012).

La producción de café en Ecuador se ha visto afectada principalmente por la falta de conocimiento de sus recursos fitogenéticos, por una mezcla de variedades o cultivares en las fincas productoras y, por una incipiente tecnificación que generalmente no considera una oportuna fertilización, aplicación de riego, prevención y control de insectos y enfermedades, desarrollo de podas sanitarias y persistencia de cafetales viejos, que en la actualidad presentan una edad promedio de 25 años; entre otros factores (COFENAC, 2011).

Las exportaciones de café en Ecuador han disminuido paulatinamente desde el año 1998 (1'065.737 sacos de 60 kg) hasta el año 2002 en el que sufrió una caída significativa, exportándose aproximadamente 578.542 sacos de 60 kg; reflejándose una recuperación a partir del año 2005 en el que se registro exportaciones de aproximadamente 994.924 sacos de 60 kg, como consecuencia de la subida de los precios en el mercado mundial (Cumbicus & Jiménez, 2012). Según el COFENAC, para el año 2010, Ecuador exportó 1'201.350 sacos de café de 60 kg, de los cuales el 38 % fue en grano y el 62 % industrializado (liofilizado, extracto, tostado y molido). Según FAPECAFES, en el año 2011, Ecuador exporto 1'242.176 sacos de 60 kg; de los cuales el 65,3 % fue café en grano y el 34,6 % fue café industrializado (FAPECAFES, 2011).

Como se ha manifestado, uno de los principales problemas de la producción de café en Ecuador, es la falta de conocimiento de sus recursos fitogenéticos aquí distribuidos. A conocimiento de la autora de este trabajo, existen pocos estudios de la diversidad de esta especie (caracterización morfológica y/o molecular). Con respecto a la caracterización molecular basada en marcadores moleculares. Astorga (1999) caracterizó las variedades típica y bourbón con marcadores RAPDS, estableciendo que ambos grupos presentan una distancia genética muy baja y un polimorfismo también bajo. Otro estudio realizado por Anthony *et al* (2002b) caracterizaron 17 accesiones de *Coffea arabica* L. utilizando marcadores AFLPs y SSRs, lo que también resultó con una baja diversidad genética; sin embargo, el polimorfismo encontrado en las accesiones fue más alto. En un nuevo estudio realizado por Anthony *et al* (2002a), con marcadores microsatélites, caracterizaron las variedades típica, bourbón y sarchimor mostrando que la diversidad genética del material estudiado fue baja, de igual forma que lo reportado por los autores mencionados anteriormente (Astorga, 1999; Anthony *et al.*, 2002b).

Por lo que respecta a la caracterización morfológica del germoplasma de café, existen pocos estudios, los cuales abordan un reducido número de accesiones y no desarrollan un enfoque de diversidad y de diferenciación del germoplasma. En este sentido, esta investigación es un aporte significativo al conocimiento de la variabilidad fenotípica de los recursos fitogenéticos del café (*Coffea arabica* L.) con un importante número de accesiones provenientes de diferentes zonas geográficas del sur ecuatoriano, consideradas a su vez en un significativo número de grupos agronómicos.

Es importante indicar que los datos obtenidos en la caracterización morfológica de las diversas accesiones de café consideradas en este estudio, coinciden con los utilizados en el trabajo desarrollado por la Ingeniera Alicia Alarcó de la Universidad Politécnica de Madrid, España (Modelo de gestión productiva para el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en el sur de Ecuador); con quien la autora de la presente tesis ha trabajado conjuntamente en la evaluación de los caracteres. Pese a que los valores de los caracteres coinciden en ambos trabajos, su forma de evaluar e interpretar la información es diferente, teniéndose objetivos distintos.

## **II. JUSTIFICACIÓN**

Como se ha manifestado anteriormente, la producción de café en Ecuador atraviesa por varios problemas, el de mayor relevancia radica en la falta de estudios relacionados con la caracterización de sus recursos fitogenéticos, lo cual constituye la base para su conservación y mejora productiva.

A la falta de trabajos de investigación encaminados a la conservación de los recursos fitogenéticos de esta especie, así como al mejoramiento de las condiciones fitotécnicas del cultivo, y por ende, de una consecuente conservación de otros recursos naturales como el suelo, el agua y la fauna asociada; el presente estudio constituye un importante aporte al conocimiento de la diversidad del café distribuido en el sur de Ecuador y, de sus características de interés agronómico. A este respecto, los resultados aquí encontrados son un aporte relevante para la conservación y manejo de sus recursos genéticos, así como para su mesofauna asociada.



### **III. OBJETIVOS**

#### **General:**

Conocer la diversidad morfológica del germoplasma del café y de su mesofauna asociada, en el sur del Ecuador.

#### **Específicos:**

- Caracterizar morfológicamente el germoplasma de café, a fin de conocer su variabilidad fenotípica y sus descriptores más discriminantes.
- Identificar la composición, diversidad y similitud de las comunidades de mesofauna en el cultivo de café, con relación a diferentes zonas de vida.



## **IV. MARCO TEÓRICO**

### **4.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS**

#### 4.1.1. Generalidades

##### **❖ Conceptualización**

Los recursos fitogenéticos son definidos como recursos naturales y limitados; que proporcionan la materia prima o genes que, debidamente utilizados, permiten obtener nuevas y mejoras variedades de plantas (Hawkes, 1991; Swanson, 1996). Son la fuente insustituible de caracteres tales como la adaptación a condiciones ambientales, la resistencia a enfermedades, la calidad nutritiva y la productividad en general (González-Andrés, 2001).

Dentro de este conjunto, los recursos fitogenéticos comprenden la diversidad genética correspondiente al mundo vegetal que se considera poseedora de un valor para el presente y el futuro. Bajo esta definición se incluyen normalmente las categorías siguientes: variedades de especies cultivadas (tanto tradicionales como comerciales), especies silvestres o asilvestradas afines a las cultivadas o con un valor actual o potencial, y materiales obtenidos en trabajos de mejora genética (Esquinas-Alcázar, 1993).

##### **❖ Importancia de los recursos fitogenéticos y de su caracterización**

Los recursos fitogenéticos constituyen la base de la seguridad alimentaria mundial y son prácticamente los medios básicos de subsistencia de todas las personas del planeta, permiten desarrollar cultivos productivos, resistentes y de calidad; ayudan a las naciones a incrementar la productividad y sostenibilidad de su agricultura e incluso a desarrollarse. La importancia de los recursos fitogenéticos se incrementó en los años 80 cuando las compañías alimenticias, de semillas y farmacéuticas, se dieron cuenta del valor estratégico que éstos poseían para el desarrollo de la biotecnología (Vega-Jarquín, 2008).

Han contribuido a la estabilidad de los agroecosistemas y proporcionan una materia prima fundamental para el surgir del fitomejoramiento científico moderno. Ahora siguen constituyendo la base de la evolución de los cultivos, como recurso natural que

ha permitido a éstos adaptarse a una infinidad de medios y aplicaciones, y que les permitirá responder a los nuevos factores que surjan en el próximo siglo (FAO, 1996).

La importancia de la caracterización de los recursos fitogenéticos está ampliamente documentada. La información que proporciona acerca de la diversidad genética de una especie resulta muy útil tanto para su conservación *in situ* como *ex situ*. En el caso de la conservación *in situ* permite evaluar la viabilidad de las poblaciones y planificar el manejo de las mismas; respecto a la conservación *ex situ*, la caracterización puede servir para diseñar estrategias de recolección de germoplasma, manejar eficazmente las colecciones, establecer colecciones nucleares, etc. Además, contribuye al aprovechamiento efectivo de los recursos fitogenéticos (Torres & Moreno, 2001).

Con relación a la caracterización de los recursos fitogenéticos, existen organismos que apoyan de forma activa a la conservación de estos recursos; uno de ellos es Bioversity International que busca contribuir al bienestar actual y futuro de la humanidad, mejorando la conservación y el aprovechamiento de la agrobiodiversidad en fincas y bosques. Uno de los aportes importantes de Bioversity International es la publicación de descriptores de diversas especies, entre ellas, el café (*Coffea spp.*) y de algunas solanáceas como el tomate común (*Solanum lycopersicum* L.), el pepino (*Solanum muricatum* L.), entre otras (IPGRI, 1996, 2004).

#### ❖ **Conservación de los recursos fitogenéticos**

La conservación de los recursos fitogenéticos ha adquirido relevancia en las últimas décadas, no sólo por la pérdida o disminución de la diversidad genética que conlleva el proceso de erosión sino también por el valor potencial que poseen estos recursos. Cuando se habla de preservación de germoplasma hay que subrayar que el objetivo es conservar, con la mayor integridad posible, la diversidad genética de las poblaciones seleccionadas. La estrategia a seguir para una conservación valiosa depende de la naturaleza del material vegetal, surgiendo así numerosos métodos de conservación (Guerrero, 2010).

Como se ha mencionado anteriormente, los métodos de conservación se han clasificado tradicionalmente en dos grandes categorías: métodos de conservación *in situ* y métodos de conservación *ex situ*. Los métodos de conservación *in situ* permiten la conservación de las especies en los entornos ecológicos naturales y culturales en los que han desarrollado sus propiedades específicas; por el contrario, la conservación

*ex situ* implica la conservación de las especies fuera de sus respectivos entornos (Iriundo, 2001).

La conservación activa de recursos fitogenéticos ha aportado ya importantes beneficios a la agricultura. Así por ejemplo, se puede citar el caso de una variedad local de trigo procedente de Turquía, recolectada en 1948, que fue ignorada durante muchos años debido a sus numerosas características agronómicas negativas. Una posterior evaluación reveló que era resistente a más de 50 estirpes de patógenos causantes de enfermedades. La inclusión de estos genes de resistencia en los cultivares de trigo ha supuesto un beneficio de más de 50 millones de dólares/año. También se puede citar el caso de la producción de la caña de azúcar que ha estado al borde del colapso en varias ocasiones debido al virus del mosaico; el problema se ha resuelto mediante la introducción de genes de resistencia al virus de muestras conservadas de una especie silvestre emparentada, *Saccharum spontaneum* (Iriundo, 2001).

#### ❖ Tipos de caracterización

Según González-Andrés (2001), caracterizar es 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 la diversidad genética.
- Gestión de bancos de germoplasma.
- Definición de nuevas variedades.
- Búsqueda de marcadores de caracteres agronómicos.

La caracterización debe abordarse sobre diferentes partes de la planta, en diferentes estados fisiológicos de las mismas, y con diversos tipos de caracteres; debiéndose analizar todos ellos en conjunto y otorgándoles a todos ellos la misma importancia (Davis & Heywood, 1963). Según el mismo autor, existen diferentes enfoques de la caracterización en función del tipo de caracteres utilizados. A grandes rasgos los principales grupos de caracteres utilizables en caracterización son los siguientes: morfológicos, bioquímicos, citológicos, basados en el estudio de ADN, ecológicos, embriológicos, geográficos, fisiológicos/agronómicos.

En la actualidad la caracterización morfológica y la caracterización molecular basada en isoenzimas y en marcadores moleculares son de mayor interés para el estudio de los recursos fitogenéticos, por su versatilidad y fiabilidad (González-Andrés, 2001). Según Acosta-Quezada *et al* (2011, 2012) la caracterización morfológica y molecular de una determinada especie es útil y complementaria, existiendo un sin número de investigaciones de este tipo que han aportado significativamente a la caracterización de los recursos fitogenéticos de la especie estudiada y por ende al conocimiento de sus implicaciones en el manejo y gestión de dichos recursos.

#### a. Caracterización morfológica

Se entiende por caracterización a la descripción de la variación que exista en una colección de germoplasma, en términos de características morfológicas y fenológicas de alta heredabilidad, es decir características cuya expresión es poco influenciada por el ambiente. La caracterización debe permitir diferenciar a las accesiones de una especie; en la mayoría de las plantas cultivadas los órganos más importantes para la descripción morfológica son aquellos que están menos influenciados por el ambiente, entre éstos órganos quizás los más importantes son la flor y el fruto, le siguen en importancia otros como las hojas, ramas y raíces (Enrique, 1991).

El estudio de los caracteres morfológicos, base de la sistemática tradicional, sigue siendo insustituible a la hora de caracterizar el material vegetal, no en vano las listas de los descriptores de los cultivos más importantes están basadas fundamentalmente en caracteres morfológicos (Konopka & Hanson, 1985).

La caracterización morfológica puede estar basada en caracteres cualitativos o cuantitativos. Dentro de los cuantitativos, los que consisten en medidas reciben el nombre de morfométricos. La morfometría ha experimentado un notable avance como consecuencia del desarrollo de las técnicas de taxonomía numérica (Sneath & Sokal, 1973) y métodos informatizados de análisis de imagen que facilitan considerablemente los procesos de medición.

En general, existen diferentes tipos de descriptores morfológicos, los cuales según Franco & Hidalgo (2003) se describen a continuación:

### Botánicos-taxonómicos

Describen e identifican la especie y son comunes a todos los individuos de esa especie. En su gran mayoría estos caracteres morfológicos tienen una alta heredabilidad y presentan poca variabilidad, aunque en las especies cultivadas con frecuencia se pueden encontrar unos pocos que muestran diferentes grados de variabilidad, especialmente en aquellos de interés particular para el hombre, como son el tipo y la forma de la hoja, la forma del fruto y la descripción de la flor.

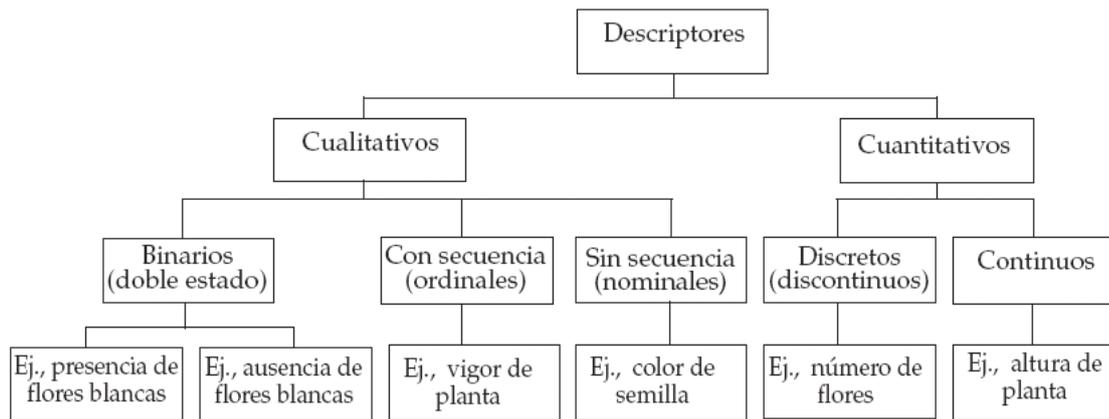
### Morfoagronómicos

Son relevantes en la utilización de las especies cultivadas. Pueden ser de tipo cualitativo o cuantitativo, e incluyen algunos de los caracteres botánicos-taxonómicos más otros que no necesariamente identifican la especie, pero que son importantes desde el punto de vista de necesidades agronómicas, de mejoramiento genético, y de mercadeo y consumo. A manera de ejemplos de estos caracteres se puede mencionar la forma de las hojas; pigmentaciones en raíz, tallo, hojas y flores; color, forma y brillo en semillas; tamaño, forma y color de frutos; arquitectura de planta expresada en hábito de crecimiento y tipos de ramificación. En su gran mayoría, estos descriptores tienen aceptable heredabilidad local pero son afectados por cambios ambientales.

### Evaluativos

Esta porción de la variabilidad sólo se expresa como respuesta a estímulos ambientales bióticos (plagas y enfermedades) o abióticos (estrés por temperatura, agua, nutrientes). En general, la respuesta se expresa en características de tipo cualitativo.

Existen distintas categorías de datos, según la expresión del descriptor que puede ser en forma cualitativa o cuantitativa (Figura 4.1). Si se expresa en forma cualitativa, se pueden generar datos binarios (también llamados de doble estado), datos con secuencia (ordinales) y datos sin secuencia (nominales). Si se expresa en forma cuantitativa, los datos generados pueden ser discontinuos (llamados también discretos) y continuos.



**Figura 4.1.** Tipos de datos y descriptores relacionados con la caracterización morfológica (tomado de Hidalgo, 2003).

#### b. Caracterización molecular basada en isoenzimas

El término isoenzima fue propuesto para denominar múltiples formas de enzimas dentro de un organismo que comparte un substrato común pero diferente en la movilidad electroforética (Market & Moller, 1959).

Se utilizan como medio de caracterización de germoplasma se debe a que son la expresión directa del gen, tiene un alto número de locus y son reproducibles una vez estandarizadas las condiciones de extracción. Por ser la expresión directa del gen no son afectadas por las condiciones ambientales, lo cual hace que sean una herramienta muy interesante que complementa a la caracterización morfológica (Pasteur *et al.*, 1987).

#### c. Caracterización mediante marcadores moleculares basados en ADN

Entre las ventajas que presentan este tipo de marcadores, frente a los morfológicos e isoenzimáticos, se destacan las siguientes (Torres & Moreno, 2001):

- Detectan mayor variabilidad, por lo que es más fácil encontrar diferencias.
- No están afectados por el ambiente, ya que se analiza directamente el ADN.
- Mayor objetividad, puesto que el resultado del análisis no depende tanto de la aparición del sujeto que realiza la observación.
- La posibilidad de obtener ADN de cualquier tejido de la planta.

En la actualidad existen numerosos marcadores basados en ADN, pero solo algunos han sido aplicados eficazmente a la conservación y gestión de los recursos fitogenéticos; a continuación se describen los más utilizados:

#### RFLPs (Restriction Fragment Length Polymorphisms)

La metodología RFLP requiere la utilización de enzimas de restricción y sondas. Las enzimas de restricción son endonucleasas aisladas de bacterias que reconocen secuencias específicas, normalmente de cuatro a seis pares de bases (pb), y cortan el ADN en esa secuencia concreta. El polimorfismo detectado por los RFLPs se basa en el hecho de que pequeños cambios en la secuencia de ADN puede modificar los patrones de corte de las endonucleasas de restricción (Torres y Moreno, 2001; Ruiz, 2003).

#### Minisatélites

Dentro del ADN genómico existen unas regiones denominadas minisatélites (Jeffreys *et al.*, 1985) que están formadas por la repetición en tándem de unidades de 10 a 60 pb. El número de repeticiones por locus es variable incluso entre individuos emparentados. La metodología es muy similar a los RFLPs; pero en este caso se utiliza como sonda un minisatélite, que normalmente permite explorar simultáneamente numerosos loci (Torres & Moreno, 2001):

#### RAPDs (Random Amplified Polymorphic DNAs)

El polimorfismo detectado mediante RAPDs es de tipo presencia/ausencia y se debe a mutaciones en la secuencia del ADN molde al que se une el cebador, o bien a inserciones entre las dos zonas de unión de los cavadores. La técnica RAPD soluciona algunas de las deficiencias de los marcadores morfológicos y de los isoenzimas. Es una técnica rápida, de coste unitario bajo, alto nivel de polimorfismo y no requiere conocimiento previo del genoma del organismo a estudiar se necesita pequeñas cantidades de ADN. El principal problema que plantea es la reproducibilidad en diferentes laboratorios (Williams *et al.*, 1990).

### AFLPs (Amplified Fragment Length Polymorphism)

Se basan en la combinación de dos técnicas empleadas para la generación de marcadores moleculares, estas son: la digestión con enzimas de restricción, propia de los RFLPs, y la reacción en cadena de la polimerasa o PCR (*Polymerase Chain Reaction*) (Spooner *et al.*, 2005). En general, la técnica de los AFLPs consiste en la amplificación mediante la PCR de fragmentos resultantes de la digestión del ADN por dos enzimas de restricción y ligados a dos adaptadores específicos de los enzimas utilizados; dos cebadores complementarios a los adaptadores permitirán una amplificación consistente sin necesidad de un conocimiento previo del genoma a estudiar (García-Mas *et al.*, 2000). La utilización de los AFLPs puede ser de gran utilidad en la distinción de variedades locales de materiales similares, así como en la obtención de una huella genética que permita su protección (Prohens *et al.*, 2008).

### Microsatélites

Al igual que los minisatélites, estas regiones están formadas por la repetición en tándem de secuencias de ADN, pero en este caso son secuencias cortas de 1-10 pares de bases muy abundantes y con un grado de repetición bajo, distribuidas de forma dispersa en muchos loci del genoma (Ortiz, 1999). El término microsatélite fue introducido por Litt & Luty (1989) para describir un nuevo marcador. Para ello, es necesario diseñar parejas de cebadores que sean complementarios a las secuencias que flanquean un determinado microsatélite.

#### 4.1.2. Casos de Aplicación de la Caracterización Morfológica y/o Molecular Aplicada a los Recursos Fitogenéticos de Otras Especies

Acosta-Quezada (2011) realiza un compendio de diversos casos de caracterización en algunas especies del género *Solanum*; de lo cual, se muestra un resumen a continuación como ejemplos prácticos de la utilidad que tiene la caracterización en el manejo y gestión de los recursos fitogenéticos.

**Patata (*Solanum tuberosum* L.):** es una de las especies de *Solanum* en la cual se han realizado estudios significativos de caracterización; McGregor *et al* (2000) compararon la utilidad de cuatro herramientas moleculares (RAPDs, ISSRs, AFLPs y SSRs) en la diferenciación genética de 39 cultivares tetraploides de patata. Todas las técnicas moleculares, individualmente, han sido útiles en la identificación de cada uno de los cultivares, con los AFLPs se ha determinado una mayor diferenciación

expresada por el índice genético (GI = 1), seguidos por los SSRs (GI = 0,77), RAPDs (GI = 0,53) y finalmente por los ISSRs (GI = 0,47).

El estudio de la diversidad del germoplasma de la patata se ha realizado también combinando la caracterización morfológica y molecular; Veteläinen *et al* (2005) han evaluado la diversidad de 32 variedades de patata cultivadas en cinco países nórdicos, considerando 57 caracteres morfoagronómicos y utilizando cinco combinaciones de cebadores AFLPs. Los análisis multivariantes (agrupamientos y componentes principales) muestran que la mayor parte del germoplasma estudiado (excepto cinco accesiones) se diferencia, determinándose un amplio rango de diversidad y la ausencia de accesiones duplicadas en el dendrograma (UPGMA). Por otra parte, las cinco combinaciones de cebadores AFLPs han generado 114 bandas, de las cuales 63 (55 %) han sido polimórficas; el análisis estadístico de agrupamientos ha determinado una alta variabilidad genética; sin embargo, los caracteres morfológicos y los moleculares (AFLPs) han mostrado una muy baja correlación.

**Tomate (*Solanum lycopersicum* L.):** esta especie ha sido estudiada en general en un estudio de caracterización morfofisiológica y molecular (SSRs) del tomate, por Mazzucato *et al* (2008). Ha permitido establecer la diversidad del material vegetal estudiado (61 accesiones), encontrándose diferencias significativas entre los diferentes genotipos para los 15 caracteres morfofisiológicos y para todas las interacciones genotipo-ambiente, así como una alta diversidad genética representada por hasta un 95 % de loci polimórficos. Los microsatélites utilizados han sido seleccionados en un grupo de marcadores QTLs que inciden sobre el tamaño y forma del fruto (Q-SSRs) y otro grupo de marcadores que no han sido mapeados (NQ-SSRs), lo que permite establecer las relaciones entre dichos marcadores y los caracteres morfofisiológico; se ha encontrado una mayor correlación entre los marcadores Q-SSRs y los caracteres morfológicos de tamaño y forma del fruto, lo cual es de utilidad para una futura determinación de las relaciones entre marcadores y caracteres morfofisiológicos.

Otro trabajo de caracterización de especies silvestres de tomate (Sifres *et al.*, 2011) aborda la variabilidad genética de 91 accesiones de *Solanum habrochaites* y su distribución geográfica (desde la vertiente occidental andina de la región central de Ecuador hasta la parte central de Perú); esta especie constituye un recurso genético potencial para la mejora genética de *S. lycopersicum* (Sacks & Clair, 1998), por ser resistente a la incidencia de diversos insectos y enfermedades, tolerante a las bajas temperaturas y por presentar ciertos caracteres de calidad de fruto (Rick, 1982). Para su caracterización se utilizaron dos tipos de marcadores moleculares (nueve SSRs

y seis combinaciones de cebadores AFLPs) que mostraron su amplia diversidad intraespecífica y el grado de heterocigosidad del germoplasma. El análisis de coordenadas principales de los AFLPs ha puesto en evidencia la variación genética de *Solanum habrochaites*, definida por un cambio gradual de sus rasgos fenotípicos debido a una posible influencia de las condiciones ambientales propias de cada una de las diferentes zonas en las que se distribuye, en sentido geográfico de norte a sur debido a la forma muy clara en que se han distribuido los diferentes grupos geográficos de accesiones (Sifres *et al.*, 2011). Las dos herramientas moleculares (AFLPs y SSRs) han sido complementarias, permitiendo conocer la diversidad genética de *S. habrochaites*, el grado de heterocigosidad y alogamia del material vegetal evaluado, la diferenciación regional del germoplasma, una posible incidencia climática sobre la variabilidad del material, y las implicaciones tanto en la conservación de esta especie como la importancia para el mejoramiento del tomate cultivado.

**Berenjena (*Solanum melongena* L.):** ha sido objeto de diversos trabajos de caracterización morfológica y molecular. Furini & Wunder (2004) han estudiado más de 90 accesiones de berenjena, incluyendo materiales silvestres y especies relacionadas. Los caracteres morfológicos (forma de la hoja, contenido de espinas, color y hábito de la flor, color y forma del fruto, entre otros) han permitido identificar las semejanzas o diferencias entre las accesiones, encontrándose una amplia diversidad del germoplasma. La caracterización molecular se basó en seis combinaciones de cebadores AFLPs, las cuales han generado un alto número de bandas polimórficas (300) que permitieron identificar el material vegetal y mostrar su alta diversidad genética. Los marcadores AFLPs han sido útiles para la diferenciación morfológica y obtener una relación entre ambos tipos de caracterización, indicando que éstas son complementarias y contribuyen al conocimiento de las relaciones filogenéticas de las especies relacionadas con la berenjena.

Además, el uso de la caracterización morfológica y molecular puede aportar a la determinación y protección de denominaciones de origen y variedades tradicionales. A este respecto, Muñoz-Falcón *et al* (2008a) han desarrollado una caracterización morfológica (35 caracteres) y molecular (tres combinaciones de cebadores AFLPs) en berenjena. El objetivo de esta investigación ha sido la determinación de ciertas características específicas, su diversidad genética, sus implicaciones para la mejora genética y una eventual protección legal como variedad tradicional; en este sentido, los análisis de componentes principales (caracterización morfológica) y coordenadas principales (caracterización molecular) han agrupado claramente a las accesiones,

también se han diferenciado notoriamente a pesar de su alto grado de semejanza morfológica y genética. Los resultados morfológicos y moleculares obtenidos tienen importantes implicaciones para la conservación, mejora genética y protección legal de las variedades españolas de berenjena conocidas como “listada”, especialmente para la variedad “listada de Gandía”, considerada como una variedad tradicional. Por otra parte, Muñoz *et al* (2008b) han estudiado caracteres morfológicos (14) y moleculares (tres combinaciones de cebadores AFLPs y ocho tipos de SSRs) para la protección geográfica de las “berenjenas de Almagro”, en comparación con materiales de otras procedencias. Los resultados obtenidos revelan que ciertos caracteres morfológicos de las berenjenas de Almagro, principalmente del fruto, difieren de los correspondientes a las procedentes de Andalucía. Por lo que respecta a los AFLPs, se ha encontrado que tanto las berenjenas de Almagro como las de Andalucía son genéticamente diversas y que comparten un fondo genético común, mientras que los marcadores SSRs han permitido establecer una diferenciación entre ambos grupos y alelos exclusivos para las berenjenas de Almagro. El uso de descriptores morfológicos adecuados y de marcadores moleculares ha permitido la identificación de ciertos indicadores para la protección geográfica de las berenjenas de Almagro, frente a otros materiales estrechamente relacionados (como las de Andalucía), lo cual es de utilidad para la certificación de la autenticidad de una variedad local específica o de variedades denominadas como tradicionales (heirlooms).

**Tomate de árbol (*Solanum betaceum*):** Acosta-Quezada *et al* (2011, 2012) han estudiado un importante número de descriptores morfológicos y de marcadores AFLPs, sobre una amplia diversidad de accesiones (27 cultivadas provenientes de la región andina, así como de otros continentes y una de *S. cajanumense* Kunth), asignadas a cinco grupos agronómicos. Han elaborado 39 descriptores morfológicos para diferenciar el germoplasma y conocer características de interés de accesiones y grupos agronómicos. Detectó diferencias significativas entre las accesiones, en la mayoría de caracteres relacionados con el fruto, lo que refleja una considerable variabilidad; este tipo de caracteres han mostrado también altos valores de heredabilidad. El análisis multivariante de agrupamientos y de componentes principales separó a una accesión en particular del resto de accesiones, las cuales a su vez han formado grupos de accesiones con mínimas diferencias morfológicas entre sí. Su estudio sugiere que la especie tiene una activa dinámica de distribución entre distintas regiones, debido a su fácil forma de propagación.

Para la caracterización molecular han utilizado once combinaciones de cebadores obteniendo 78 marcadores AFLPs polimórficos. Los grupos agronómicos mostraron una considerable diversidad interna, indicando que cada uno contiene una parte importante de la diversidad de la especie, lo cual tiene implicaciones relevantes tanto para su conservación como para su mejora genética. Su trabajo contribuye a la caracterización morfológica y molecular de una colección de materiales de este cultivo que contiene una amplia diversidad de formas y orígenes, y al establecimiento de descriptores para la especie, aportando de forma significativa al conocimiento de su diversidad y, por tanto, a la conservación y utilización de los recursos genéticos de esta especie.

#### 4.1.3. Características Generales de la Familia Rubiaceae

Rubiaceae es una familia cosmopolita, con mayor presencia en las regiones tropicales y subtropicales. Es una de las más diversas al nivel mundial, ya que ocupa el cuarto lugar después de las familias Asteraceae, Orchidaceae y Fabaceae. La familia Rubiaceae contiene aproximadamente 650 géneros y 13000 especies alrededor del mundo. Entre los generos principales están: *Antirhea*, *Cinchona*, *Coffea*, *Coutarea*, *Capirona*, *Bothriospora*, *Borreria*, *Exoterma*, *Ferdinandusa*, *Genipa*, *Hamelia*, *Hedyotis*, *Hillia*, *Ixora*, *Ladenbergia*, *Pogonopus*, *Palicourea*, *Psychotria*, *Rimijia*, *Spermacoce*, *Tocoyena*, *Uncaria*. El género más grande es *Psychotria* que cuenta con 1700 especies en todo el mundo (Delprete, 2004). Algunas especies se extienden hacia regiones templadas y aún frías, pero están completamente ausentes en la región ártica (Mabberley, 1987).

A la familia de las Rubiaceas pertenecen importantes especies cultivadas que son de gran interés para el hombre, como el café (*Coffea arabica* L.), la cinchona (*Cinchona officinalis* L.), el noni (*Morinda citrifolia* L.), la uña de gato (*Uncaria tomentosa* L.), entre otras; todas de origen americano. En América tropical los géneros ornamentales cultivados son: *Bouvardia*, *Hamelia*, *Ixora*, *Manettia*, *Pogonopus*, *Randia*, *Rondeletia* y *Warszewiczia* (Taylor, 2001).

#### ❖ **Importancia en la alimentación, economía e industria**

Las Rubiaceas presentan especies con importancia económica en la producción de tintes, venenos, sustancias médicas, productos comestibles y alimenticios. Como mención especial el café, bebida estimulante y tonificante que contiene cafeína y que

se obtiene a partir de las semillas tostadas de algunas especies del genero *Coffea*. La quinina, rica en alcaloides derivados de la quinoleina y empleada en el tratamiento de la malaria, fibrilación auricular y en la profilaxis de las arritmias cardiacas, se obtiene a partir de la corteza de la especie de *Cinchona* del genero *Cinchoneae* (Mendoza *et al.*, 2004). El género *Uncaria* (uña de gato), tiene numerosos reportes de usos medicinales por médicos naturistas. La especie *Borojoa patonoi* (borojo) es un árbol cultivado principalmente en Colombia por sus frutos carnosos, que se consumen frescos y se extrae su zumo como afrodisíaco (Delprete, 2004).

Varios plantas del genero *Gardenieae* producen frutas comestibles grandes, Genipa (llamado genipapo en Brasil, caruto en Venezuela y el bi en Bolivia) es cultivado por su fruto que se come fresco o se prepara en jugo y bebidas alcohólicas. Un extracto de los frutos verdes de *G.americana* es usado para hacer un tinte negro para colorear tela. Por otra parte, las plantas de varias especies de los géneros *Psychotria* y *Palicourea*, son venenosas y responsables de la parálisis y muerte del ganado. Muchos géneros arbóreos de Rubiaceae son usados para la construcción de casas (Robbrecht, 1988).

#### 4.1.4. Características Generales del Café (*Coffea spp.*)

##### ❖ Taxonomía

Reino: Plantae  
División: Magnoliophyta  
Clase: Magnoliopsida  
Orden: Rubiales  
Familia: Rubiaceae  
Géneros: *Coffea*  
*Psilanthus*  
Especies: *arabica*  
*canephora*  
*libérica*

Existe mucha controversia con relación a la posición taxonómica de algunas especies de café, las clasificaciones más recientes (Bridson, 1987; Bridson & Verdcourt, 1988; Bridson, 1994) agrupan los cafetos en dos géneros: *Psilanthus* y *Coffea*. A su vez el género *Psilanthus* se divide en dos subgéneros *Psilanthus* y *Afrocoffea*; mientras que el género *Coffea* abarca a otros dos subgéneros *Coffea* y *Baracoffea*.

El género *Psilanthus* se considera aun como café, el mismo que está distribuido en África y Asia. *Psilanthus* no contiene cafeína y hasta ahora no ha sido posible su cruzamiento con el género *Coffea*. La mayor diferencia con el género *Coffea* es la flor, pues su morfología (estigma muy pequeño) sugiere que todas las especies de *Psilanthus* son autocompatibles, al contrario de las especies diploides de *Coffea* que son autoincompatibles. La caracterización de la inflorescencia y de la flor es importante porque el sistema de clasificación dentro de los dos géneros, *Psilanthus* y *Coffea*, está basado en su estructura floral (Charrier & Eskes, 2004).

- ✓ El género *Psilanthus* es caracterizado por un estilo corto, tubo de la corola larga y con anteras encajonadas en el tubo de la corola.
- ✓ El género *Coffea* es caracterizado por un estilo largo, tubo de la corola medio y con anteras sobresalientes del tubo de la corola.

#### ❖ **Origen y distribución geográfica**

El lugar de origen del café es Etiopía, país donde se inició su cultivo, una evidencia que corrobora esta hipótesis es que en las áreas montañosas de este país y áreas vecinas de Sudán, actualmente el café arábigo crece en forma silvestre sobre los 1500 m s.n.m. La fecha de inicio de su cultivo se estima que fue a inicios del siglo XIII, luego por varios siglos (hasta el siglo XV) el cultivo se mantuvo como un monopolio de los árabes en las cercanías del Mar Rojo, con una fuerte expansión hacia Yemen en el siglo XIV, y hacia el Oriente Medio durante el siglo XV (Anthony *et al.*, 1999).

En cuanto a la distribución geográfica de esta especie, el centro primario de distribución fue Yemen, donde fue introducido desde Etiopía. Los árabes y persas llevaron el café a Arabia, entre los años 575 y 890 d.C. Los nativos africanos, por esos mismos años, lo llevaron a Mozambique y Madagascar. La introducción francesa de 1720 a la isla Martinica tendría un impacto mucho más grande para nuestro continente; desde esta isla caribeña se lo distribuyó a México, Brasil, Colombia, Venezuela y Centroamérica. Al Ecuador se introdujo en 1830, empezándose a cultivar en el cantón Jipijapa, provincia de Manabí, desde donde se ha distribuido progresivamente al resto del país (Duicela *et al.*, 2004).

En el Ecuador se produce las especies de café arábigo y robusta, distribuidas en las cuatro regiones geográficas. El café arábigo tiene una amplia adaptabilidad a los

distintos ecosistemas de las cuatro regiones del Ecuador (Costa, Sierra, Amazonía y Región Insular). En términos generales se distinguen cuatro zonas de producción de café arábigo: 1) Manabí-Guayas (300 a 700 m s.n.m); 2) la zona sur (500 a 2000 m s.n.m) (El Oro-Loja); 3) las estribaciones occidentales (500 a 1750 m s.n.m) (vertiente occidental de Los Andes); y 4) las estribaciones orientales (500 a 1500 m s.n.m) en la parte centro-norte (Duicela & Corral, 2009).

#### ❖ **Descripción morfológica de *Coffea arabica* L.**

Las plantas de café son angiospermas, leñosas, de producción anual. Son arbustos que llegan hasta los 12 m de altura, con algunas variedades salvajes que miden hasta 20 m. En las plantaciones, con fines de recolección, son podadas entre los 2 y 4 m de altura (Coronel, 2010). A continuación se hace una breve descripción morfológica de la especie.

*Sistema radical:* 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).

*Tallo 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. De las yemas superiores se desarrollan las ramas laterales que crecen horizontalmente. 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).



**Figura 4.2.** Tallo y ramas de la planta de café (*Coffea arabica* L.)

**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). 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).



**Figura 4.3.** Limbos de la hoja de café (*Coffea arabica* L.) (a: Haz, y b: Envés)

**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).



**Figura 4.4.** Inflorescencia de la planta de café (*Coffea arabica* L.)

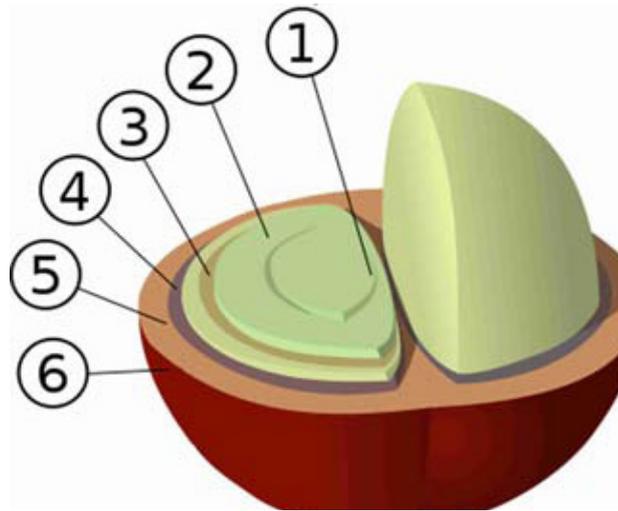
**Flor:** Esta compuesta por el cáliz, la corola, los estambres, los estigmas, el pistilo y los ovarios. El cáliz forma la base de la flor y sostiene los ovarios. Sobre el cáliz está la corola que es un tubo largo que termina con cinco pétalos blancos. Hay cinco estambres que salen del cáliz y sostienen 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). 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).



Figura 4.5. Flor de café (*Coffea arabica* L.)

**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). Las partes del fruto, del interior al exterior, según la Figura 4.6 son:

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



**Figura 4.6.** Partes del fruto de café (*Coffea arabica* L.) (tomado de Ramos *et al.*, 2010)

**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).



**Figura 4.7.** Semillas de café (*Coffea arabica* L.)

#### ❖ **Condiciones ambientales del cultivo**

El café requiere varias condiciones ambientales para un mejor crecimiento. La altitud óptima se localiza entre los 1200 y 1700 m s.n.m, aunque en Ecuador se han llegado a establecer desde 300 hasta 1700 m s.n.m, con buenos rendimientos. Los límites de precipitación para un buen desarrollo del cafeto fluctúan entre valores bajos (760 mm) y altos (3000 mm) (Enríquez, 1993).

En cuanto a la temperatura, varía entre 17 y 25 °C (Rodríguez *et al.*, 1980). La humedad relativa ideal para el cafeto varía de acuerdo a la especie y la variedad, se adapta bien a ambientes que tengan de 70 % a 85 % de humedad relativa (Fischersworing-Hömber & Robkamp-Ripken, 2001).

Por otra parte, según Enríquez (1993) el cultivo de café requiere un riego entre 1200 a 2000 mm, bien distribuido durante todo el año, pero también necesita una época seca de 3 a 4 meses para estimular la floración y fructificación. La luminosidad del cultivo de café por lo general, necesita entre once y trece horas luz al día, entre doscientas y doscientas ochenta por mes en la estación seca, y entre cien y ciento cincuenta durante la estación lluviosa.

En los suelos cafetaleros prevalecen las texturas de tipo franco, franco arenoso, franco arcilloso y franco arcillo arenoso, con una estructura de tipo granular; los suelos deben tener al menos a una profundidad moderada de 50 a 100 cm. El pH del suelo se encuentra en un rango de 5,5 a 6,5, que corresponde de medianamente ácido a ligeramente ácido (Göstincar, 1997).

#### ❖ **Especies y grupos agronómicos**

Las dos especies más importantes económicamente son: *Coffea arabica* (que representa más del 60 % de la producción mundial) y *Coffea canephora* (Robusta). Otras dos especies que se cultivan en una escala mucho menor son: *Coffea libérica* y *Coffea excelsa* (ICO, 2012). A continuación una breve descripción de las dos especies más importantes:

*Café arábica*: es la única especie tetraploide ( $2n=48$ ) en el género *Coffea*. Es un arbusto que alcanza de 3 a 7 m de altura y posee ramas comprimidas, con una copa piramidal. Sus hojas son opuestas con peciolo corto, varían en anchura promediando de 12 a 15 cm de largo y 6 cm de ancho, de forma oval o elíptica, acuminadas, con márgenes ondulados. Flores fragantes, de color blanco o cremoso, varias en cada axila de las hojas, de 2 a 3 (o más) juntas en racimos axilares muy cortos o laterales. Los frutos o drupas de forma elipsoidales, más o menos de 1,5 cm de largo, al principio de color verde, después de color rojo. Las semillas varían en tamaño de 8,5 a 12,7 mm de largo. (Duicela *et al.*, 2003).

*Café canephora o robusta*: es una especie perenne diploide ( $2n=22$ ), autoincompatible; es decir que el óvulo no puede fertilizarse con su propio polen y requiere de polinización cruzada, lo que define la naturaleza alogámica de la especie (Ferwerda & Wit, 1987). Las plantas de esta especie son árboles vigorosos, de altura variable, pudiendo alcanzar hasta los 12 m. Los árboles de robusta pueden ser monocaules (un solo tallo productivo) o multicaules (varios tallos productivos). Las hojas son anchas, a veces adquieren una apariencia corrugada u ondulante, cortas, acuminadas, redondeadas o ampliamente acunadas en su base, de 15 a 30 cm de largo y 5 a 15 cm de ancho. Frutos o drupas de forma elipsoidales. Inflorescencias de 2 a 5 cimas por axila (Duicela *et al.*, 2005).

Con referencia a las características morfológicas de algunos de los grupos agronómicos estudiados, la Tabla 4.1 indica las características más relevantes; considerando que no se ha encontrado información suficiente de dichos materiales.

Tabla 4.1. Características morfológicas de algunos de los grupos agronómicos evaluados, según varios autores (Bettencourt & Echeverri, 1982; Columbus & Pulgarín, 2002; Duicela, 2001; Duicela, 2011; Gonzales, 2007; IBC, 1981; IHCAFE, 2001).

Grupo Agronómico	Altura de la planta	Forma de la planta	Tallo	Ángulo de intersección de ramas	Ramificación secundaria	Entrenudos	Inflorescencias	Hojas	Fruto	Color del fruto
Bourbón	Alta	más o menos cónica	varios	60°	Abundante	Cortos	muchas por axila	anchas, onduladas y redondeadas	pequeño y redondo	rojo y amarillo
Criollo	Alta	cónica	único	50° a 60°	-----	Largos	-----	apicales y alargadas	grande	rojo
Caturra	Baja	cónica	único	45°	abundante	Cortos	muchas por axila	grandes y redondeadas	grande y redondo	rojo y amarillo
Catuái	Baja	mas o menos compacta	único	-----	Abundante	Cortos	-----	-----	-----	rojo y amarillo
Catimor	Baja	-----	-----	-----	-----	Cortos	-----	-----	-----	rojo
Pacas	Baja	compacta y cerrada	único	-----	Abundante	Cortos	-----	grandes, anchas, lustrosas	-----	rojo
Típica	Alta	cónica	único	60°	-----	Largos	muchas por axila	elípticas y alargadas	grande y alargado	rojo

## 4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA EDÁFICA

El suelo tiene funciones diversas y muy importantes para los ecosistemas terrestres, es el sustento para la vida vegetal y del cual las plantas obtienen muchos de sus nutrientes; siendo el hábitat para una gran diversidad de microorganismos, de los ordenes más comunes (Acari, Araneae, Collembola, Coleoptera, Hymenoptera, Hemíptera), así como también del componente microbiano (bacterias, hongos, algas, protozoarios y virus). Es el lugar donde se llevan a cabo la mayor parte de los ciclos biogeoquímicos de los ecosistemas terrestres (mineralización de la materia orgánica, nitrificación, fijación de nitrógeno, oxidación de metano, entre otros procesos) (Lampkin, 1998).

En los suelos del cultivo de café se encuentran una gran cantidad de microorganismos que son efectivos en la transformación de materias orgánicas, mejoran las condiciones físicas y nutricionales del suelo, que finalmente son sintetizadores. Cuando las plantas tienen un mejor ambiente para su crecimiento y desarrollo, los niveles de producción se incrementan y aumenta la resistencia a enfermedades (Grisell-Cabrera & Crespo, 2001).

### 4.2.1. Importancia de la Fauna Edáfica

La fauna edáfica está constituida por organismos que pasan toda o una parte de su vida sobre la superficie del suelo, en troncos podridos, en la hojarasca superficial y bajo la superficie de la tierra; incluyendo desde animales microscópicos hasta vertebrados de talla mediana. Para vivir en el suelo, estos organismos han tenido que adaptarse a un ambiente compacto, con baja concentración en oxígeno y luminosidad, pocos espacios abiertos, baja disponibilidad de alimentos y fluctuaciones microclimáticas que pueden llegar a ser muy significativas (Lavelle *et al.*, 1992).

Por otra parte, la fauna edáfica es la responsable de la acumulación y descomposición de la materia orgánica de los suelos, realiza varias funciones, como acelerar la transformación e incorporación de los residuos vegetales y animales al suelo (Lampkin, 1998). La actividad de la fauna edáfica acelera significativamente el proceso de reciclaje de nutrientes en el ecosistema, haciendo éstos rápidamente disponibles para las plantas (Grisell-Cabrera & Crespo, 2001). Según Sánchez *et al.*, (1996) la abundancia y la diversidad de la fauna edáfica contribuyen a la rehabilitación, al mantenimiento y a la conservación de las propiedades físicas y químicas del suelo. La fauna edáfica se encuentra dividida, de acuerdo con el tamaño del animal adulto, en tres grandes grupos: microfauna, mesofauna y macrofauna (Grisell-Cabrera & Crespo, 2001). A continuación se hace una breve descripción de cada grupo.

a. Microfauna

La microfauna está constituida por animales que se encuentran entre las partículas del suelo, miden menos de 0,2 mm y se incluyen, fundamentalmente, protozoarios, rotíferos, nemátodos tardígrados (Grisell-Cabrera & Crespo, 2001). La microfauna es el principal agente que libera los nutrimentos inmovilizados por la microflora del suelo (Gupta & Yates, 1997).

b. Mesofauna

La componen organismos cuyo tamaño oscila entre 0,2 a 10 mm. Los ordenes más abundantes dentro de este grupo son Acari y Collembola (García, 2005). La distribución de la mesofauna está determinada por la disponibilidad de alimento, encontrándose entre los 2 y 5 cm superiores del suelo (FitzPatrick, 1996).

A continuación se describen los órdenes encontrados en las parcelas establecidas en las fincas de café de las diferentes zonas de muestreo:

Orden Acari: Están entre los artrópodos más pequeños del suelo, raramente tienen más de 1 mm y son difíciles de ver a simple vista. Puede haber cientos de miles por metro cuadrado y se encuentran en una gran variedad de hábitats. Algunos se alimentan de hongos, otros de plantas y animales muertos. Son predadores y atacan pequeños insectos, huevos o larvas. Ciertos ácaros pueden ser muy dañinos a las plantas, sin embargo, en lo general ayudan al desarrollo del suelo y le proporcionan nutrientes (García, 2005).

Orden Collembola: son artrópodos pequeños (5 mm o menos), abundantes en el suelo y la hojarasca, importantes por su influencia en la estructura del suelo, ya que participan en la descomposición de la materia orgánica, ciclaje de nutrientes, control de microorganismos y en las cadenas tróficas (Cutz-Pool, 2003). Se alimentan de bacterias, hongos, nematodos y materia orgánica vegetal y animal (Palacios & Vargas, 2003).

c. Macrofauna

Son organismos que se pueden ver a simple vista, su tamaño varía desde 10 hasta 20 mm. La macrofauna se encuentra compuesta por organismos, que se mueven activamente a través del suelo y pueden elaborar galerías en las cuales viven.

Forman parte de este grupo los siguientes ordenes: araneae (arañas), coleóptera (escarabajos), diplópodos (milpiés), isópodos (cochinillas), quilópodos (ciempiés), hymenoptera (hormigas), y oligoquetos (lombrices de tierra) (Cabrera & Crespo, 2001). A continuación se hace una breve descripción de los órdenes encontrados en las parcelas establecidas en las fincas de café de las diferentes zonas del muestreo:

Orden Araneae: a este orden pertenecen las arañas, su cuerpo se divide en dos zonas: cefalotórax y abdomen. Presenta el dorso cubierto de un caparazón sólido. No poseen ojos compuestos, en las arañas el sentido mejor desarrollado es el tacto, un conjunto de pelos son receptores del medio externo. En el cefalotórax se localizan los apéndices y cuatro pares de patas. El abdomen es segmentado, puede dividirse en un pre-abdomen y un post-abdomen. Las arañas constituyen un conjunto de especies muy heterogéneo por sus hábitos y preferencias alimenticias. Son depredadores, necesitan cazar a otros animales como medio de sustento. Se alimentan de invertebrados y artrópodos, principalmente insectos (Molinari & Minervino, 2006).

Orden Coleoptera: los coleópteros llamados comúnmente “escarabajos” han colonizado todos los medios (la tierra, el aire y el agua) aunque muestran una especial atracción por los medios edáficos y por el aprovechamiento de la materia orgánica en descomposición. (Burges & Raw, 1971). Presentan numerosas formas que de una otra manera, cooperan en la formación del suelo debido a sus estados inmaduros y adultos modifican el suelo al abrir túneles que ayudan a mejorar la infiltración y la aeración; la construcción por dichos organismos incorporan materia orgánica en horizontes inferiores (Malagon *et al.*, 1995)

Orden Hymenoptera: a este orden corresponden las hormigas, avispas y abejas. Las hormigas tienen tres regiones denominadas cabeza, tórax y abdomen, un par de antenas, tres pares de patas; oseen piezas bucales adaptadas para morder y lamer líquidos, son insectos sociales (Hickman *et al.*, 2006). Su presencia y actividad favorecen las características físicas y químicas del suelo, facilitando la entrada de agua y de aire en los poros mediante la construcción de galerías hasta 6 m bajo la superficie del suelo (Bonilla *et al.*, 2002).

Orden Hemiptera: se les denomina a los chinches, su tamaño es de 2 a 100 mm. Poseen alas anteriores con la parte basal coriácea y la apical membranosa, alas posteriores membranosas; en reposo mantienen las alas extendidas sobre el abdomen. Poseen un aparato bucal perforador y chupador, muchos de ellos presentan glándulas odoríferas (Hickman *et al.*, 2006).

Otras especies de importancia correspondiente a la mesofauna del suelo se ubican en el subfilo Myriapoda este subfilo comprende cuatro clases bien clasificadas, los Chilopoda (ciempiés), Diplopoda (milpiés), Pauropoda (paurópodos), y Symphyla (sínfilos). Todos terrestres, tienen en común un cuerpo compuesto por dos regiones, cabeza y tronco y están formados por muchos segmentos y multitud de pares de patas. A continuación se hace una breve descripción de las dos clases que se encontraron en este estudio las mismas que son Chilopoda y Diplopoda (Hickman *et al.*, 2006).

Clase Chilopoda, llamados quilópodos o ciempiés, son formas terrestres de cuerpos aplanados que pueden presentar desde unos pocos hasta 177 segmentos. Cada segmento, excepto el primero después de la cabeza, y los dos últimos del cuerpo, llevan un par de patas articuladas. Los apéndices del primer segmento del cuerpo están modificados para formar uñas venenosas. El último par de patas es más largo que el resto de ellas y tiene una función sensorial (Hickman *et al.*, 2006).

Clase Diplopoda, llamados diplópodos o milpiés, a pesar de que no tienen tantas patas, presentan un elevado número de apéndices, ya que cada segmento del tronco tiene dos pares. Sus cuerpos cilíndricos están formados por 25 a 100 segmentos. El corto tórax comprende cuatro segmentos, cada uno con un par de patas. Los milpiés no son tan activos como los ciempiés se desplazan muy despacio, con movimientos elegantes y no serpenteando como los ciempiés (Hickman *et al.*, 2006).

#### 4.2.2. Diversidad de la Fauna Edáfica

La diversidad se refiere a la variabilidad de especies, expresando el número de poblaciones y sus abundancias relativas. La idea de diversidad de especies está basada en la suposición que las especies influyen unas a las otras y al medio, y esto se puede ver como los números de especies presentes y sus abundancias relativas. La diversidad de especies tiene dos componentes: El número de especies presente que se puede llamar de riqueza y, la abundancia relativa de las especies, llamada en general de regularidad o equitabilidad (McNaughton & Woelf, 1979).

#### 4.2.3. Zonas de Vida

Holdridge (1987) observó que ciertos grupos de ecosistemas o asociaciones vegetales, corresponden a rangos de temperatura, precipitación y humedad; de tal forma que pueden definirse divisiones balanceadas de estos parámetros climáticos para agruparlas, eliminando la subjetividad al hacerlo. A estos conjuntos de asociaciones los

denominó zonas de vida. Así, las zonas de vida son conjuntos naturales de asociación sin importar que cada grupo incluya una cadena de diferentes unidades de paisaje o de medios ambientales, que pueden variar desde pantanos hasta crestas de colinas. Al mismo tiempo, las zonas de vida comprenden divisiones igualmente balanceadas de los tres factores climáticos principales, es decir, calor, precipitación y humedad.

A continuación se detalla las características de cada una de las cuatro zonas de vida que se encontró en las diferentes zonas de muestreo, definidas mediante el sistema de clasificación de Holdridge (1987).

a. Bosque seco (bs)

Presentan características particulares que los diferencian de otros bosques tropicales, las lluvias que sedan en este bosque son escasas por lo que la gran parte de las especies vegetales pierden estacionalmente sus hojas como estrategia para conservar la poca cantidad de agua que existe durante ese tiempo; posee especies deciduas y semideciduas, arbustos enanos y ramificados, predominancia de plantas espinosas, con epidermis engrosada, presencia de especies anuales en época de lluvia. La precipitación anual es menor a 1500 mm, con una temporada seca de al menos cinco a ocho meses.

b. Bosque seco tropical (bs-T)

Presenta características como precipitaciones que varían entre 1100 a 1500 mm, su temperatura máxima es de 33 °C y su temperatura mínima es de 22 °C, con una altitud comprendida entre los 300 y 1200 m s.n.m, presenta un periodo seco de seis a ocho meses. Las condiciones restrictivas han ejercido presión selectiva en la evolución de plantas altamente distintivas. Presenta vegetación decidua (desprende las hojas en estación seca) como adaptación para evitar la pérdida de agua en la transpiración de cada hoja.

c. Bosque seco pre-montano (bs-PM)

Su temperatura varia de 18 a 24 °C y sus precipitaciones oscilan entre 500 y 1000 mm; se ubica a una altitud comprendida entre 100 y 2000 m s.n.m con una topografía bastante accidentada debida en gran parte a la influencia de sus sistemas hidrográficos.

d. Bosque muy húmedo sub-tropical (bmh-ST)

Se caracteriza por presentar precipitaciones anuales de 3800 mm, su temperatura anual se estima en 22 °C. La relación de evapotranspiración se ubica alrededor de 0,35, en decir, calificando a la asociación de netamente per-húmeda. El relieve de este ecosistema está constituido por un conjunto de colinas altas y pie de monte de las estribaciones montañosas. Los suelos, son muy superficiales y presentan alta escorrentía superficial.

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

**MATERIALES Y MÉTODOS PARA EL PRIMER OBJETIVO:** Diversidad del germoplasma de café

### **5.1. LOCALIZACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO**

El presente estudio se realizó en la región sur del Ecuador, la misma que se divide en tres provincias: El Oro, Loja y Zamora Chinchipe. La región limita al norte con las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago; al sur y oeste con la república del Perú y el Océano Pacífico. Su rango altitudinal va desde 0 hasta 3778 m s.n.m a nivel andino (Castillo, 2002).

La región sur tiene una superficie de 27545 km<sup>2</sup>, equivalente al 10,7 % del total del territorio ecuatoriano (Castillo, 2002). Se caracteriza por una vegetación de tipo montano destacándose las siguientes zonas según la clasificación de Holdrige (1987): matorral desértico tropical (md-T), bosque seco tropical (bs-T), bosque espinoso tropical (be-T), bosque húmedo premontano (bh-PM), monte espinoso premontano (me-PM), bosque seco premontano bajo (bs-PB), bosque seco montano bajo (bs-MB), bosque muy húmedo subtropical (bmh-ST), bosque muy húmedo montano (bmh-M), bosque húmedo montano (bh-M), bosque húmedo montano bajo (bh-MB), bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB), bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) y bosque húmedo tropical (bh-T).

El clima del sur ecuatoriano es muy diverso. En esta pequeña región se pueden encontrar tres de las cuatro zonas geográficas en las que se divide el país: costa, sierra y amazonía (Vázquez & Santos, 2008). En la provincia de El Oro las temperaturas alcanzan un promedio de 23 °C, con precipitaciones anuales entre 200 y 1500 mm. Por otra parte, Zamora Chinchipe, al estar asentada en la amazonía ecuatoriana, presenta temperaturas también elevadas con promedios de 24 °C; una humedad ambiental que puede superar el 90 % y precipitaciones durante la mayor parte del año superiores a 3000 mm. Con referencia a la provincia de Loja, presenta una temperatura promedio de 18 °C, con precipitaciones anuales de 800 mm (INAMHI, 2008).

## 5.2. MATERIAL VEGETAL

El muestreo del material no corresponde a un diseño en particular ya que para ello era necesario disponer de información geográfica que valide la distribución *in situ* de áreas ocupadas por cultivos de café, por lo que no es posible determinar el número de parcelas o fincas significativas para la recolección del respectivo material. Para este estudio de caracterización morfológica el muestreo se realizó en 43 fincas de las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe; para lo cual se dispuso de la ayuda de técnicos de FAPECAFES (Federación de Asociaciones de Pequeños Cafetaleros Ecológicos del Sur), de productores líderes de dicha entidad, y de docentes e investigadores del Departamento de Ciencias Agropecuarias y de Alimentos de la Universidad Técnica Particular de Loja. Para ello, se mantuvieron reuniones de planificación entre los colaboradores y se definió las fincas a ser muestreadas según la experiencia en el cultivo y el conocimiento de las respectivas zonas de cada uno de los líderes de las asociaciones que conforma FAPECAFES.

En cada una de las fincas muestreadas se identificaron una o varias accesiones (según corresponda el germoplasma de café), con referencia a una observación morfológica de cada material. Una vez determinadas las accesiones en cada finca se procedió a elegir cinco plantas por cada accesión; sobre estas se realizó una evaluación de caracteres medibles en forma directa (altura de la planta, diámetro del tallo, frutos por rama, etc.). Además se colectaron muestras vegetales de otras partes u órganos de la planta que requerían ser evaluados en laboratorio (longitud de la hoja, ancho de la hoja, longitud del fruto, ancho del fruto, longitud de la semilla, etc.).

La caracterización del germoplasma de café se realizó en campo (evaluación directa en las plantas de café) y en laboratorio (evaluación de muestras de hojas, frutos y semillas, colectadas en campo). El número total de accesiones estudiadas fue de 66, realizándose el muestreo entre los meses de febrero y septiembre del año 2010; el germoplasma se colectó en diversas zonas cafetaleras, según lo indicado en la Tabla 5.1. La metodología de evaluación ha sido realizada de acuerdo al trabajo desarrollado por Acosta-Quezada *et al* (2011).

Las accesiones que se han considerado en este estudio fueron ubicadas en 16 grupos agronómicos, los cuales equivalen a los nombres de las variedades de café con los que los productores las reconocen (Tabla 5.1). Para el presente estudio, el material fue codificado utilizando siglas de los nombres de cada grupo agronómico seguidas por un número, de acuerdo al orden como fueron recolectadas en cada lugar.

### 5.2.1. Grupos Agronómicos

Es importante mencionar que los productores consideran a estos materiales como “variedades”, sin embargo en este estudio se consideran como grupos agronómicos debido a que no existen estudios que precisen si estos materiales sean considerados como variedades y si pertenecen a los respectivos nombres.

### 5.3. EVALUACIÓN DE CARACTERES MORFOLÓGICOS

Para caracterizar morfológicamente las 66 accesiones de café se definieron 26 caracteres cuantitativos, clasificados en cuatro grupos de caracteres según la parte u órgano de la planta a la que corresponden; estos caracteres obedecen principalmente a los descriptores específicos para la especie, publicados por el Instituto Internacional de los Recursos Fitogenéticos (IPGRI, 1996), entidad actualmente conocida como Bioversity International (<http://www.bioversityinternational.org/publication>) (Tabla 5.2). A continuación se menciona la forma en que se evaluaron los caracteres morfológicos; siendo importante indicar que la metodología empleada para la medición de los caracteres fue similar a la desarrollada en otro estudio de caracterización para tomate de árbol (*Solanum bataceum*), realizado en el mismo Departamento de Ciencias Agropecuarias y de Alimentos (UTPL) (Acosta-Quezada *et al.*, 2011).

**Tabla 5.1. Códigos de las accesiones, lugar de procedencia del material y nombre del grupo agronómico.**

<b>Códigos de las accesiones</b>	<b>Lugar de procedencia</b>	<b>Grupo agronómico</b>
CR1	Vilcabamba (Loja)	Caturra rojo
CR2	Vilcabamba (Loja)	Caturra rojo
CT3	Vilcabamba (Loja)	Catimor
T4	Vilcabamba (Loja)	Típica
BA5	Vilcabamba (Loja)	Bourbón amarillo
T6	Vilcabamba (Loja)	Típica
T7	Loja	Típica
CR8	Loja	Caturra rojo
CR9	Yanzatza (Zamora Chinchipe)	Caturra rojo
T10	Yanzatza (Zamora Chinchipe)	Típica
CR11	Pangui (Zamora Chinchipe)	Caturra rojo
BR12	Pangui (Zamora Chinchipe)	Bourbón rojo
CR13	Pangui (Zamora Chinchipe)	Caturra rojo
BR14	Pangui (Zamora Chinchipe)	Bourbón rojo
CV15	Zumba (Zamora Chinchipe)	Cavimor
CR16	Zumba (Zamora Chinchipe)	Caturra rojo
CB17	Zumba (Zamora Chinchipe)	Cavimoro
BA18	Palanda (Zamora Chinchipe)	Bourbón amarillo
T19	Palanda (Zamora Chinchipe)	Típica
CR20	Palanda (Zamora Chinchipe)	Caturra rojo
BR21	Palanda (Zamora Chinchipe)	Bourbón rojo
CTR22	Zumba (Zamora Chinchipe)	Catimoro rojo
CB23	Zumba (Zamora Chinchipe)	Cavimoro
CR24	Zumba (Zamora Chinchipe)	Caturra rojo
BA25	Zumba (Zamora Chinchipe)	Bourbón amarillo
P26	Quilanga (Zamora Chinchipe)	Pacas
T27	Quilanga (Zamora Chinchipe)	Típica
CR28	Quilanga (Zamora Chinchipe)	Caturra rojo
T29	Espíndola (Loja)	Típica
CR30	Espíndola (Loja)	Caturra rojo
CR31	Panguinza (Zamora Chinchipe)	Caturra rojo
CA32	Panguinza (Zamora Chinchipe)	Caturra amarillo
CR33	Panguinza (Zamora Chinchipe)	Caturra rojo
CA34	Panguinza (Zamora Chinchipe)	Caturra amarillo
CR35	Panguinza (Zamora Chinchipe)	Caturra rojo
CA36	Panguinza (Zamora Chinchipe)	Caturra amarillo
BR37	Nangaritza (Zamora Chinchipe)	Bourbón rojo
BR38	Nangaritza (Zamora Chinchipe)	Bourbón rojo
CR39	Nangaritza (Zamora Chinchipe)	Caturra rojo

**Tabla 5.1. Continuación de la tabla**

<b>Códigos de las accesiones</b>	<b>Lugar de procedencia</b>	<b>Grupo agronómico</b>
CR40	Nangaritza Zamora (Chinchiipe)	Caturra rojo
CR41	Marcabelí (El Oro)	Caturra rojo
CR42	Marcabelí (El Oro)	Caturra rojo
CR43	Marcabelí (El Oro)	Caturra rojo
CR44	Marcabelí (El Oro)	Caturra rojo
KA45	Olmedo (Loja)	Catuái amarillo
KR46	Olmedo (Loja)	Catuái rojo
CIR47	Puyango (Loja)	Criollo rojo
BA48	Puyango (Loja)	Bourbón amarillo
CR49	Puyango (Loja)	Caturra rojo
S50	Puyango (Loja)	San Salvador
CRp51	Puyango (Loja)	Caturra rojo pequeño
CIR52	Catacocha (Loja)	Criollo rojo
CIR53	Catacocha (Loja)	Criollo rojo
CR54	Catacocha (Loja)	Caturra rojo
CTA55	Catacocha (Loja)	Catimoro amarillo
CIR56	Chaguarpamba (Loja)	Criollo rojo
CTA57	Chaguarpamba (Loja)	Catimoro amarillo
CR58	Chaguarpamba (Loja)	Caturra rojo
CTR59	Chaguarpamba (Loja)	Catimoro rojo
CIR60	Chaguarpamba (Loja)	Criollo rojo
CR61	Chaguarpamba (Loja)	Caturra rojo
CIR62	Sozoranga(Loja)	Criollo rojo
CIR63	Sozoranga (Loja)	Criollo rojo
CIR64	Macará (Loja)	Criollo rojo
CIR65	Macará (Loja)	Criollo rojo
CR66	Gonzanama (Loja)	Caturra rojo

**Tabla 5.2. Lista de caracteres morfológicos seleccionados para la caracterización de café y sus respectivas unidades de medida; según cuatro grupos de caracteres (arquitectura de la planta, hojas y ramas, infrutescencia y fruto, y semilla).**

---

**Arquitectura de la planta**

- C1 Altura de la planta (cm)
- C2 Diámetro del tallo (cm)
- C3 Radio de la planta (cm)
- C4 Ángulo de inserción de ramas (grados sexagesimales)
- C5 Longitud de la arista de la estípula (mm)

**Hoja y ramas**

- C6 Longitud de la hoja (cm)
- C7 Ancho de la hoja (cm)
- C8 Distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (cm)
- C9 Distancia entre nudos de hoja (cm)
- C10 Ángulo del ápice (grados sexagesimales)
- C11 Longitud del pecíolo foliar (cm)
- C12 Longitud de la rama (cm)

**Infrutescencia y fruto**

- C13 Longitud del fruto (cm)
- C14 Ancho del fruto (cm)
- C15 Distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (cm)
- C16 Frutos por rama (número)
- C17 Distancia entre infrutescencias (cm)
- C18 Espesor del fruto (mm)
- C19 Ángulo apical del fruto (grados sexagesimales)
- C20 Ángulo basal del fruto (grados sexagesimales)
- C21 Longitud del pedicelo del fruto (cm)
- C22 Peso del fruto (g)

**Semilla**

- C23 Longitud de la semilla (cm)
  - C24 Ancho de la semilla (cm)
  - C25 Distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (cm)
  - C26 Peso de la semilla (g)
- 

a. Caracteres de la arquitectura de la planta

Los cinco caracteres de la arquitectura de la planta fueron medidos en un total de cinco plantas por cada accesión.

Altura de la planta (C1): la medición de este caracter se lo realizó con un flexómetro desde la base del tallo principal hasta su yema terminal (Figura 5.1).

Diámetro del tallo (C2): con el uso de un calibrador se determinó el diámetro del tallo principal, a tres 3 cm desde el suelo (Figura 5.1).

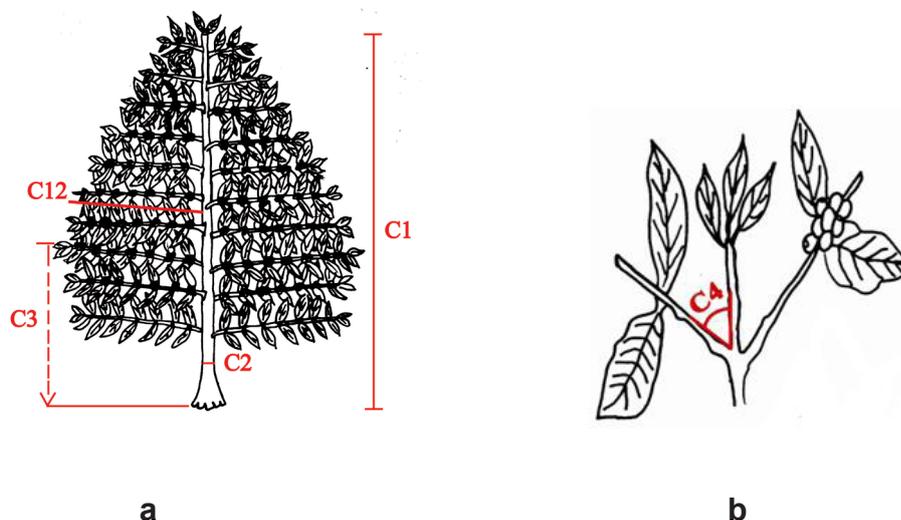


Figura 5.1. Caracteres de la arquitectura de la planta: a) altura de la planta (C1), diámetro del tallo (C2), radio de la planta (C3), longitud de la rama (C12); y b) ángulo de inserción de ramas (C4)

Radio de la planta (C3): la medición del radio de la planta se efectuó mediante una plomada, cuyo hilo se sujetó de la rama más larga de la planta, se esperó a que el hilo se estabilizara y se midió sobre el suelo la distancia comprendida entre la base del tallo y la proyección de la plomada, la cual equivale al radio representado por la rama.

Ángulo de inserción de ramas (C4): fue calcado en hojas de papel, luego se escanearon dichas hojas y la medición se la realizó mediante el programa Image Tool 2.0 (UTHSCSA, 2000). Para este caracter y todos aquellos que se han evaluado con el uso de este programa, ha sido necesario realizar una calibración previa de las herramientas de medición; para ello, es necesario que el montaje de las muestras a ser escaneadas se realice sobre una hoja de acetato milimetrada, la cual permite alimentar al programa la equivalencia de medida (por un centímetro).

Longitud de la arista de la estípula (C5): se midió la distancia entre la base de la estípula hasta la punta de la estípula (Figura 5.2).

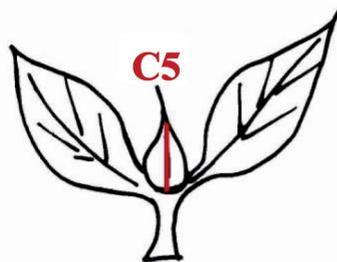


Figura 5.2. Longitud de la arista de la estípula

b. Caracteres de hoja y ramas

En lo que respecta a los caracteres de la hoja y ramas, se evaluaron un total de cinco hojas por cada planta de cada accesión, tomadas aleatoriamente de la mitad de la altura de planta y de diferentes ramas. Todos los caracteres fueron evaluados sobre hojas escaneadas, utilizando el programa Image Tool 2.0; las Figuras 5.3 a y b muestran los caracteres medidos en la hoja.



Figura 5.3. Caracteres de la hoja y ramas: a) longitud de la hoja (C6), ancho de la hoja (C7) y distancia entre la base a la parte más ancha de la hoja (C8); y b) ángulo del ápice (C10) y longitud del peciolo foliar (C11)

Longitud de la hoja (C6): fue medida entre el punto de origen del nervio central y el ápice de la hoja.

Ancho de la hoja (C7): se determinó la parte más ensanchada de la hoja y se midió su valor de extremo a extremo de la hoja.

Distancia entre la base a la parte más ancha de la hoja (C8): la medición se la realizó desde la base de la hoja hasta la inserción del extremo más ancho de la hoja.

Distancia entre nudos de la hoja (C9): se midió utilizando un flexómetro, tomando ramas de la mitad de la planta para luego medir de nudo a nudo. Se evaluó un total de cinco hojas por cada planta, de cada accesión (Figura 5.4).



Figura 5.4. Distancia entre nudos de la hoja (C9)

Ángulo del ápice de la hoja (C10): se midió formando un vértice en el ápice de la hoja, proyectado a una distancia de tres centímetros de uno de los lados.

Longitud del pecíolo foliar (C11): este caracter se evaluó en cinco hojas, desde la base del pecíolo hasta la inserción con la lámina foliar.

Longitud de la rama (C12): se evaluó con el uso de un flexómetro, desde la base hasta la parte final de la rama (Figura 5.1 a).

c. Caracteres de la infrutescencia y fruto

Para la caracterización de frutos las muestras fueron recolectadas en el momento en que mostraron una madurez óptima para su cosecha. Se recolectaron diez frutos seleccionados al azar por cada planta de cada accesión. La mayor parte de los caracteres fueron medidos usando el programa Image Tool 2.0 (UTHSCSA, 2000), para lo cual fue necesario partir longitudinalmente cada fruto y escáner sus partes (Figura 5.5), las Figuras 5.6 a, b y c esquematizan los caracteres evaluados en el fruto.



Figura 5.5. Frutos de café partidos longitudinalmente en proceso de escaneado

Longitud del fruto (C13): se midió desde su base hasta el ápice.

Ancho del fruto (C14): se determinó el ancho máximo y se midió el valor entre sus extremos.

Distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15): se determinó la parte más ensanchada del fruto y se midió la longitud entre la base y la línea transversal correspondiente al ancho máximo del fruto.

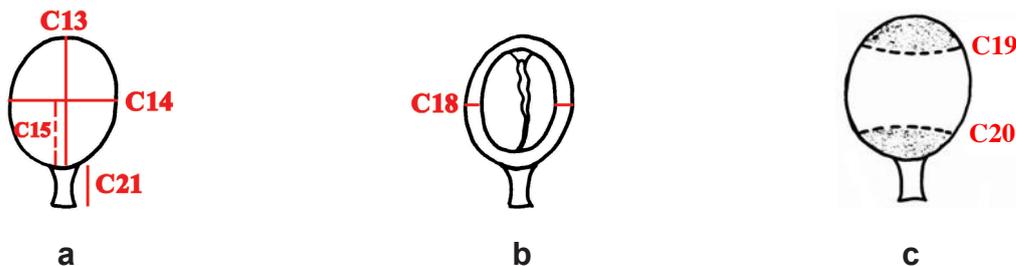


Figura 5.6. Caracteres del fruto: a) longitud del fruto (C13), ancho del fruto (C14), distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15) y longitud del pedicelo (C21); b) espesor del fruto (C18); c) ángulo apical (C19) y ángulo basal (C20)

Frutos por rama (C16): se contabilizó el número de frutos de cada una de las diez ramas evaluadas, tomadas de la mitad de la altura de la planta.

Distancias entre infrutescencias (C17): se determinó los valores de las ramas de la mitad de la planta y con la ayuda de un flexómetro se midió la distancia que existió en cada una de las infrutescencias (Figura 5.7).

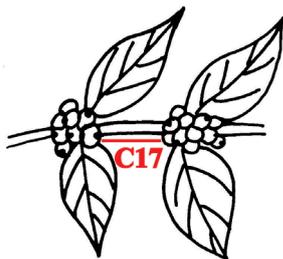


Figura 5.7. Distancia entre infrutescencias (C17)

Espesor del fruto (C18): se midió desde el epicarpio hasta el mesocarpio del fruto, desde cada uno de sus extremos (Figura 5.6 b).

Ángulo apical del fruto (C19): se midió formando un vértice en el ápice del fruto, proyectado a una distancia de medio centímetro de uno de los lados (Figura 5.6 c).

Ángulo basal del fruto (C20): se determinó tomando como vértice a la base del fruto, proyectado a una distancia de medio centímetro de cada uno de sus lados (Figura 5.6 c).

Longitud del pedicelo del fruto (C21): se evaluó entre la distancia del punto de unión con la base de fruto y el otro extremo del pedicelo (Figura 5.6 a).

Peso del fruto (C22): para este caracter se utilizó una balanza digital de precisión, pesando cada uno de los diez frutos evaluados para cada planta de cada accesión.

d. Caracteres de la semilla

Un total de diez semillas por cada planta de cada accesión fueron extraídas de sus respectivos frutos, para luego ser escaneadas. Casi todos los caracteres de la semilla fueron medidos mediante el programa Image Tool 2.0, excepto el peso de la semilla que se obtuvo utilizando una balanza digital (Figura 5.8).

Longitud de la semilla (C23): se determinó visualmente la base y el ápice de cada semilla y se midió la distancia entre estos dos extremos.

Ancho de la semilla (C24): se ubicó visualmente su parte más ensanchada de la semilla y se midió entre sus extremos.

Distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (C25): se determinó la parte más ensanchada de la semilla y se midió la longitud entre la base y la línea transversal correspondiente al ancho máximo de esta.

Peso de la semilla (C26): al igual que para el peso del fruto, se utilizó una balanza digital de precisión y se peso cada una de las semillas.

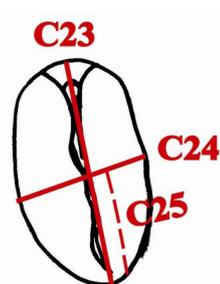


Figura 5.8. Caracteres de la semilla: longitud de la semilla (C23), ancho de la semilla (C24) y distancia entre la base a la parte más ancha de la semilla (C25)

#### **5.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS PARA LA CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA**

Para la caracterización morfológica se dispuso de una base de datos relacionados con diversos caracteres morfológicos y agronómicos registrados a través de muestreos efectuados *in situ* en fincas de las provincias anteriormente mencionadas; contando además con imágenes digitales de muestras vegetales (estipulas, hojas, frutos y semillas) correspondientes a las mencionadas accesiones, de las cuales se evaluaron diversos descriptores a través de un analizador de imágenes "Image Tool" (UTHSCSA, University of Texas Health Science Center, San Antonio, Texas, USA). Con los 26 caracteres cuantitativos se obtuvo una Matriz Básica de Datos (MBD), la cual permitió realizar un análisis multivariado, con la ayuda del programa estadístico NTSYS-pc 2.0 (Rohlf, 1996).

Para analizar la información de la caracterización morfológica, se realizó un estudio de estadística multivariada (análisis de agrupamientos y análisis de componentes principales ACP), para lo cual los valores de los caracteres fueron estandarizados y se generó una matriz de distancias euclídeas entre las accesiones. Con dicha matriz se desarrolló un análisis de agrupamientos mediante el método de agrupaciones pareadas no ponderadas basadas en medias aritméticas o UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Means; Sneath & Sokal, 1973), obteniéndose los respectivos dendrogramas. El Análisis de Componentes Principales se llevó a cabo mediante la matriz de correlaciones entre caracteres, generándose unas nuevas variables hipotéticas conocidas como componentes principales, de las cuales se seleccionaron tres componentes que han acumulado un mayor porcentaje de la variabilidad total. El análisis de agrupamientos y de componentes principales se desarrolló utilizando el programa NTSYS-pc 2.0 (Rohlf, 1996), como se ha mencionado anteriormente. Este análisis (ACP) permitió además, conocer los caracteres más relevantes en la diferenciación del germoplasma de café; interpretándose como caracteres discriminantes.

**MATERIALES Y MÉTODOS PARA EL SEGUNDO OBJETIVO:** Diversidad de la mesofauna asociada al cultivo de café

### **5.5. LOCALIZACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO PARA EL SEGUNDO OBJETIVO**

Al igual que para el primer objetivo, el área de estudio para el segundo objetivo fue la región sur del Ecuador (El Oro, Loja y Zamora Chinchipe). En la provincia del El Oro se muestreo en tres fincas de café del cantón Marcabelí el cual posee un clima templado, cuya temperatura oscila entre los 22 a 28 °C; con altitudes entre los 630 m s.n.m y 1800 m s.n.m; con una humedad relativa de 80 %, sus suelos son arcillosos, relativamente ricos en materia orgánica (Gordillo-Cueva *et al.*, 2008). Según el sistema de formaciones vegetales de Holdridge (1987), se ubica dentro de la formación bosque seco pre-montano (bs-PM).

En la provincia de Loja el muestreo se realizó en parcelas establecidas en tres fincas de café de los cantones de Macará y Paltas. El Cantón Macará presenta características topográficas ondulares y planas con cotas que varían entre 460 y 417 m s.n.m; posee un clima cálido seco con una temperatura media mensual de 24 °C, una mínima de 22 °C y una máxima de 28 °C; presentando una humedad relativa de 65,5 %, con precipitaciones mensuales de 42,5 mm obteniendo un periodo lluvioso entre enero a mayo y el resto del año seco. Sus suelos corresponden a una textura franco-arcilloso-arenoso (Fo-Ac-Ao) con una profundidad promedio de 36,8 cm (Aranda, 2005). Según Holdridge, (1987) corresponde a la formación de bosque seco tropical (bs-T).

El Cantón Paltas, se ubica en el callejón interandino de la sierra ecuatoriana, en la parte central noroccidental de la provincia de Loja, pertenece a la ecorregión de bosques secos y región tumbesina. Presenta un clima cálido con una altitud que oscila entre los 1400 y 2400 m s.n.m; con temperaturas que varían entre 12 a 24 °C a medida que se descende por un terreno muy escarpado con pendientes superiores al 50 % en gran parte de su relieve (Chiriboga, 2009).

En la provincia de Zamora Chinchipe se muestreo en parcelas establecidas en tres fincas de café del cantón Yanzatza, ubicado al sur oriente del Ecuador; según el sistema de formaciones vegetales realizado por Holdridge (1987), se ubica dentro de la formación bosque muy húmedo sub-tropical (bmh-ST) definido por situarse en una altitud de 850 m s.n.m con temperaturas entre 20 a 27 °C, con una precipitación anual comprendida entre 2000 a 3000 mm; se caracteriza por tener un suelo moderadamente profundo constituido por dos capas de horizonte (Torres, 2004).

## 5.6. MUESTREO Y MATERIAL

Para la identificación de la mesofauna se ha recolectando material de tres fincas con cultivo de café de cada cantón (Marcabelí, Macará, Paltas y Yanzatza), las cuales pertenecen a diferentes zonas de vida (Figura 5.9). Estas fincas son parte de aquellas muestreadas para el estudio de caracterización (primer objetivo). Se consideró que sean manejadas bajo un mismo sistema; en cada una de las fincas de café, se estableció una parcela de 10 m x 10 m (100 m<sup>2</sup>), eligió aleatoriamente seis puntos de muestreo y con la ayuda de un cilindro se tomo cada punto una muestra de suelo (125 cm<sup>3</sup>), a una profundidad de 5 cm. De cada parcela se colectó seis muestras de suelo (750 cm<sup>3</sup>); en total de las tres parcelas establecidas en las tres fincas de café de cada cantón se obtuvo un volumen de suelo de 2250 cm<sup>3</sup>. Las muestras de suelo fueron guardas en fundas plásticas, debidamente etiquetadas y trasladadas al laboratorio para su respectivo análisis de mesofauna.

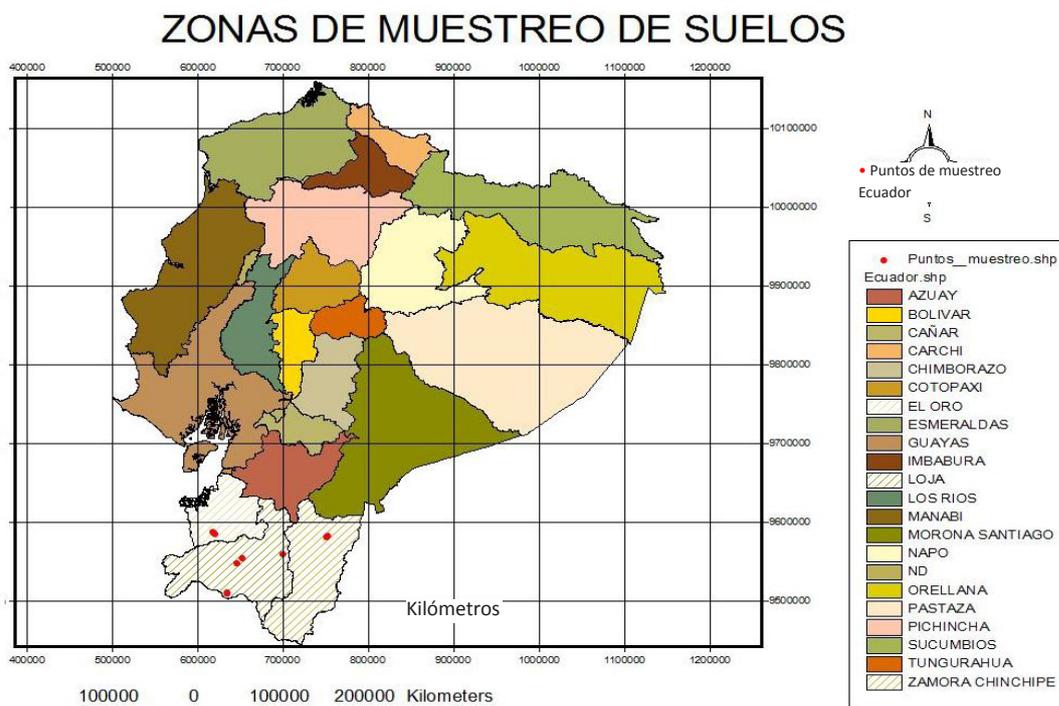


Figura 5.9. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo para el estudio de la mesofauna asociado al cultivo de café.

### 5.6.1. Determinación de la Mesofauna

Las muestras de suelo fueron colocadas en las cámaras extractoras de insectos por un período de cinco días, siendo expuestas a una fuente de luz y calor que ocasiona la migración de los organismos en dirección opuesta a la misma, pues su comportamiento frente a estas condiciones está definido por hábitos de termotropismo y fototropismo negativo, además de una afinidad con la alta humedad; situación que favorece la colección

de dichos organismos en el extremo inferior de la bandeja que contiene agua, quedando éstos atrapados en ella (Maraun *et al.*, 2003) (Figura 5.10). Mediante un termohigrómetro se controló la temperatura del interior de las cámaras extractoras de tal modo que no pase de los 40 °C. Al cabo de cinco días se procedió con la extracción de los especímenes, para lo cual, se utilizó pinzas entomológicas y pinceles. Luego colocar a los individuos en tubos vacutainer con alcohol debidamente etiquetados.



Figura 5.10. Cámaras extractoras de mesofauna con muestras de suelo.

Posteriormente con la ayuda del estereoscopio los especímenes fueron colocados sobre papel milimetrado (Figura 5.11) para posteriormente ser fotografiados e identificados. Se determinaron características claves como: el color de los especímenes, aparato bucal, forma y número de las patas, número de segmentos, forma de antenas, etc. Luego se realizó su identificación taxonómica y posteriormente se clasificaron por morfoespecies. Para la identificación de los órdenes de cada espécimen se utilizó la bibliografía de Eguez (1999) y McGavin (2004).



Figura 5.11. Especímenes muestreados y montados sobre papel milimetrado.

## 5.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE LA MESOFAUNA

Para identificar la composición, diversidad y similitud de las comunidades de mesofauna en el cultivo del café en las diferentes zonas de vida, se estimó la diversidad utilizando el índice de diversidad de Shannon-Weaver (1949) y el índice de similitud de Jaccard (Jaccard, 1901), mediante el programa PAST (Paleontological Statistics, versión 1.89); el cual permitió predecir y comparar los órdenes presentes en las diferentes zonas de vida.

El índice de diversidad de Shannon relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada especie presente en la muestra, refleja igualdad; mientras más uniforme es la distribución entre las especies que componen la comunidad, mayor es el valor (Moreno, 2001).

$$H' = - \sum_{i=1}^S (n_i / n) \ln (n_i / n)$$

Donde:

H' = índice de diversidad de Shannon

S = número de especies (la riqueza de especies)

n<sub>i</sub> = número de individuos por especie

n = número total de individuos

ln = logaritmo natural

El Índice de similitud de Jaccard es el sistema más fácil para medir cuan similares son una serie de biotopos o comunidades en términos de composición de especies, o también en términos de abundancias media. Se emplea para datos cualitativos de presencia o ausencia y está diseñado para ser igual a uno en el caso de similitud completa e igual a cero en comunidades sin especies en común (Moreno, 2001).

$$J = \frac{C}{A+B-C}$$

Donde:

J = índice de similitud de Jaccard

A = número de especies presentes en el sitio A

B = número de especies presentes en el sitio B

C = número de especies presentes en ambos sitios A y B

## VI. RESULTADOS

**RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL PRIMER OBJETIVO:** Diversidad del germoplasma de café

### 6.1. DESCRIPCIÓN MORFOAGRONÓMICA PARA LOS CARACTERES EVALUADOS EN EL GERMOPLASMA DE CAFÉ SEGÚN GRUPOS DE CARACTERES PARA CADA GRUPO AGRONÓMICO

#### 6.1.1. Caracteres Correspondientes a la Arquitectura de la Planta

Por lo que respecta a los caracteres de la arquitectura de la planta de café, en este estudio se evaluaron un total de cinco caracteres, como lo son C1: altura de la planta, C2: diámetro del tallo, C3: radio de la planta, C4: ángulo de inserción de ramas y C5: longitud de la arista de la estípula.

- Grupo agronómico “caturra rojo”

Con referencia al grupo agronómico “caturra rojo”, de las 25 accesiones estudiadas se ha registrado un promedio de 2,39 m, de las cuales dos accesiones (CR40 y CR44) mostraron las mayores alturas con respecto a este grupo agronómico (3,30 y 3,78 m, respectivamente); mientras que otras tres accesiones presentaron valores inferiores a 1,80 m, están son CR58 (1,79 m), CR13 (1,60 m) y CR39 (1,50 m). El resto de accesiones resultaron con valores comprendidos aproximadamente entre 2 y 3 m en altura de la planta (Tabla 6.1).

El diámetro del tallo (C2) varió entre 2,44 cm para la accesión CR31 y 6,77 cm para la accesión CR1, con una media de 3,99 cm. La mayor parte de las accesiones (20), mostraron valores comprendidos entre 3,00 y 4,72 cm.

Otro de los descriptores evaluados con respecto a la arquitectura fue el radio de la planta (C3), el cual resultó con una media general de 41,92 cm; dicho valor equivale a un diámetro de 83,84 cm, considerando que el diámetro es dos veces el valor del radio. Por otra parte, las diferencias encontradas en éste material vegetal se deben a la presencia de la accesión CR1 que presentó el valor más alto (86,71 cm); mientras que otras tres accesiones (CR61, CR58 y CR49) mostraron valores inferiores a 22,00 cm (Tabla 6.1).

Para el ángulo de inserción de ramas (C4), nueve accesiones (CR1, CR11, CR20, CR35, CR40, CR42, CR49, CR61 y CR66) presentaron un ángulo superior a 70,00°; de las cuales CR66 resultó con el mayor ángulo (86,83°), mientras que las accesiones que mostraron un menor ángulo fueron CR13 (51,75°), CR39 (60,86°), CR43 (61,01°) y CR31 (61,35°).

Las diferencias encontradas para la longitud de la arista de la estípula (C5), se deben a la presencia de la accesión CR13, la cual presentó el mayor valor (0,58 mm); mientras que para el resto de accesiones sus valores fluctúan entre 0,22 y 0,49 mm, con una media general de 0,31 mm (Tabla 6.1).

**Tabla 6.1. Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra rojo (CR).**

Accesión	Altura de la planta (m) C1	Diámetro del tallo (cm) C2	Radio de la planta (cm) C3	Ángulo de Inserción de ramas (grados) C4	Longitud de la arista de la estípula (mm) C5
CR1	3,04	6,77	86,71	78,73	0,23
CR2	2,47	4,33	71,04	68,66	0,22
CR8	1,99	3,55	39,75	64,46	0,31
CR9	2,79	4,68	58,80	68,09	0,49
CR11	2,80	4,16	55,20	70,06	0,42
CR13	1,60	3,30	56,00	51,75	0,58
CR16	1,97	2,80	30,60	65,14	0,31
CR20	2,84	3,85	71,60	70,96	0,23
CR24	2,48	3,52	48,00	62,98	0,29
CR28	2,19	4,12	32,30	67,05	0,26
CR30	2,42	3,84	29,40	65,32	0,30
CR31	1,92	2,44	39,20	61,35	0,27
CR33	2,73	4,58	47,00	67,37	0,23
CR35	2,26	4,02	43,40	74,55	0,32
CR39	1,50	3,78	36,80	60,86	0,32
CR40	3,30	5,43	49,40	72,56	0,28
CR41	2,23	4,36	25,40	63,21	0,31
CR42	2,58	3,18	30,40	81,83	0,29
CR43	1,97	2,60	26,60	61,01	0,26
CR44	3,78	4,72	48,60	68,30	0,25
CR49	1,93	4,50	21,00	72,92	0,28
CR54	2,20	3,04	25,60	64,09	0,30
CR58	1,79	3,70	20,00	65,83	0,33
CR61	2,53	4,54	19,40	78,99	0,27
CR66	2,38	3,92	35,80	86,83	0,37
<b>MEDIA</b>	2,39	3,99	41,92	68,52	0,31

- Grupo agronómico “caturra rojo pequeño”

Al estudiar el grupo agronómico “caturra rojo pequeño” se evaluó una sola accesión (A51). Presenta un valor medio de 1,83 m con respecto a la altura de la planta (C1), el diámetro del tallo (C2) mostró un valor de 3,48 cm, el radio de la planta (C3) resultó con un valor de 21,60 cm, en lo que respecta al ángulo de intersección de ramas (C4) éste expresó un valor de 58,11°; mientras que la longitud de la arista de la estípula (C5) presentó un valor de 0,28 mm (Tabla 6.2).

**Tabla 6.2. Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra rojo pequeño (CRp).**

Accesión	Altura de la planta (m) C1	Diámetro del tallo (cm) C2	Radio de la planta (cm) C3	Ángulo de Inserción de ramas (grados) C4	Longitud de la arista de la estípula (mm) C5
<b>CRp51</b>	1,83	3,48	21,60	58,11	0,28

- Grupo agronómico “caturra amarillo”

**Tabla 6.3. Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra amarillo (CA).**

Accesión	Altura de la planta (m) C1	Diámetro del tallo (cm) C2	Radio de la planta (cm) C3	Ángulo de inserción de ramas (grados) C4	Longitud de la arista de la estípula (mm) C5
<b>CA32</b>	3,69	3,35	45,00	76,36	0,29
<b>CA34</b>	2,27	3,64	42,40	72,95	0,28
<b>CA36</b>	2,32	3,20	35,60	63,14	0,26
<b>MEDIA</b>	2,76	3,40	41,00	70,82	0,28

Con respecto al grupo agronómico “caturra amarillo” se han estudiado únicamente tres accesiones (CA32, CA34 y CA36). Al medir la altura de la planta (C1), se encontró que el valor mínimo corresponde a la accesión CA34 (2,27 m); mientras que la accesión CA32 resultó con el mayor valor del material evaluado (3,69 m) (Tabla 6.3).

La Tabla 6.3 muestra además los resultados obtenidos con relación al diámetro del tallo (C2), dicho caracter presentó un valor medio de 3,40 cm. Las diferencias se deben a la presencia de la accesión CA34 la cual expresó el valor más alto (3,64 cm); mientras que la accesión CA36 presentó el menor valor (3,20 cm).

Respecto al radio de la planta (C3), las diferencias se deben a la accesión CA36 que resultó con el menor valor (35,60 cm); mientras que las dos accesiones restantes (CA32 y CA34) presentaron valores superiores a 40,00 cm (Tabla 6.3).

Otro de los descriptores evaluados en la arquitectura de la planta fue el ángulo de inserción de ramas (C4). Éste caracter resultó con un valor medio de 70,82°. La accesión CA32 presentó el mayor valor (76,36°), en tanto que la accesión CA36 resultó con el menor valor (63,14°).

El valor medio para la longitud de la arista de la estípula (C5) en las plantas del grupo agronómico “caturra amarillo” fue de 0,28 mm. Las tres accesiones resultaron con valores muy cercanos entre sí, en un rango de 0,26 a 0,29 mm (Tabla 6.3).

- Grupo agronómico “típica”

En éste estudio se han muestreado un total de siete accesiones consideradas como variedad “típica”. En lo que concierne a la altura de la planta (C1) de dicha variedad, el valor mínimo encontrado corresponde a la accesión T6 (2,51 m), seguido por la accesión T7 (3,04 m); mientras que la accesión T10 resultó con el valor máximo (4,13 m) (Tabla 6.4).

**Tabla 6.4. Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico típica (T).**

Accesión	Altura de la planta (m) C1	Diámetro del tallo (cm) C2	Radio de la planta (cm) C3	Ángulo de inserción de ramas (grados) C4	Longitud de la arista de la estípula (mm) C5
<b>T4</b>	3,18	2,93	70,33	74,47	0,26
<b>T6</b>	2,51	3,83	77,33	72,28	0,32
<b>T7</b>	3,04	5,14	77,00	63,92	0,35
<b>T10</b>	4,13	4,36	75,60	72,50	0,54
<b>T19</b>	3,76	4,94	54,20	89,07	0,29
<b>T27</b>	3,09	3,44	56,00	79,81	0,26
<b>T29</b>	3,42	3,76	46,80	80,93	0,30
<b>MEDIA</b>	3,30	4,06	65,32	76,14	0,33

Las mediciones del diámetro del tallo (C2) resultaron con un valor medio de 4,06 cm. De las siete accesiones estudiadas en el grupo agronómico “típica”, dos accesiones resultaron con valores altos T7: 5,14 cm y T19: 4,94 cm; mientras que la accesión T4 fue la que presentó el menor valor (2,93 cm), seguida por la accesión T27 (3,44 cm).

El valor promedio obtenido con relación al radio de la planta (C3) fue de 65,32 cm. Éste caracter presentó un valor mayor de 77,33° en T6 y un valor menor de 46,80° en T29 (Tabla 6.4).

El ángulo de inserción de ramas (C4) mostró que la accesión T19 presentó un valor mayor (89,07°), seguido por la accesión T29 con un valor de 80,93°; mientras que la accesión T7 resultó con el menor valor (63,92°). El resto de accesiones (T4, T6, T10 y T27) mostraron un valor superior a 72,00°.

Para la longitud de la arista de la estípula (C5), las diferencias encontradas se deben a la presencia de la accesión T10 que resultó con el valor más alto (0,54 mm) en comparación con el resto de accesiones (T4, T6, T7, T19, T27 y T29); resultando con un valor de más del doble que la accesión con el menor valor de todas las accesiones aquí consideradas (T4: 0,26 mm) (Tabla 6.4).

- Grupo agronómico “criollo rojo”

Por lo que respecta al grupo agronómico “criollo rojo”, se han evaluado nueve accesiones. Con referencia a la altura de la planta (C1), las diferencias entre el material vegetal evaluado se deben a la presencia de la accesión CIR47 que resultó con el menor valor de todo el germoplasma (2,77 m), seguida por dos accesiones (CIR53 y CIR56) con valores de 2,83 y 2,86 m, respectivamente; mientras que otras dos accesiones (CIR60 y CIR64) mostraron los valores más altos (3,92 cm en ambos casos). Para éste caracter se ha obtenido una media general de 3,30 m (Tabla 6.5).

Las diferencias encontradas en el diámetro del tallo (C2) corresponden a la presencia de la accesión CIR64 que mostró un diámetro mayor de 6,60 cm, el cual es superior al resto de accesiones. Por otro lado, se identificaron tres accesiones CIR47, CIR56 y CIR62 que mostraron un valor inferior a 3,00 cm.

Al estudiar el radio de la planta (C3) el valor mínimo corresponde a la CIR63 (26,50 cm) y el valor máximo a la accesión CIR52 (48,20 cm). Las demás accesiones se agrupan en un rango entre 26,80 y 34,60 cm (Tabla 6.5).

Las mediciones con respecto al ángulo de inserción de ramas (C4), variaron entre 71,09° (CIR60) y 88,88° (CIR56). Además, otras dos accesiones resultaron con valores inferiores a 80,00°; estas son: CIR64 con un ángulo de 71,44° y CIR53 con un valor de 79,78°.

Para la longitud de la arista de la estípula (C5), las diferencias entre los materiales evaluados se deben únicamente a la presencia de la accesión CIR64 con una longitud de 0,43 mm, la cual ha sido superior al resto del germoplasma; mientras que para el resto de accesiones sus valores oscilan entre 0,31 y 0,38 mm, con una media general de 0,36 mm (Tabla 6.5).

**Tabla 6.5. Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico criollo rojo (CIR).**

Accesión	Altura de la planta (m) C1	Diámetro del tallo (cm) C2	Radio de la planta (cm) C3	Ángulo de inserción de ramas (grados) C4	Longitud de la arista de la estípula (mm) C5
<b>CIR47</b>	2,77	2,78	30,40	83,45	0,36
<b>CIR52</b>	3,80	4,42	48,20	81,24	0,38
<b>CIR53</b>	2,83	3,08	26,80	79,78	0,37
<b>CIR56</b>	2,86	2,58	30,40	88,88	0,37
<b>CIR60</b>	3,92	5,52	28,00	71,09	0,31
<b>CIR62</b>	3,45	2,68	34,60	87,45	0,36
<b>CIR63</b>	3,01	3,12	26,50	81,07	0,38
<b>CIR64</b>	3,92	6,60	33,90	71,44	0,43
<b>CIR65</b>	3,15	4,54	30,20	83,85	0,33
<b>MEDIA</b>	3,30	3,92	32,11	80,92	0,36

- Grupo agronómico “bourbón rojo”

De acuerdo con las mediciones realizadas en las cinco accesiones estudiadas con respecto al grupo agronómico “bourbón rojo”; la altura de la planta (C1) varió entre 1,69 cm (BR38) y 4,52 cm (BR12). Para éste caracter se ha obtenido una media general de 2,94 m (Tabla 6.6).

El diámetro del tallo (C2) varió entre 3,20 cm (BR21) y 6,14 cm (BR37), con un valor medio de 4,65 cm.

Otro de los caracteres evaluados con referencia a la arquitectura es el radio de la planta (C3), la accesión BR21 expresó el máximo valor (135,20 cm) en comparación a todo el material evaluado; mientras que el resto de accesiones presentaron valores inferiores a 82,00 cm. Éste caracter resultó con un valor medio de 77,26 cm (Tabla 6.6).

De las cinco accesiones estudiadas en el grupo agronómico “bourbón rojo” en lo que concierne al ángulo de inserción de ramas (C4), éste caracter presentó un valor medio de 69,28°, en éste sentido dos accesiones BR37 y BR38 mostraron el mayor ángulo

(90,59° y 74,31°, respectivamente). En cambio tres accesiones (BR12, BR14 y BR21) resultaron con valores inferiores a 70,00°.

Con relación a la longitud de la arista de la estípula (C5), la accesión BR37 mostró la menor longitud (0,29 mm), seguida por la accesión BR21 (0,30 mm); mientras que la accesión BR12 presentó la mayor longitud (0,49 mm) (Tabla 6.6).

**Tabla 6.6. Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico bourbón rojo (BR).**

Accesión	Altura de la planta (m) C1	Diámetro del tallo (cm) C2	Radio de la planta (cm) C3	Ángulo de inserción de ramas (grados) C4	Longitud de la arista de la estípula (mm) C5
<b>BR12</b>	4,52	4,88	64,20	63,63	0,49
<b>BR14</b>	2,05	3,25	47,50	49,23	0,35
<b>BR21</b>	1,98	3,20	135,20	68,65	0,30
<b>BR37</b>	4,47	6,14	59,40	90,59	0,29
<b>BR38</b>	1,69	5,78	80,00	74,31	0,33
<b>MEDIA</b>	2,94	4,65	77,26	69,28	0,35

- Grupo agronómico “bourbón amarillo”

El grupo agronómico “bourbón amarillo” se encuentra conformado por cuatro accesiones. Con relación a la altura de la planta (C1), las diferencias encontradas para éste caracter se deben a la presencia de la accesión BA5 que presentó el valor más bajo (2,52 m) en comparación con las demás accesiones; mientras que el resto de accesiones resultaron con valores superiores a 3,20 m (Tabla 6.7).

Para el diámetro del tallo (C2) la accesión BA48 mostró el menor diámetro (3,54 cm), seguido por la accesión BA25 (5,24 cm) y por la accesión BA18 (5,32 cm). En cambio, la accesión que resultó con el diámetro más alto fue BA5 con un valor de 6,20 cm.

De acuerdo con las mediciones realizadas para el radio de la planta (C3), nuevamente la accesión BA5 resultó con el valor más alto (85,33 cm), en comparación con las tres accesiones restantes (BA18, BA25 y BA48); mientras que el valor más bajo se debe a la accesión BA48 que ha resultado con un radio aproximadamente tres veces menor a lo encontrado en BA5 (Tabla 6.7).

Tabla 6.7. Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico bourbón amarillo (BA).

Accesión	Altura de la planta (m) C1	Diámetro del tallo (cm) C2	Radio de la planta (cm) C3	Ángulo de inserción de ramas (grados) C4	Longitud de la arista de la estípula (mm) C5
BA5	2,52	6,20	85,33	85,58	0,31
BA18	3,66	5,32	50,80	83,76	0,31
BA25	3,56	5,24	48,40	73,53	0,25
BA48	3,34	3,54	27,00	77,63	0,31
MEDIA	3,27	5,08	52,88	80,12	0,29

El promedio general del ángulo de inserción de ramas (C4) fue de 80,12°. Dos accesiones (BA5 y BA18) resultaron con un ángulo superior a 80,00°; mientras que otras dos accesiones (BA25 y BA48) mostraron valores inferiores a 80,00°.

Al medir la longitud de la arista de la estípula (C5) las diferencias entre accesiones se deben a la accesión BA25 (0,25 mm), que mostró el valor más bajo de todo el germoplasma considerado en el grupo agronómico “bourbón amarillo” (Tabla 6.7).

- Grupo agronómico “catimor”

Otro de los grupos agronómicos que han sido consideradas en el presente trabajo es el grupo agronómico “catimor”, la cual se encuentra conformada por tan solo una accesión (CT3). La Tabla 6.8 muestra los valores medios de los cinco caracteres que pertenecen a la arquitectura de la planta; a este respecto, las plantas de esta grupo agronómico mostraron una altura (C1) de 2,45 m, un diámetro (C2) de 4,30 cm y un radio (C3) de 62,00 cm; mientras que para el ángulo de inserción de ramas (C4) presentó un valor de 68,92° y resultó con una longitud de la arista de la estípula de 0,21 mm.

Tabla 6.8. Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimor (CT).

Accesión	Altura de la planta (m) C1	Diámetro del tallo (cm) C2	Radio de la planta (cm) C3	Ángulo de inserción de ramas (grados) C4	Longitud de la arista de la estípula (mm) C5
CT3	2,45	4,30	62,00	68,92	0,21

- Grupo agronómico “catimoro rojo”

De acuerdo con el análisis realizado para la altura de la planta (C1), las dos accesiones que conforman este grupo agronómico mostraron valores de 1,73 m (CTR22) y 2,43 cm (CTR17); siendo 2,08 m el valor medio (Tabla 6.9).

Para el diámetro del tallo (C2), las dos accesiones evaluadas mostraron una media de 3,33 cm; mientras que los resultados obtenidos con relación al radio de la planta (C3) muestran una media de 47,40 cm. A diferencia de los dos caracteres anteriores, la accesión CTR22 es la que presentó un valor alto (53,60 cm), mientras que la accesión CTR17 mostró un valor bajo (41,20 cm).

Para el ángulo de inserción de ramas (C4) el valor mínimo fue de 77,06° para la accesión CTR17 y el valor máximo fue de 77,27° para la accesión CTR22; lo que evidencia que existe una mínima variación entre las dos accesiones estudiadas (Tabla 6.9)

Con referencia a la longitud de la arista de la estípula (C5), ambas accesiones resultaron con valores muy cercanos (0,31 y 0,32 mm, respectivamente).

**Tabla 6.9. Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimoro rojo (CTR).**

Accesión	Altura de la planta (m) C1	Diámetro del tallo (cm) C2	Radio de la planta (cm) C3	Ángulo de inserción de ramas (grados) C4	Longitud de la arista de la estípula (mm) C5
<b>CTR17</b>	2,43	3,48	41,20	77,06	0,31
<b>CTR22</b>	1,73	3,18	53,60	77,27	0,32
<b>MEDIA</b>	2,08	3,33	47,40	77,16	0,32

- Subgrupo agronómico “catimoro rojo: cogollo morado”

A más de las dos accesiones ubicadas dentro del grupo catimoro rojo, se ha considerado otra accesión conocida como “catimoro cogollo morado”, la cual su representante presentó ciertas diferencias dentro del grupo rojo y por lo que en este apartado se ha considerado un subgrupo.

En el momento de evaluar los caracteres de la arquitectura de la accesión CTR59 (catimoro rojo: cogollo morado) se encontró que sus plantas presentaron una altura (C1) de 2,02 m y un diámetro del tallo (C2) de 3,34 cm; mientras que el radio de la planta (C3) fue de 28,80 cm. Con respecto al ángulo de inserción de las ramas, éste expresó un valor de 58,23° y el resultado obtenido con relación a la longitud de la arista de la estípula (C5) fue de 0,26 mm (Tabla 6.10).

Tabla 6.10. Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del subgrupo agronómico catimoro rojo (CTR).

Accesión	Altura de la planta (m) C1	Diámetro del tallo (cm) C2	Radio de la planta (cm) C3	Ángulo de inserción de ramas (grados) C4	Longitud de la arista de la estípula (mm) C5
<b>CTR59</b>	2,02	3,34	28,80	58,23	0,26

- Grupo agronómico “catimoro amarillo”

Éste grupo agronómico se encuentra conformado únicamente por dos accesiones. Con referencia a los caracteres de la arquitectura de la planta se han estudiado cinco variables, cuando se midió la altura de la planta (C1) éste caracter resultó con una media de 2,54 m. Para el diámetro del tallo (C2), el valor medio ha sido de 4,32 cm; mientras que cuando se midió el radio de la planta (C3), se registró un valor medio de 27,50 cm (Tabla 6.11).

Tabla 6.11. Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimoro amarillo (CTA).

Accesión	Altura de la planta (m) C1	Diámetro del tallo (cm) C2	Radio de la planta (cm) C3	Ángulo de inserción de ramas (grados) C4	Longitud de la arista de la estípula (mm) C5
<b>CTA55</b>	2,37	3,98	33,60	71,07	0,28
<b>CTA57</b>	2,72	4,66	21,40	78,16	0,33
<b>MEDIA</b>	2,54	4,32	27,50	74,62	0,31

De acuerdo con las mediciones realizadas para el ángulo de inserción de ramas (C4), éste caracter resultó con un valor medio general de 74,62°. Por otra parte, la longitud de la arista de la estípula (C5) resultó con una longitud media de 0,31 mm.

- Grupo agronómico “catuai amarillo”

A diferencia de las tablas anteriores, la Tabla 6.12 reúne los valores de los caracteres evaluados en arquitectura de la planta, respecto a una accesión de cada uno de los grupos agronómicos que a continuación se estudiaron. En el grupo agronómico “catuai amarillo” se estudió una sola accesión (KA45), mostrando una altura media (C1) de 1,63 m, un diámetro del tallo (C2) de 2,96 cm y un radio de la planta (C3) de 19,20 cm; mientras que el ángulo de inserción de ramas (C4) resultó con un valor de 73,83° y presentó una longitud de la arista de la estípula (C5) de 0,40 mm (Tabla 6.12).

**Tabla 6.12. Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones de los grupos agronómicos catuai amarillo (KA), catuai rojo (KR), cavimor (CV), cavimoro (CB), pacas (P) y San Salvador (S).**

Accesión	Grupo Agronómico	Atura de la planta (m) C1	Diámetro del tallo (cm) C2	Radio de la planta (cm) C3	Ángulo de inserción de ramas (grados) C4	Longitud de la arista de la estípula (mm) C5
KA45	catuai amarillo	1,63	2,96	19,20	73,83	0,40
KR46	catuai rojo	1,91	3,06	23,40	61,75	0,33
CV15	cavimor	1,70	3,15	42,20	75,69	0,43
CB23	cavimoro	1,80	2,94	47,80	84,40	0,36
P26	pacas	2,42	4,14	50,00	76,81	0,25
S50	San Salvador	3,58	3,70	26,40	78,61	0,32

- Grupo agronómico “catuai rojo”

Al analizar los valores de los caracteres de la arquitectura de la planta con referencia al grupo agronómico “catuai rojo”, la única accesión evaluada (KR46) resultó con una altura de la planta (C1) de 1,91 m; mientras que el diámetro del tallo (C2) presentó un valor de 3,06 cm. Por otra parte, el radio de la planta (C3) fue de 23,40 cm, el ángulo de inserción de las ramas mostró un valor de 61,75° y, la longitud de la arista de la estípula expresó un valor de 0,33 mm (Tabla 6.12).

- Grupo agronómico “cavimor”

La Tabla 6.12 muestra los caracteres de la arquitectura de la planta de acuerdo a la única accesión CV15 perteneciente al grupo agronómico “cavimor”. Estos caracteres expresaron un valor de 1,70 m para la altura de la planta (C1), 3,15 cm para el diámetro del tallo (C2), 42,20 cm para el radio de la planta (C3), 75,69° para el ángulo de inserción de las ramas (C4) y, 0,43 mm para la longitud de la arista de la estípula (C5).

- Grupo agronómico “cavimoro”

Al analizar los caracteres de la arquitectura de la planta del grupo agronómico “cavimoro”, ésta resultó con una altura de la planta (C1) de 1,80 m, las mediciones realizadas para el diámetro del tallo (C2) mostraron un valor de 2,94 cm, mientras que el radio de la planta (C3) fue de 47,80 cm; otro de los caracteres es el ángulo de inserción de ramas (C4) que expresó un valor de 84,40°; por otra parte, la longitud de la arista de la estípula (C5) presentó un valor de 0,36 mm (Tabla 6.12).

- Grupo agronómico “pacas”

Con respecto al grupo agronómico “pacas” se estudió una sola accesión (P26), la cual presentó una altura (C1) de 2,42 m, con un diámetro del tallo (C2) de 4,14 cm y un el radio (C3) de 50,00 cm; mientras que el ángulo de inserción de ramas (C4) fue de 76,81° y la longitud de la arista de la estípula (C5) de 0,25 mm (Tabla 6.12).

- Grupo agronómico “San Salvador”

La accesión S50 fue el único material evaluado para el grupo agronómico “San Salvador”, los valores asumidos mostraron una altura (C1) de 3,58 m, un diámetro del tallo (C2) de 3,70 cm, un radio de la planta (C3) de 26,40 cm, un ángulo de inserción de ramas (C4) de 78,61° y una longitud de la arista de la estípula (C5) de 0,32 mm (Tabla 6.12).

#### 6.1.2. Caracteres Correspondientes a la Hoja y Ramas

Con respecto a las hojas y ramas de la planta de café, se estudiaron siete caracteres; estos son: longitud de la hoja (C6), ancho de la hoja (C7), distancia entre la base a la parte más ancha de la hoja (C8), distancia entre nudos de la hoja (C9), ángulo del ápice (C10), longitud del pecíolo foliar (C11) y longitud de la rama (C12).

- Grupo agronómico “caturra rojo”

Las mediciones realizadas con relación a la longitud de la hoja (C6), mostraron que la accesión CR20 fue la que presentó una mayor longitud (17,54 cm) con respecto a las 25 accesiones del grupo agronómico “caturra rojo”, seguida por las accesiones CR16 (16,23 cm) y CR24 (15,48 cm); mientras que la accesión CR1 presentó la menor

longitud (11,31 cm), seguida por la accesión CR11 con un valor de 12,59 cm (Tabla 6.13).

Para el ancho de la hoja (C7), cinco accesiones (CR8, CR9, CR16, CR20 y CR24) expresaron valores superiores a 7,00 cm; mientras que dos accesiones (CR1 y CR11) presentaron valores inferiores a 6,00 cm. En general, las hojas de las plantas correspondientes al grupo agronómico “caturra rojo” han resultado con un ancho promedio de 6,61 cm.

Las diferencias encontradas en la distancia comprendida entre la base y la parte más ancha de la hoja (C8), se deben a la presencia de la accesión CR16, la cual expresó el valor más alto de todo el material vegetal (8,41 cm); mientras que la accesión CR1 presentó el valor más bajo (5,16 cm), siendo el valor medio general de 6,58 cm.

La Tabla 6.13 muestra además los resultados obtenidos con relación a la distancia entre nudos de la hoja (C9), dicho carácter presentó un valor medio de 4,97 cm. Las diferencias se deben a la presencia de la accesión CR1 que resultó con un valor mayor (7,27 cm), mientras que la accesión CR61 fue la que presentó un valor menor (3,01 cm); mostrando una distancia con un valor superior al doble entre dichas accesiones.

Con respecto al ángulo del ápice (C10), el menor valor corresponde a la accesión CR30 (58,64°) y el valor máximo a la accesión CR61 (71,85°). Las demás accesiones se agrupan en un rango entre 59,52 y 69,82° (Tabla 6.13).

La longitud del peciolo foliar (C11) presentó un valor medio de 1,13 cm, la accesión CR16 fue la que mostró la mayor longitud (1,40 cm); mientras que CR1 fue la que presentó la menor longitud (0,69 cm).

Otro de los caracteres evaluados en la hoja fue el longitud de la rama (C12), las diferencias se deben a la accesión CR9 que presentó el valor más alto (102,00 cm) de todo el material evaluado; mientras que el resto de las accesiones sus valores oscilaron entre 46,04 y 94,44 cm, con una media general de 68,65 cm (Tabla 6.13).

Tabla 6.13. Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra rojo (CR).

Accesión	Longitud de la hoja (cm) C6	Ancho de la hoja (cm) C7	Distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (cm) C8	Distancia entre nudos de la hoja (cm) C9	Ángulo del ápice (grados) C10	Longitud del peciolo foliar (cm) C11	Longitud de la rama (cm) C12
CR1	11,31	5,65	5,16	7,27	66,73	0,69	77,23
CR2	14,05	6,31	6,61	6,35	66,26	1,03	77,23
CR8	14,97	7,05	7,10	5,61	67,18	1,00	60,93
CR9	15,44	7,20	6,69	5,51	64,21	1,33	102,00
CR11	12,59	5,80	5,58	5,54	65,09	1,14	94,44
CR13	13,13	6,11	5,61	4,70	65,10	1,31	61,92
CR16	16,23	7,71	8,41	5,66	61,67	1,40	65,60
CR20	17,54	7,77	7,95	6,26	64,23	1,31	83,92
CR24	15,48	7,11	7,21	6,52	59,52	1,32	86,94
CR28	14,26	6,54	6,56	5,18	61,67	0,91	55,30
CR30	15,18	6,57	7,15	4,39	58,64	0,95	49,48
CR31	14,21	6,40	6,47	4,84	61,92	1,38	49,52
CR33	14,11	6,26	6,20	5,35	62,26	1,17	76,76
CR35	13,98	6,65	6,26	5,17	66,27	1,28	89,28
CR39	14,35	6,87	6,35	4,26	64,76	1,33	75,64
CR40	13,29	6,17	5,89	5,12	67,14	0,97	84,44
CR41	13,96	6,66	6,63	4,85	68,92	1,31	49,40
CR42	15,21	6,73	7,23	4,43	66,30	0,96	74,20
CR43	13,60	6,34	6,05	4,54	67,22	1,37	64,20
CR44	14,06	6,61	6,58	4,68	68,18	1,18	65,68
CR49	14,57	6,75	6,62	4,02	67,13	1,13	50,04
CR54	13,70	6,48	6,42	4,09	69,82	0,88	46,04
CR58	13,69	6,23	6,67	3,27	66,94	0,78	49,28
CR61	14,06	6,82	6,79	3,01	71,85	1,09	55,24
CR66	13,21	6,47	6,33	3,77	69,08	0,96	71,44
<b>MEDIA</b>	14,25	6,61	6,58	4,97	65,52	1,13	68,65

- Grupo agronómico “caturra rojo pequeño”

La Tabla 6.14 muestra los valores medios de los caracteres de la hoja y ramas de la única accesión (CRp51) perteneciente al grupo agronómico “caturra rojo pequeño”; dicha accesión mostró una longitud de la hoja (C6) de 15,27 cm, y un valor de 7,38 cm con respecto al ancho de la hoja (C7); mientras que la distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (C8) resultó con un valor de 7,06 cm, la distancia entre nudos de la hoja (C9) expresó un valor de 4,60 cm, el ángulo del ápice (C10) fue de 69,06°, la longitud del peciolo foliar (C11) de 1,33 cm y la longitud de la rama (C12) resultó con 80,72 cm.

**Tabla 6.14. Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra rojo pequeño (CRp).**

Accesión	Longitud de la hoja (cm) C6	Ancho de la hoja (cm) C7	Distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (cm) C8	Distancia entre nudos de la hoja (cm) C9	Ángulo del ápice (grados) C10	Longitud del pecíolo foliar (cm) C11	Longitud de la rama (cm) C12
<b>CRp51</b>	15,27	7,38	7,06	4,60	69,06	1,33	80,72

- Grupo agronómico “caturra amarillo”

Al medir la longitud de la hoja (C6), el valor mínimo corresponde a la accesión CA32 (13,53 cm) y el valor máximo a la accesión CA36 (16,91 cm). Con una media general de 15,06 cm (Tabla 6.15).

En lo que concierne al ancho de la hoja (C7), varió entre 6,23 cm (CA32) y 7,54 cm (CA36), presentando un valor medio de 6,78 cm.

Con respecto al caracter distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (C8), nuevamente la accesión CA36 presentó el valor más alto (7,78 cm); mientras que la accesión CA34 resultó con el valor más bajo (6,55 cm) (Tabla 6.15).

Los valores encontrados para la distancia entre nudos de la hoja (C9), mostraron que la accesión CA32 presentó el mayor valor (5,54 cm), seguida por la accesión CA34 con un valor de 5,22 cm; mientras que la accesión CA36 resultó con el menor valor (4,86 cm). Para éste caracter se ha obtenido una media general de 5,21 cm.

En lo que respecta al ángulo del ápice (C10), este caracter mostró un ángulo mayor de 62,53°, registrada en la accesión CA36; mientras que la accesión CA32 resultó con el menor ángulo (59,01°). Por otra parte, el valor medio fue de 60,93° (Tabla 6.15).

Los resultados obtenidos en las tres accesiones pertenecientes al grupo agronómico “caturra amarillo”; muestran que respecto a la longitud del pecíolo foliar (C11), se encontró que el valor máximo corresponde a la accesión CA34 (1,89 cm) y el valor mínimo a la accesión CA36 (1,14 cm).

En cuanto a la longitud de la rama (C12), este caracter resultó con un valor medio de 87,98 cm. Las diferencias se deben a la presencia de la accesión CA36 la cual expresó un valor de 97,32 cm; mientras que las dos accesiones restantes (CA32 y CA34) presentaron valores inferiores a 90,00 cm. (Tabla 6.15).

**Tabla 6.15. Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones de grupo agronómico caturra amarillo (CA).**

Accesión	Longitud de la hoja (cm) C6	Ancho de la hoja (cm) C7	Distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (cm) C8	Distancia entre nudos de la hoja (cm) C9	Ángulo del ápice (grados) C10	Longitud del pecíolo foliar (cm) C11	Longitud de la rama (cm) C12
CA32	13,53	6,23	6,64	5,54	59,01	1,26	82,70
CA34	14,75	6,57	6,55	5,22	61,25	1,89	83,92
CA36	16,91	7,54	7,78	4,86	62,53	1,14	97,32
MEDIA	15,06	6,78	6,99	5,21	60,93	1,43	87,98

- Grupo agronómico “típica”

Con respecto al grupo agronómico “típica” se estudió un total de siete accesiones. Para la longitud de la hoja (C6) el valor mínimo encontrado corresponde a la accesión T6 (13,49 cm), seguida por las accesiones T27 (14,95 cm) y A4 (15,01 cm). Por otro lado, las accesiones T19 y T29 mostraron valores superiores a 16,00 cm (Tabla 6.16).

La media general del ancho de la hoja (C7) fue de 6,42 cm, las diferencias encontradas en éste caracter se deben a la accesión T19 que presentó el valor más alto (7,00 cm); mientras que para el resto de accesiones sus valores oscilan entre 5,73 cm y 6,77 cm.

De acuerdo con la distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (C8), de las siete accesiones estudiadas en el grupo agronómico “típica”, dos accesiones (T29 y T19) resultaron con valores altos (7,92 y 7,07 cm, respectivamente); mientras que el resto de accesiones mostraron valores entre 5,92 y 6,75 cm (Tabla 6.16).

Para la distancia entre nudos de la hoja (C9), tres accesiones presentaron valores superiores a 11,00 cm, las cuales fueron T4 (11,07 cm), T29 (11,35 cm) y T10 (11,64 cm). Por otra parte, las demás accesiones resultaron con valores inferiores a 9,00 cm.

Con referencia al ángulo del ápice (C10), éste caracter presentó un valor medio de 53,02°; las diferencias encontradas se deben a la presencia de la accesión T27 que fue la que mostró el mayor ángulo (60,21°) de todo el germoplasma evaluado (Tabla 6.16).

Al estudiar la longitud del pecíolo foliar (C11), éste caracter mostró que la accesión T27 expresó el menor valor (0,83 cm), seguida por las accesiones T6 (0,89 cm) y por T4 (0,93 cm). En cambio, la accesión que expresó el mayor valor fue la accesión A19 (1,13 cm), seguida por la accesión T10 (1,10 cm).

**Tabla 6.16. Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico típica (T).**

Accesión	Longitud de la hoja (cm) C6	Ancho de la hoja (cm) C7	Distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (cm) C8	Distancia entre nudos de la hoja (cm) C9	Ángulo del ápice (grados) C10	Longitud del pecíolo foliar (cm) C11	Longitud de la rama (cm) C12
<b>T4</b>	15,01	5,73	6,65	11,07	51,57	0,93	77,23
<b>T6</b>	13,49	6,05	5,92	6,87	56,18	0,89	77,23
<b>T7</b>	15,33	6,77	6,75	7,58	52,61	1,08	92,96
<b>T10</b>	15,13	6,33	6,33	11,64	55,77	1,10	131,40
<b>T19</b>	16,24	7,00	7,07	8,68	48,64	1,13	112,88
<b>T27</b>	14,95	6,46	6,57	6,92	60,21	0,83	70,32
<b>T29</b>	16,11	6,60	7,92	11,35	46,20	1,04	80,40
<b>MEDIA</b>	15,18	6,42	6,74	9,16	53,02	1,00	91,77

Otro de los caracteres de la hoja es la longitud de la rama (C12), en cuanto a este caracter la accesión T10 resultó con el valor más alto (131,40 cm); mientras que la accesión T27 presentó el valor más bajo (70,32 cm), con una media general de 91,77 cm (Tabla 6.16).

- Grupo agronómico “criollo rojo”

Este grupo agronómico se encuentra conformada por nueve accesiones. Las diferencias encontradas en la longitud de la hoja (C6), se deben a la presencia de la accesión CIR60 que resultó con la menor longitud (13,93 cm); mientras que la accesión CIR64 presentó la mayor longitud (16,43 cm), seguida por la accesión CIR65 (16,34 cm). Las hojas del grupo agronómico “criollo rojo” muestran una longitud media de 15,32 cm (Tabla 6.17).

De acuerdo con las mediciones realizadas para el ancho de la hoja (C7), las diferencias encontradas en este caracter se deben a la accesión CIR62 que presentó el valor más bajo (5,92 cm); mientras que para el resto de accesiones sus valores oscilaron entre 6,01 y 6,65 cm, con una media general de 6,26 cm.

La distancia entre base y la parte más ancha de la hoja (C8), presentó una media general de 7,27 cm. Por otra parte, el valor máximo corresponde a la accesión CIR62 (7,92 cm) y el valor mínimo a la accesión CIR60 (6,60 cm) (Tabla 6.17).

Los valores encontrados para la distancia entre nudos de la hoja (C9), mostraron que la accesión CIR60 presentó una menor distancia (5,53 cm), seguida por la accesión CIR64 (5,59 cm). Cabe indicar que nuevamente la accesión CIR62 resultó con la mayor distancia (9,78 cm), seguida por la accesión CIR53 (9,50 cm).

El ángulo del ápice (C10) mostró un rango entre 46,84° y 63,52°. Tres accesiones (CIR47, CIR52 y CIR53) presentaron valores superiores a 60,00°. Éste caracter resultó con un valor medio de 56,22° (Tabla 6.17).

**Tabla 6.17. Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico criollo rojo (CIR).**

Accesión	Longitud de la hoja (cm) C6	Ancho de la hoja (cm) C7	Distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (cm) C8	Distancia entre nudos de la hoja (cm) C9	Ángulo del ápice (grados) C10	Longitud del pecíolo foliar (cm) C11	Longitud de la rama (cm) C12
<b>CIR47</b>	14,55	6,17	7,05	6,87	63,52	0,68	64,84
<b>CIR52</b>	15,38	6,58	7,21	7,26	62,04	1,01	59,88
<b>CIR53</b>	14,48	6,21	6,72	9,50	60,75	0,92	69,16
<b>CIR56</b>	15,36	6,01	7,40	7,66	58,39	0,84	68,36
<b>CIR60</b>	13,93	6,17	6,60	5,53	58,92	1,06	73,80
<b>CIR62</b>	15,69	5,92	7,92	9,78	53,84	1,15	71,56
<b>CIR63</b>	15,76	6,21	7,24	6,40	50,51	0,99	66,16
<b>CIR64</b>	16,43	6,46	7,71	5,59	46,84	0,97	67,08
<b>CIR65</b>	16,34	6,65	7,59	8,04	51,15	1,04	67,36
<b>MEDIA</b>	15,32	6,26	7,27	7,40	56,22	0,96	67,58

Con respecto a la longitud del pecíolo foliar (C11), la accesión CIR62 (1,15 cm) presentó la mayor longitud de todo el material vegetal; mientras que la accesión CIR47 (0,68 cm) resultó con la menor longitud.

En lo que concierne a la longitud de la rama (C12), el valor más alto corresponde a la accesión CIR60 (73,80 cm), seguida por la accesión CIR62 (71,56 cm); mientras que el valor más bajo se registró en CIR52 (59,88 cm) (Tabla 6.17).

- Grupo agronómico “bourbón rojo”

En lo que respecta a la longitud de la hoja (C6), entre las cinco accesiones estudiadas en el grupo agronómico “bourbón rojo” se ha registrado una media general de 13,93 cm. Las diferencias corresponden a la accesión BR21 que presentó una longitud de 17,39 cm, la cual es superior al resto de accesiones; las mismas que se encuentran en un rango comprendido entre 11,78 cm y 14,20 cm (Tabla 6.18).

**Tabla 6.18. Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico bourbón rojo (BR).**

Accesión	Longitud de la hoja (cm) C6	Ancho de la hoja (cm) C7	Distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (cm) C8	Distancia entre nudos de la hoja (cm) C9	Ángulo del ápice (grados) C10	Longitud del pecíolo foliar (cm) C11	Longitud de la rama (cm) C12
<b>BR12</b>	11,78	5,11	5,01	10,94	59,11	0,92	105,20
<b>BR14</b>	12,72	5,81	5,24	7,44	57,48	0,87	80,40
<b>BR21</b>	17,39	8,11	7,61	9,20	51,14	1,23	151,40
<b>BR37</b>	14,20	6,02	6,74	10,67	54,59	1,05	132,48
<b>BR38</b>	13,56	6,30	6,46	10,88	57,87	1,05	134,36
<b>MEDIA</b>	13,93	6,27	6,22	9,83	56,04	1,02	120,77

Para el ancho de la hoja (C7), las diferencias se deben a la accesión BR21 (8,11 cm) que presentó el valor más alto de todo el material evaluado; mientras que las demás accesiones se encuentran en un rango de 5,11 cm y 6,30 cm.

En lo que concierne a la distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (C8), la accesión BR12 presentó el menor valor (5,01 cm), seguida por la accesión BR14 (5,24 cm). Por otra parte, nuevamente la accesión BR21 resultó con el mayor valor (7,61 cm); para éste caracter la media general ha sido de 6,22 cm (Tabla 6.18).

Otro de los caracteres estudiados en la hoja es la distancia entre nudos de la hoja (C9); en cuanto a este caracter, tres accesiones (BR12, BR37 y BR38) presentaron valores superiores a 10,00 cm; mientras que la accesión BR14 mostró el valor más bajo de todo el material vegetal (7,44 cm).

El ángulo del ápice (C10) varió entre 51,14° (BR21) y 59,11° (BR12). Para este caracter se ha obtenido una media general de 56,04° (Tabla 6.18).

Con referencia a la longitud del pecíolo foliar (C11), la accesión BR14 presentó el valor más bajo (0,87 cm) y la accesión BR21 presentó el valor más alto (1,23 cm). Las demás accesiones variaron entre 0,92 cm y 1,05 cm.

Al estudiar la longitud de la rama (C12), el valor mínimo corresponde a la accesión BR14 (80,40 cm) y el valor máximo a la accesión BR21 (151,40 cm). Para este carácter se ha obtenido una media de 120,77 cm (Tabla 6.18).

- Grupo agronómico “bourbón amarillo”

El grupo agronómico “bourbón amarillo” se encuentra conformado por cuatro accesiones. El valor medio de la longitud de la hoja (C6) fue de 14,29 cm; la accesión BA18 presentó el valor más alto (15,94 cm) con respecto al resto de materiales. Por otro lado, se identificó que la accesión BA5 fue la que mostró el valor más bajo (12,74 cm) de todo el germoplasma evaluado (Tabla 6.19).

Al estudiar el ancho de la hoja (C7), éste carácter mostró un rango entre 5,25 cm (BA5) y 6,92 cm (BA18). Todas las accesiones resultaron con valores superiores a 6,00 cm, excepto una accesión (BA5) que resultó con un valor inferior.

Con respecto a la distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (C8), nuevamente la accesión BA18 presentó la mayor distancia (6,80 cm), seguida por la accesión BA48 (6,68 cm); mientras que la menor longitud corresponde a la accesión BA5 con un valor de 5,65 cm.

La Tabla 6.19 muestra los valores obtenidos de otro de los caracteres de la hoja, que es la distancia entre nudos de la hoja (C9); las diferencias encontradas en éste carácter se deben a la accesión BA18 que resultó con el valor más alto (10,19 cm), mientras que para el resto de accesiones sus valores fluctúan entre 6,80 cm y 7,16 cm, presentando una media general de 7,82 cm.

**Tabla 6.19. Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico bourbón amarillo (BA).**

Accesión	Longitud de la hoja (cm) C6	Ancho de la hoja (cm) C7	Distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (cm) C8	Distancia entre nudos de la hoja (cm) C9	Ángulo del ápice (grados) C10	Longitud del pecíolo foliar (cm) C11	Longitud de la rama (cm) C12
<b>BA5</b>	12,74	5,25	5,65	6,80	55,74	0,95	77,23
<b>BA18</b>	15,94	6,92	6,80	10,19	47,97	1,20	116,44
<b>BA25</b>	13,47	6,23	5,77	7,16	63,58	0,89	68,98
<b>BA48</b>	14,99	6,58	6,68	7,12	53,61	0,89	69,92
<b>MEDIA</b>	14,29	6,24	6,23	7,82	55,23	0,99	83,14

Para el ángulo del ápice (C10), las diferencias encontradas en éste carácter se deben principalmente a la accesión BA25, la cual presentó el valor más alto (63,58°); mientras que la accesión BA18 resultó con el valor más bajo de todo el material correspondiente al grupo agronómico “bourbón amarillo” (47,97°).

Las diferencias encontradas en la longitud del pecíolo foliar (C11) se deben a la presencia de la accesión BA18, que presentó una mayor longitud (1,20 cm). Por otra parte, existen dos accesiones BA25 y BA48 que mostraron un mismo valor (0,89 cm); cabe indicar que estas dos accesiones presentaron la menor longitud con respecto al resto de accesiones (Tabla 6.19).

Con referencia a la longitud de la rama (C12), las diferencias se deben a la presencia de la accesión BA18 que resultó con el mayor valor (116,44 cm), en comparación con las tres accesiones restantes (BA5, BA25 y BA48); mientras que el menor valor corresponde a la accesión BA25 (68,98 cm).

- Grupo agronómico “catimor”

Al estudiar los caracteres de la hoja, de la única accesión (CT3) correspondiente al grupo agronómico “catimor”; esta accesión mostró una longitud de la hoja (C6) de 14,87 cm, un ancho de la hoja (C7) de 6,69 cm, la distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (C8) resultó ser de 6,70 cm, la distancia entre nudos de la hoja (C9) fue de 6,29 cm, el ángulo del ápice (C10) de 60,94°, la longitud del pecíolo foliar (C11) de 1,15 cm y la longitud de la rama (C12) fue de 77,23 cm (Tabla 6.20).

**Tabla 6.20. Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimor (CT).**

Accesión	Longitud de la hoja (cm) C6	Ancho de la hoja (cm) C7	Distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (cm) C8	Distancia entre nudos de la hoja (cm) C9	Ángulo del ápice (grados) C10	Longitud del peciolo foliar (cm) C11	Longitud de la rama (cm) C12
<b>CT3</b>	14,87	6,69	6,70	6,29	60,94	1,15	77,23

- Grupo agronómico “catimoro rojo”

La longitud de la hoja (C6) muestra que la accesión CTR17 presentó el valor más alto (16,53 cm), de las dos accesiones pertenecientes al grupo agronómico “catimoro rojo”. Para este caracter se ha obtenido una media de 16,10 cm (Tabla 6.21).

Los resultados obtenidos al medir el ancho de la hoja (C7) variaron entre 7,62 cm (CTR22) y 7,96 cm (CTR17); con una media general de 7,79 cm.

Para la distancia entre base y la parte más ancha de la hoja (C8), nuevamente la accesión CTR17 resultó con el mayor valor (8,25 cm); mientras que la accesión CTR22 mostró el menor valor (7,86 cm) (Tabla 6.21).

**Tabla 6.21. Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimoro rojo (CTR).**

Accesión	Longitud de la hoja (cm) C6	Ancho de la hoja (cm) C7	Distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (cm) C8	Distancia entre nudos de la hoja (cm) C9	Ángulo del ápice (grados) C10	Longitud del peciolo foliar (cm) C11	Longitud de la rama (cm) C12
<b>CTR17</b>	16,53	7,96	8,25	5,14	65,72	1,32	72,48
<b>CTR22</b>	15,68	7,62	7,86	6,32	65,75	1,33	72,98
<b>MEDIA</b>	16,10	7,79	8,06	5,73	65,73	1,33	72,73

Otro de los caracteres de la hoja es la distancia entre nudos de la hoja (C9), éste caracter resultó con un valor máximo para la accesión CTR22 (6,32 cm) y un valor mínimo para la accesión CTR17 (5,14 cm). Presentando un valor medio de 5,73 cm (Tabla 6.21).

El valor medio del ángulo del ápice (C10) fue de 65,73°, este caracter varió entre 65,72° (CTR17) y 65,75° (CTR22); lo que evidencia que no existió un amplio rango entre las dos accesiones estudiadas.

Para la longitud del pecíolo foliar (C11), de igual forma que el caracter anterior, la accesión CTR17 resultó con la menor longitud (1,32 cm) y la accesión CTR22 presentó la mayor longitud (1,33 cm) (Tabla 6.21).

La longitud de la rama (C12) mostró un rango entre 72,48 cm (CTR17) y 72,98 cm (CTR22), con una media general de 72,73 cm.

- Subgrupo agronómico “catimoro rojo: cogollo morado”

Al momento de estudiar la única accesión (CTR59) que conforma el subgrupo agronómico “catimoro rojo: cogollo morado”, se encontró que las hojas de café resultaron con los siguientes valores: 14,57 cm para la longitud de la hoja (C6), 6,75 cm para el ancho de la hoja (C7), 6,62 cm para la distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (C8), 4,02 cm para la distancia entre nudos de la hoja (C9), 67,13° para el ángulo del ápice (C10), 1,13 cm para la longitud del pecíolo foliar (C11) y 50,04 cm para la longitud de la rama (C12) (Tabla 6.22).

**Tabla 6.22. Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del subgrupo agronómico catimoro rojo: cogollo morado (CTR).**

Accesión	Longitud de la hoja (cm) C6	Ancho de la hoja (cm) C7	Distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (cm) C8	Distancia entre nudos de la hoja (cm) C9	Ángulo del ápice (grados) C10	Longitud del pecíolo foliar (cm) C11	Longitud de la rama (cm) C12
<b>CTR59</b>	14,57	6,75	6,62	4,02	67,13	1,13	50,04

- Grupo agronómico “catimoro amarillo”

Este grupo agronómico se encuentra conformado por únicamente dos accesiones (CTA55 y CTA57). Para la longitud de la hoja (C6) el valor mínimo corresponde a la accesión A55 (14,33 cm) y el valor máximo a la accesión CTA57 (14,91 cm). Presentando un valor medio de 14,62 cm (Tabla 6.23).

El ancho de la hoja (C7) varió entre 6,35 cm (CTA55) y 6,95 cm (CTA57), con una media general de 6,65 cm.

Otro de los caracteres de la hoja es la distancia entre la base y la parte más ancha de esta (C8), en cuanto a éste carácter la accesión CTA55 resultó con la menor distancia (6,91 cm) y la accesión CTA57 presentó la mayor distancia (7,27 cm) (Tabla 6.23).

**Tabla 6.23. Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimoro amarillo (CTA).**

Accesión	Longitud de la hoja (cm) C6	Ancho de la hoja (cm) C7	Distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (cm) C8	Distancia entre nudos de la hoja (cm) C9	Ángulo del ápice (grados) C10	Longitud del pecíolo foliar (cm) C11	Longitud de la rama (cm) C12
<b>CTA55</b>	14,33	6,35	6,91	3,88	69,41	1,01	56,08
<b>CTA57</b>	14,91	6,95	7,27	3,40	67,24	1,04	72,80
<b>MEDIA</b>	14,62	6,65	7,09	3,64	68,33	1,03	64,44

Los valores asumidos por la distancia entre nudos de hoja (C9), muestran que no existió un amplio rango entre las dos accesiones CTA57 (3,40 cm) y CTA55 (3,88 cm).

En lo que concierne al ángulo del ápice (C10), el mayor valor encontrado corresponde a la accesión CTA55 (69,41°). Por otro lado, se identificó que el valor menor presentó la accesión CTA57 (67,24°) (Tabla 6.23).

Con referencia a la longitud del pecíolo foliar (C11), los valores obtenidos muestran que las accesiones CTA55 y CTA57 resultaron con valores muy parecidos (1,01 y 1,04 cm, respectivamente).

La longitud de la rama (C12) es otro de los caracteres de la hoja, en cuanto a este carácter la accesión CTA57 fue la que presentó el valor más alto (72,80 cm), en cambio la accesión CTA55 resultó con el valor más bajo (56,08 cm) (Tabla 6.23).

- Grupo agronómico “catuaí amarillo”

La Tabla 6.24 a diferencia de las tablas anteriores muestra los valores de los caracteres evaluados en la hoja y ramas, para diferentes grupos agronómicos considerados en éste estudio cada uno de los cuales está conformado por tan solo una sola accesión. El grupo agronómico “catuaí amarillo” (KA45) ha presentando una longitud de la hoja

(C6) de 15,11 cm, un ancho de la hoja (C7) de 7,31 cm; al medir la distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (C8) registró un valor de 7,26 cm; mientras que la distancia entre nudos de la hoja resultó con un valor de 4,19 cm, expresando un ángulo del ápice de 71,99°, una longitud del pecíolo foliar de 0,91 cm y una longitud de la rama de 56,28 cm.

**Tabla 6.24. Valores medios para los caracteres de la hoja y ramas, correspondientes a las accesiones de los grupos agronómicos catuaí amarillo (KA), catuaí rojo (KR), cavimor (CV), cavimoro (CB), pacas (P) y San Salvador (S).**

Accesión	Grupo agronómico	Longitud de la hoja (cm) C6	Ancho de la hoja (cm) C7	Distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (cm) C8	Distancia entre nudos de la hoja (cm) C9	Ángulo del ápice (grados) C10	Longitud del pecíolo foliar (cm) C11	Longitud de la rama (cm) C12
KA45	catuaí amarillo	15,11	7,31	7,26	4,19	71,99	0,91	56,28
KR46	catuaí rojo	14,88	7,03	7,04	5,07	71,16	0,84	65,24
CV15	cavimor	17,02	7,38	8,23	4,68	48,17	0,97	81,80
CB23	cavimoro	16,22	6,80	8,02	6,46	51,72	1,16	82,52
P26	pacas	14,37	6,95	6,43	5,61	74,04	0,99	71,36
S50	San Salvador	14,57	6,75	6,62	4,02	67,13	1,13	50,04

- Grupo agronómico “catuaí rojo”

La accesión KR46 (grupo agronómico catuaí rojo) mostró una longitud de la hoja (C6) de 14,88 cm y un ancho de la hoja (C7) de 7,03 cm; mientras que la distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (C8) resultó ser de 7,04 cm, la distancia entre nudos de la hoja (C9) expresó un valor de 5,07 cm y el ángulo del ápice (C10) presentó un valor de 71,16°. Por otra parte, longitud del pecíolo foliar (C11) fue de 0,84 cm y la longitud de la rama (C12) de 65,24 cm (Tabla 6.24).

- Grupo agronómico “cavimor”

La accesión CV15, presentó los siguientes valores: una longitud de hoja (C6) de 17,02 cm, un ancho de la hoja (C7) de 7,38 cm, la distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (C8) de 8,23 cm, la distancia entre nudos de la hoja (C9) de

4,68 cm, el ángulo del ápice (C10) de  $48,17^\circ$ , la longitud del pecíolo foliar (C11) de 0,97 cm y la longitud de la rama (C12) de 81,80 cm (Tabla 6.24).

- Grupo agronómico “cavimoro”

En la Tabla 6.24 constan los valores de la única accesión (CB23), presente en el grupo agronómico “cavimoro”. La longitud de hoja (C6) expresó un valor de 16,22 cm, el ancho de la hoja (C7) mostró un valor de 6,80 cm, la distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (C8) resultó con un valor de 8,02 cm; mientras que la distancia entre nudos de la hoja (C9) presentó un valor de 6,46 cm, el ángulo del ápice (C10) fue de  $51,72^\circ$ , encontrándose para la longitud del pecíolo foliar (C11) un valor de 1,16 cm y una longitud de la rama (C12) de 82,52 cm.

- Grupo agronómico “pacas”

Los valores obtenidos para los caracteres de la hoja de acuerdo al grupo agronómico “pacas”, (P26) expresaron un valor de 14,37 cm para la longitud de hoja (C6), 6,95 cm para el ancho de la hoja (C7), 6,43 cm para la distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (C7), 5,61 cm para la distancia entre nudos de la hoja (C8),  $74,04^\circ$  para el ángulo del ápice (C10), 0,99 cm para la longitud del pecíolo foliar (C11) y 71,36 cm para la longitud de la rama (C12) (Tabla 6.24).

- Grupo agronómico “San Salvador”

El grupo agronómico “san salvador” (P50) mostró los siguientes valores. Para la longitud de hoja (C6) presentó un valor de 14,57 cm, el ancho de la hoja (C7) fue de 6,75 cm; mientras que la distancia entre la base y la parte más ancha de la hoja (C8) expresó un valor de 6,62 cm, la distancia entre nudos de la hoja (C9) resultó ser de 4,02 cm, el ángulo del ápice (C10) registró un valor de  $67,13^\circ$ , la longitud del pecíolo foliar fue de 1,13 cm y una longitud de la rama (C12) de 50,04 cm (Tabla 6.24).

### 6.1.3 Caracteres Correspondientes a la Infrutescencia y Fruto

Los caracteres del fruto se estudiaron en un total de diez, los cuales se detallan a continuación: longitud del fruto (C13), ancho del fruto (C14), distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15), número de frutos por rama (C16), distancia entre infrutescencias (C17), espesor del fruto (C18), ángulo apical del fruto (C19), ángulo basal del fruto (C20), longitud del pedicelo del fruto (C21) y peso del fruto (C22).

- Grupo agronómico “ caturra rojo ”

En lo que respecta al grupo agronómico “caturra rojo” se han estudiado 25 accesiones. Al medir la longitud del fruto (C13), dos accesiones presentaron valores iguales o superiores a 1,80 cm (CR9: 1,81 cm; CR2:1,80); los cuales fueron superiores en comparación a todo el germoplasma evaluado. En cambio, la accesión que expresó el menor valor fue CR1 con un valor de 1,23 cm, seguida por las accesiones CR66 (1,35 cm) y CR44 (1,45 cm); encontrándose una considerable diferencia de casi 0,5 cm entre la accesión que produjo frutos de mayor longitud que la que produjo frutos de menor longitud (Tabla 6.25).

Las diferencias encontradas para el ancho del fruto (C14), se deben a la presencia de la accesión CR66, la cual presentó el menor valor (1,06 cm), seguida por las accesiones CR1 (1,09 cm) y CR28 (1,13 cm); mientras que el ancho máximo del fruto correspondió a la accesión CR39 con un valor de 1,44 cm.

La distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15), varió entre 0,62 cm (CR1) y 0,91 cm (CR9), presentando un valor medio de 0,78 cm (Tabla 6.25).

Con respecto al número de frutos que ha contenido cada rama (C16), de todo el germoplasma evaluado en el grupo agronómico “caturra rojo”, las accesiones A8 y CR16 presentaron el mayor rendimiento (superior a 73); mientras que la accesión CR58 fue la que menor promedio de frutos por rama produjo (3,70). En general, el promedio de frutos por rama ha sido de 33,98.

El valor medio de la distancia entre infrutescencias (C17) fue de 4,19 cm. La accesión CR9 resultó con el valor más alto (5,34 cm), seguido por la accesión CR40 (5,30 cm); mientras que la accesión CR58 presentó el valor más bajo (2,72 cm), seguida por la accesión CR61 (2,98 cm). El resto de las accesiones resultaron con valores comprendidos entre 3,42 y 4,99 cm (Tabla 6.25).

Al medir el espesor del fruto (C18), el valor mínimo corresponde a la accesión CR13 (0,06 cm) y el valor máximo a las accesiones CR20 y CR39 (0,14 cm) en ambos casos. Con una media general de 0,10 cm.

Otro de los caracteres evaluados en el fruto fue el ángulo apical del fruto (C19), éste caracter presentó una media general de 100,45° sexagesimales. La accesión CR66 resultó con el menor ángulo (93,18°); mientras que la accesión CR39 registró el mayor ángulo apical (106,90°) (Tabla 6.25).

A más de ángulo apical del fruto de café, se evaluó el ángulo basal del fruto (C20), las accesiones que resultaron con un mayor ángulo fueron CR39 (105,67°), CR35 (105,57°) y CR41 (105,22°); mientras que once accesiones presentaron un ángulo inferior a 100,00°.

La longitud del pedicelo del fruto (C21) mostró una longitud mínima de 0,19 cm registrada en la accesión CR66; mientras que la longitud máxima corresponde a la accesión CR1 con un valor de 0,44 cm. La media general para éste caracter fue de 0,31 cm (Tabla 6.25).

Con relación al peso del fruto (C22) la accesión que produjo frutos de mayor peso fue CR39 (2,58 g), seguida por las accesiones CR20 (2,33 g) y por CR24 (2,17 g); mientras que la accesión CR66 fue la que produjo los frutos más pequeños de todo el material vegetal evaluado y por ende de menor peso (1,11 g). Presentando una media general de 1,73 g.

**Tabla 6.25. Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra rojo (CR).**

Accesión	Longitud del fruto (cm) C13	Ancho del fruto (cm) C14	Distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (cm) C15	# de frutos/rama C16	Distancia entre infrutescencias (cm) C17	Espesor del fruto (cm) C18	Ángulo apical (grado) C19	Ángulo basal (grados) C20	Longitud del pedicelo (cm) C21	Peso del fruto (g) C22
CR1	1,23	1,09	0,62	20,73	3,64	0,08	96,13	99,97	0,44	1,12
CR2	1,80	1,25	0,89	30,33	4,07	0,08	103,19	100,64	0,35	1,12
CR8	1,54	1,23	0,75	73,68	3,78	0,11	99,49	100,14	0,40	1,60
CR9	1,81	1,36	0,91	67,58	5,34	0,07	102,03	100,96	0,36	1,12
CR11	1,65	1,25	0,76	29,46	4,22	0,08	97,91	96,40	0,28	1,27
CR13	1,72	1,33	0,85	45,58	4,25	0,06	100,42	101,06	0,32	1,96
CR16	1,72	1,31	0,85	73,94	4,49	0,11	99,82	103,46	0,31	2,00
CR20	1,74	1,33	0,80	33,20	4,49	0,14	103,11	96,50	0,43	2,33
CR24	1,77	1,30	0,90	66,00	4,99	0,12	99,34	100,43	0,28	2,17
CR28	1,54	1,13	0,74	22,02	4,02	0,10	95,12	94,81	0,27	1,36
CR30	1,61	1,18	0,81	23,52	3,84	0,10	98,62	96,70	0,29	1,79
CR31	1,59	1,24	0,78	44,50	4,41	0,11	100,63	100,58	0,30	1,79
CR33	1,69	1,25	0,74	33,78	4,32	0,11	98,43	96,58	0,28	2,11
CR35	1,68	1,34	0,80	43,42	4,64	0,10	103,73	105,57	0,34	2,00
CR39	1,79	1,44	0,89	45,42	4,40	0,14	106,90	105,67	0,36	2,58
CR40	1,68	1,32	0,70	24,96	5,30	0,11	103,28	98,96	0,30	2,06
CR41	1,71	1,38	0,82	17,20	4,73	0,09	105,22	105,22	0,35	1,61
CR42	1,57	1,32	0,79	19,82	4,28	0,13	104,23	103,82	0,30	1,83
CR43	1,61	1,22	0,72	14,86	4,55	0,12	99,51	96,13	0,28	1,79
CR44	1,45	1,19	0,68	29,60	4,34	0,12	99,25	98,02	0,28	1,51
CR49	1,64	1,29	0,81	17,64	3,81	0,10	99,94	100,91	0,25	1,79
CR54	1,59	1,24	0,68	19,90	3,42	0,13	99,53	98,11	0,28	2,11
CR58	1,51	1,26	0,73	3,70	2,72	0,13	100,78	101,49	0,28	1,54
CR61	1,52	1,27	0,75	7,52	2,98	0,11	101,41	101,17	0,25	1,57
CR66	1,35	1,06	0,66	41,08	3,80	0,07	93,18	92,08	0,19	1,11
MEDIA	1,62	1,26	0,78	33,98	4,19	0,10	100,45	99,81	0,31	1,73

- Grupo agronómico “caturra rojo pequeño”

Para el grupo agronómico “caturra rojo pequeño” se estudió una sola accesión (CRp51), la cual presentó un valor de 1,66 cm con respecto a la longitud del fruto (C13) y 1,29

cm para el ancho del fruto (C14); mientras que la distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15) resultó con un valor de 0,86 cm; por otra parte, el número de frutos por rama (C16) fue de 67,48. Otro de los caracteres evaluados en el fruto fueron la distancia entre infrutescencias (C17) que expresó un valor de 4,18 cm y el espesor del fruto (C18) que registró un valor de 0,13 cm. En lo que concierne al ángulo apical del fruto (C19) éste fue de 101,17°, el ángulo basal del fruto (C20) expresó un valor de 101,37°, la longitud del pedicelo del fruto (C21) fue de 0,28 cm y el peso del fruto (C22) fue de 1,92 g (Tabla 6.26).

**Tabla 6.26. Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra rojo pequeño (CRp).**

Accesión	Longitud del fruto (cm) C13	Ancho del fruto (cm) C14	Distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (cm) C15	# de frutos/rama C16	Distancia entre infrutescencias (cm) C17	Espesor del fruto (cm) C18	Ángulo apical del fruto (grados) C19	Ángulo basal del fruto (grados) C20	Longitud del pedicelo del fruto (cm) C21	Peso del fruto (g) C22
<b>CRp51</b>	1,66	1,29	0,86	67,48	4,18	0,13	101,17	101,37	0,28	1,92

- Grupo agronómico “ caturra amarillo”

De acuerdo al grupo agronómico “caturra amarillo” se estudió un total de tres accesiones. Con respecto a la longitud del fruto (C13), varió entre 1,64 cm (CA32) y 1,69 cm (CA34), presentando un valor medio de 1,66 cm (Tabla 6.27).

La media general del ancho del fruto (C14) fue de 1,30 cm. Nuevamente la accesión CA34 fue la que presentó el mayor valor para este carácter (1,33 cm); mientras que la accesión CA32 resultó con el menor valor (1,25 cm).

Las diferencias encontradas para la distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15) se deben a la accesión CA36, la cual presentó un valor de 0,75 cm; mientras que las dos accesiones restantes CA32 y CA34 resultaron con valores superiores a la media general (0,80 cm) (Tabla 6.27).

De acuerdo al número de frutos por rama (C16), de las tres accesiones estudiadas en el grupo agronómico “caturra amarillo”, las diferencias se deben a la accesión CA36 la cual produjo el menor número de frutos (44,66). En cambio las otras dos accesiones (CA34 y CA32) resultaron con valores de 51,72 y 53,95, respectivamente.

Cuando se midió la distancia entre infrutescencias (C17), éste caracter presentó la mayor distancia de 4,79 cm para la accesión CA36; mientras que la accesión CA32 resultó con una menor distancia (4,41 cm). Las tres accesiones mostraron un valor medio de 4,58 cm (Tabla 6.27).

Con respecto al espesor del fruto (C18) se encontró que el valor mínimo corresponde a la accesión CA36 (0,08 cm); mientras que la accesión CA32 resultó con el valor máximo (0,12 cm).

Para el ángulo apical del fruto (C19) dos accesiones (CA32 y CA36) presentaron un ángulo inferior a 103,00°. Por otra parte, la accesión CA34 resultó con el valor más alto para éste caracter (104,18°) de todo el germoplasma evaluado. La media general para éste caracter resultó ser de 103,12° (Tabla 6.27).

**Tabla 6.27. Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra amarillo (CA).**

Accesión	Longitud del fruto (cm) C13	Ancho del fruto (cm) C14	Distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (cm) C15	# de frutos/ rama C16	Distancia entre infrutescencias (cm) C17	Espesor del fruto (cm) C18	Ángulo apical del fruto (grados) C19	Ángulo basal del fruto (grados) C20	Longitud del pedicelo del fruto (cm) C21	Peso del fruto (g) C22
<b>CA32</b>	1,64	1,25	0,83	53,95	4,41	0,12	102,87	101,29	0,25	1,92
<b>CA34</b>	1,69	1,33	0,81	51,72	4,54	0,11	104,18	101,51	0,30	1,90
<b>CA36</b>	1,66	1,31	0,75	44,66	4,79	0,08	102,32	98,22	0,26	1,90
<b>MEDIA</b>	1,66	1,30	0,80	50,11	4,58	0,10	103,12	100,34	0,27	1,91

Otro de los caracteres evaluados en el fruto fue el ángulo basal del fruto (C20), éste caracter resultó con un valor medio de 100,34°. Las diferencias se deben a la accesión CA36, la cual expresó el valor más bajo de todo el material vegetal (98,22°); mientras que las accesiones CA32 y CA34 presentaron los valores más altos (101,29° y 101,51°, respectivamente).

La longitud del pedicelo del fruto (C21) mostró un rango comprendido entre 0,25 cm para la accesión CA32 y 0,30 cm para la accesión CA34; presentando un valor medio de 0,27 cm (Tabla 6.27).

Los valores encontrados para el peso del fruto (C22) variaron entre 1,92 g para la accesión CA32 y 1,90 g para las accesiones CA34 y CA36; éste caracter resultó con una media general de 1,91 g.

- Grupo agronómico “típica”

En éste estudio el grupo agronómico “típica” se encuentra conformado por siete accesiones. Con respecto a la longitud del fruto (C13), el valor máximo encontrado corresponde a la accesión T19 (1,77 cm), seguido por las accesiones T29 (1,71 cm) y T10 (1,70 cm); mientras que la accesión T6 presentó el menor valor (1,38 cm). Por otro lado, se identificaron tres accesiones (T6, T7 y T27) que mostraron un valor inferior a 1,55 cm (Tabla 6.28).

**Tabla 6.28. Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico típica (T).**

Accesión	Longitud del fruto (cm) C13	Ancho del fruto (cm) C14	Distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (cm) C15	# de frutos/rama C16	Distancia entre infrutescencias (cm) C17	Espesor del fruto (cm) C18	Ángulo apical del fruto (grados) C19	Ángulo basal del fruto (grados) C20	Longitud del pedicelo del fruto (cm) C21	Peso del fruto (g) C22
<b>T4</b>	1,64	1,25	0,80	10,50	8,56	0,09	99,63	96,65	0,45	0,98
<b>T6</b>	1,38	1,15	0,66	20,47	5,87	0,10	95,61	96,48	0,38	0,97
<b>T7</b>	1,53	1,25	0,67	84,40	5,74	0,14	99,68	98,74	0,47	1,93
<b>T10</b>	1,70	1,35	0,80	26,60	7,19	0,06	101,78	101,79	0,33	1,96
<b>T19</b>	1,77	1,47	0,79	38,78	4,33	0,13	107,78	106,54	0,46	2,52
<b>T27</b>	1,54	1,03	0,68	24,66	5,96	0,09	91,81	86,84	0,26	1,52
<b>T29</b>	1,71	1,26	0,84	29,92	6,83	0,09	99,97	99,16	0,34	1,92
<b>MEDIA</b>	1,61	1,25	0,75	33,62	6,35	0,10	99,47	98,03	0,38	1,69

Para el ancho del fruto (C14), las diferencias se deben a la presencia de dos accesiones T27 y T6 que mostraron los valores más bajos de todo el material evaluado (1,03 y 1,15 cm, respectivamente). Este carácter varió entre 1,03 cm (T27) y 1,47 cm (T19).

La distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15) mostró un rango entre 0,66 cm (T6) y 0,84 cm (T29), con un valor medio de 0,75 cm (Tabla 6.28).

Con respecto al número de frutos por rama (C16), las diferencias se deben a la accesión T7 que presentó el mayor número de frutos (84,40) de todo el material vegetal. Por otra parte, la accesión T4 fue la que menor número de frutos por rama produjo (10,50). La media general para el número de frutos por rama fue de 33,62.

En cuanto a la distancia entre infrutescencias (C17) la accesión T4 fue la que presentó la mayor distancia (8,56 cm), seguida por la accesión T10 (7,19 cm). En cambio, la accesión que expresó la menor distancia fue T19 (4,33 cm) (Tabla 6.28).

El valor medio obtenido con relación al espesor del fruto (C18) fue 0,10 cm; éste caracter presentó un valor máximo de 0,14 cm (T7) y un valor mínimo de 0,06 cm (A10).

En el momento de medir el ángulo apical del fruto (C19), la accesión T19 (107,78°) presentó el mayor ángulo en comparación a todo el germoplasma evaluado. Por otra parte, cinco accesiones (T4, T6, T7, T27 y T29) expresaron valores inferiores a 100,00° (Tabla 6.28).

Al estudiar el ángulo basal del fruto (C20), nuevamente la accesión A19 presentó el mayor ángulo (106,54°); mientras que la accesión T27 presentó el menor ángulo (86,84°). Para éste caracter se ha obtenido una media general de 98,03°.

La longitud del pedicelo del fruto (C21) mostró un valor medio de 0,38 cm. Las diferencias se deben a la accesión T7 que resultó con el valor máximo (0,47 cm), seguida por las accesiones T19 (0,46 cm) y por T4 (0,45 cm); mientras que la accesión T27 presentó el valor mínimo (0,26 cm) (Tabla 6.28).

Con referencia al peso del fruto (C22), las diferencias encontradas en este caracter se deben a la presencia de la accesión T19 que produjo frutos de mayor peso (2,52 g); mientras que la accesión T6 produjo frutos de menor peso (0,97 g), seguida por T4 (0,98 g). Un total de tres accesiones produjeron frutos con un peso inferior a la media general (1,69 g).

- Grupo agronómico “criollo rojo”

En el grupo agronómico “criollo rojo” se estudiaron nueve accesiones. En lo que concierne a la longitud del fruto (C13), éste caracter resultó con una media general de 1,56 cm. Por otra parte, la accesión CIR52 presentó el valor más alto (1,68 cm), seguida por la accesión CIR47 (1,64 cm); mientras que la accesión CIR64 expresó el valor más bajo (1,38 cm) de todo el germoplasma evaluado (Tabla 6.29).

Con respecto al ancho del fruto (C14), la accesión CIR64 mostró un ancho con un menor valor (1,15 cm); mientras que para el resto de accesiones sus valores variaron entre 1,20 cm y 1,31 cm.

Las diferencias encontradas en la distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15) se deben a la accesión CIR47 que presentó la mayor distancia (0,82

cm); mientras que la accesión CIR64 resultó con la menor distancia (0,70 cm), seguida por las accesiones CIR53 (0,71 cm) y por CIR52 (0,72 cm) (Tabla 6.29).

Para el número de frutos por rama (C16), la accesión CIR53 fue la que produjo el mayor número de frutos por rama (23,26), seguida por dos accesiones (CIR53 y CIR52) con valores de 23,26 y 13,66, respectivamente. En cambio, para el resto de accesiones el número de frutos que ha contenido cada rama fue inferior a la media general (8,95).

El valor medio para la distancia entre infrutescencias (C17) fue de 5,85 cm. La accesión CIR53, presentó una mayor distancia (7,13 cm), seguida por la accesión CIR62 (7,11 cm); mientras que la accesión CIR64 resultó con la menor distancia (4,38 cm), seguida por la accesión CIR60 (4,40 cm) (Tabla 6.29).

**Tabla 6.29. Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico criollo rojo (CIR).**

Accesión	Longitud del fruto (cm) C13	Ancho del fruto (cm) C14	Distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (cm) C15	# de frutos/rama C16	Distancia entre infrutescencias (cm) C17	Espesor del fruto (cm) C18	Ángulo apical del fruto (grados) C19	Ángulo basal del fruto (grados) C20	Longitud del pedicelo del fruto (cm) C21	Peso del fruto (g) C22
<b>CIR47</b>	1,64	1,30	0,82	3,76	5,57	0,10	101,65	102,31	0,29	1,93
<b>CIR52</b>	1,68	1,31	0,72	13,66	6,29	0,12	101,97	102,03	0,36	2,11
<b>CIR53</b>	1,56	1,23	0,71	23,26	7,13	0,10	99,72	98,41	0,34	1,74
<b>CIR56</b>	1,60	1,20	0,77	2,64	6,72	0,10	98,87	99,31	0,27	1,71
<b>CIR60</b>	1,53	1,29	0,77	4,90	4,40	0,12	102,01	100,67	0,33	1,51
<b>CIR62</b>	1,60	1,24	0,81	6,56	7,11	0,12	100,15	98,77	0,27	1,77
<b>CIR63</b>	1,52	1,31	0,74	19,48	5,43	0,13	103,14	103,52	0,36	1,86
<b>C64</b>	1,38	1,15	0,70	3,70	4,38	0,10	96,67	96,34	0,25	1,16
<b>A65</b>	1,48	1,29	0,74	2,56	5,64	0,11	101,89	101,65	0,27	1,66
<b>MEDIA</b>	1,56	1,26	0,75	8,95	5,85	0,11	100,68	100,33	0,31	1,72

Al medir el espesor del fruto (C18) se observó que los valores fluctuaron entre 0,13 cm para la accesión CIR63 y 0,10 cm que corresponden a las accesiones CIR47, CIR53, CIR56 y CIR64. Este caracter expresó un valor medio de 0,11 cm (Tabla 6.29).

Las mediciones realizadas con respecto ángulo apical del fruto (C19), mostraron que la accesión CIR63 presentó el mayor ángulo (103,14°), seguida por la accesión A60 (102,01°). Por otra parte, los valores de las accesiones restantes variaron entre 96,67° y 101,97°.

La Tabla 6.29 muestra además los resultados obtenidos en relación al ángulo basal del fruto (C20), dicho carácter presentó un valor medio de 100,33°. Las diferencias se deben nuevamente a la accesión CIR63 que resultó con el mayor ángulo (103,52°); mientras que la accesión CIR64 fue la que expresó el menor ángulo (96,34°).

De los resultados obtenidos de las nueve accesiones presentes en el grupo agronómico “criollo rojo” con relación a la longitud del pedicelo del fruto (C21), se encontró que la longitud máxima corresponde a las accesiones CIR52 y CIR63 (0,36 cm, respectivamente); mientras que la longitud mínima se registró en la accesión CIR64 (0,25 cm).

Las diferencias encontradas en el peso del fruto (C22) se deben a la presencia de la accesión CIR52, la cual presentó los frutos de mayor peso (2,11 g); mientras que la accesión CIR64 resultó con los frutos de menor peso (1,16 g) (Tabla 6.29).

- Grupo agronómico “bourbón rojo”

Para este grupo agronómico la longitud del fruto (C13) presentó un valor medio de 1,75 cm; la accesión BR21 expresó el valor más alto (1,84 cm), seguida por la accesión BR38 (1,83 cm); mientras que la accesión BR14 resultó con el valor más bajo (1,65 cm), seguida por la accesión BR12 (1,66 cm) (Tabla 6.30).

En lo que respecta al ancho del fruto (C14), la accesión BR12 presentó el menor valor (1,25 cm), seguida por la accesión BR14 (1,26 cm); mientras que la accesión BR38 resultó con el mayor valor (1,47 cm).

Al medir la distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15), el valor mínimo corresponde a la accesión BR12 (0,79 cm) y el valor máximo a la accesión BR21 (0,92 cm). Las demás accesiones se agrupan en un rango entre 0,81 y 0,90 cm (Tabla 6.30).

Para el número de frutos por rama (C16) las diferencias se deben a la presencia de la accesión BR38, la cual ha sido la que mayor número de frutos por rama ha producido (46,92). En cambio, la accesión que resultó con un menor número de frutos fue BR37 (22,52), seguida por la accesión BR12 (28,12).

Las diferencias encontradas para la distancia entre infrutescencias (C17) se deben a la accesión BR38, la cual presentó un valor de 8,06 cm; mientras que para el resto de

accesiones sus valores oscilaron entre 4,52 y 7,78 cm. La media general para éste caracter resultó ser de 6,70 cm (Tabla 6.30).

**Tabla 6.30. Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico bourbón rojo (BR).**

Accesión	Longitud del fruto (cm) C13	Ancho del fruto (cm) C14	Distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (cm) C15	# de frutos/rama C16	Distancia entre infrutescencias (cm) C17	Espesor del fruto (cm) C18	Ángulo apical del fruto (grados) C19	Ángulo basal del fruto (grados) C20	Longitud del pedicelo del fruto (cm) C21	Peso del fruto (g) C22
<b>BR12</b>	1,66	1,25	0,79	28,12	4,52	0,08	97,88	99,19	0,30	1,24
<b>BR14</b>	1,65	1,26	0,81	33,55	6,41	0,06	98,76	98,93	0,31	1,54
<b>BR21</b>	1,84	1,41	0,92	35,06	7,78	0,13	103,35	104,11	0,49	2,72
<b>BR37</b>	1,78	1,38	0,89	22,52	6,72	0,14	105,30	105,48	0,36	2,40
<b>BR38</b>	1,83	1,47	0,90	46,92	8,06	0,14	107,37	107,38	0,45	2,83
<b>MEDIA</b>	1,75	1,35	0,86	33,23	6,70	0,11	102,53	103,02	0,38	2,14

Con respecto al espesor del fruto (C18) sus valores fluctuaron entre 0,06 cm para la accesión A14 y 0,14 cm que corresponde a las accesiones BR37 y BR38, respectivamente. Este caracter expresó un valor medio de 0,11 cm.

La Tabla 6.30 indica que las diferencias encontradas en lo que concierne al ángulo apical del fruto (C19) se deben a la presencia de la accesión BR38 que expresó el mayor ángulo (107,37°); mientras que el resto de accesiones variaron entre 97,88° y 105,30°, con una media de 102,53°.

Los resultados obtenidos con relación al ángulo basal del fruto (C20), muestran que tres accesiones (BR21, BR37 y BR38) expresaron valores superiores a 104,00°; mientras que para las otras dos accesiones restantes (BR12 y BR14) sus valores fueron inferiores a 100,00°.

Para la longitud del pedicelo del fruto (C21), las diferencias se deben a la presencia de de la accesión BR21 que expresó el valor más alto (0,49 cm), seguida por la accesión BR38 (0,45 cm). El resto de accesiones resultaron con valores comprendidos entre 0,30 y 0,36 cm (Tabla 6.30).

Con respecto al peso del fruto (C22), la accesión BR38 resultó con los frutos de mayor peso (2,83 g), seguida por dos accesiones (BR21 y BR37) con pesos de 2,72 g y 2,40 g, respectivamente. Para éste caracter se ha obtenido una media general de 2,14 g.

- Grupo agronómico “ boubón amarillo”

“Boubón amarillo” se encuentra conformada por cuatro accesiones. En cuanto a la longitud del fruto (C13), las diferencias se deben a la presencia de la accesión BA18 que resultó con el valor más alto (1,83 cm); mientras que las demás accesiones sus valores oscilaron entre 1,44 y 1,65 cm (Tabla 6.31).

El valor medio del ancho del fruto (C14) fue de 1,32 cm. El valor mínimo corresponde a la accesión BA5 (1,21 cm) y el valor máximo se registró en la accesión BA18 (1,47 cm).

Para la distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15), la accesión BR48 presentó la mayor distancia (0,85 cm); mientras que la accesión BA25 resultó con la menor distancia (0,62 cm) (Tabla 6.31).

En lo que concierne al número de frutos por rama (C16), las diferencias encontradas entre las cuatro accesiones presentes en el grupo agronómico “boubón amarillo”, se deben a la accesión BA25 que se caracterizó por producir el mayor número de frutos por rama (40,84). En cuanto al resto de accesiones, sus valores oscilaron entre 11,14 y 28,86 frutos.

La distancia entre infrutescencias (C17) varió entre 4,29 cm para la accesión BA25 y 5,69 cm para la accesión BA18; con una media general de 5,00 cm (Tabla 6.31).

Con referencia al espesor del fruto (C18) la accesión A48 presentó el valor más bajo (0,07 cm), seguida por la accesión BA5 (0,08 cm); mientras que la accesión BA18 resultó con el valor más alto (0,13 cm), seguida por la accesión BA25 (0,12 cm). Este caracter resultó con una media general de 0,10 cm.

En el momento de medir el ángulo apical del fruto (C19), el mayor ángulo fue registrado en la accesión BA18 con un valor de 107,24°, seguida por la accesión BA48 (101,64°); mientras que el menor ángulo presentó la accesión BA25 con un valor de 96,34°. Por otra parte, la media general para este caracter fue de 100,92° (Tabla 6.31).

**Tabla 6.31. Valores medios para los caracteres de la arquitectura de la planta, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico bourbón amarillo (BA).**

Accesión	Longitud del fruto (cm) C13	Ancho del fruto (cm) C14	Distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (cm) C15	# de frutos/rama C16	Distancia entre infrutescencias (cm) C17	Espesor del fruto (cm) C18	Ángulo apical del fruto (grados) C19	Ángulo basal del fruto (grados) C20	Longitud del pedicelo del fruto (cm) C21	Peso del fruto (g) C22
<b>BA5</b>	1,44	1,21	0,71	15,70	4,55	0,08	98,45	98,46	0,37	1,01
<b>BA18</b>	1,83	1,47	0,77	28,86	5,69	0,13	107,24	106,11	0,48	2,45
<b>BA25</b>	1,44	1,31	0,62	40,84	4,29	0,12	96,34	93,05	0,34	1,42
<b>BA48</b>	1,65	1,30	0,85	11,14	5,49	0,07	101,64	100,25	0,29	1,93
<b>MEDIA</b>	1,59	1,32	0,74	24,14	5,00	0,10	100,92	99,47	0,37	1,70

Para el ángulo basal del fruto (C20), la accesión BA18 mostró el mayor ángulo (106,11°) de todo el germoplasma evaluado para el grupo agronómico “bourbón amarillo”. Por otro lado, se identificaron dos accesiones BA25 y BA5 que mostraron un ángulo inferior a la media general (99,47°).

El valor medio de la longitud del pedicelo del fruto (C21) fue de 0,37 cm. Para este carácter la accesión BA18 expresó una longitud de 0,48 cm. Existen otras tres accesiones (BA5, BA25 y BA48) que mostraron un valor inferior a 0,38 cm (Tabla 6.31).

Por lo que respecta al peso del fruto (C22), la accesión BA18 produjo los frutos de mayor peso (2,45 g); mientras que la accesión que produjo frutos de menor peso fue BA5 (1,01 g). En general, el valor medio del peso del fruto encontrado entre las accesiones del grupo agronómico “bourbón amarillo” ha sido de 1,70 g.

- Grupo agronómico “catimor”

Con respecto al grupo agronómico “catimor” se evaluó una sola accesión (CT3). En este sentido, los valores asumidos por los caracteres correspondientes a la infrutescencia y fruto fueron los siguientes: longitud del fruto (C13) de 1,23 cm y ancho del fruto (C14) con un valor de 1,09 cm; mientras que la distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15) resultó con un valor de 0,62 cm, el número de frutos por rama (C16) mostró un total de 20,73 frutos; así mismo otro de los caracteres del fruto como es la distancia entre infrutescencias (C17) expresó un valor de 3,64 cm y el espesor del fruto (C18) registró un valor de 0,08 cm. En lo que concierne al ángulo apical del fruto (C19) este fue de 96,13°, el ángulo basal del fruto (C20) fue de 99,97°,

la longitud del pedicelo del fruto (C21) fue de 0,44 cm y el peso del fruto fue de 1,12 g (Tabla 6.32).

**Tabla 6.32. Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimor (CT).**

Accesión	Longitud del fruto (cm) C13	Ancho del fruto (cm) C14	Distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (cm) C15	# de frutos/rama C16	Distancia entre infrutescencias (cm) C17	Espesor del fruto (cm) C18	Ángulo apical del fruto (grados) C19	Ángulo basal del fruto (grados) C20	Longitud del pedicelo del fruto (cm) C21	Peso del fruto (g) C22
<b>CT3</b>	1,23	1,09	0,62	20,73	3,64	0,08	96,13	99,97	0,44	1,12

- Grupo agronómico “catimoro rojo”

En el grupo agronómico “catimoro rojo” se han estudiado dos accesiones (CTR17 y CTR22); de las cuales el valor mínimo para la longitud del fruto (C13) corresponde a la accesión CTR22 (1,76 cm) y el valor máximo a la accesión CTR17 (1,80 cm) (Tabla 6.33). El ancho del fruto (C14) varió entre 1,37 cm (CTR17) y 1,38 cm (CTR22), alcanzando una media general de 1,37 cm.

De acuerdo con las mediciones realizadas para la distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15), éste caracter no presentó diferencias entre las dos accesiones estudiadas (CTR17 y CTR22), las cuales expresaron un valor similar de 0,88 cm (Tabla 6.33).

Al contabilizar el número de frutos por rama (C16) en las dos accesiones del grupo agronómico “catimoro rojo”, estas mostraron un rango comprendido entre 58,04 frutos (CTR22) y 59,10 frutos (CTR17). La media general fue de 58,57 frutos.

En la Tabla 6.33 constan además los valores de otro de los caracteres del fruto como es la distancia entre infrutescencias (C17), éste caracter varió entre 4,71 cm para la accesión CTR17 y 5,51 cm para la accesión CTR22.

Para el espesor del fruto (C18) la accesión CTR22 presentó el valor más bajo (0,09 cm), en tanto que la accesión CTR17 expresó el valor más alto (0,10 cm).

Los valores de las mediciones realizadas con respecto al ángulo apical del fruto (C19), variaron entre 103,63° (CTR22) y 104,25° (CTR17). Este caracter presentó un valor medio de 103,94° (Tabla 6.33).

Los resultados obtenidos con relación al ángulo basal del fruto (C20), mostraron que la accesión CTR22 presentó el mayor ángulo (104,37°) y la accesión CTR17 resultó con el menor ángulo (102,10°).

En lo que concierne a la longitud del pedicelo del fruto (C21), las diferencias encontradas en éste caracter se deben a la presencia de la accesión CTR17 (0,36 cm) que resultó con el valor máximo; mientras que el valor mínimo se registró en la accesión CTR22 (0,25 cm). El valor medio para éste caracter ha sido de 0,31 cm (Tabla 6.33).

**Tabla 6.33. Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimoro rojo (CTR).**

Accesión	Longitud del fruto (cm) C13	Ancho del fruto (cm) C14	Distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (cm) C15	# de frutos/rama C16	Distancia entre infrutescencias (cm) C17	Espesor del fruto (cm) C18	Ángulo apical del fruto (grados) C19	Ángulo basal del fruto (grados) C20	Longitud del pedicelo del fruto (cm) C21	Peso del fruto (g) C22
<b>CTR17</b>	1,80	1,37	0,88	59,10	4,71	0,10	104,25	102,10	0,36	2,40
<b>CTR22</b>	1,76	1,38	0,88	58,04	5,51	0,09	103,63	104,37	0,25	2,11
<b>MEDIA</b>	1,78	1,37	0,88	58,57	5,11	0,10	103,94	103,24	0,31	2,25

Con respecto al peso del fruto (C22), la accesión que produjo frutos de mayor peso fue CTR17 (2,40 g); mientras que la accesión CTR22 presentó frutos de menor peso (2,11 g).

- Subgrupo agronómico “catimoro rojo: cogollo morado”

Para el subgrupo agronómico “catimoro rojo: cogollo morado” se estudió una sola accesión (CTR59), mostrando una longitud del fruto (C13) de 1,66 cm, el ancho del fruto (C14) presentó un valor de 1,29 cm; mientras que la distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15) fue de 0,81 cm. El número de frutos por rama (C16) fue de 13,66 frutos, la distancia entre infrutescencias (C17) expresó un valor de 3,96 cm y el espesor del fruto (C18) registró un valor de 0,13 cm. En lo que concierne al ángulo apical del apical (C19), este fue de 101,32°, el ángulo basal del fruto (C20) registró un valor de 101,12°, la longitud del pedicelo del fruto (C21) fue de 0,26 cm y el peso del fruto fue de 1,84 g (Tabla 6.34).

**Tabla 6.34. Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del subgrupo agronómico catimoro rojo: cogollo morado (CTR).**

Accesión	Longitud del fruto (cm) C13	Ancho del fruto (cm) C14	Distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (cm) C15	# de frutos/rama C16	Distancia entre infrutescencias (cm) C17	Espesor del fruto (cm) C18	Ángulo apical del fruto (grados) C19	Ángulo basal del fruto (grados) C20	Longitud del pedicelo del fruto (cm) C21	Peso del fruto (g) C22
<b>CTR59</b>	1,66	1,29	0,81	13,66	3,96	0,13	101,32	101,12	0,26	1,84

- Grupo agronómico “catimoro amarillo”

El grupo agronómico “catimoro amarillo” se encontró representado por dos accesiones. Cuando se midió la longitud del fruto (C13), este caracter varió entre 1,52 cm (CTA57) y 1,59 cm (CTA55); con un valor medio de 1,55 cm (Tabla 6.35).

El ancho del fruto (C14) mostró un rango comprendido entre 1,21 cm (CTA57) y 1,23 cm (CTA55), resultando con una media general de 1,22 cm.

Para la distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15) el valor mínimo corresponde a la accesión CTA55 (0,68 cm) y el valor máximo a la accesión CTA57 (0,74 cm); presentando un valor medio de 0,71 cm (Tabla 6.35).

Con respecto al número de frutos por rama (C16), las diferencias encontradas se deben a la accesión CTA55 que fue la que produjo el mayor número de frutos por rama (19,50); mientras que la accesión CTA57 produjo un total de 5,92 frutos por rama; con una media general de 12,71 frutos.

Al medir la distancia entre infrutescencias (C17), este caracter mostró que la distancia mínima se registró en la accesión CTA57 con un valor de 3,03 cm; mientras que la distancia máxima presentó la accesión CTA55 con un valor de 3,56 cm. La media general fue de 3,29 cm (Tabla 6.35).

**Tabla 6.35. Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimoro amarillo (CTA).**

Accesión	Longitud del fruto (cm) C13	Ancho del fruto (cm) C14	Distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (cm) C15	# de frutos/rama C16	Distancia entre infrutescencias (cm) C17	Espesor del fruto (cm) C18	Ángulo apical del fruto (grados) C19	Ángulo basal del fruto (grados) C20	Longitud del pedicelo del fruto (cm) C21	Peso del fruto (g) C22
<b>CTA55</b>	1,59	1,23	0,68	19,50	3,56	0,10	99,19	97,61	0,32	1,70
<b>CTA57</b>	1,52	1,21	0,74	5,92	3,03	0,12	99,09	99,69	0,21	1,43
<b>MEDIA</b>	1,55	1,22	0,71	12,71	3,29	0,11	99,14	98,65	0,26	1,57

El espesor del fruto (C18) mostró que la accesión CTA57 resultó con el valor más alto (0,12 cm) y la accesión CTA55 presentó el valor más bajo (0,10 cm).

En lo que respecta al ángulo apical del fruto (C19), ambas accesiones resultaron con valores muy parecidos (CTA57: 99,09° y CTA55: 99,19°); mostrando una media general de 99,14° (Tabla 6.35).

De acuerdo con las mediciones realizadas para el ángulo basal del fruto (C20), en éste carácter la accesión CTA55 resultó con el menor ángulo (97,61°); mientras que la accesión CTA57 presentó el mayor ángulo (99,69°); alcanzando una media general de 98,65°.

En lo que concierne a la longitud del pedicelo del fruto (C21), este carácter resultó con una longitud máxima de 0,32 cm (CTA55) y una longitud mínima de 0,21 cm (CTA57) (Tabla 6.35).

El valor medio del peso del fruto (C22) fue de 1,57 g. La accesión CTA57 fue la que produjo los frutos más pequeños de todo el material vegetal evaluado y por ende de menor peso (1,43 g); mientras la accesión que produjo frutos de mayor peso fue A55 (1,70 g).

- Grupo agronómico “catuaí amarillo”

La Tabla 6.36 reúne los valores de los caracteres de la infrutescencia y fruto de diferentes grupos agronómicos conformados por una sola accesión. Con respecto al grupo agronómico “catuaí amarillo” (KA45), este material mostró que los frutos de café resultaron con una longitud (C13) de 1,62 cm, un ancho (C14) de 1,34 cm, la distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15) fue de 0,80 cm, el número de frutos por rama (C16) de 27,90, la distancia entre infrutescencias (C17) de 3,72 cm, el espesor del fruto (C18) de 0,07 cm, el ángulo apical del fruto (C19) de 104,13°, el ángulo basal del fruto (C20) de 104,18°, la longitud del pedicelo del fruto (C21) de 0,28 cm y el peso del fruto (C22) de 2,00 g (Tabla 6.36).

- Grupo agronómico “catuaí rojo”

En lo que concierne a la accesión KR46 perteneciente al grupo agronómico “catuaí rojo”, presentó una longitud del fruto (C13) de 1,58 cm, un ancho del fruto (C14) de 1,29 cm, la distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15) resultó con un valor de 0,78 cm, el número de frutos por rama (C16) fue de 17,52, la distancia entre infrutescencias (C17) de 4,08 cm, el espesor del fruto (C18) expresó un valor de 0,10 cm, el ángulo apical del fruto (C19) fue de 101,78°, el ángulo basal del fruto (C20) de 102,61°, la longitud del pedicelo del fruto (C21) registró un valor de 0,29 cm y el peso del fruto fue de 1,78 g (Tabla 6.36).

**Tabla 6.36. Valores medios para los caracteres de la infrutescencia y fruto, correspondientes a las accesiones de los grupos agronómicos catuaí amarillo (KA), catuaí rojo (KR), cavimor (CV), cavimoro (CB), pacas (P) y San Salvador (S).**

Accesión	Grupo agronómico	Longitud del fruto (cm) C13	Ancho del fruto (cm) C14	Distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (cm) C15	# de frutos/rama C16	Distancia entre infrutescencias (cm) C17	Espesor del fruto (cm) C18	Ángulo apical del fruto (grados) C19	Ángulo basal del fruto (grados) C20	Longitud del pedicelo del fruto (cm) C21	Peso del fruto (g) C22
KA45	Catuaí amarillo	1,62	1,34	0,80	27,90	3,72	0,07	104,13	104,18	0,28	2,00
KR46	Catuaí rojo	1,58	1,29	0,78	17,52	4,08	0,10	101,78	102,61	0,29	1,78
CV15	Cavimor	1,66	1,33	0,80	92,52	4,33	0,10	103,35	105,12	0,47	2,04
CB23	Cavimoro	1,79	1,29	0,89	53,48	5,70	0,11	99,27	101,99	0,28	2,19
P26	Pacas	1,50	1,14	0,63	42,06	4,33	0,11	95,94	93,52	0,30	1,60
S50	San Salvador	1,58	1,28	0,83	11,10	5,15	0,12	101,53	100,93	0,26	1,80

- Grupo agronómico “cavimor”

Con respecto a la accesión CV15 perteneciente al grupo agronómico “cavimor” mostró una longitud del fruto (C13) de 1,66 cm y un ancho del fruto (C14) de 1,33 cm; mientras que la distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15) fue de 0,80 cm, el número de frutos (C16) mostró un total de 92,52 frutos por rama, la distancia entre infrutescencias (C17) expresó un valor de 4,33 cm. Con referencia al espesor del fruto (C18) fue de 0,10 cm, el ángulo apical del fruto (C19) registró un valor de 103,35°, el ángulo basal del fruto (C20) fue de 105,12°, la longitud del pedicelo del fruto (C21) presentó un valor de 0,47 cm y el peso del fruto fue de 2,04 g (Tabla 6.36).

- Grupo agronómico “cavimoro”

Al estudiar el grupo agronómico “cavimoro” se evaluó una sola accesión (CB23). Con respecto a la longitud del fruto (C13) presentó un valor de 1,79 cm y el ancho del fruto (C14) fue de 1,29 cm; mientras que la distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15) mostró un valor de 0,89 cm, el número de frutos por rama (C16) de 53,48 y la distancia entre infrutescencias (C17) resultó con un valor de 5,70 cm. Con referencia al espesor del fruto (C18) fue de 0,11 cm, el ángulo apical del fruto (C19) registró un valor de 99,27°, el ángulo basal del fruto (C20) fue de 101,99°, la longitud del pedicelo del fruto (C21) de 0,28 cm y el peso del fruto de 2,19 g (Tabla 6.36).

- Grupo agronómico “pacas”

Los valores obtenidos de la accesión P26 perteneciente al grupo agronómico “pacas” mostraron una longitud del fruto (C13) de 1,50 cm, el ancho del fruto (C14) presentó un valor de 1,14 cm y la distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15) fue de 0,63 cm. Al contabilizar el número de frutos (C16) este grupo agronómico resultó con 42,06 frutos por rama, la distancia entre infrutescencias (C17) mostró un valor de 4,33 cm, el espesor del fruto (C18) fue de 0,11 cm, el ángulo apical del fruto (C19) registró un valor de 95,94°, el ángulo basal del fruto (C20) fue de 93,52°, la longitud del pedicelo del fruto (C21) mostró un valor de 0,30 cm y el peso del fruto fue de 1,60 g (Tabla 6.36).

- Grupo agronómico “San Salvador”

En cuanto a la única accesión (S50) perteneciente al grupo agronómico “San Salvador”, esta presentó los siguientes valores: la longitud del fruto (C13) fue de 1,58 cm, el ancho del fruto (C14) de 1,28 cm, la distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (C15) de 0,83 cm, el número de frutos por rama (C16) de 11,10, la distancia entre infrutescencias (C17) de 5,15 cm, el espesor del fruto (C18) de 0,12 cm, el ángulo apical del fruto (C19) con 101,53°, el ángulo basal del fruto (C20) de 100,93°, la longitud del pedicelo del fruto (C21) de 0,26 cm y el peso del fruto de 1,80 g (Tabla 6.36).

#### 6.1.4 Caracteres Correspondientes a la Semilla

En cuanto a los caracteres de la semilla se estudiaron cuatro variables, las cuales fueron: longitud de la semilla (C23), ancho de la semilla (C24), distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (C25), y peso de la semilla (C26).

- Grupo agronómico “caturra rojo”

Para el grupo agronómico “caturra rojo” se estudiaron un total de 25 accesiones. Las mediciones realizadas con respecto a la longitud de la semilla (C23) mostraron que la accesión CR16 fue la que presentó el mayor valor (1,35 cm), seguida por las accesiones CR2 (1,34 cm) y CR9 (1,30 cm); mientras que la accesión A1 resultó con el menor valor (0,92 cm), seguida por la accesión CR49 (0,95 cm) (Tabla 6.37).

Para el ancho de la semilla (C24) tres accesiones (CR2, CR9 y CR16) expresaron valores superiores a 0,90 cm; mientras que seis accesiones (A1, CR8, CR24, CR28, CR30 y CR49) presentaron valores inferiores a 0,80 cm. Este carácter resultó con una media general de 0,83 cm.

Al medir la distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (C25), los valores fluctuaron entre 0,45 cm para la accesión CR1 y 0,66 cm para CR9 y CR16, respectivamente; con una media general de 0,56 cm (Tabla 6.37).

Las diferencias encontradas en el peso de la semilla (C26) se deben a la presencia de la accesión CR39, la cual presentó el valor más alto de todo el material vegetal (0,72 g); siendo más de tres veces superior al material con menor valor en peso (CR11: 0,21 g).

Tabla 6.37. Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra rojo (CR).

Accesión	Longitud de la semilla (cm) C23	Ancho de la semilla (cm) C24	Distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (cm) C25	Peso de la semilla (g) C26
CR1	0,92	0,76	0,45	0,67
CR2	1,34	0,97	0,64	0,28
CR8	1,00	0,75	0,50	0,44
CR9	1,30	0,91	0,66	0,25
CR11	1,16	0,84	0,57	0,21
CR13	1,15	0,87	0,60	0,24
CR16	1,35	0,99	0,66	0,57
CR20	1,19	0,85	0,57	0,60
CR24	1,16	0,79	0,58	0,57
CR28	1,07	0,74	0,53	0,42
CR30	1,15	0,78	0,57	0,53
CR31	1,10	0,80	0,57	0,49
CR33	1,18	0,80	0,53	0,55
CR35	1,14	0,85	0,55	0,53
CR39	1,17	0,89	0,63	0,72
CR40	1,25	0,87	0,59	0,58
CR41	1,17	0,83	0,58	0,40
CR42	1,04	0,81	0,52	0,40
CR43	1,21	0,86	0,59	0,44
CR44	1,08	0,80	0,52	0,38
CR49	0,95	0,69	0,53	0,48
CR54	1,19	0,87	0,59	0,52
CR58	1,06	0,81	0,53	0,46
CR61	1,09	0,82	0,55	0,48
CR66	1,06	0,80	0,52	0,37
<b>MEDIA</b>	1,14	0,83	0,56	0,46

- Grupo agronómico “caturra rojo pequeño”

Por lo que respecta a este grupo agronómico “caturra rojo pequeño” se estudió tan solo una accesión (CRp51), la cual mostró una longitud de la semilla (C23) de 1,18 cm, un ancho de la semilla (C24) de 0,85 cm; mientras que la distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla fue de 0,68 cm y el peso de la semilla (C26) presentó un valor de 0,51 g (Tabla 6.38).

**Tabla 6.38. Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra rojo pequeño (CRp).**

Accesión	Longitud de la semilla (cm) C23	Ancho de la semilla (cm) C24	Distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (cm) C25	Peso de la semilla (g) C26
CRp51	1,18	0,85	0,68	0,51

- Grupo agronómico “caturra amarillo”

Los resultados obtenidos en las tres accesiones (CA32, CA34 y CA36) pertenecientes al grupo agronómico “caturra amarillo” muestran que con respecto a la longitud de la semilla (C23) el valor máximo correspondió a la accesión CA36 (1,19 cm) y el valor mínimo a la accesión CA32 (1,13 cm) (Tabla 6.39).

El ancho de la semilla (C24) varió entre 0,80 cm (CA32) y 0,83 cm (CA34); presentando una media general de 0,81 cm.

Con respecto a la distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (C25), las accesiones mostraron un mínimo rango comprendido entre 0,55 y 0,57 cm; con una media general de 0,56 cm (Tabla 6.39).

**Tabla 6.39. Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico caturra amarillo (CA).**

Accesión	Longitud de la semilla (cm) C23	Ancho de la semilla (cm) C24	Distancia base a la parte más ancha de la semilla (cm) C25	Peso de la semilla (g) C26
CA32	1,13	0,80	0,57	0,48
CA34	1,17	0,83	0,57	0,56
CA36	1,19	0,81	0,55	0,51
<b>MEDIA</b>	1,16	0,81	0,56	0,52

En lo que concierne al peso de la semilla (C26), la accesión CA32 presentó el valor más bajo (0,48 g) y la accesión CA34 resultó con el valor más alto (0,56 g).

- Grupo agronómico “típica”

El grupo agronómico “típica” se encuentra representado por siete accesiones. Para la longitud de la semilla (C23) la accesión T6 (1,02 cm) resultó con el menor valor; mientras que el mayor valor se registró en T19 (1,29 cm). El valor medio para este carácter fue de 1,18 cm (Tabla 6.40).

Con referencia al ancho de la semilla (C24), las diferencias encontradas corresponden a la accesión T19 que mostró un ancho de 1,01 cm, el cual es superior al resto de accesiones; las mismas que se encuentran en un rango comprendido entre 0,79 cm y 1,01 cm; con un valor medio de 0,88 cm.

La distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (C25) mostró un rango comprendido entre 0,44 cm (T6) y 0,64 cm (T19). Tres accesiones (T10, T19 y T29) presentaron valores superiores a 0,60 cm (Tabla 6.40).

**Tabla 6.40. Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico típica (T).**

Accesión	Longitud de la semilla (cm) C23	Ancho de la semilla (cm) C24	Distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (cm) C25	Peso de la semilla (g) C26
T4	1,27	0,95	0,60	0,27
T6	1,02	0,84	0,44	0,11
T7	1,11	0,91	0,57	0,25
T10	1,20	0,88	0,63	0,21
T19	1,29	1,01	0,64	0,79
T27	1,20	0,80	0,53	0,49
T29	1,21	0,79	0,61	0,57
<b>MEDIA</b>	1,18	0,88	0,57	0,38

Las diferencias encontradas en el peso de la semilla (C26) se deben a la presencia de la accesión T19 con un valor de 0,79 g, el cual es muy superior al resto de accesiones; encontrándose diferencias de casi ocho veces superior a la accesión con semillas de menor peso (T6: 0,11 g).

- Grupo agronómico “criollo rojo”

El grupo agronómico “criollo rojo” se encuentra conformado por nueve accesiones. Uno de los caracteres evaluados fue longitud de la semilla (C23), este caracter resultó con una media general de 1,15 cm. Dos accesiones (CIR47 y CIR53) resultaron con una longitud similar de 1,24 cm; mientras que la accesión A64 presentó el valor más bajo de todo el material vegetal evaluado (1,04 cm) (Tabla 6.41).

**Tabla 6.41. Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico criollo rojo (CIR).**

Accesión	Longitud de la semilla (cm) C23	Ancho de la semilla (cm) C24	Distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (cm) C25	Peso de la semilla (g) C26
CIR47	1,24	0,85	0,62	0,65
CIR52	1,23	0,86	0,59	0,69
CIR53	1,24	0,87	0,61	0,56
CIR56	1,20	0,83	0,61	0,54
CIR60	1,07	0,85	0,54	0,45
CIR62	1,19	0,82	0,59	0,56
CIR63	1,12	0,81	0,55	0,56
CIR64	1,04	0,76	0,55	0,41
CIR65	1,07	0,78	0,56	0,51
<b>MEDIA</b>	1,15	0,83	0,58	0,55

En lo que concierne al ancho de la semilla (C24), el valor más alto se registró en la accesión CIR53 (0,87 cm), seguida por las accesiones CIR52 (0,86 cm), CIR47 y CIR60 (0,85 cm, respectivamente); mientras que el valor más bajo se registró en la accesión CIR64 (0,76 cm).

El valor medio para la distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (C25), fue de 0,58 cm. Este caracter resultó con un rango comprendido entre 0,54 a 0,62 cm (Tabla 6.41).

En cuanto al peso de la semilla (C26) sus valores fluctuaron entre 0,41 g para la accesión CIR64 y 0,69 g que corresponde a la accesión CIR52. Este caracter expresó un valor medio de 0,55 g.

- Grupo agronómico “bourbón rojo”

El grupo agronómico conocido como “bourbón rojo” está conformado en este estudio, por un total de cinco accesiones. Respecto a los caracteres aquí evaluados En la longitud de la semilla (C23) muestra que la accesión BR21 presentó el valor más alto (1,25 cm); mientras que la accesión BR14 expresó el valor más bajo (1,15 cm). Este caracter mostró una media de 1,21 cm (Tabla 6.42).

Al medir el ancho de la semilla (C24), el valor mínimo corresponde a la accesión BR12 (0,83 cm) y el valor máximo a las accesiones BR21 y BR38 (0,90 cm, respectivamente).

Las mediciones realizadas para la distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (C25), muestran que la accesión BR12 resultó con el valor más bajo de todo el material evaluado (0,58 cm); mientras que las demás accesiones se encuentran en un rango comprendido entre 0,61 a 0,63 cm (Tabla 6.42).

**Tabla 6.42. Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico bourbón rojo (BR).**

Accesión	Longitud de la semilla (cm) C23	Ancho de la semilla (cm) C24	Distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (cm) C25	Peso de la semilla (g) C26
BR12	1,18	0,83	0,58	0,20
BR14	1,15	0,87	0,63	0,16
BR21	1,25	0,90	0,62	0,72
BR37	1,24	0,86	0,62	0,70
BR38	1,24	0,90	0,61	0,79
<b>MEDIA</b>	1,21	0,87	0,61	0,51

Los valores encontrados para el peso de la semilla (C26), variaron ampliamente entre 0,16 g (BR14) y 0,79 g (BR38), presentando un valor medio de 0,51 g.

- Grupo agronómico “bourbón amarillo”

En este estudio el grupo agronómico “bourbón amarillo” se encuentra conformado de cuatro accesiones. Con respecto a la longitud de la semilla (C23), la accesión BA18 mostró una longitud de 1,28 cm, la cual es superior al resto de accesiones; las mismas

que se encuentran en un rango comprendido entre 1,08 cm y 1,17 cm; con un valor medio de 1,16 cm (Tabla 6.43).

**Tabla 6.43. Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico bourbón amarillo (BA).**

Accesión	Longitud de la semilla (cm) C23	Ancho de la semilla (cm) C24	Distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (cm) C25	Peso de la semilla (g) C26
<b>BA5</b>	1,08	0,89	0,47	0,15
<b>BA18</b>	1,28	0,96	0,62	0,73
<b>BA25</b>	1,10	0,78	0,48	0,42
<b>BA48</b>	1,17	0,81	0,68	0,58
<b>MEDIA</b>	1,16	0,86	0,56	0,47

En cuanto al ancho de la semilla (C24), este caracter resultó con un valor medio de 0,86 cm. La accesión BA18 expresó el valor más alto (0,96 cm) de todo el material vegetal; mientras que las demás accesiones restantes presentaron valores inferiores a 0,90 cm.

Otro de los caracteres de la semilla fue la distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (C25); en cuanto a este caracter la accesión BA5 resultó con la menor distancia (0,47 cm), seguida por la accesión BA25 (0,48 cm). Por otra parte, la accesión BA48 fue la que presentó la mayor distancia (0,68 cm) (Tabla 6.43).

Las diferencias encontradas con respecto al peso de la semilla (C26) se deben nuevamente a la accesión BA18, la cual presentó el valor más alto (0,73 g) de todo el material vegetal evaluado; mientras que la accesión BA5 resultó con el valor más bajo (0,15 g).

- Grupo agronómico “catimor”

El grupo agronómico “catimor” se encuentra conformado por una sola accesión (CV3), la cual mostró una longitud de la semilla (C23) de 1,19 cm, un ancho de la semilla (C24) de 0,94 cm; mientras que la distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (C25) fue de 0,57 cm y el peso de la semilla presentó un valor de 0,24 g (Tabla 6.44).

**Tabla 6.44. Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimor (CT).**

Accesión	Longitud de la semilla (cm) C23	Ancho de la semilla (cm) C24	Distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (cm) C25	Peso de la semilla (g) C26
CT3	1,19	0,94	0,57	0,24

- Grupo agronómico “catimoro rojo”

La Tabla 6.45 muestra los valores de dos accesiones (CTR17 y CTR22) perteneciente al grupo agronómico “catimoro rojo”. Una de las mediciones realizadas fue la longitud de la semilla (C23) resultando con un valor mínimo de 1,37 cm (CTR22) y un valor máximo de 1,40 cm (CTR17).

**Tabla 6.45. Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimoro rojo (CTR).**

Accesión	Longitud de la semilla (cm) C23	Ancho de la semilla (cm) C24	Distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (cm) C25	Peso de la semilla (g) C26
CTR17	1,40	1,00	0,70	0,62
CTR22	1,37	1,01	0,68	0,60
<b>MEDIA</b>	1,38	1,01	0,69	0,61

De acuerdo con las mediciones realizadas para el ancho de la semilla (C24), no existió un amplio rango entre accesiones, las mismas que expresan valores muy parecidos de 1,00 y 1,01 cm.

Con respecto a la distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (C25), éste caracter varió entre 0,68 cm (CTR22) y 0,70 cm (CTR17), con un valor medio de 0,69 cm (Tabla 6.45).

Para el peso de la semilla (C26), la accesión CTR22 expresó el valor más bajo (0,60 g) y la accesión CTR17 resultó con el valor más alto (0,62 g).

- Subgrupo agronómico “catimoro rojo: cogollo morado”

Catimoro rojo: cogollo morado es un subgrupo agronómico que en este estudio se encuentra conformado por tan solo una accesión (CTR59). Al analizar los caracteres de la semilla, CTR59 resultó con una longitud de la semilla (C23) de 1,19 cm, el ancho de la semilla (C24) presentó un valor de 0,86 cm; mientras que la distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (C25) expresó un valor de 0,59 cm y el peso de la semilla (C26) fue de 0,53 g (Tabla 6.46).

**Tabla 6.46. Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del subgrupo agronómico catimoro rojo: cogollo morado (CTR).**

Accesión	Longitud de la semilla (cm) C23	Ancho de la semilla (cm) C24	Distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (cm) C25	Peso de la semilla (g) C26
CTR59	1,19	0,86	0,59	0,53

- Grupo agronómico “catimoro amarillo”

Las mediciones realizadas para la longitud de la semilla (C23), de las dos accesiones (CTA55 y CTA57) que conforman este grupo agronómico expresaron valores comprendidos entre 1,06 cm (CTA57) y 1,23 cm (CTA55), con un valor medio de 1,15 cm (Tabla 6.47).

La media general del ancho de la semilla fue de 0,84 cm. El mayor ancho fue de 0,88 cm (CTA55) y el menor ancho de 0,81 cm (CTA57).

Para la distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (C25), el valor mínimo fue de 0,53 cm (CTA57) y el valor máximo fue de 0,58 cm (CTA55), lo que evidencia que no existió un amplio rango entre las dos accesiones estudiadas (Tabla 6.47).

Tabla 6.47. Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones del grupo agronómico catimoro amarillo (CTA).

Accesión	Longitud de la semilla (cm) C23	Ancho de la semilla (cm) C24	Distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (cm) C25	Peso de la semilla (g) C26
CTA55	1,23	0,88	0,58	0,53
CTA57	1,06	0,81	0,53	0,40
MEDIA	1,15	0,84	0,56	0,46

Con referencia al peso de la semilla (C26), la accesión CTA57 presentó el valor más bajo (0,40 g) y la accesión CTA55 resultó con el valor más alto (0,53 g).

- Grupo agronómico “catuai amarillo”

La Tabla 6.48 reúne los valores asumidos de cada uno de los caracteres de la semilla, correspondientes a diversos grupos agronómicos conformados por una accesión; los cuales a continuación se describen.

En el grupo agronómico “catuai amarillo” se estudió una sola accesión (KA45), la cual expresó una longitud de la semilla (C23) de 1,16 cm y un ancho de la semilla (C24) de 0,90 cm, mientras que la distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (C25) resultó con un valor de 0,58 cm y el peso de la semilla (C26) con un valor de 0,59 g.

Tabla 6.48. Valores medios para los caracteres de la semilla, correspondientes a las accesiones de los grupos agronómicos catuai amarillo (KA), catuai rojo (KR), cavimor (CV), cavimoro (CB), pacas (P) y San Salvador (S).

Accesión	Grupo agronómico	Longitud de la semilla (cm) C23	Ancho de la semilla (cm) C24	Distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (cm) C25	Peso de la semilla (g) C26
KA45	Catuai amarillo	1,16	0,90	0,58	0,59
KR46	Catuai rojo	1,09	0,83	0,55	0,55
CV15	Cavimor	1,37	1,02	0,68	0,62
CB23	Cavimoro	1,44	1,00	0,72	0,64
P26	Pacas	1,06	0,79	0,46	0,48
S50	San Salvador	1,08	0,82	0,63	0,53

- Grupo agronómico “catuai rojo”

La accesión KR46 “catuai rojo”, mostró una longitud de la semilla (C23) de 1,09 cm, un ancho de la semilla (C24) de 0,83 cm, una distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (C25) de 0,55 cm y un peso de la semilla (C26) de 0,55 g (Tabla 6.48).

- Grupo agronómico “cavimor”

Este grupo agronómico representado por CV15 presentó una longitud de la semilla (C23) de 1,37 cm, un ancho de la semilla (C24) de 1,02, la distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (C25) de 0,68 cm; y un peso de la semilla (C26) de 0,62 g (Tabla 6.48).

- Grupo agronómico “cavimoro”

La Tabla 6.48 muestra además los valores de la accesión CB23 perteneciente al grupo agronómico “cavimoro”. La longitud de la semilla (C23) expresó un valor de 1,44 cm y el ancho de la semilla (C24) resultó con un valor de 1,00 cm; mientras que la distancia entre la base y a parte más ancha de la semilla (C25) registró un valor de 0,72 cm y el peso de la semilla (C26) presentó un valor de 0,64 g.

- Grupo agronómico “pacas”

La accesión P26 (grupo agronómico “pacas”) presentó los siguientes valores: longitud de la semilla (C23) de 1,06 cm, ancho de la semilla (C24) de 0,79 cm, distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (C25) de 0,46 cm y peso de la semilla (C26) de 0,48 g (Tabla 6.48).

- Grupo agronómico “San Salvador”

Los valores obtenidos para los caracteres de la semilla correspondiente al grupo agronómico “San Salvador” (S50) mostraron una longitud de la semilla de 1,08 cm, un ancho de la semilla de 0,82 cm, una distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla de 0,63 cm y un peso de la semilla de 0,53 g (Tabla 6.48).

## 6.2. ANÁLISIS MULTIVARIADO CON REFERENCIA A 26 CARACTERES MORFOAGRONÓMICOS EVALUADOS EN 66 ACCESIONES DE CAFÉ

### 6.2.1. Análisis de Componentes Principales (ACP) (26 caracteres)

El estudio de la diversidad del café a través del análisis de componentes principales permite identificar los caracteres que han expresado un mayor grado de variabilidad y su relación con las accesiones de café, así como la relación entre dichos materiales.

Respecto a la proporción de la varianza explicada, las tres primeras componentes acumularon una varianza total de 56,24 %, lo cual es aceptable para el presente estudio de diversidad. En este sentido, la primera componente acumuló el 30,74 % de la varianza, la segunda componente expresó el 15,31 %; mientras que la tercera componente explicó un 10,20 %. Estos valores se muestran en la Tabla 6.49.

**Tabla 6.49. Valores propios (auto-valores) superiores a 1 y proporción de la varianza total explicada, correspondiente a cada una de las componentes principales con referencia a 26 caracteres morfológicos de las 66 accesiones de café.**

Componentes principales (CP)	Auto-valores ( $\lambda_p$ )	Proporción de la varianza total explicada	
		Individual (%)	Acumulada (%)
CP1	7,99	30,74	30,74
CP2	3,98	15,31	46,04
CP3	2,65	10,20	56,24

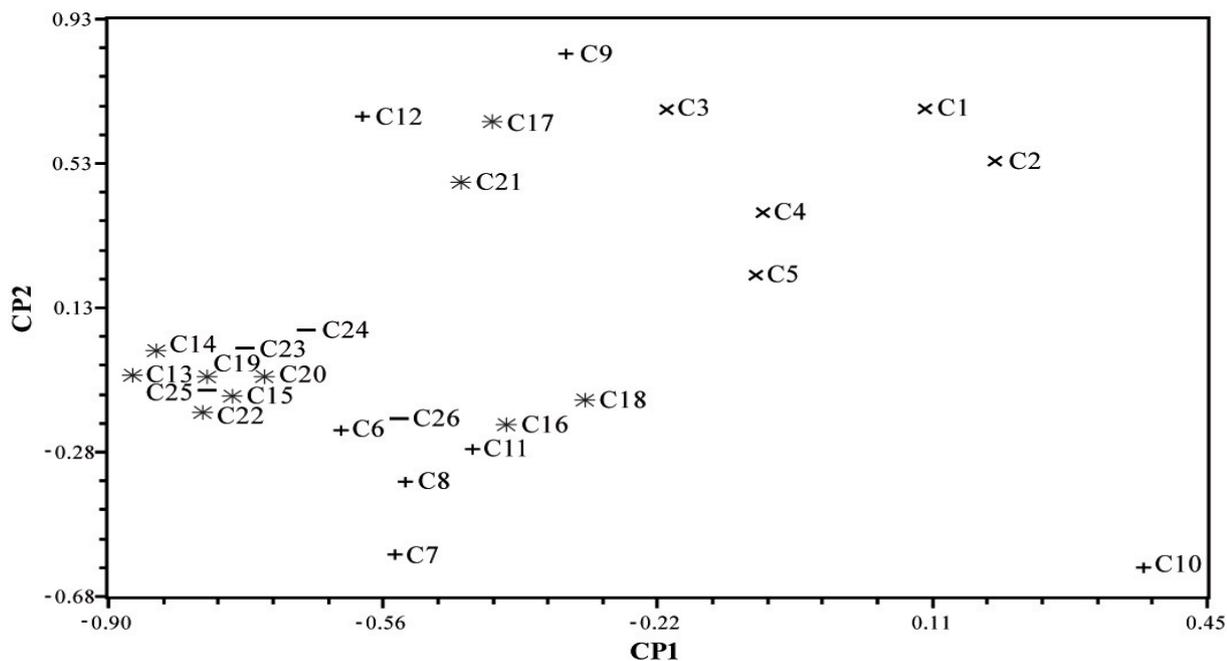
Por lo que respecta a la contribución de los caracteres morfoagronómicos a las tres primeras componentes principales (eigen-vectores), la Tabla 6.50 muestra dichos valores para cada uno de los caracteres; los cuales han sido significativos ( $\geq 0,70$ ) en un bajo número para las dos primeras componentes; en tanto que para la tercera componente no han existido contribuciones significativas de los caracteres. Por lo comentado el presente análisis se enfocará únicamente a las dos primeras componentes principales.

**Tabla 6.50. Contribución de los 26 caracteres morfológicos a las tres primeras componentes principales (auto-vectores).**

Caracteres	Vectores propios o auto-valores*		
	Primera componente	Segunda componente	Tercera componente
<b>Arquitectura de la planta</b>			
C1 Altura de la planta (m)	0,16	0,60	0,40
C2 Diámetro del tallo (cm)	0,26	0,45	0,15
C3 Radio de la planta (cm)	-0,11	0,68	-0,28
C4 Ángulo de inserción de ramas (grados)	-0,07	0,39	0,59
C5 Longitud de la arista de la estípula (mm)	-0,10	0,18	-0,34
<b>Hoja</b>			
C6 Longitud de la hoja (cm)	-0,64	-0,14	0,37
C7 Ancho de la hoja (cm)	-0,60	-0,51	0,09
C8 Distancia base a la parte más ancha de la hoja (cm)	-0,59	-0,28	0,43
C9 Distancia entre nudos de la hoja (cm)	-0,25	<b>0,85</b>	0,12
C10 Ángulo del ápice (grados)	0,31	-0,66	-0,23
C11 Longitud del pecíolo foliar (cm)	-0,47	-0,24	-0,27
C12 Longitud de la rama (cm)	0,30	0,51	-0,29
<b>Infrutescencia y fruto</b>			
C13 Longitud de fruto (cm)	<b>-0,86</b>	0,03	-0,26
C14 Ancho del fruto (cm)	<b>-0,83</b>	0,07	-0,06
C15 Distancia base y la parte más ensanchada del fruto (cm)	<b>-0,76</b>	-0,02	-0,29
C16 Frutos por rama (número)	-0,42	-0,17	-0,42
C17 Distancia entre infrutescencias (cm)	-0,36	0,69	0,04
C18 Espesor del fruto (mm)	-0,34	-0,13	0,63
C19 Ángulo apical del fruto (grados)	<b>-0,79</b>	0,02	0,05
C20 Ángulo basal del fruto (grados)	<b>-0,71</b>	0,03	-0,01
C21 Longitud del pedicelo del fruto (cm)	-0,40	0,56	-0,05
C22 Peso del fruto (g)	<b>-0,80</b>	-0,12	0,26
<b>Semilla</b>			
C23 Longitud de la semilla (cm)	<b>-0,74</b>	0,14	-0,25
C24 Ancho de la semilla (cm)	-0,64	0,21	-0,36
C25 Distancia base a la parte más ancha de la semilla (cm)	<b>-0,79</b>	0,01	-0,22
C26 Peso de la semilla (g)	-0,58	-0,15	0,58

\* Se resaltan en negrita los valores de mayor contribución ( $\geq 0,70 \lambda_p$ ), independiente del signo.

### 6.2.1.1. Análisis bidimensional de las componentes principales uno y dos



**Figura 6.1.** Ordenación de 26 caracteres morfológicos con referencia a 66 accesiones de café según CP1 y CP2, establecidas en cuatro grupos de caracteres: X arquitectura de la planta, + hoja y ramas, \* infrutescencia y fruto, y - semilla.

La Figura 6.1 expone la distribución de los 26 caracteres morfológicos de la planta de café con relación a las dos primeras componentes principales; dicha Figura ha sido generada por la contribución de los 26 caracteres a las primeras componentes, por lo que la ubicación espacial de cada caracter corresponde a los valores mostrados en la Tabla 6.50, Esta Figura revela que los caracteres se han distribuido a lo largo de la primera y segunda componente, asumiendo desde valores altos y negativos hasta valores medios con signo positivo para el caso de la primera componente; mientras que para la segunda componente los caracteres han asumido desde valores medios con signo negativo hasta valores altos y positivos.

En general, los caracteres tiende agruparse según la parte u órgano de la planta a la que corresponde es así que los caracteres de la arquitectura de la planta (C1, C2, C3, C4 y C5) se agrupan en la parte superior de cierta forma en la parte superior derecha de la Figura 6.1; lo cual también sucede con la mayor parte de los caracteres tanto de la infrutescencia y fruto (principalmente C13, C14, C15, C19 y C20) como de la semilla (principalmente C23, C24, C25), los cuales se han agrupado estrechamente en el margen izquierdo intermedio de la Figura 6.1.

Según la Tabla 6.50 y Figura 6.1 los caracteres con mayor contribución sobre la componente principal uno ( $\geq 0,70$ ) y por ende con mayor aporte en la diferenciación de materiales de café, han sido principalmente ocho (C13: longitud del fruto, C14: ancho del fruto, C22: peso del fruto, C19: ángulo apical del fruto, C25: distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla, C15: distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto, C23: longitud de la semilla y C20: ángulo basal del fruto), los cuales están relacionados especialmente con el tamaño y peso del fruto, así como con el tamaño de la semilla. Por lo que respecta a la segunda componente, tan solo un carácter (C9: distancia entre nudos de la hoja) ha contribuido significativamente sobre dicha componente.

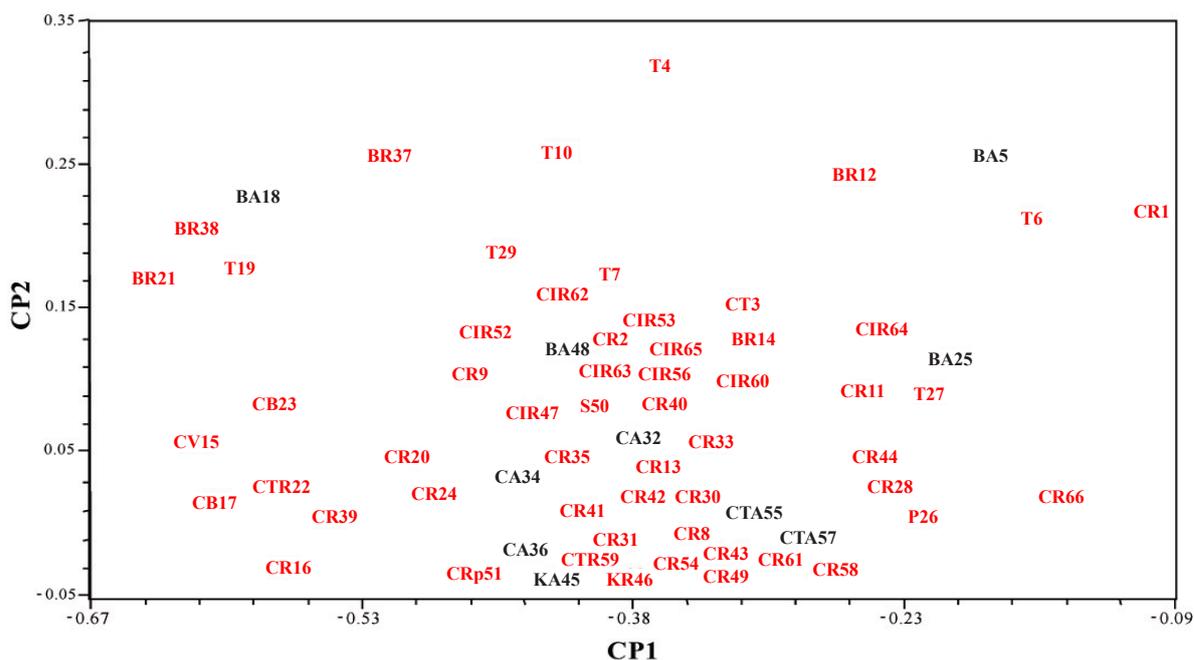


Figura 6.2. Ordenación de 66 accesiones de café con referencia a 26 caracteres morfológicos, según CP1 y CP2. Códigos de color rojo se refieren a accesiones que producen frutos de color rojo; códigos de color negro obedecen a materiales con frutos de color amarillo.

En lo que concierne a las accesiones y su ordenación según el análisis de las dos primeras componentes principales, la Figura 6.2 muestra que no existe una clara diferenciación morfológica entre las 66 accesiones estudiadas, no encontrándose a ninguno de los 16 grupos agronómicos considerados en este estudio; de hecho las 66 accesiones se han distribuido a largo de las dos primeras componentes. Por lo que respecta a la primera componente se observa cierta tendencia de separación de las accesiones caracterizadas por producir frutos y semillas con menores valores en lo que respecta a tamaño y peso (CR1, CR66, T6, BA5, BA25, BR12), ubicándose estas accesiones en el margen derecho de la Figura 6.2. Por lo contrario, otro grupo de accesiones (BR21, CV15, BR38, CTR17, T19, BA18, CB23, CTR22, CR16, CR39,

BR37) se ha ubicada al margen izquierdo de la Figura 6.2 las cuales se caracterizan por presentar frutos y semillas con los mayores valores en tamaño y peso, respecto a la primera componente. Con referencia a la segunda componente como se ha mencionado anteriormente, tampoco se observa una clara diferenciación entre las accesiones. La inexistencia de una clara diferenciación entre grupos agronómicos o grupos a fines de accesiones respecto a la morfología, han sido también encontradas al analizar el ordenamiento de los materiales con respecto al lugar donde se han colectado lo cual obedece a condiciones ambientales muy diferenciadas (bosque muy húmedo sub-tropical bmh-ST, bosque húmedo pre-montano tropical bh-PT, bosque seco tropical bs-T, bosque seco bs, bosque seco pre-montano bs-PM).

### 6.2.1.2. Análisis bidimensional de las componentes principales uno y tres

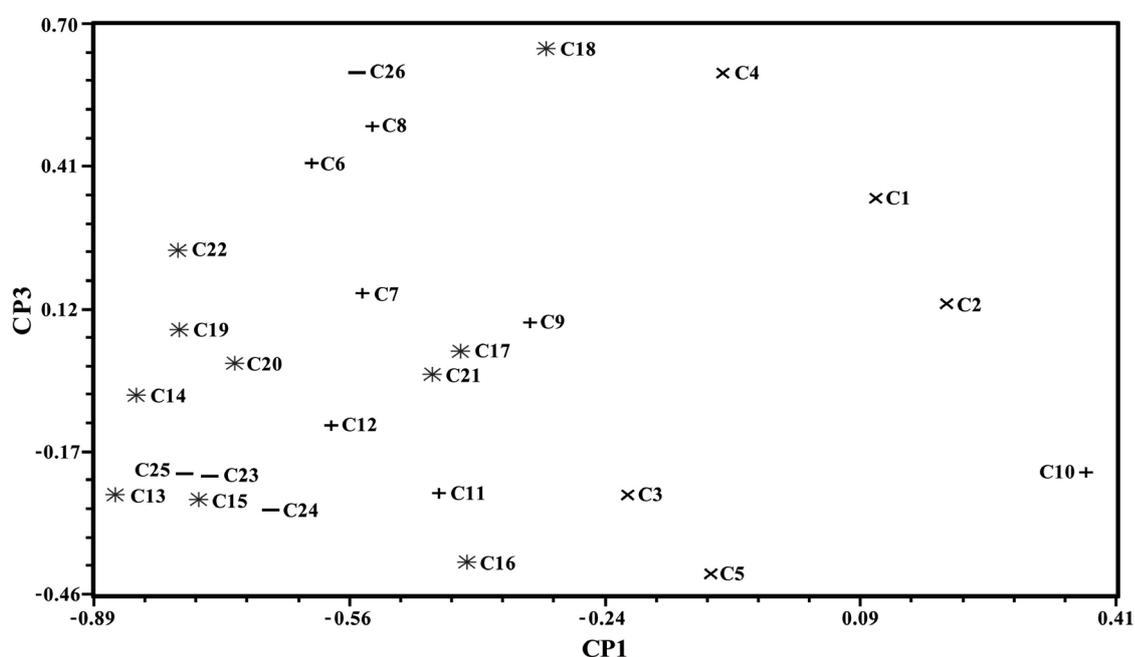


Figura 6.3. Ordenación de 26 caracteres morfológicos con referencia a 66 accesiones de café según CP1 y CP3, establecidas en cuatro grupos de caracteres: X arquitectura de la planta, + hoja y ramas, \* infrutescencia y fruto, y - semilla.

Con referencia a la tercera componente principal, según un análisis realizado entre la componente principal uno y tres (Figuras 6.3 y 6.4); ésta componente no ha tenido un aporte significativo tanto en la ordenación de los caracteres como en la forma de distribución o agrupamiento entre las accesiones de café. Esto era de esperar considerando que la contribución de los caracteres (eigen-vectores) para la tercera componente ha sido baja; de hecho, según la Tabla 6.50 no se ha registrado ningún carácter con una contribución superior 0,70,

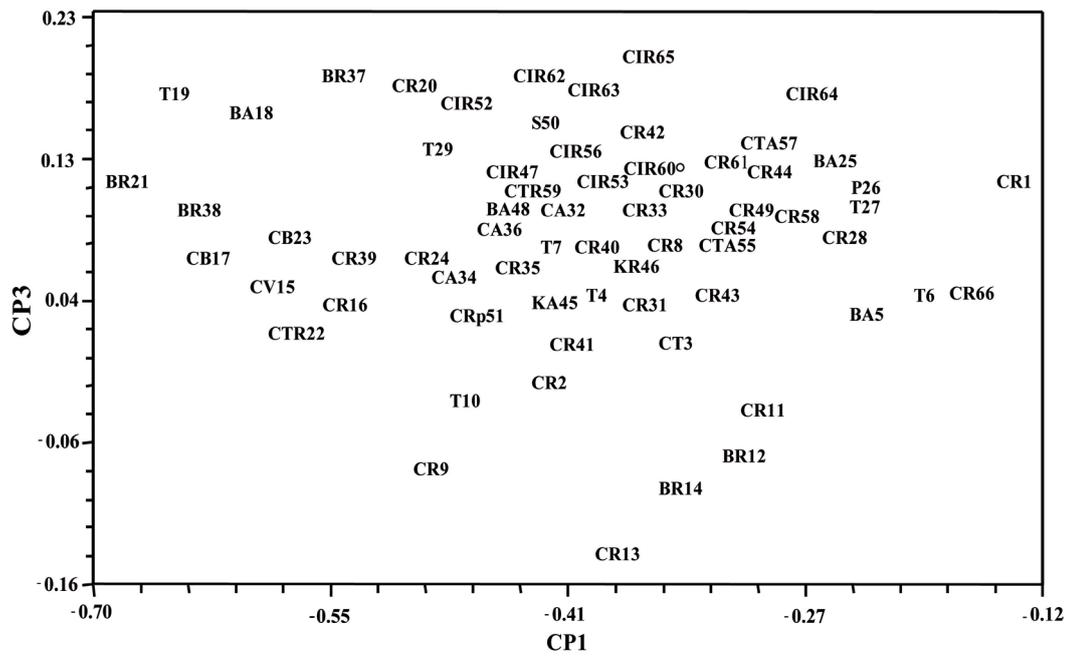


Figura 6.4. Ordenación de 66 accesiones de café con referencia a 26 caracteres morfológicos, según CP1 y CP3.

## 6.2.2. Análisis Multivariado de Agrupamientos con Referencia a 26 Caracteres Morfoagronómicos Evaluados en 66 Accesiones de Café

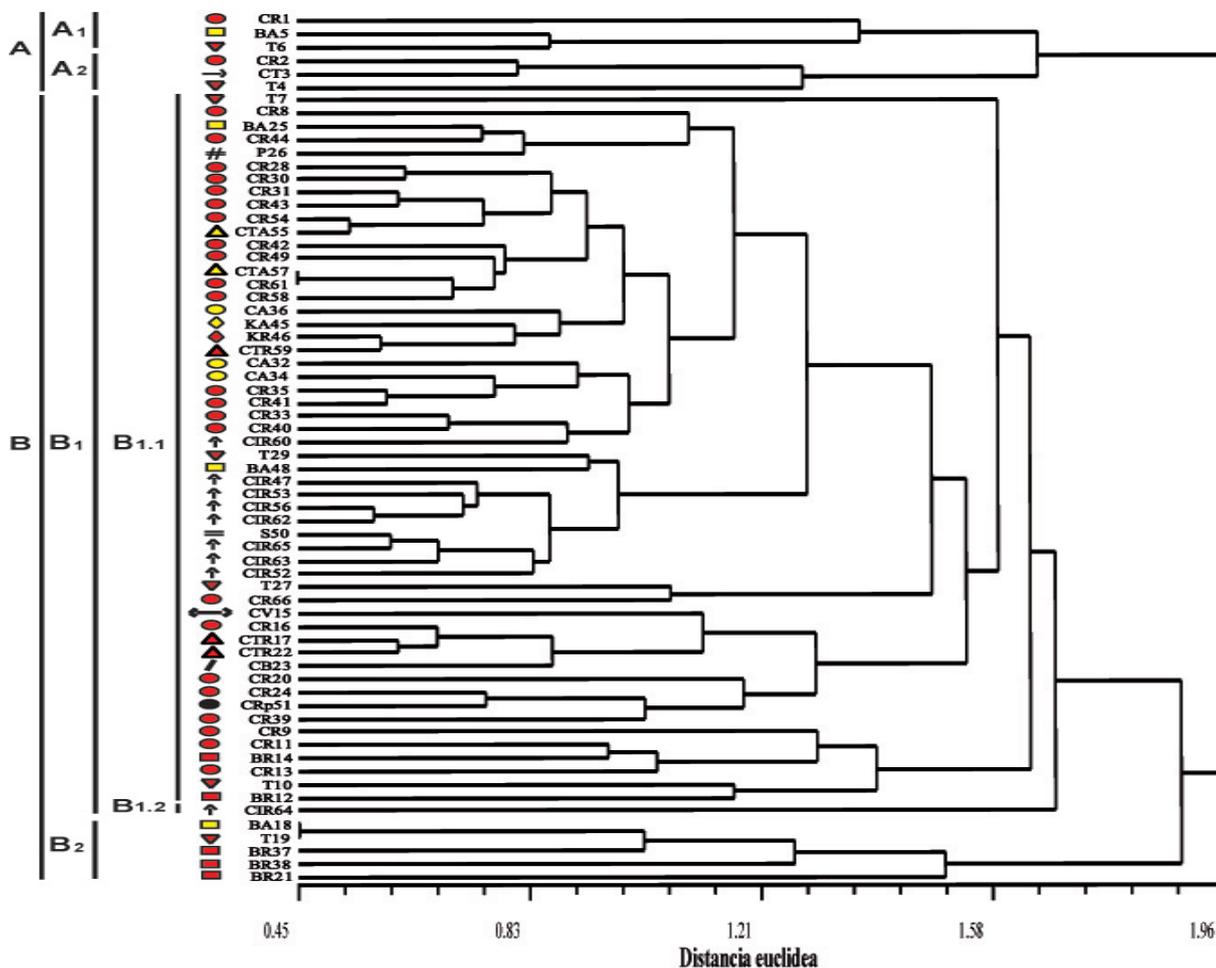


Figura 6.5. Dendrograma UPGMA que relaciona la morfología de 66 accesiones de café con referencia a 26 caracteres morfoagronómicos, establecidas en cuatro grupos agronómicos y con referencia a 16 grupos agronómicos: ● caturra rojo, ● caturra amarillo, ● caturra rojo pequeño, ■ bourbón rojo, ■ bourbón amarillo, ▲ típica, ↑ criollo rojo, ⇨ catimor, ▲ catimoro rojo, ▲ catimoro amarillo, ◆ catuai rojo, ◆ catuai amarillo, ⇨ cavimor, / cavimoro, # pacas y = San Salvador

- Agrupamiento para las accesiones

Otra alternativa estadística para el análisis multivariado de la relación entre el germoplasma de una especie, es el análisis de agrupamientos, el cual permite conocer de forma objetiva la forma en que se relacionan y agrupan las accesiones evaluadas, en este caso de café. A este respecto, en este estudio, a más del análisis de componentes principales se ha realizado un análisis de agrupamientos con el fin de corroborar los resultados obtenidos; considerando que ambos modelos estadísticos son complementarios y útiles en la caracterización de recursos fitogenéticos.

El fonograma UPGMA (algoritmo de media aritmética no ponderada) obtenido a partir de las distancias morfológicas consideradas entre 66 accesiones de café y determinadas mediante 26 caracteres, ha resultado con un coeficiente cofenético de 0,77 lo que ha resultado con una baja distorsión.

Según la Figura 6.5, el fonograma obtenido diferencia claramente a dos grupos principales de accesiones, aquí llamados A y B; aproximadamente a 1,96 unidades euclidianas. La primera agrupación principal (A) ha sido delimitada a una distancia de 1,87 unidades euclidianas, conformadas por tan solo seis de las 66 accesiones estudiadas; estas seis accesiones (CR1, BA5, T6, CR2, CT3 y T4) se han diferenciado del resto del germoplasma de café por presentar, de forma general, los valores más bajos para los caracteres relacionados con el peso del fruto y de la semilla; mientras que han presentado los valores más altos para los caracteres evaluados en la arquitectura de la planta, exceptuando la longitud de la arista de la estípula.

Por lo contrario, el grupo B ha reunido a los materiales con mayores valores para los caracteres de fruto y semilla, y con los menores valores en lo que respecta a la arquitectura de la planta. Es importante mencionar que, considerando que el grupo B contiene casi todas las accesiones evaluadas en este estudio (60 de 66 accesiones totales), dicho conjunto presenta una forma de agrupación muy escalonada que dificulta una clara delimitación de grupos de accesiones dentro de este; esto es el reflejo de una alta variabilidad de materiales vegetales con respecto a los diferentes caracteres estudiados.

El conjunto A, que como se ha manifestado, acoge a seis accesiones, se divide en dos subconjuntos (A1 y A2), cada uno conformado por tres accesiones. De estos subconjuntos, A2 acoge a las accesiones caracterizadas por producir frutos y semillas con mayor tamaño y peso de todo el conjunto A, y por ende con referencia al conjunto B.

Por otra parte, el conjunto B (según la Figura 6.5) se ha subdividido a su vez en dos subgrupos, el B1 conformado por la mayoría de las accesiones de B (55), y el B2 conformado por tan solo cinco accesiones; estas últimas caracterizadas por producir frutos y semillas de mayor tamaño y peso con respecto a los materiales encontrados en B1, mostrando además valores altos para la mayor parte de caracteres de arquitectura de la planta y de la hoja y ramas.

Por lo que respecta a los grupos agronómicos, el fonograma mostrado en la Figura 6.5 indica que la forma en que se han agrupado las accesiones no obedece a un

patrón relacionado con dichos grupos agronómicos; de hecho en cada conjunto y sus respectivos subconjuntos se reúnen materiales pertenecientes a más de un grupo agronómico. La falta de una agrupación clara entre accesiones, como lo mencionado para los grupos agronómicos, obedece también al lugar geográfico en que se han muestreado dichos materiales; encontrándose así mismo que en cada conjunto las accesiones corresponden a más de un lugar de producción.

### **6.3. ANÁLISIS MULTIVARIADO CON REFERENCIA A 12 CARACTERES MORFOAGRONÓMICOS EVALUADOS EN 66 ACCESIONES DE CAFÉ**

El presente estudio de caracterización morfológica de café, considera un alto número de descriptores (26) útiles para la diferenciación de materiales, los cuales corresponden principalmente a los publicados por Bioversity International (anteriormente conocido como Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos – IPGR <http://www.bioversityinternational.org/publication>); sin embargo, muchos de estos caracteres suelen ser susceptibles a las condiciones ambientales considerando además que los materiales muestreados y evaluados corresponden a cultivos preestablecidos, con diferentes edades de plantación y diversas condiciones de manejo con referencia a la fitotecnia. Dicha diversidad de condiciones ecológicas y de manejo del cultivo podrían haber influenciado en la falta de una diferenciación clara entre las accesiones de café, lo cuales a su vez podría relacionarse con muchos de los 26 caracteres estudiados, principalmente los relacionados con la arquitectura de la planta y, hoja y ramas. Por tal razones, se ha realizado un nuevo análisis multivariado, considerando esta vez a caracteres que podrían ser, por una parte menos susceptibles a las condiciones ambientales (principalmente los de la semilla), y por otra parte los relacionados con el órgano por el cual se a domesticado la especie y por el que se comercializa la especie (los frutos, también conocidos como cerezas); entonces éste nuevo análisis asume únicamente 12 caracteres relacionados con el fruto y la semilla.

#### **6.3.1 Análisis de Componentes Principales (ACP) (12 caracteres)**

La Tabla 6.51 muestra los valores propios (auto-valores) superiores a 1,0, así como las respectivas contribuciones individuales y acumuladas con relación a los 12 caracteres morfológicos. En este análisis, las tres primeras componentes acumularon un total de 78,11 % de la varianza total.

**Tabla 6.51. Valores propios (auto-valores) superiores a 1 y proporción de la varianza total explicada, correspondiente a cada una de las componentes principales con referencia a 12 caracteres morfológicos de las 66 accesiones de café.**

Componentes principales (CP)	Auto-valores ( $\lambda_p$ )	Proporción de la varianza total explicada	
		Individual (%)	Acumulada (%)
CP1	6,35	52,95	5,95
CP2	1,92	15,98	68,93
CP3	1,10	9,18	78,11

La Tabla 6.52 recoge los auto-vectores que representan las contribuciones de los 12 caracteres morfoagronómicos, en base a las tres primeras componentes principales. De los 12 caracteres aquí evaluados, ocho han contribuido en forma significativa con respecto a la primera componente; mientras que para las componentes dos y tres, tan solo un carácter (en cada caso), ha contribuido en forma significativa.

**Tabla 6.52. Contribución de los 12 caracteres morfológicos a las tres primeras componentes principales (auto- vectores).**

Caracteres	Vectores propios o auto-valores*		
	Primera componente	Segunda componente	Tercera componente
<b><i>Infrutescencia y fruto</i></b>			
C13 Longitud de fruto (cm)	<b>0,88</b>	0,22	0,17
C14 Ancho del fruto (cm)	<b>0,89</b>	0,58	-0,12
C15 Distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto (cm)	<b>0,77</b>	0,28	0,28
C18 Espesor del fruto	0,32	<b>-0,75</b>	0,04
C19 Ángulo apical del fruto (grados)	<b>0,86</b>	-0,23	-0,12
C20 Ángulo basal del fruto (grados)	<b>0,79</b>	-0,2	-0,13
C21 Longitud del pedicelo del fruto (cm)	0,43	-0,17	<b>-0,79</b>
C22 Peso del fruto (g)	<b>0,79</b>	-0,39	0,22
<b><i>Semilla</i></b>			
C23 Longitud de la semilla (cm)	<b>0,73</b>	0,49	0,02
C24 Ancho de la semilla (cm)	0,67	0,45	-0,38
C25 Distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla (cm)	<b>0,78</b>	0,44	0,24
C26 Peso de la semilla (g)	0,58	0,54	0,27

\* Se resaltan en negrita los valores de mayor contribución ( $\geq 0,70 \lambda_p$ ), independiente del signo.

### 6.3.1.1. Análisis bidimensional de las componentes principales uno y dos

En lo que concierne a la distribución de los 12 caracteres morfológicos con relación a las dos primeras componentes, se observa que para la primera componente un total

de ocho caracteres asumieron valores altos ( $\geq 0,70$ ) y todos positivos (Tabla 6.52 y Figura 6.6). En este sentido, los caracteres que presentaron mayores contribuciones fueron principalmente: seis caracteres relacionados con la infrutescencia y fruto (C14: ancho del fruto, C13: longitud del fruto, C19: ángulo apical del fruto, C20: ángulo basal del fruto, C22: peso del fruto y C15: distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto) y dos caracteres de la semilla (C25: distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla y C23: longitud de la semilla).

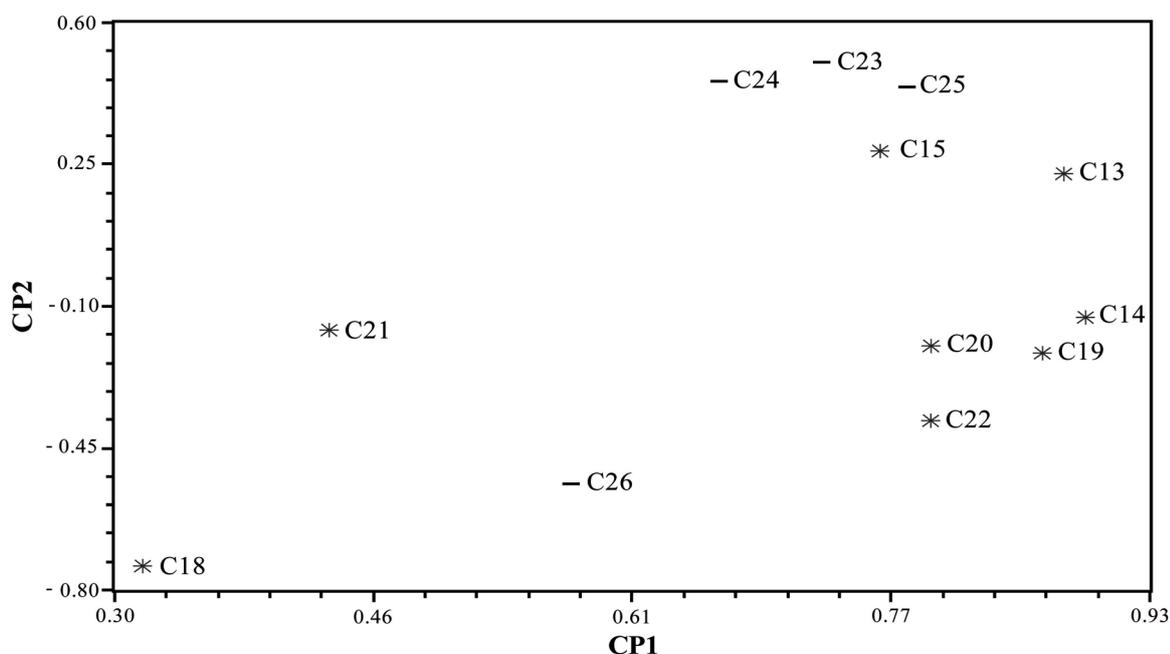


Figura 6.6. Ordenación de 12 caracteres morfológicos con referencia a 66 accesiones de café según CP1 y CP2, establecidas en dos grupos de caracteres: \* infrutescencia y fruto, y - semilla.

Con referencia a la segunda y tercera componente, las únicas contribuciones altas ( $\geq 0,70$ ) y en forma negativa se deben a los caracteres relacionados con la infrutescencia y fruto. Estos fueron C18 (espesor del fruto); con respecto a la segunda componente, y C21 (longitud del pedicelo del fruto) con relación a la tercera componente (Tabla 6.52).

Es importante indicar que al igual que el análisis anterior (Figura 6.1), los caracteres se distribuyeron de forma tal, que tienden a agruparse de acuerdo a una misma parte u órgano de la planta de la cual corresponden (Figura 6.6).



### 6.3.1.2. Análisis bidimensional de las componentes uno y tres

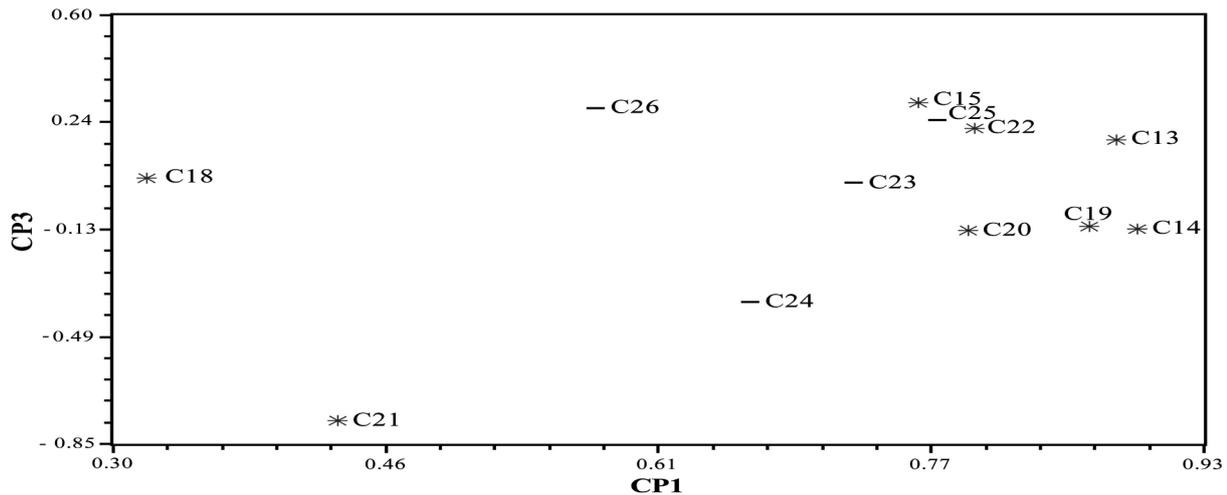


Figura 6.8. Ordenación de 12 caracteres morfológicos con referencia a 66 accesiones de café según CP1 y CP3, establecidas en dos grupos de caracteres: \* infrutescencia y fruto, y - semilla.

Al analizar la tercera componente en el presente análisis, según la componente uno y tres (Figura 6.8); tan solo un carácter relacionado con la infrutescencia y fruto (C21: longitud del pedicelo del fruto) contribuyó en forma negativa con un valor alto en la distribución de los caracteres y accesiones. En la Figura 6.8 se observó un considerable distanciamiento entre el carácter C21 y el resto de caracteres, los mismos que se ubicaron con valores más altos sobre la primera componente; exceptuando el carácter C18 (espesor del fruto) que asume un menor valor sobre esta misma componente. En lo que se refiere a la distribución de las accesiones de café, según la Figura 6.9, los materiales evaluados no mostraron una forma clara de agrupamiento; de igual forma que lo encontrado en el análisis de las dos primeras componentes (Figura 6.7).

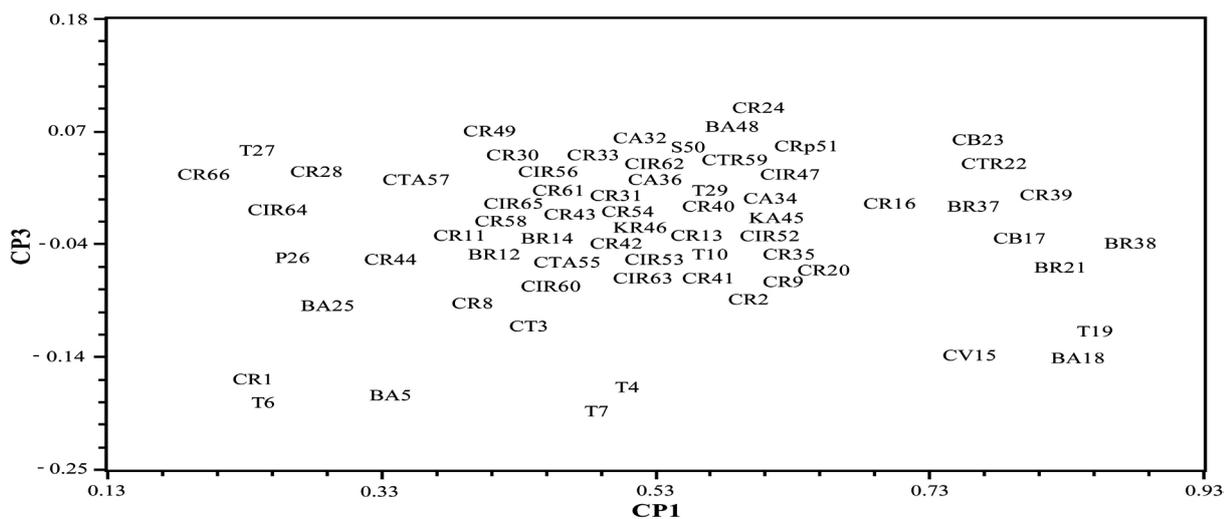
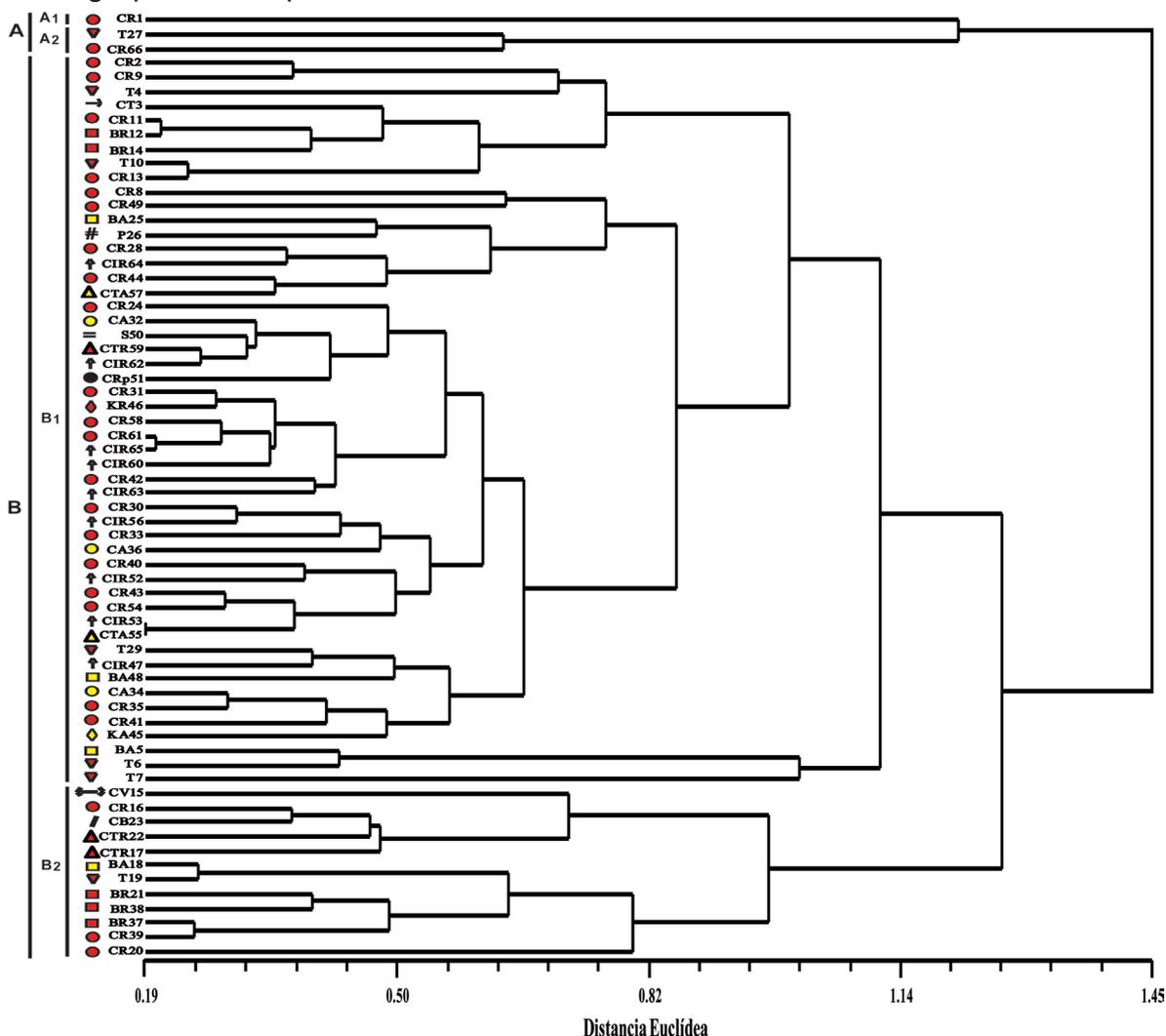


Figura 6.9. Ordenación de 66 accesiones de café con referencia a 12 caracteres morfológicos, según CP1 y CP3.

### 6.3.2. Análisis Multivariado de Agrupamientos con Referencia a 12 Caracteres Morfoagronómicos Evaluados en 66 Accesiones de Café

- Agrupamientos para las accesiones con relación a 12 caracteres



**Figura 6.10.** Dendrograma UPGMA que relaciona la morfología de 66 accesiones de café con referencia a 12 caracteres morfológicos, establecidas en dos grupos agronómicos y con referencia a 16 grupos agronómicos: ● caturra rojo, ● caturra amarillo, ● caturra rojo pequeño, ■ bourbón rojo, ■ bourbón amarillo, ▼ típica, ▲ criollo rojo, ▲ catimor, ▲ catimoro rojo, ▲ catimoro amarillo, ◆ catuai rojo, ◆ catuai amarillo, ↔ cavimor, / cavimoro, # Pacas y = San Salvador.

En la Figura 6.10 se muestra el fonograma UPGMA obtenido en base a las 66 accesiones consideradas en este estudio y con referencia únicamente a 12 caracteres morfológicos; dicho fonograma resultó con un coeficiente cofenético de 0,76, lo que indica que ha tenido una baja distorsión.

A través del fonograma presentado en la Figura 6.10 la forma de agrupación según los 12 caracteres fue muy similar a lo encontrado en el primer análisis basado en 26

caracteres (Figura 6.5); encontrándose diferencias mínimas dentro del conjunto A, entre los dos tipos de análisis (con 26 y 12 caracteres, respectivamente). El fonograma muestra dos conjuntos principales A y B, los cuales se diferenciaron a una distancia de 0,16 unidades euclidianas.

El primer conjunto principal A, delimitado a una distancia de 1,45 unidades euclidianas, está compuesto por tres accesiones (CR1, T27, CR66). Estas accesiones se diferenciaron del conjunto B (63 accesiones) por mostrar valores menores en el tamaño del fruto y de la semilla como también en el peso del fruto; mientras que el peso de la semilla presentó valores mayores. El conjunto A, éste a la vez se dividió en dos subconjuntos A1 y A2; con respecto al sub-conjunto A1, está conformado por tan solo una accesión (CR1), la cual se diferenció debido a que presentó valores altos para los siguientes caracteres: C13: longitud del fruto, C15: distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto, C22: peso del fruto; mientras que presentó valores altos para el carácter C26: peso de la semilla. Por lo contrario, el subconjunto A2 conformado por dos accesiones (T27 y C66) resultó con valores menores en: C14 (ancho del fruto), C19 (ángulo apical del fruto), C20 (ángulo basal del fruto), C21 (longitud del pedicelo del fruto) y C26 (peso de la semilla); mientras que los siguientes caracteres presentaron valores mayores en: C23: longitud de la semilla, C24: ancho de la semilla, C25: distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla.

El conjunto principal B se definió aproximadamente a 1,22 unidades euclidianas, conformado por 63 accesiones. Este conjunto principal se dividió en otros dos subconjuntos B1 y B2. Con referencia al subconjunto B1, agrupó a 41 accesiones, las mismas que se aglomeraron principalmente por producir frutos y semillas de menor tamaño y peso con referencia a B2; mientras que el subconjunto B2, está formado por 12 accesiones, las cuales se diferenciaron del subconjunto B1 por producir frutos y semillas de mayor tamaño y peso (Figura 6.10).

**RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL SEGUNDO OBJETIVO:** Diversidad de la mesofauna asociada al cultivo de café

#### 6.4. COMPOSICIÓN, DIVERSIDAD Y SIMILITUD DE LAS COMUNIDADES DE MESOFAUNA ASOCIADA AL CULTIVO DE CAFÉ EN LAS DIFERENTES ZONAS DE VIDA

##### 6.4.1. Composición de la Mesofauna en las Parcelas de Café según las Diferentes Zonas de Vida

Mediante el estudio se logró identificar 950 individuos asignados a 28 morfoespecies de seis órdenes: Acari, Araneae, Collembola, Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera y un subfilo Myriapoda. De los seis órdenes identificados, el orden Collembola presentó un número de 331 individuos encontrados en las parcelas establecidas en la zona de vida del bosque muy húmedo sub-tropical (bmh-ST), cifra muy superior en comparación con el número de individuos (18) encontrados en las parcelas establecidas del bosque seco tropical (bs-T).

Según la caracterización de organismos edáficos se encontró los siguientes órdenes para macrofauna y mesofauna en las diferentes zonas de vida (Tabla 6.53):

**Tabla 6.53. Número de individuos colectados en las parcelas establecidas en las diferentes zonas de vida.**

Orden	Bosque seco pre-montano	Bosque seco	Bosque seco tropical	Bosque muy húmedo sub-tropical
Acari	90	102	18	193
Araneae	1	0	0	1
Coleoptera	6	8	3	5
Collembola	23	31	18	331
Hemiptera	28	8	0	10
Hymenoptera	17	2	0	29
Myriapoda	4	6	0	16

- Bosque seco (bs)

Con respecto al bosque seco, se encontró un total de cinco órdenes y un subfilo (Acari, Collembola, Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera y Myriapoda). El orden Acari aportó los valores más altos de individuos, seguido por el orden Collembola; mientras que el orden Hymenoptera resultó con los valores más bajos de individuos con relación a los demás órdenes (Figura 6.11).

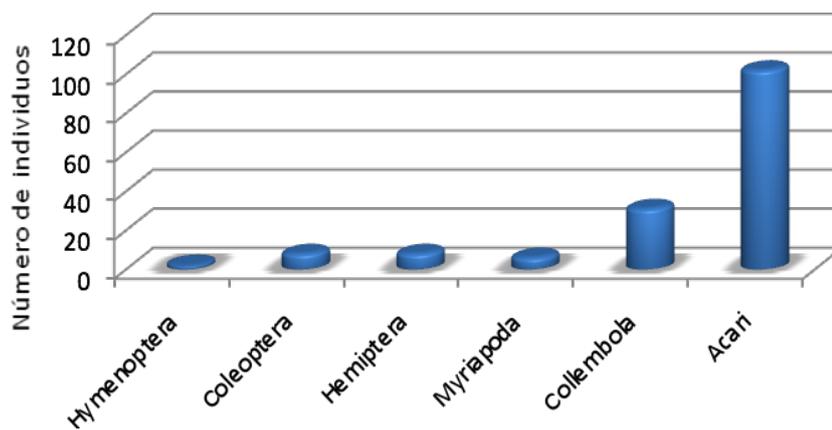


Figura 6.11. Órdenes presentes en las parcelas de café establecidas como zona de vida bosque seco.

- Bosque seco tropical (bs-T)

Los órdenes encontrados en las parcelas de café establecidas como bosque seco tropical fueron tres, a diferencia de las demás zonas de vida que presentaron un mayor número de órdenes; resultando con el mismo número de individuos para los órdenes Acari y Collembola; mientras que el orden Coleoptera presentó un número muy bajo individuos (Figura 6.12).

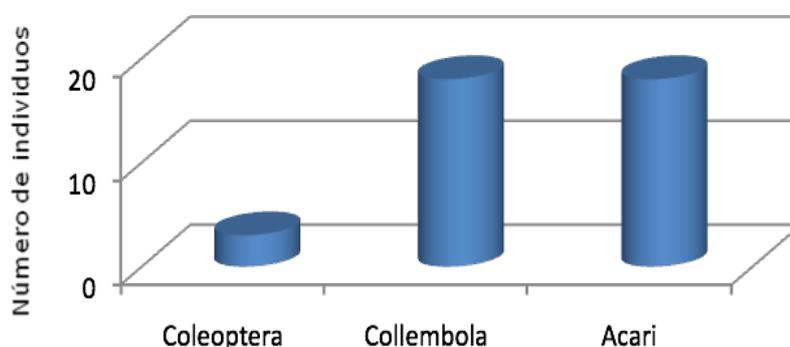


Figura 6.12. Representación de órdenes presentes en las parcelas de café establecidas como zona de vida bosque seco tropical.

- Bosque seco pre-montano (bs-PM)

Los resultados obtenidos en las parcelas de café establecidas como bosque seco pre-montano, mostraron que el orden Acari expresó un mayor número de individuos, seguido por el orden Hemiptera; mientras que el orden Araneae resultó con el menor número de individuos (Figura 6.13).

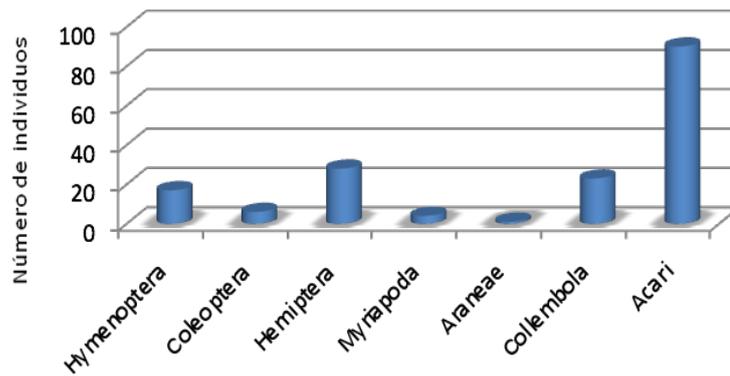


Figura 6.13. Órdenes y subfilos presentes en las parcelas de café establecidas como zona de vida bosque seco pre-montano.

- Bosque muy húmedo sub-tropical (bmh-ST)

En las parcelas de café establecidas como bosque muy húmedo sub-tropical se encontró un total de seis órdenes y un subfilos (Myriapoda), los mismos que se muestran en la Figura 6.14. El orden Collembola presentó un mayor número de individuos y el orden Araneae resultó con un menor número de individuos.

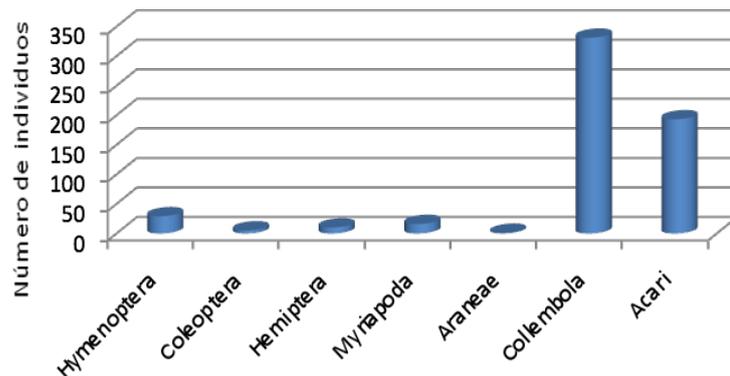
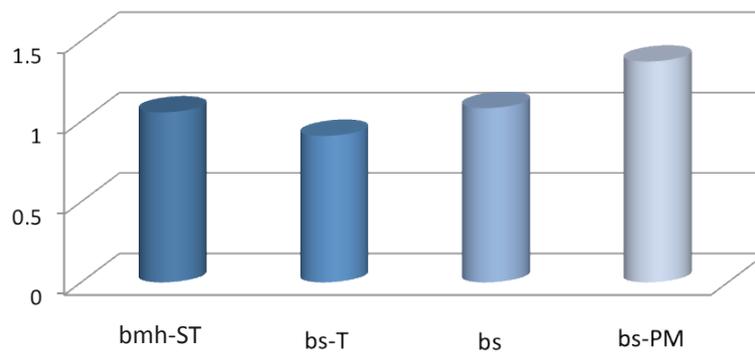


Figura 6.14. Órdenes y subfilos encontrados en las parcelas de café establecidas como zona de vida bosque muy húmedo sub-tropical.

#### 6.4.2. Diversidad de la Mesofauna en las Parcelas de Café según las Diferentes Zonas de Vida

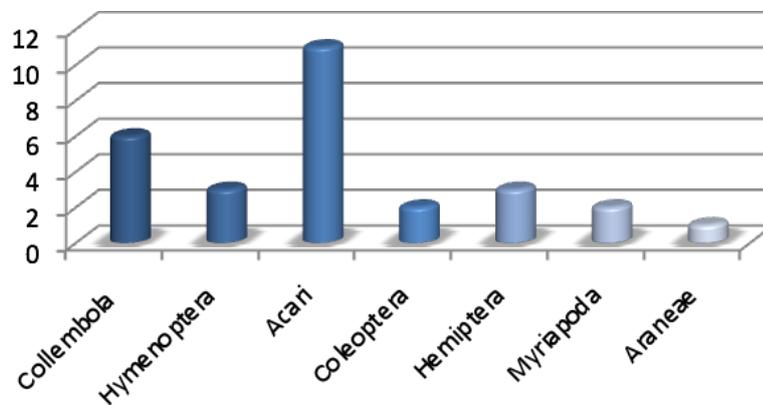
Según el índice de diversidad de Shannon, indicó que las parcelas de café de la zona de vida definida como bosque seco pre-montano presentó el valor de índice más alto (1,37), seguido por las parcelas de café definidas como bosque seco (bs), con un valor de índice de 1,08; mientras que la zona de vida definida como bosque muy húmedo

sub-tropical (bmh-ST) expresó un valor de 1,05 y la zona de vida definida como bosque seco tropical (bs-T) resultó con un valor de índice bajo de 0,91, en comparación a las cuatro zonas de vida correspondientes a éste estudio (Figura 6.15).



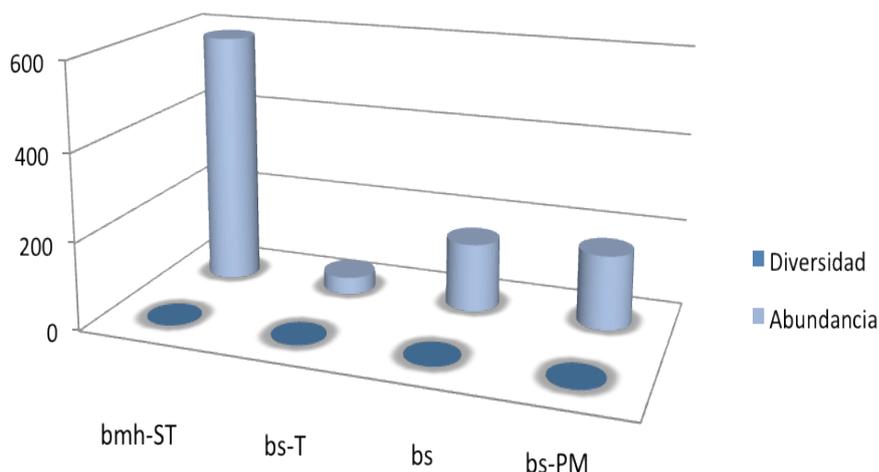
**Figura 6.15. Diversidad de Shannon de la mesofauna encontrada en las parcelas de café según las diferentes zonas de vida.**

La diversidad entre morfoespecies de los seis órdenes y un subfilo (Myriapoda) encontrados en las parcelas correspondientes a las cuatro zonas de vida, mostró que el orden Acari presentó un número de 11 morfoespecies, seguido por el orden Collembola con un total de cinco morfoespecies en comparación con el orden Araneae que tiene una sola morfoespecie (Figura 6.16).



**Figura 6.16. Diversidad entre morfoespecies de la mesofauna encontrada en las parcelas de café establecidas en las diferentes zonas de vida**

La Figura 6.17 muestra que la diversidad no está sujeta a la abundancia de individuos, como se evidencia en las parcelas de café definidas como bosque muy húmedo sub-tropical (bmh-ST) en donde la diversidad es de 1,05 y la abundancia es de 58, en comparación a las parcelas definidas como bosque seco tropical (bs-T) donde la diversidad es de 0,91 y la abundancia es de 39.



**Figura 6.17. Diversidad y abundancia de la mesofauna del suelo presente en las parcelas de café según diferentes zonas de vida.**

#### 6.4.3. Similitud de la Mesofauna en las Parcelas de Café según Diferentes Zonas de Vida

Se utilizó el índice de similitud de Jaccard para comparar la mesofauna del cultivo de café con las diferentes zonas de vida. Según Magurran (1988) y Moreno (2001) este índice va de cero cuando son totalmente diferentes, a uno cuando son idénticos. A partir del número de especies compartidas, dicho índice no distingue entre las especies más abundantes.

Con respecto al índice de similitud de Jaccard, el cual se obtuvo en las parcelas de café según las cuatro zonas de vida: bosque seco tropical (bs-T), bosque muy húmedo sub-tropical (bmh-ST), bosque seco pre-montano (bs-PM) y bosque seco (bs); diferencio claramente a dos grupos principales llamados A y B (Figura 6.18). El grupo A conformado por tan solo una zona de vida (bs-T), la cual se diferencio de las demás zonas de vida, debido a que fue la única zona de vida en la que se encontró un menor número de órdenes. Por lo contrario el grupo B ha agrupado a tres zonas de vida (bmh-ST, bs-PM y bs) se dividió a la vez en dos subconjuntos (B1 y B2). El subconjunto B1 conformado por dos zonas de vida (bmh-ST, bs-PM), las cuales presentaron una mayor similitud en composición de órdenes ya que en estas dos zonas de vida se encontró a todos los seis órdenes y subfilos identificados en este estudio (Acari, Araneae, Collembola, Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera y Myriapoda). Con referencia al subconjunto B2 (bs), presentó una similitud de órdenes igual que el subconjunto B1, excepto el orden Araneae el cual no se encontró dentro de esta zona de vida. Es importante indicar que la zona de vida establecida como bosque seco tropical (bs-T) presentó una mayor distancia de similitud en comparación con las demás zonas de vida (perteneciente al conjunto A) (Figura 6.18).

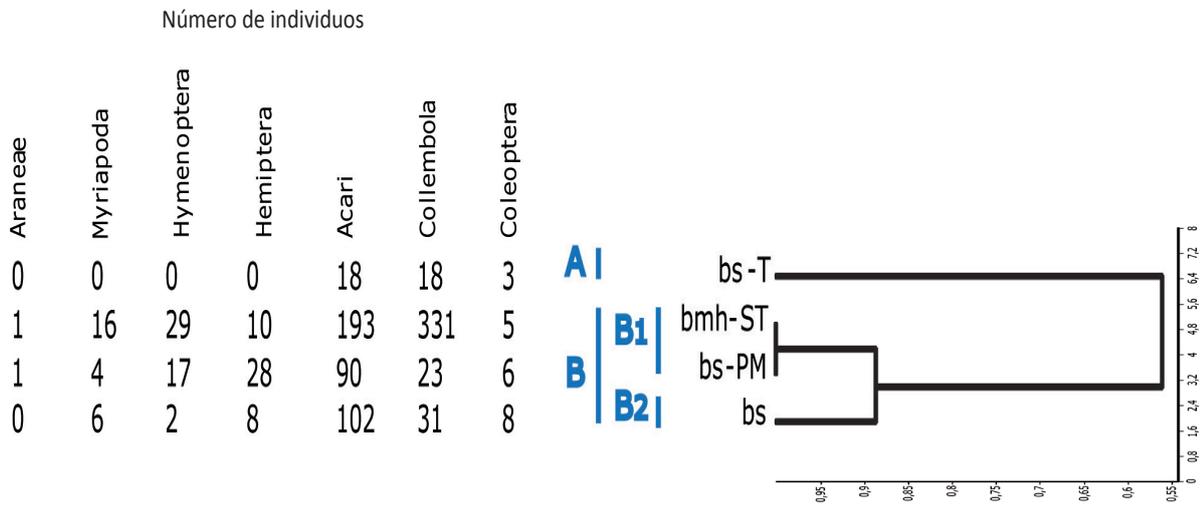


Figura 6.18. Índice de similitud de Jaccard entre los órdenes y subfilos presentes en las parcelas de café según las diferentes zonas de vida: bosque seco tropical (bs-T), bosque muy húmedo subtropical (bmh-ST), bosque seco pre-montano (bs-PM) y bosque seco (bs).

## **VII. DISCUSIONES**

**DISCUSIONES DEL PRIMER OBJETIVO:** Diversidad del germoplasma de café

### **7.1. IMPORTANCIA DE LA CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LA DIVERSIDAD EN CAFÉ**

La baja productividad que caracteriza a los sistemas productivos de café en Ecuador se debe principalmente por la falta de conocimiento del germoplasma cultivado, una mezcla de variedades o cultivares en las fincas productoras, una distribución de plantaciones en zonas inadecuadas para su desarrollo y a una incipiente tecnificación que generalmente no considera una oportuna fertilización, aplicación del riego, prevención, control de plagas y enfermedades, desarrollo de podas sanitarias y persistencia de cafetales viejos, que en la actualidad presentan una edad promedio de 25 años, etc. (COFENAC, 2011).

Se plantea así la necesidad de emprender un estudio de caracterización de su diversidad, esenciales para su aprovechamiento y conservación, siendo una importante alternativa en la producción, diversificación y comercialización de productos como el café, los cuales son una opción importante en la comercialización. Es importante considerar que la caracterización de los recursos fitogenéticos es indispensable para el desarrollo de un aprovechamiento responsable de una determinada especie y para su adecuada conservación (Hammer *et al.*, 2003; de Vicente *et al.*, 2006).

### **7.2. DIVERSIDAD MORFOLÓGICA DEL GERMOPLASMA DE CAFÉ**

#### **7.2.1. Descripción Morfoagronómica Para los Caracteres Evaluados en el Germoplasma de Café**

Con la realización de la caracterización morfológica de 66 accesiones de café (*Coffea arabica* L.) se ha validado una lista significativa de descriptores morfológicos, los cuales coinciden en su mayoría con los publicados por IPGRI (1996) (entidad actualmente conocida como Bioversity International <http://www.bioversityinternational.org/publication>); así como por otros autores que han realizado trabajos similares (Blanco *et al.*, 2003; Cárdenas, 2007; López, 2006).

En este estudio se han considerado un total de 26 caracteres cuantitativos los cuales han sido agrupados en cuatro categorías relacionadas con las distintas partes de la planta; los mismos que a su vez han permitido desarrollar adecuadamente este estudio de caracterización de la diversidad del germoplasma del café.

Por lo que respecta a las diferencias entre los materiales del café estudiados, en los 26 caracteres se encontraron diferencias consideradas entre las accesiones estudiadas. Estas diferencias podrían obedecer principalmente al hecho de que los materiales estudiados corresponden a diferentes zonas ecológicas, a diversas tipologías en la fitotecnia, a diferencias en la edad de los individuos evaluados e inclusive a las características propias de cada uno de los 16 grupos agronómicos aquí estudiados.

Debido a que las diferencias entre accesiones de café que han sido determinadas para todos los caracteres, en este capítulo de discusiones se abordará más bien sobre la descripción morfoagronómica que caracteriza a cada uno de los grupos agronómicos y las diferencias entre estos, respecto a cada uno de los cuatro grupo de los caracteres (arquitectura de la planta, hoja y ramas, infrutescencia y fruto, y semilla).

Por lo que respecta a los caracteres de la arquitectura de la planta estos son de importancia para el establecimiento de cultivos (condiciones ambientales, densidades de plantación, etc.) y manejo (cosecha, podas, fertilización foliar, riego, etc.) de los cultivos (Fischer, 2000; Roos *et al.*, 2005; Turnbull, 2005).

La altura de la planta constituye un caracter muy relevante en la producción de café considerando que estará directamente relacionada con las actividades de cosecha de la cereza de café; esto significa que materiales caracterizados por individuos con altura significativas complicarían la cosecha, por lo que el conocimiento de este descriptor seria de importancia en el momento de elegir el grupo agronómico a establecer. En este sentido, los grupos agronómicos caracterizados por una menor altura de la planta han sido principalmente catuaí amarillo, cavimor, cavimoro y caturra rojo; con valores que no sobrepasan de 1,83 m. A este respecto, López, (2006) ha reportado valores medios de altura de la planta casi parecidos a los encontrados en este estudio, como es el caso del grupo agronómico caturra rojo con un valor de altura de 1,64 m. Sin embargo, es de aclarar que se debe tener cuidado con este tipo de comparaciones basadas en estudios realizados en otras zonas o países; que pese a presentar condiciones ambientales parecidas pueden existir diferencias marcadas en la fitotecnia por condiciones diferentes. Por ejemplo, el mismo autor (López, 2006), quien ha desarrollado una caracterización de café en tres zonas de Guatemala y en

condiciones más o menos parecidas a las del presente estudio, reporta valores bajos (1,81 m) para uno de los grupos agronómicos del tipo bourbón (rojo); mientras que en este trabajo el tipo bourbón, pero de color amarillo, ha mostrado valores de altura superiores a los 3 m.

Por otra parte, otros materiales como bourbón amarillo, típica, criollo rojo han resultado ser los grupos agronómicos con plantas de mayor altura, mostrando valores medios iguales o superiores a 3,30 m; siendo estas un ejemplo de materiales que podrían complicar las actividades de cosecha, lo que sería necesario planificar actividades de podas vegetativas.

Además es de mencionar que ciertos grupos agronómicos como los derivados del material “caturra” que son conocidos por ser de tamaño pequeño, han mostrado valores intermedios con referencia a todo el germoplasma evaluado como lo son los grupos agronómicos caturra rojo y caturra amarillo.

El diámetro del tallo constituye otro de los caracteres de importancia a la hora de elegir el material vegetal a sembrar, en este sentido, materiales con valores bajos para diámetro del tallo serían susceptibles a un posible desquebrajamiento de esta parte de la planta sea por factores ambientales como lo es el viento y/o factores vegetativos como lo serían una excesiva producción de hojas, ramas, y frutos. En este estudio se han encontrado diferencias importantes del diámetro del tallo entre los distintos grupos agronómicos, encontrándose grupos agronómicos con valores de diámetro de casi el doble con respecto a otros materiales, como es el caso del grupo agronómico bourbón amarillo que mostró un promedio de diámetro muy superior a materiales como cavimoro y catuaí amarillo. Sin embargo es de aclarar que en cada material existe una alta variabilidad intrínseca con amplios rangos de variación, todo esto debido a posibles factores de heterogeneidad (condiciones ambientales, edad de la planta, fitotecnia, etc.) como lo expuesto anteriormente.

Por lo que respecta al radio de la planta, carácter que podría ser interpretado como el diámetro de la planta en el caso de que duplica su valor, su importancia también radica en las consideraciones para la elección del grupo agronómico a sembrar como por ejemplo la densidad de siembra, posible mecanización e incluso la recolección de cerezas. Según los resultados obtenidos en este trabajo, existen importantes diferencias de los valores del radio de la planta (ancho de la planta), tal es el caso de los grupos agronómicos de mayor radio (como bourbón rojo y típica: 77 y 65 cm, respectivamente); que son entre tres a cuatro veces mayor que lo encontrado en otros

grupos agronómicos como es el caso de catuaí amarillo y caturra rojo pequeño (19 y 21 cm, respectivamente).

Diferencias considerables entre grupos agronómicos para el resto de caracteres de arquitectura de la planta como los son el ángulo de inserción de ramas y la longitud de la arista de la estípula, también han sido determinadas en este trabajo; sin embargo podrían constituir caracteres con mayor relevancia en la diferenciación de materiales más que en aspectos productivos.

En general, los 16 grupos agronómicos consideradas en esta investigación, muestran una importante diversidad morfológica de caracteres relacionados con la arquitectura de la planta, existiendo diversas alternativas para la elección del material a establecer según varias condiciones (ambientales, productivas de posible mecanización, etc.).

Otro grupo de caracteres de importancia en la caracterización morfológica de una especie son todos aquellos relacionados con la hoja, principalmente a temas de taxonomía o diversidad (Hidalgo, 2003). De los seis caracteres evaluados en la hoja y ramas, la distancia entre nudos de la hoja y el ángulo del ápice de la hoja han sido los caracteres que mayores diferencias han mostrado entre los grupos agronómicos aunque sus rangos de variación son mínimos; mientras que para los cuatro caracteres restantes su variabilidad es aún menor.

Otro carácter considerado en este grupo de descriptores ha sido la longitud de la rama encontrándose principalmente un grupo agronómico (bourbón rojo) con un valor de longitud de la rama de más del doble en comparación a otros grupos agronómicos como catimor rojo y San Salvador. El hecho de que un grupo agronómico contenga ramas de considerable longitud, no se correlaciona necesariamente con un mayor número de cerezas contenidas en cada rama; a este respecto grupos agronómicos como bourbón rojo y típica caracterizadas por presentar las mayores longitudes de todo el germoplasma evaluado producen un menor número de cerezas por rama, en comparación con aquellos grupos agronómicos que muestran ramas de menor tamaño y que se caracterizan por producir un alto número de frutos por rama como es el caso del grupo agronómico caturra rojo (Ramírez *et al.*, 2002).

Según Zohary & Spiegel-Roy (1975) la significativa variabilidad de los caracteres de una parte u órgano de la planta por el cual ha sido domesticado una especie o por el cual haya mostrado una significativa evolución, constituye un fenómeno común para las especies cultivadas. A este respecto, según Acosta-Quezada *et al* (2011) en

algunas especies de solanáceas aprovechadas por sus frutos (pepino dulce (*Solanum muricatum* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.)), etc.) se ha descrito una considerable variación de sus bayas; como lo reportado por Anderson *et al* (1996); Prohens *et al* (2005); Ranc *et al* (2008). Según el mismo autor (Acosta-Quezada *et al.*, 2011), esto también ocurre en otra solanáceas aprovechada por sus tubérculo como es el caso de la papa *Solanum tuberosum* L., donde existe una variación significativa para el tamaño, forma y colores de este órgano (Huamán & Spooner, 2002; Veteläinen *et al.*, 2005) así como también en tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), el cual muestra una gran variación de tamaños y formas en sus hojas (Wernsman & Ruffy, 1987; Siva *et al.*, 2008 ); que contrasta mucho con la menor variación en la metodología de hojas encontradas, en este caso de café.

En esta investigación, se ha confirmado precisamente que los caracteres relacionados con el fruto han sido principalmente los que han mostrado una mayor variabilidad entre las accesiones o grupos agronómicos estudiados; entendiéndose que el grano de café (semilla) contenido en el fruto (cereza) ha sido el órgano por el cual se ha domesticado la planta de café. En este sentido los caracteres relacionados con el tamaño y peso del fruto han mostrado diferencias importantes entre los grupos agronómicos. De hecho el peso del fruto constituiría uno de los caracteres de mayor importancia ya que está relacionado directamente con la productividad; considerando desde luego que el café se ha comercializado como cereza. A este respecto, este caracter ha resultado con un rango de variación comprendidos entre 1,12 g (grupo agronómico catimor) y 2,25 g (catimoro rojo), resultando con una diferencia de un valor del grupo agronómico de mayor peso del doble respecto al grupo agronómico caracterizado por el menor peso. Según López (2006), quien ha evaluado tan solo tres grupos agronómicos (caturra rojo, catuaí rojo y bourbón rojo), el grupo agronómico con valor mayor para el tamaño del fruto es catuaí rojo, mientras que los de menor tamaño son caturra rojo y bourbón rojo.

Los caracteres relacionados con la forma del fruto (ángulo apical del fruto y ángulo basal del fruto) también han mostrado diferencias importantes entre grupos agronómicos lo que indica que constituyen ser descriptores importantes para la caracterización de materiales vegetales en café. Por otra parte, el número de frutos contenidos en cada rama también son de importancia al momento de comparar la productividad de los grupos agronómicos, encontrándose diferencias de hasta nueve veces más entre el grupo agronómico de mayor producción de frutos (cavimor) y de la de menor producción (criollo rojo); dicho caracter es de importancia a la hora de elegir un material para su respectiva producción.

Con referencia a la semilla, órgano de la planta por el que se comercializa principalmente (al igual el fruto como tal), aquí también se han determinado caracteres con importantes diferencias entre los materiales de café siendo los caracteres relacionados con el tamaño de la semilla (especialmente la longitud de la semilla y distancia entre la base a la parte más ancha de la semilla) los de mayor diferencia entre los grupos agronómicos. Grupos agronómicos como cavimor y catimoro rojo se han caracterizado por producir semillas de mayor tamaño y por ende de mayor peso; mientras que otros materiales catimor y típica han resultado con semillas de menor tamaño y peso. De igual forma que lo mencionado para el fruto estos caracteres son de importancia en la elección de los materiales a establecer en una plantación. Por otra parte, los resultados encontrados por López (2006) no muestran diferencias para el tamaño de la semilla con respecto a los grupos agronómicos evaluados por dicho autor, considerando desde luego que es un número reducido de materiales (tres).

#### 7.2.2. Análisis Multivariado de la Diversidad Morfológica Según los Caracteres Morfoagronómicos Evaluados

Acosta-Quezada *et al* (2011) fundamentados en otros autores, sintetizan la utilidad del análisis multivariado en la caracterización de los recursos fitogenéticos de una especie. A este respecto mencionan que el análisis multivariante es de gran utilidad para estudiar de forma simultánea un gran número de caracteres en un conjunto de accesiones de germoplasma, considerando además la relación existente entre estos (Hidalgo, 2003; Mohammadi & Prasanna, 2003). En la caracterización morfológica se han utilizado dos herramientas complementarias (análisis de agrupamientos y métodos de ordenación) para el estudio de las relaciones entre los materiales de café, de igual forma que lo desarrollado por Acosta-Quezada *et al* (2011) en la caracterización de otra especie como es el caso de tomate de árbol.

El análisis de agrupamientos permite la búsqueda de grupos de accesiones similares lo más homogéneos posible, buscando maximizar la variación entre los grupos y minimizarla dentro de ellos (Crisci & López, 1983; Hair *et al.*, 1992; Hidalgo, 2003). Por otra parte, los métodos de ordenación, como el análisis de componentes principales (ACP), concentran toda la variación presente en las variables originales en un número reducido de variables hipotéticas conocidas como componentes principales (Crisci & López, 1983; Hidalgo, 2003).

- Estudio de ordenamiento (Análisis de Componente Principales)

En este tipo de análisis las tres primeras componentes acumularon una varianza superior al 56 %, valor que es aceptable considerando que en este estudio se han evaluado un total de 26 caracteres morfoagronómicos. Mediante el análisis de componentes principales ha sido posible identificar la tendencia de los caracteres a agruparse en forma conjunta conforme a una mismas parte u órgano de la planta. Respecto a los caracteres, su contribución a las tres primeras componentes (vectores-proprios), su contribución ha sido significativa en un bajo número para las dos primeras componentes, no existiendo ninguna contribución significativa para la tercera componente. En general los caracteres con mayor contribución a las dos primeras componentes y por ende de mayor utilidad para una posible diferenciación entre materiales de café, han sido los relacionados con el fruto y la semilla (C13: longitud del fruto, C14: ancho del fruto, C22: peso del fruto, C19: ángulo apical del fruto, C25: distancia entre la base y la parte más ancha de la semilla, C15: distancia entre la base y la parte más ensanchada del fruto, C23: longitud de la semilla y C20: ángulo basal del fruto); dichos descriptores están correlacionados principalmente con el tamaño y peso del fruto, y con el tamaño de la semilla. Estos resultados no contrastan con lo encontrado por otro autor (López, 2006), que según lo mencionado anteriormente, no reporta diferencias en tamaño para los grupos agronómicos evaluados en su estudio.

Como se ha mencionado en el capítulo de resultados, el presente estudio de caracterización morfológica de café, considera un alto número de descriptores (26) útiles para la diferenciación de materiales, los cuales corresponden principalmente a los publicados por Bioversity International (anteriormente conocido como Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos – IPGRI <http://www.bioversityinternational.org/publication>); sin embargo, muchos de estos caracteres suelen ser susceptibles a las condiciones ambientales considerando además que los materiales muestreados y evaluados corresponden a cultivos preestablecidos, con diferentes edades de plantación y diversas condiciones de manejo con referencia a la fitotecnia. Dicha diversidad de condiciones ecológicas y de manejo del cultivo podrían haber influenciado en la falta de una diferenciación clara entre las accesiones de café, los cuales a su vez podría relacionarse con muchos de los 26 caracteres estudiados, principalmente de los relacionados con la arquitectura de la planta, hoja y ramas. Por tal razones, un nuevo análisis multivariado, considerando a caracteres que podrían ser, por una parte menos susceptibles a las condiciones ambientales (principalmente

los de la semilla), y por otra parte los relacionados con el órgano por el cual se ha domesticado la especie y por el que se comercializa la especie (los frutos, también conocidos como cerezas); asume únicamente a 12 caracteres relacionados con el fruto y la semilla. Al respecto, en este nuevo análisis las tres primeras componentes han acumulado un total del 78,11 % de la varianza total, que al igual que el análisis anterior (26 caracteres). Por lo que se refiere a la contribución de los caracteres para cada una de las componentes, ocho de los 12 evaluados han contribuido en forma significativa a la primera componente; en tanto que para las componentes dos y tres únicamente un carácter ha contribuido en forma significativa. Con referencia a los ocho caracteres que han contribuido a la primera componente al momento de evaluar un total de 12 caracteres, corresponde precisamente a los mismos caracteres que han contribuido a la primera componente conforme al estudio de los 26 caracteres. Estos dos resultados corroboran que caracteres relacionados especialmente con el tamaño y peso del fruto y con el tamaño de la semilla son de mayor relevancia en la diferenciación del germoplasma de café, pese a que estos materiales sean evaluados en condiciones diferentes (geográficas, ambientales, fitotecnias, etc.). De hecho, es conocido que caracteres relacionados con la semilla y con los órganos de la flor son menos susceptibles en variabilidad con referencia a las diferencias ambientales.

- Establecimiento de agrupamientos (método UPGMA)

A través del análisis, de agrupamientos mediante el método UPGMA (Sneath & Sokal, 1973), del cual se ha obtenido el respectivo fonograma, que considera a 66 accesiones evaluadas según 26 caracteres ha permitido separar los materiales de café en distintas agrupaciones y subagrupaciones con referencia a su respectiva similitud morfoagronómica; separando por una parte al germoplasma (seis accesiones correspondientes a diferentes grupos agronómicos) caracterizado por producir frutos y semillas con los valores más bajos para los caracteres relacionados especialmente con el peso y la semilla, en comparación con el resto del germoplasma, revelando además los valores más altos para los caracteres de la arquitectura de la planta. Por otra parte, se ha identificado otra agrupación que reúne a la mayor parte del germoplasma de café considerado en este estudio (60 accesiones correspondiente a diferentes grupos agronómicos), de la cual la mayor parte de las accesiones que la conforman se caracterizan por presentar valores más altos en lo que respecta a los caracteres tanto del fruto como de la semilla, principalmente los relacionados con

el peso; mostrando además menores valores para la arquitectura de la planta, en comparación del grupo anterior.

En general la forma de agrupamiento de las accesiones de café aquí evaluadas tienden a diferenciarse principalmente según los caracteres relacionados con el tamaño y peso del fruto, por lo que dichos caracteres son de mayor importancia en la diferenciación de materiales así como también en la elección de estos para el establecimiento de un sistema productivo. De hecho según los descriptores desarrollados para el germoplasma de café (*Coffea spp.*) por el IPGRI (1996), estos descriptores se encuentran entre los caracteres más discriminantes, lo cual corrobora lo encontrado en esta investigación.

Con referencia a las dos agrupaciones principales determinadas a través del análisis de agrupaciones, estas a su vez se han subdividido en otros subgrupos que no muestran un patrón definido para su diferenciación.

Este análisis de agrupamientos revela además que la agrupación de accesiones no obedece a la nomenclatura de los grupos agronómicos a los cuales corresponde, tanto así que en cada agrupación principal o subagrupación del respectivo fonograma se reúnen materiales de diferentes accesiones, lo cual también ha sucedido con referencia a las condiciones geográficas en las cuales se han evaluado los materiales. Estas particularidades aquí encontradas coinciden con los resultados revelados por el análisis de componentes principales.

De igual forma que lo realizado en el análisis de componentes principales, para el estudio de agrupamientos también se ha analizado la forma en que relacionan morfológicamente los materiales de café con respecto a tan solo 12 caracteres (todos relacionados con el fruto y la semilla). A este respecto, los resultados encontrados son muy similares a cuando se consideraron todos los caracteres (26). Esto significa que, sea que se evalúen conjuntamente caracteres de arquitectura de la planta, de las hojas y ramas, de los frutos y las semillas, ó que se evalúen únicamente los de fruto y semilla; la tendencia de las accesiones de café a agruparse o a diferenciarse, se debe especialmente a los descriptores relacionados con el tamaño y peso del fruto y de la semilla.

**DISCUSIONES DEL SEGUNDO OBJETIVO:** Diversidad de la mesofauna asociada al cultivo de café

### **7.3. DIVERSIDAD DE LA MESOFAUNA ASOCIADA AL CULTIVO DE CAFÉ**

La composición de la mesofauna en las distintas zonas del cultivo de café es un importante punto de partida para entender sus efectos potenciales en el medio edáfico y en la productividad vegetal; debido a que cada organismo puede tener una influencia distinta sobre los procesos edáficos y la productividad vegetal, su abundancia o biomasa permite alcanzar umbrales importantes, tanto positivos como negativos (Brown *et al.*, 2000).

Las parcelas de café que pertenecen a la zona de vida “bosque muy húmedo subtropical” (bmh-ST) presentaron la mayor diversidad y abundancia de especies en comparación a las parcelas de las demás zonas; las diferencias encontradas pueden ser debido a que este bosque proporciona condiciones microclimáticas estables a la presencia de una cobertura arbórea más densa. De igual manera, esta cobertura hace que haya una capa de hojarasca más gruesa y de mayor calidad, lo cual proporciona un incremento de recursos y un adecuado refugio para la mesofauna; asimismo ayuda a conservar la humedad condición importante para su reproducción. Según Rodríguez *et al* (1992) y Lavelle *et al* (1994) el establecimiento y dominio de las especies o grupos en un área determinada depende de las posibilidades de utilización de los recursos alimentarios del ambiente, por lo que se infiere que la presencia de estos grupos está relacionada con la disponibilidad de alimento que el ecosistema y el cultivo de café le proporciona, mediante el aporte de energía a través de la hojarasca.

Por otra parte, en las parcelas de café establecidas como zona de vida bosque seco tropical, se encontró la menor cantidad de géneros (tres), que las demás zonas de vida; resultando con el mismo y menor número de individuos dentro de los órdenes Acari y Collembola, hecho que se puede deberse a varias razones. Debido a las bajas precipitaciones y a las condiciones climáticas que proporciona este ecosistema. Razón por la cual, algunos individuos son susceptibles al aumento de la temperatura y a la disminución de la humedad (Behan-Pelletier, 1999). En el caso de los cultivos agrícolas como el café, puede ocurrir una reducción selectiva de la diversidad de la mesofauna sobreviviendo principalmente ácaros y colémbolos (Palacios & Vargas, 2003). En todas las diferentes zonas de vida se observa la presencia de ácaros y colémbolos, por lo que su abundancia y diversidad puede ser debido a la alta capacidad reproductiva y su

tolerancia a vivir en condiciones adversas (Coulson & Birkemoe, 2000). Los ácaros son más abundantes porque se encuentran en ambientes diferentes, pero los colémbolos son organismos que reaccionan rápidamente a cambios en el ambiente ya sea por efectos climáticos adversos o por depredación. Su comportamiento poblacional o su diversidad en un sitio específico puede ser un indicador de la calidad del ecosistema (Palacios & Vargas, 2003). Los organismos edáficos tienen la tendencia a formar poblaciones agregadas, lo que origina una variación en el número de especies dentro de una serie de muestras (Astudillo *et al.*, 1966). En esta investigación, en algunas unidades de muestreo los valores del número de individuos fueron bajos y en otros muy altos.

En las parcelas de café ubicadas en el bosque seco resultaron con un considerable número de órdenes. Su abundante presencia de órdenes pudo estar asociada con un alto porcentaje de plantas arvenses junto al cultivo de café, que aumentan la cobertura del suelo, aspecto beneficioso para el establecimiento de la mesofauna al brindar sombra, disminuir la temperatura y aumentar la humedad del suelo (Socorras & Robaina, 2011). Debido a una compleja composición florística, la cual durante el proceso de descomposición constante de restos vegetales derivados del cultivo de café, favorece una gran diversidad de hongos y bacterias que son una de las principales fuentes de alimento de la mesofauna (Ferreira *et al.*, 1994).

Los beneficios que pudo aportar el cultivo de café en las parcelas de café establecidas como zona de vida bosque seco pre-montano presentaron una mayor diversidad de órdenes. En esta zona de vida existió mayor abundancia de ácaros en el suelo que las demás especies presentes, esto puede ser explicado por la mayor diversidad que existe en sus hábitos alimenticios de estos individuos, lo cual permite el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles y por ende ocupa mayor número de nichos.

Es importante mencionar que el orden Acari obtuvo la mayor riqueza de morfoespecies en todos los sitios de estudio. Según Iraola (1998), en condiciones normales los ácaros son los microartrópodos más abundantes en el suelo, pudiéndose encontrarse en casi todos los ecosistemas y además son capaces de explotar numerosos microhábitats, por lo que se los recolecta tanto en medios húmedos como en secos.



## VIII. CONCLUSIONES

### CONCLUSIONES DEL PRIMER OBJETIVO: Diversidad del germoplasma de café

- ✓ El germoplasma de café (*Coffea arabica* L.) constituye un material vegetal de importancia para Ecuador, debido a su alto consumo como bebida y a su respectiva comercialización en el mercado nacional e internacional considerando diversas alternativas de su material vegetal, respecto a adaptabilidad, producción, productividad y calidad. La presente investigación aporta al conocimiento de la diversidad morfológica del germoplasma de café distribuido en el sur de Ecuador, a través de la evaluación de descriptores propios para la especie. Con ello este trabajo aporta significativamente al conocimiento de la diversidad de esta especie y por ende a la conservación y adecuado aprovechamiento de sus recursos.
- ✓ Los caracteres morfológicos evaluados, según las normas recomendadas por Bioversity International han sido de utilidad para el conocimiento de las principales características morfológicas y agronómicas de un amplio número de accesiones de café (66 accesiones ubicadas en 16 grupos agronómicos).
- ✓ Con referencia a los 26 caracteres evaluados sobre la planta de café, los cuales a su vez han sido considerados en cuatro grupos (arquitectura de la planta, hoja y ramas, infrutescencia y fruto, y semilla), los caracteres relacionados con el tamaño y peso del fruto y con el tamaño de la semilla, constituyen los descriptores de mayor utilidad en la diferenciación entre materiales; por lo cual son considerados los caracteres más discriminantes.
- ✓ El estudio estadístico multivariante (análisis de agrupamientos y de ordenamiento) ha permitido diferenciar los materiales de café en distintas agrupaciones y subagrupaciones con respecto a sus características morfoagronómicas, diferenciando claramente a los materiales que producen frutos y semillas de mayor tamaño y peso, de aquellos materiales identificados por producir frutos y semillas de menor tamaño y peso. A este respecto, podría ser que la diferenciación del germoplasma de café se basa principalmente en tamaño y peso de sus frutos y semillas; así como también en el color de la cereza, aunque esto último no ha sido evaluado en este estudio.
- ✓ Según la caracterización morfológica del germoplasma de café y sus respectivos análisis estadísticos (multivariado), la diferenciación entre grupos agronómicos

no es clara, respecto a los diferentes descriptores empleados; existiendo una alta diversidad dentro de cada variedad. Estos resultados podrían estar influenciados por las condiciones de muestreo sobre las que se desarrolló esta investigación; por lo que estudios similares ha desarrollarse podrían realizarse con forme a un diseño experimental (en condiciones homogéneas).

**CONCLUSIONES DEL SEGUNDO OBJETIVO:** Diversidad de la mesofauna asociada al cultivo de café

- ✓ En los suelos ocupados por las plantaciones de café muestreados en este estudio y perteneciente a la región sur ecuatoriana, se identificaron los siguientes órdenes: Araneae, Acari, Coleoptera, Collembola, Hemiptera, Hymenoptera y un subfilo Myriapoda.
- ✓ Los órdenes más sobresalientes encontrados en las diferentes zonas de vida en los que se encuentran plantaciones de café, están representados por Acari y Collembola; por su número, diversidad, abundancia de especies y actividad. Estos órdenes se consideran indicadores biogeográficos y ecológicos a causa de su gran aptitud para la especiación, ciclo corto de vida y el poco poder de dispersión de las especies adaptadas a la vida edáfica y a diferentes tipos de suelo, y por sus hábitos alimenticios, como degradadores de la materia orgánica.
- ✓ La diversidad de Shannon mostró que el bosque seco pre-montano (bs-PM) presentó la mayor diversidad de especies, mientras que el bosque seco tropical (bs-T) resultó con la menor diversidad con respecto a las tres zonas de vida restantes.
- ✓ Según el índice de Jaccard, las zonas de vida del bosque muy húmedo sub-tropical y del bosque seco pre-montano, constituyen las zonas de vida con mayor similitud; compartiendo los órdenes de Araneae, Acari, Coleoptera, Collembola, Hemiptera, Hymenoptera y un subfilo Myriapoda.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Quezada PG (2011). Caracterización morfológica y molecular de tomate de árbol, *Solanum betaceum* Cav. (Solanaceae). Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, 328 pp.
- Acosta-Quezada PG, Martínez-Laborde JB, Prohens J (2011). Variation among tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.) accessions from different cultivar groups: implications for conservation of genetic resources and breeding. *Genet Resour Crop Ev* 58: 943-960.
- Acosta-Quezada PG, Vilanova S, Martínez-Laborde JB, Prohens J (2012). Genetic diversity and relationships in accessions from different cultivar groups and origins in the tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.). *Euphytica* 187: 87-97.
- Alvarado-Soto M, Rojas-Cubero G (1994). El Cultivo y Beneficiado del Café. San José, Costa Rica, pp 12-18.
- Anderson GJ, Jansen RK, Kim Y (1996). The origin and relationships of the pepino, *Solanum muricatum* (Solanaceae): DNA restriction fragment evidence. *Econ Bot* 50:369-380 [citado por Acosta-Quezada (2011)].
- Anthony F, Astorga C, Berthaud J (1999). Los recursos genéticos: las bases de una solución genética a los problemas de la caficultura latinoamericana. En: Bertrand B, Rapidel B (eds.). *Desafíos de la caficultura en Centroamérica*. San José, Costa Rica, pp 369-406.
- Anthony F, Bertrand B, Quiros O, Wilches A, Lashermes P, Berthaud J, Charrier A (2001). Genetic diversity of wild coffee (*Coffea arabica* L.) using molecular markers. *Euphytica* 118:53-65.
- Anthony F, Astorga C, Topart P, Bertrand B, Lashermes P (2002a). La caracterización de las variedades de café (*Coffea arabica* L.) por los marcadores moleculares: ¿mito o realidad? *Boletín PROMECAFE* n°. 93, pp 9-13.
- Anthony F, Combes MC, Astorga C, Bertrand B, Graziosi G, Lashermes P (2002b). The origin of cultivated *Coffea arabica* L. varieties revealed by AFLPs and SSRs markers. *Theor Appl Genet* 104:894-900.

- Aranda SJ (2005). Propuesta ecoturística participativa para el área de cardo palto de la ciudad de Macará. Loja, Ecuador, pp 30-33.
- Astorga CG (1999). Caracterización de variedades cultivadas de café (*Coffea arabica* L.) conservadas en el banco de germoplasma del CATIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 112 pp.
- Astudillo VM, Morales A, Loyola R (1966). Problemas en el análisis estadístico de poblaciones con distribución contagiosa. Programa en Biología del Suelo. Primer. Coloquio Latinoamericano de Biología del Suelo, UNESCO, México, pp 359-369.
- Behan-Pelletier V (1999) Oribatid mites biodiversity in agroecosystems: role for bioindication. *Agric. Ecosyst and Environ* 74:411.
- Bettencourt JT, Echeverri JH (1982). Variedades de café arábica resistentes a la roya y perspectivas para su utilización en la caficultura del futuro. En: Quinto Simposio Latinoamericano sobre caficultura. San Salvador, 20 pp. (Serie Publicaciones Misceláneas n° 393).
- Blanco M, Hagggar J, Moraga P, Madriz JC, Pavón G (2003). Morfología del café (*Coffea arabica* L.), en lotes comerciales. Nicaragua. *Agron Mesoame* 14:97-103.
- Bolívar CP (2009). Monografía sobre el galactomanano del grano de café y su importancia en el procesamiento para la obtención de café soluble. Pereira, Colombia, 112 pp.
- Bonilla C, Gómez E, Sánchez M (2002). El Suelo: los organismos que lo habitan. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia, pp 10-13.
- Bridson DM (1987). Nomenclature notes on *Psilanthus*, including *Coffea* sect. *Paracoffea* (Rubiaceae tribe *Coffea*). *Kew Bulletin LR* (2), pp 453-460.
- Bridson DM (1994). Additional notes on *Coffea* (Rubiaceae) from Tropical East Africa. *Kew Bolletin* 49:331-342.
- Bridson DM, Verdcour B (1988). Flora of Tropical East Africa-Rubiacea (Part 2). Polhill RM (ed), 727 pp.

- Brown GG, Fragoso C, Barois I, Rojas P, Patrón JC, Bueno J, Moreno, AG, Lavelle P, Ordaz V (2000). Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana*. México, pp 60-64.
- Burges A, Raw F (1971). *Biología del suelo*. Edición Omega. Barcelona, 87 pp.
- Cabrera G, Crespo G (2001). Influencia de la biota edáfica en la fertilidad de los suelos en ecosistemas de pastizales. *Revista cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo. 35, n°. 1. Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas. La Habana, Cuba, pp 12-14.
- Cárdenas SI (2007). Caracterización morfológica y agronómica de la colección de café (*Coffea arabica* L.) del CATIE. Turrialba, Costa Rica, 103 pp.
- Carneiro MF (1999). Advances in coffee biotechnology. Portugal. *Ag Biotech Net* 1:1-8.
- Castillo JB (2002). "Descentralización del Estado y Articulación del Espacio Nacional", Loja, Ecuador, 78 pp.
- COFENAC (2011). El Sector Cafetalero Ecuatoriano. Diagnóstico. Portoviejo, Ecuador, pp 15-19.
- Columbus MD, Pulgarín GV (2002). Proyecto de producción de café orgánico para exportación como una nueva alternativa comercial para el Ecuador. Tesis Eco., Escuela Superior Politécnica de Litoral, Instituto de Ciencias Humanísticas y Económicas, Guayaquil, Ecuador, 208 pp.
- Coronel MA (2010). Estudio del café especial ecuatoriano. Quito, Ecuador, 65 pp.
- Coulson S, Birkemoe T (2000). Long-term cold tolerance in arctic invertebrates: recovery after 4 years at below-20 degree C. *Can J Zool* 78:2055-2058.
- Crisci J, López M (1983). Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Monogr Cient OEA, ser Biología, 26. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, Estados Unidos, 132 pp [citado por Acosta-Quezada (2011)].

- Cumbicus EM, Jiménez RM (2012). Análisis Sectorial del Café en la Zona 7 del Ecuador. Tesis Ing. Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Administración de Empresas, Loja, Ecuador, 115 pp.
- Charrier A, Eskes AB (2004). Botany and genetics of coffee. En: Wintgens JN (ed). Coffee: growing, processing, sustainable production: a guidebook for growers, processors, traders, and researchers. Corseaux CH, Wiley-VCH, pp 25-56.
- Chiriboga E (2009). Sembrando Agua. Manejo de microcuencas: Agua para la parroquia Catacocha y las comunidades rurales. Primera Edición. Lima, Perú, pp 21-23.
- Cutz-Pool LQ (2003). Colémbolos edáficos de dos agroecosistemas de San Salvador. Tesis Maestro en Ciencias Biológicas (Sistemática), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México, 89 pp.
- Davis PH, Heywood VH (1963). Principles of angiosperm taxonomy. Van Nostrand.
- Delprete PG (2004). Rubiaceas. En: Smith N, Mori S, Henderson A, Stevenson DW, Helad SV (eds.). Flowering Plants of the Neotropics The New York Botanical Garden Published by Princeton University. New Jersey, Estados Unidos.
- de Vicente MC, Guzmán FA, Engels J, Rao VR (2006). Genetic characterization and its use in decision making for the conservation of crop germplasm. En: Ruane J, Sonnino A (eds.). The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources. FAO, Roma, Italia, pp 121-128.
- Duicela LA (2001). Manejo sostenible de fincas cafetaleras: Buenas prácticas en la producción de café arábigo y gestión de la calidad en las organizaciones de productores. Portoviejo, Ecuador, pp 4-16.
- Duicela LA (2011). Manejo Sostenible de Fincas Cafetaleras: Buenas prácticas en la producción de café arábigo y gestión de la calidad en las organizaciones de productores. Portoviejo, Ecuador, pp 3-124.
- Duicela LA, Corral R (2009). Café y Ambiente: reflexiones sobre la contribución de la caficultura en la conservación de los recursos naturales. Manta, Ecuador, GTZ, 110 pp.

- Duicela LA, Corral R, Farfán D, Cedeño L, Palma R, Sánchez J, Villacís J (2003). Caracterización física y organoléptica de cafés arábigos en los principales agroecosistemas del Ecuador. COFENAC. Manta, Ecuador, 249 pp.
- Duicela LA, Corral R, Fontaine M, Kruff J (2004). "Cafés Especiales del Ecuador". Portoviejo, Ecuador, pp 16-19.
- Duicela LA, García J, Corral R, Farfán D, Fernández F (2005). Calidad física y organoléptica de los cafés robustas ecuatorianos. Manta, Ecuador, pp 8-37.
- Eguez T (1999). Manual Básico de entomología reconocimiento de los principales órdenes y familias. Primera Edición. Ecuador, 83 pp.
- Enrique G (1991). "Descripción y evaluación de los recursos genéticos". Técnicas para el manejo y uso de los recursos genéticos vegetales. Quito, Ecuador, pp 116-160.
- Enríquez G (1993). Ecofisiología del cultivo. En: Sotomayor I (ed). Manual del cultivo de café. Quevedo, Ecuador. INIAP, FUNDAGRO, GTZ, pp 28-42.
- Esquinas-Alcázar JT (1993). La diversidad genética como material básico para el desarrollo agrícola. En: La Agricultura del Siglo XXI. Cubero JI, Moreno MT (coord.). Mundi-Prensa. Madrid, pp 79-102.
- FAO (1996). Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo. Leipzig, Alemania, 85 pp.
- FAPECAFES (2011). Quienes somos. Consultado el 26 de Julio del 2012. En línea. Disponible en: <http://www.fapecafes.org.ec/>.
- Ferreira CS, Gama MM, Sousa JP, Vasconcelos TM (1994). Comparative study of the collembola population from a Pinus pinaster Aitom forest and Eucalyptus globulus Labill. Plantation, Cienc Biol Ecol Syst., Portugal, pp 19-34.
- Ferwerda FP, Wit F (1987). Geotecnia de Cultivos Tropicales. México, pp 110-135.

- Fischer G (2000). Ecophysiological aspects of fruit growing in tropical highlands. *Acta Horti* 531:91-98 [citado por Acosta-Quezada (2011)].
- Fischersworing-Hömber B, Robkamp-Ripken R (2001). Guía para la caficultura ecológica: condiciones para una caficultura ecológica Ed. V Fischersworing. Tercera Edición. Act Colombia, GTZ, pp 14-18.
- FitzPatrick E (1996). Introducción a la ciencia de los suelos. Primera Edición. Editorial Trillas. México, pp 78-80.
- Franco TL, Hidalgo R (2003). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico n°. 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia, 89 pp.
- Furini A, Wunder J (2004). Analysis of eggplant (*Solanum melongena*)-related germplasm: morphological and AFLP data contribute to phylogenetic interpretations and germplasm utilization. *Theor Appl Genet* 108:197-208 [citado por Acosta-Quezada *et al* (2012)].
- García JA (2005). Biodiversidad Bajo el Suelo. Proyecto: Conservación y Manejo Sostenible de la Biodiversidad Bajo el Suelo en los Tuxtlas. Veracruz, 11 pp.
- García-Mas J, Graziano E, Aranzana MJ, Marc A, Ballester J, Viruel MA, Arús P (2000). Marcadores de ADN: Concepto, tipos, protocolos. En: Nuez F, Carrillo JM (eds.). Los marcadores genéticos en la mejora vegetal. Sociedad Española de Genética, Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, pp 91-151.
- González-Andrés F (2001). La caracterización vegetal: objetivos y enfoques. En: González-Andrés F, Pita Villamil JM (eds.). Conservación y caracterización de recursos fitogenéticos. Publicaciones INEA, Valladolid, España, pp 189-198.
- González C (2007). Producción de café en Honduras: Modelado de las relaciones cafeto-arbolado. Tesis Ing. Agr., Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Honduras, 212 pp.

- Gordillo-Cueva VR, Granda Y, Abrigo BR, Fárez BD (2008). Evaluación de los usos terapéuticos; identificación taxonómica y estado de conservación de plantas medicinales nativas en el piso ecológico bosque seco pre-montano en la zona de Balsas. Ecuador, pp 49-53.
- Göstincar J (1997). Suelos. Biblioteca de la Agricultura. Barcelona, España, pp 22-73.
- Grisell-Cabrera, Crespo G (2001). Influencia de la biota edáfica en la fertilidad de los suelos en ecosistemas de pastizales. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba, 7 pp.
- Guerrero JA (2010). Caracterización Morfológica y Agronómica de la Colección Nacional de Germoplasma del Piñón (*Jatropha curcas* L.), de Corpoica-La Libertad. Tesis Ing. Agr., Universidad de los Llanos (Unillanos), Villavicencio, Colombia, 150 pp.
- Guilcapi ED (2009). Efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, en la producción de plantas de café (*Coffea arabica* L.) variedad caturra a nivel del vivero. Tesis Ing. gr., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador, 95 pp.
- Gupta VVSR, Yates GW (1997). Soil microfauna as bioindicators of soil health. En: Pankhurst CE, Doube BM, Gupta VVSR (eds.). Biological indicators of soil health. CAB International. Reino Unido, pp 201-233.
- Hair JF, Anderson RE, Black WC (1992). Multivariate data analysis. McMillan Publ. Co. New York, Estados Unidos, 544 pp [citado por Acosta-Quezada (2011)].
- Hammer K, Arrowsmith N, Gladis T (2003). Agrobiodiversity with emphasis on plant genetic resources. *Naturwissenschaften* 90:241-250.
- Hawkes JG (1991). Genetic Conservation of Word Plants. Academic Press. London, 87 pp.
- Hickman C, Roberts L, Larson A, Ason H, Eisenhour D (2006). Principios Integrales de Zoología. Doceava Edición. McGraw-Hill Interamericana. España, pp 430-473.
- Hidalgo R (2003). Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. En: Franco TL, Hidalgo R (eds.). Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Bol Técn IPGRI 8, IPGRI, Cali, Colombia, pp 2-26.

- Holdridge LR (1987). Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica, pp, 45-60.
- Huamán Z, Spooner DM (2002). Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. *Petota*). Am J Bot 89:947-965 [citado por Acosta-Quezada (2011)].
- IBC (1981). Variedades del café. Instrucciones técnicas sobre la cultura de café en Brasil. Cuarta Edición. Rio de Janeiro, Brasil, Ministerio de Industria de Comercio, Boletín nº 4, pp 85-126.
- ICO (2012). Botanical Aspects. Consultado el 28 de julio 2012. En línea. Disponible en: <http://www.ICO.org/botanical.as>.
- IHCAFE-Instituto Hondureño del café (2001). "Manual de caficultura". Tercera Edición. Tegucigalpa, Honduras, 211pp.
- INAMHI Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2008). Anuario meteorológico. Quito, Ecuador.
- Iraola V (1998). Introducción a los Ácaros (II): Hábitats e importancia. Departamento de Ecología y Zoología. Universidad de Navarra. Apdo. 177; 31080 Pamplona (Navarra). Aracnet 7-Bol. S.E.A., nº. 28, pp 141-146.
- Iriondo J (2001). Conservación de recursos fitogenéticos. En: González-Andrés F, Pita Villamil JM (eds.). Conservación y caracterización de recursos fitogenéticos. Publicaciones INEA, Valladolid, España, pp 15-31.
- IPGRI (1996). Descriptores del café (*Coffea spp.* y *Psilanthus spp.*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italia, 36 pp.
- IPGRI (2004). Descriptors for pepino (*Solanum muricatum*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italia, 61 pp.
- Jaccard P (1901). Distribution de la flore alpine dans le bassin des Dranses et dans quelques régions voisines. Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles 37:241-272.

- Jeffreys AJ, Wilson V, Thein SL (1985). Hypervariable "minisatellite" regions in human DNA. Nature 314:67-73.
- Konopka J, Hanson (1985). Informational, handling sistemas for genebank management. IPGRI (Internation, Plant Genetic Resources Institute).
- Ladera M, Durán L, Hidalgo D (2007). Anatomía Foliar del café (*Coffea arabica* L.) Venezuela, pp 2-5.
- Lampkin N (1998). Agricultura Ecológica. Primera Edición Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona-México, 13 pp.
- Lavelle PE, Blanchart A, Martin AV, Spain SM (1992). Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. En: Lal R, Sánchez PA (eds.). Myths and science of soils in the tropics. SSSA Special Publication n°. 29, Madison, pp 157-185.
- Lavelle PE, Dangerfield M, Frangoso C, Eschenbrenner V, López-Hernández D Pashanasi B, Brussaard L (1994). The relationship between soil macrfauna and tropical soil fertility. En: Woome PI, Swift MJ (eds.). The Biological Management of Tropical Soil Fertility. TSBF. A wiley-sayce publication, 137 pp.
- Litt M, Luty JA (1989). Ahypervariable microsatellite revealed by in vitro amplification of a dinucleotide repeat within the cardiac muscle actin gene. Am J Hum Genet 44:397-401.
- López, RJ (2006). Caracterización de tres variedades de café (*Coffea arabica* L.) en tres zonas ecológicas del país. Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala, 54 pp.
- Mabberley DJ (1987). The Plant-Book. Cambridge University Press, Cambridge, 858 pp.
- Magurran A (1988). Ecological Biodiversity and its Measurement. First Edition. Nueva York: Princeton University Press, 179 pp.
- Malagon D, Pulido C, Llinas R, Chamorro C (1995). Suelos de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Subdirección Agroecológica. Bogotá, 456 pp.

- Maraun M, Salamon JA, Schneider K, Schaefer M, Scheu S (2003). Oribatid mite and collembolan diversity, density and community structure in a moder beech forest (*Fagus sylvatica*): effects of mechanical disturbances. *Soil Biol Biochem* 35:1387-1394.
- Market CL, Moller F (1959). Multiple forms of enzymes: tissue, ontogenic and species specific patterns. *Proc Natl Acad Sci Usa* 45:753-763.
- Mazzucato A, Papa R, Bitocchi E, Mosconi P, Nanni L, Negri V, Picarella ME, Siligato F, Soressi GP, Tiranti B, Veronesi F (2008). Genetic diversity, structure and marker-trait associations in a collection of Italian tomato (*Solanum lycopersicum* L.) landraces. *Theor Appl Genet* 116:657-669 [citado por Acosta-Quezada *et al* (2012)].
- McGregor CE, Lambert CA, Greyling MM, Louw JH, Warnich L (2000). A comparative assessment of DNA fingerprinting techniques (RAPD, ISSR, AFLP and SSR) in tetraploid potato (*Solanum tuberosum* L.) germplasm. *Euphytica* 113:135-144.
- Mcgavin GC (2004). Guías de bolsillo insectos y arañas. Ediciones OMEGA. Barcelona, España, 221 pp.
- McNaughton SJ, Woelf LL (1979). General ecology. Two Edition. New York: Holt, Rinehart, Winston, 702 pp.
- Mendoza H, Ramírez B, Jiménez LC (2004). Rubiaceae de Colombia. Guía ilustrada de géneros. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt". Bogotá, Colombia, 351 pp.
- Mohammadi SA, Prasanna BM (2003). Analysis of genetic diversity in crop plants-Salient statistical tools and considerations. *Crop Sci* 43:1235-1248 [citado por Acosta-Quezada (2011)].
- Molinari AM, Minervino E (2006). Características generales e importancia de las arañas como agentes depredadores de insectos plagas. San Fe, pp 74-78.
- Moreno CE (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España, 184 pp.

- Muñoz-Falcón J, Prohens J, Vilanova S, Nuez F (2008a). Characterization, diversity, and relationships of the Spanish striped (*Listada*) eggplants: a model for the enhancement and protection of local heirlooms. *Euphytica* 164:405-419 [citado por Acosta-Quezada *et al* (2012)].
- Muñoz-Falcón J, Prohens J, Vilanova S, Ribas F, Castro A, Nuez F (2008b). Distinguishing a protected geographical indication vegetable (*Almagro* eggplant) from closely related varieties with selected morphological traits and molecular markers. *J Sci Food Agr* 89:320-328 [citado por Acosta-Quezada *et al* (2012)].
- Orozco-Castillo C, Chalmers KJ, Waugh R, Powell W (1994). Detection of genetic diversity and selective gene introgression in coffee using RAPD markers. *Theor Appl Genet* 87:934-940,
- Ortiz JM (1999). "Identificación molecular de germoplasma de vid". Madrid.
- Palacios J, Vargas G (2003). Los microartrópodos (Collembola) de la selva tropical húmeda. En: Álvarez-Sánchez J, Naranjo-García E (eds.). *Ecología del suelo en la selva tropical húmeda de México*. Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz. Instituto de Biología, UNAM/Facultad de Ciencias, UNAM, México, DF, pp 217-225.
- Pasteur N, Pasteur G, Bomhomme F, Catalan J, Betron-Davidian J (1987). *Manuel Technique de Genetique par Electroforese des protéines*. Paris.
- Prohens J, Blanca J, Nuez F (2005). Morphological and molecular variation in a collection of eggplants from a secondary center of diversity: Implications for conservation and breeding. *J Am Soc Hortic Sci* 130:54-63 [citado por Acosta-Quezada (2011)].
- Prohens J, Muñoz-Falcón JE, Vilanova S, Nuez F (2008). Use of molecular markers for enhancement of local varieties of vegetables for protected designations of origin and geographical indications, with two cases in eggplant. *Bull UASVM Hortic* 65:16-20.
- Ramirez F, Bertsch F, Mora L (2002). Consumo de nutrientes por los frutos y bandolas de café caturra durante un ciclo de desarrollo y maduración en Aquiares. Turrialba, Costa Rica. *Agron Costarric* 26: 33-42.
- Ramos C, Alegría B, Rodríguez R, Martínez ML (2010). *Guía para la innovación de la caficultura de lo convencional a lo orgánico*. San Salvador, 122 pp.

- Ranc L, Muños S, Santoni S, Causse M (2008). A clarified position for *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* in the evolutionary history of tomatoes (Solanaceae). BMC Plant Biol 8:130 [citado por Acosta-Quezada (2011)].
- Rick CM (1982). The potential of exotic germplasm for tomato improvement. En: Vasil IK, Scowcroft WR, Frey KJ (eds.). Plant improvement and somatic cell genetics. Academic Press Inc., New York, Estados Unidos, pp 1-28 [citado por Acosta-Quezada *et al* (2012)].
- Robbrecht E (1988). Tropical Woody Rubiaceae. Opera Bot Belgi 1:7-215.
- Rodríguez C, García P, Sierra A (1992). La Macrofauna de Invertebrados del Suelo en Parcelas Experimentales de Caña de Azúcar. Composición taxonómica e índices ecológicos en el primer ciclo del cultivo. Ciencias Biológicas 25:41.
- Rodríguez R, Orna R, Álvarez A, Reynoso L, Elourrieta F (1980). El cultivo de café en el Perú. Ministerio de la Agricultura y Alimentación. Perú, 58 pp.
- Rohlf FJ (1996). NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate system, version. 2.0, Exeter Software. Setauket, New York, Estados Unidos.
- Roos JJ, Reid JB, Weller JL, Symons GM (2005). Shoot architecture En: Regulation of stem length. En: Turnbull CGN (ed). Plant architecture and its manipulation, Blackwell Publishing, Oxford, Reino Unido, pp 57-91.
- Ruiz FJ (2003). Caracterización morfológica y molecular (PCR-RFLP) de algunas especies de Anopheles Nyssorhynchus en el departamento del Putumayo. Tesis de Maestría. Universidad de Antioquia. Instituto de Biología. Medellín, Colombia, pp 10-11.
- Sacks EJ, Clair DA (1998). Variation among seven genotypes of *Lycopersicon esculentum* and 36 accessions of *L. hirsutum* for interspecific crossability. Euphytica 101:185-191 [citado por Acosta-Quezada *et al* (2012)].
- Sánchez S, Milera M, Suárez J, Alonso O (1996). Evolución de la biota del suelo en un sistema de manejo rotacional intensivo. Cuba, Matanzas, pp 20-23.
- Shannon-Weaver W (1949). The Mathematical Theory of Communication. University Illinois Press, Urbana, IL.

- Sifres A, Blanca J, Nuez F (2011). Pattern of genetic variability of *Solanum habrochaites* in its natural area of distribution. *Genet Resour Crop Ev* 58:347-360 [citado por Acosta-Quezada *et al* (2012)].
- Siva K, Madhav MS, Sharma RK, Murthy TGK, Maohapatra T (2008). Genetic polymorphism of Indian tobacco types as revealed by amplified fragment length polymorphism. *Curr Sci India* 94: 633-639 [citado por Acosta-Quezada (2011)].
- Sneath PHA, Sokal RR (1973). Numerical taxonomy. Segunda Edición. WH Freeman, San Francisco [citado por Acosta-Quezada (2011)].
- Socorras AA, Robaina N (2011). Mesofauna edáfica en diferentes usos de la tierra en la llanura roja de Mayabeque y Artemisa, Cuba. *Pastos y Forrajes, Matanzas*, pp 31-34.
- Spooner DM, van Treuren R, de Vicente MC (2005). Molecular markers for gene bank management. *IPGRI Techn Bull* 10, International Plant Genetic Resource Institute, Rome, Italia, 126 pp.
- Swanson T (1996). Global values of biological diversity: the public interest in the conservation of plant genetic resources for agriculture. *Plant Genetic Resources Newsletter* 105: 1-7.
- Taylor CM (2001). Overview of the neotropical genus *Notopleura* (Rubiaceae: *Psychotrieae*), with the description of some new species. *Ann Missouri Bot Gard* 88:478-515.
- Torres M, Moreno S (2001). Aplicaciones de la caracterización vegetal en conservación y gestión de recursos fitogenéticos. En: González-Andrés F, Pita-Villamil JM (eds.). *Conservación y caracterización de recursos fitogenéticos*. Publicaciones INEA, Valladolid, España, pp 267-277.
- Torres RA (2004). Evaluación de cobertores vegetales en la producción de humus en Yanzatza, Zamora Chinchipe, Ecuador, pp12-15.
- Turnbull CGN (2005). Shoot architecture II: Control of branching. En: Turnbull CGN (ed). *Plant architecture and its manipulation*, Blackwell Publishing, Oxford, Reino Unido, 180 pp [citado por Acosta-Quezada (2011)].

- UTHSCSA (University of Texas Health Science Center, San Antonio) (2000). UTHSCSA Image Tool. IT version 2.0 University of Texas, San Antonio, Estados Unidos, <http://macorb.uthscsa.edu/dig/download.html>.
- Vázquez L, Santos N (2008). Ecuador su realidad. Decima Sexta Edición. Quito, Ecuador, 392 pp.
- Vega-Jarquín A (2008). Importancia Estratégica de la Biodiversidad. Desarrollado con el apoyo técnico y financiero del Proyecto FAO GCP/GLO/190/SPA.
- Veteläinen M, Gammelgard E, Valkonen JPT (2005). Diversity of Nordic landrace potatoes (*Solanum tuberosum* L.) revealed by AFLPs and morphological characters. Genet Resour Crop Ev 52: 999-1010 [citado por Acosta-Quezada (2011)].
- Wagner R (2001). Historia del café en Guatemala. Guatemala, Asociación Nacional del Café, 223 pp.
- Wernsman EA, Ruffy RC (1987). Tobacco. En: Fehr W (ed). Principles of cultivar development, vol. 2. Macmillan Publ., New York, Estados Unidos, pp 669-698 [citado por Acosta-Quezada (2011)].
- Williams JGK, Kubelik AR, Livak KJ, Rafalski JA, Tingey SV (1990). DNA polymorphism amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucl Acids Res 18:6531-6535.
- Zohary D, Spiegel-Roy P (1975). Beginning of fruit growing in the Old World. Science 187:319-327 [citado por Acosta-Quezada (2011)].

## X. ANEXOS

### Anexo 1. Valores medios de las 66 accesiones de café para los 26 caracteres morfológicos establecidos en cuatro grupos de caracteres

Tabla 10.1. Valores medios de las 66 accesiones para los cinco caracteres de la arquitectura de la planta ver información de códigos para accesiones y caracteres en las Tablas 5.1. y 5.2.

Accesiones	C1	C2	C3	C4	C5
CR1	3,04	6,77	86,71	78,73	0,23
CR2	2,47	4,33	71,04	68,66	0,22
CT3	2,45	4,30	62,00	68,92	0,21
T4	3,18	2,93	70,33	74,47	0,26
BA5	2,52	6,20	85,33	85,58	0,31
T6	2,51	3,83	77,33	72,28	0,32
T7	3,04	5,14	77,00	63,92	0,35
CR8	1,99	3,55	39,75	64,46	0,31
CR9	2,79	4,68	58,80	68,09	0,49
T10	4,13	4,36	75,60	72,50	0,54
CR11	2,80	4,16	55,20	70,06	0,42
BR12	4,52	4,88	64,20	63,63	0,49
CR13	1,60	3,30	56,00	51,75	0,58
BR14	2,05	3,25	47,50	49,23	0,35
CV15	1,70	3,15	42,20	75,69	0,43
CR16	1,97	2,8	30,60	65,14	0,31
CB17	2,43	3,48	41,20	77,06	0,31
BA18	3,66	5,32	50,80	83,76	0,31
T19	3,76	4,94	54,20	89,07	0,29
CR20	2,84	3,85	71,60	70,96	0,23
BR21	1,98	3,20	135,20	68,65	0,30
CTR22	1,73	3,18	53,60	77,27	0,32
CB23	1,80	2,94	47,80	84,40	0,36
CR24	2,48	3,52	48,00	62,98	0,29
BA25	3,56	5,24	48,40	73,53	0,25
P26	2,42	4,14	50,00	76,81	0,25
T27	3,09	3,44	56,00	79,81	0,26
CR28	2,19	4,12	32,30	67,05	0,26
T29	3,42	3,76	46,80	80,93	0,30
CR30	2,42	3,84	29,40	65,32	0,30
CR31	1,92	2,44	39,20	61,35	0,27
CA32	3,69	3,35	45,00	76,36	0,29
CR33	2,73	4,58	47,00	67,37	0,23
CA34	2,27	3,64	42,40	72,95	0,28
CR35	2,26	4,02	43,40	74,55	0,32

Tabla 10.1. Continuación de la tabla

Accesiones	C1	C2	C3	C4	C5
CA36	2,32	3,20	35,60	63,14	0,26
BR37	4,47	6,14	59,40	90,59	0,29
BR38	1,69	5,78	80,00	74,31	0,33
CR39	1,50	3,78	36,80	60,86	0,32
CR40	3,30	5,43	49,40	72,56	0,28
CR43	1,97	2,60	26,60	61,01	0,26
CR44	3,78	4,72	48,60	68,3	0,25
KA45	1,63	2,96	19,20	73,83	0,40
KR46	1,91	3,06	23,40	61,75	0,33
CIR47	2,77	2,78	30,40	83,45	0,36
BA48	3,34	3,54	27,00	77,63	0,31
CR49	1,93	4,50	21,00	72,92	0,28
S50	3,58	3,70	26,40	78,61	0,32
CRp51	1,83	3,48	21,60	58,11	0,28
CIR52	3,80	4,42	48,20	81,24	0,38
CIR53	2,83	3,08	26,80	79,78	0,37
CR54	2,20	3,04	25,60	64,09	0,30
CTA55	2,37	3,98	33,60	71,07	0,28
CIR56	2,86	2,58	30,40	88,88	0,37
CTA57	2,72	4,66	21,40	78,16	0,33
CR58	1,79	3,70	20,00	65,83	0,33
CTR59	2,02	3,34	28,80	58,23	0,26
CIR60	3,92	5,52	28,00	71,09	0,31
CR61	2,53	4,54	19,40	78,99	0,27
CIR62	3,45	2,68	34,60	87,45	0,36
CIR63	3,01	3,12	26,50	81,07	0,38
CIR64	3,92	6,60	33,90	71,44	0,43
CIR65	3,15	4,54	30,20	83,85	0,33
CR66	2,38	3,92	35,80	86,83	0,37
<b>Media General</b>	2,68	3,99	45,25	72,63	0,32

**Tabla 10.2. Valores medios de las 66 accesiones para los siete caracteres de la hoja y ramas ver información de códigos para accesiones y caracteres en las Tablas 5.1. y 5.2.**

<b>Accesiones</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>	<b>C8</b>	<b>C9</b>	<b>C10</b>	<b>C11</b>	<b>C12</b>
<b>CR1</b>	11,31	5,65	5,16	7,27	66,73	0,69	9999
<b>CR2</b>	14,05	6,31	6,61	6,35	66,26	1,03	9999
<b>CT3</b>	14,87	6,69	6,7	6,29	60,94	1,15	9999
<b>T4</b>	15,01	5,73	6,65	11,07	51,57	0,93	9999
<b>BA5</b>	12,74	5,25	5,65	6,8	55,74	0,95	9999
<b>T6</b>	13,49	6,05	5,92	6,87	56,18	0,89	9999
<b>T7</b>	15,33	6,77	6,75	7,58	52,61	1,08	92,96
<b>CR8</b>	14,97	7,05	7,10	5,61	67,18	1,00	60,93
<b>CR9</b>	15,44	7,20	6,69	5,51	64,21	1,33	102,00
<b>T10</b>	15,13	6,33	6,33	11,64	55,77	1,10	131,4
<b>CR11</b>	12,59	5,8	5,58	5,54	65,09	1,14	94,44
<b>BR12</b>	11,78	5,11	5,01	10,94	59,11	0,92	105,2
<b>CR13</b>	13,13	6,11	5,61	4,70	65,10	1,31	61,92
<b>BR14</b>	12,72	5,81	5,24	7,44	57,48	0,87	80,40
<b>CV15</b>	17,02	7,38	8,23	4,68	48,17	0,97	81,80
<b>CR16</b>	16,23	7,71	8,41	5,66	61,67	1,40	65,60
<b>CB17</b>	16,53	7,96	8,25	5,14	65,72	1,32	72,48
<b>BA18</b>	15,94	6,92	6,8	10,19	47,97	1,20	116,44
<b>T19</b>	16,24	7,00	7,07	8,68	48,64	1,13	112,88
<b>CR20</b>	17,54	7,77	7,95	6,26	64,23	1,31	83,92
<b>BR21</b>	17,39	8,11	7,61	9,2	51,14	1,23	151,4
<b>CTR22</b>	15,68	7,62	7,86	6,32	65,75	1,33	72,98
<b>CB23</b>	16,22	6,80	8,02	6,46	51,72	1,16	82,52
<b>CR24</b>	15,48	7,11	7,21	6,52	59,52	1,32	86,94
<b>BA25</b>	13,47	6,23	5,77	7,16	63,58	0,89	68,98
<b>P26</b>	14,37	6,95	6,43	5,61	74,04	0,99	71,36
<b>T27</b>	14,95	6,46	6,57	6,92	60,21	0,83	70,32
<b>CR28</b>	14,26	6,54	6,56	5,18	61,67	0,91	55,30
<b>T29</b>	16,11	6,6	7,92	11,35	46,2	1,04	80,40
<b>CR30</b>	15,18	6,57	7,15	4,39	58,64	0,95	49,48
<b>CR31</b>	14,21	6,40	6,47	4,84	61,92	1,38	49,52
<b>CA32</b>	13,53	6,23	6,64	5,54	59,01	1,26	82,70
<b>CR33</b>	14,11	6,26	6,20	5,35	62,26	1,17	76,76
<b>CA34</b>	14,75	6,57	6,55	5,22	61,25	1,89	83,92
<b>CR35</b>	13,98	6,65	6,26	5,17	66,27	1,28	89,28
<b>CA36</b>	16,91	7,54	7,78	4,86	62,53	1,14	97,32
<b>BR37</b>	14,2	6,02	6,74	10,67	54,59	1,05	132,48
<b>BR38</b>	13,56	6,30	6,46	10,88	57,87	1,05	134,36
<b>CR39</b>	14,35	6,87	6,35	4,26	64,76	1,33	75,64
<b>CR40</b>	13,29	6,17	5,89	5,12	67,14	0,97	84,44

Tabla 10.2. Continuación de la tabla.

Accesiones	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
CR41	13,96	6,66	6,63	4,85	68,92	1,31	49,40
CR42	15,21	6,73	7,23	4,43	66,30	0,96	74,20
CR43	13,6	6,34	6,05	4,54	67,22	1,37	64,20
CR44	14,06	6,61	6,58	4,68	68,18	1,18	65,68
KA45	15,11	7,31	7,26	4,19	71,99	0,91	56,28
KR46	14,88	7,03	7,04	5,07	71,16	0,84	65,24
CIR47	14,55	6,17	7,05	6,87	63,52	0,68	64,84
BA48	14,99	6,58	6,68	7,12	53,61	0,89	69,92
CR49	14,57	6,75	6,62	4,02	67,13	1,13	50,04
S50	15,67	6,52	7,66	7,84	57,68	1,02	77,24
CRp51	15,27	7,38	7,06	4,60	69,06	1,33	80,72
CIR52	15,38	6,58	7,21	7,26	62,04	1,01	59,88
CIR53	14,48	6,21	6,72	9,5	60,75	0,92	69,16
CR54	13,7	6,48	6,42	4,09	69,82	0,88	46,04
CTA55	14,33	6,35	6,91	3,88	69,41	1,01	56,08
CIR56	15,36	6,01	7,40	7,66	58,39	0,84	68,36
CTA57	14,91	6,95	7,27	3,40	67,24	1,04	72,8
CR58	13,69	6,23	6,67	3,27	66,94	0,78	49,28
CTR59	15,81	7,07	7,42	5,24	66,72	0,70	63,14
CIR60	13,93	6,17	6,6	5,53	58,92	1,06	73,80
CR61	14,06	6,82	6,79	3,01	71,85	1,09	55,24
CIR62	15,69	5,92	7,92	9,78	53,84	1,15	71,56
CIR63	15,76	6,21	7,24	6,4	50,51	0,99	66,16
CIR64	16,43	6,46	7,71	5,59	46,84	0,97	67,08
CIR65	16,34	6,65	7,59	8,04	51,15	1,04	67,36
CR66	13,21	6,47	6,33	3,77	69,08	0,96	71,44
<b>Media General</b>	14,74	6,59	6,82	6,36	61,19	1,07	979,21

Tabla 10.3. Valores medios de las 66 accesiones para los diez caracteres de la infrutescencia y fruto ver información de códigos para accesiones y caracteres en las Tablas 5.1. y 5.2.

Accesiones	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
CR1	1,23	1,09	0,62	20,73	3,64	0,08	96,13	99,97	0,44	1,12
CR2	1,80	1,25	0,89	30,33	4,07	0,08	103,19	100,64	0,35	1,12
CT3	1,56	1,27	0,78	29,83	5,49	0,08	100,06	98,83	0,31	1,01
T4	1,64	1,25	0,80	10,50	8,56	0,09	99,63	96,65	0,45	0,98
BA5	1,44	1,21	0,71	15,70	4,55	0,08	98,45	98,46	0,37	1,01
T6	1,38	1,15	0,66	20,47	5,87	0,10	95,61	96,48	0,38	0,97
T7	1,53	1,25	0,67	84,40	5,74	0,14	99,68	98,74	0,47	1,93
CR8	1,54	1,23	0,75	73,68	3,78	0,11	99,49	100,14	0,40	1,60
CR9	1,81	1,36	0,91	67,58	5,34	0,07	102,03	100,96	0,36	1,12
T10	1,70	1,35	0,80	26,60	7,19	0,06	101,78	101,79	0,33	1,96
CR11	1,65	1,25	0,76	29,46	4,22	0,08	97,91	96,40	0,28	1,27
BR12	1,66	1,25	0,79	28,12	4,52	0,08	97,88	99,19	0,30	1,24
CR13	1,72	1,33	0,85	45,58	4,25	0,06	100,42	101,06	0,32	1,96
BR14	1,65	1,26	0,81	33,55	6,41	0,06	98,76	98,93	0,31	1,54
CV15	1,66	1,33	0,80	92,52	4,33	0,10	103,35	105,12	0,47	2,04
CR16	1,72	1,31	0,85	73,94	4,49	0,11	99,82	103,46	0,31	2,00
CB17	1,80	1,37	0,88	59,10	4,71	0,10	104,25	102,10	0,36	2,40
BA18	1,83	1,47	0,77	28,86	5,69	0,13	107,24	106,11	0,48	2,45
T19	1,77	1,47	0,79	38,78	4,33	0,13	107,78	106,54	0,46	2,52
CR20	1,74	1,33	0,80	33,20	4,49	0,14	103,11	96,50	0,43	2,33
BR21	1,84	1,41	0,92	35,06	7,78	0,13	103,35	104,11	0,49	2,72
CTR22	1,76	1,38	0,88	58,04	5,51	0,09	103,63	104,37	0,25	2,11
CB23	1,79	1,29	0,89	53,48	5,70	0,11	99,27	101,99	0,28	2,19
CR24	1,77	1,30	0,90	66,00	4,99	0,12	99,34	100,43	0,28	2,17
BA25	1,44	1,31	0,62	40,84	4,29	0,12	96,34	93,05	0,34	1,42
P26	1,50	1,14	0,63	42,06	4,33	0,11	95,94	93,52	0,30	1,60
T27	1,54	1,03	0,68	24,66	5,96	0,09	91,81	86,84	0,26	1,52
CR28	1,54	1,13	0,74	22,02	4,02	0,10	95,12	94,81	0,27	1,36
T29	1,71	1,26	0,84	29,92	6,83	0,09	99,97	99,16	0,34	1,92
CR30	1,61	1,18	0,81	23,52	3,84	0,10	98,62	96,70	0,29	1,79
CR31	1,59	1,24	0,78	44,50	4,41	0,11	100,63	100,58	0,30	1,79
CA32	1,64	1,25	0,83	53,95	4,41	0,12	102,87	101,29	0,25	1,92
CR33	1,69	1,25	0,74	33,78	4,32	0,11	98,43	96,58	0,28	2,11
CA34	1,69	1,33	0,81	51,72	4,54	0,11	104,18	101,51	0,30	1,90
CR35	1,68	1,34	0,80	43,42	4,64	0,10	103,73	105,57	0,34	2,00
CA36	1,66	1,31	0,75	44,66	4,79	0,08	102,32	98,22	0,26	1,90
BR37	1,78	1,38	0,89	22,52	6,72	0,14	105,30	105,48	0,36	2,40
BR38	1,83	1,47	0,90	46,92	8,06	0,14	107,37	107,38	0,45	2,83
CR39	1,79	1,44	0,89	45,42	4,40	0,14	106,90	105,67	0,36	2,58
CR40	1,68	1,32	0,70	24,96	5,30	0,11	103,28	98,96	0,30	2,06
CR41	1,71	1,38	0,82	17,20	4,73	0,09	105,22	105,22	0,35	1,61

Tabla 10.3. Continuación de la tabla

Accesiones	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
CR42	1,57	1,32	0,79	19,82	4,28	0,13	104,23	103,82	0,30	1,83
CR43	1,61	1,22	0,72	14,86	4,55	0,12	99,51	96,13	0,28	1,79
CR44	1,45	1,19	0,68	29,60	4,34	0,12	99,25	98,02	0,28	1,51
KA45	1,62	1,34	0,80	27,90	3,72	0,07	104,13	104,18	0,28	2,00
KR46	1,58	1,29	0,78	17,52	4,08	0,10	101,78	102,61	0,29	1,78
CIR47	1,64	1,30	0,82	3,76	5,57	0,10	101,65	102,31	0,29	1,93
BA48	1,65	1,30	0,85	11,14	5,49	0,07	101,64	100,25	0,29	1,93
CR49	1,64	1,29	0,81	17,64	3,81	0,10	99,94	100,91	0,25	1,79
S50	1,58	1,28	0,83	11,10	5,15	0,12	101,53	100,93	0,26	1,80
CRp51	1,66	1,29	0,86	67,48	4,18	0,13	101,17	101,37	0,28	1,92
CIR52	1,68	1,31	0,72	13,66	6,29	0,12	101,97	102,03	0,36	2,11
CIR53	1,56	1,23	0,71	23,26	7,13	0,10	99,72	98,41	0,34	1,74
CR54	1,59	1,24	0,68	19,90	3,42	0,13	99,53	98,11	0,28	2,11
CTA55	1,59	1,23	0,68	19,50	3,56	0,10	99,19	97,61	0,32	1,70
CIR56	1,60	1,20	0,77	2,64	6,72	0,10	98,87	99,31	0,27	1,71
CTA57	1,52	1,21	0,74	5,92	3,03	0,12	99,09	99,69	0,21	1,43
CR58	1,51	1,26	0,73	3,70	2,72	0,13	100,78	101,49	0,28	1,54
CTR59	1,66	1,29	0,81	13,66	3,96	0,13	101,32	101,12	0,26	1,84
CIR60	1,53	1,29	0,77	4,90	4,40	0,12	102,01	100,67	0,33	1,51
CR61	1,52	1,27	0,75	7,52	2,98	0,11	101,41	101,17	0,25	1,57
CIR62	1,60	1,24	0,81	6,56	7,11	0,12	100,15	98,77	0,27	1,77
CIR63	1,52	1,31	0,74	19,48	5,43	0,13	103,14	103,52	0,36	1,86
CIR64	1,38	1,15	0,70	3,70	4,38	0,10	96,67	96,34	0,25	1,16
CIR65	1,48	1,29	0,74	2,56	5,64	0,11	101,89	101,65	0,27	1,66
CR66	1,35	1,06	0,66	41,08	3,80	0,07	93,18	92,08	0,19	1,11
<b>Media General</b>	1,62	1,28	0,78	31,46	4,95	0,11	100,82	100,18	0,32	1,78

Tabla 10.4. Valores medios de las 66 accesiones para los cuatro caracteres de la semilla ver información de códigos para accesiones y caracteres en las Tablas 5.1 y 5.2.

Accesiones	C23	C24	C25	C26
CR1	0,92	0,76	0,45	0,67
CR2	1,34	0,97	0,64	0,28
CT3	1,19	0,94	0,57	0,24
T4	1,27	0,95	0,60	0,27
BA5	1,08	0,89	0,47	0,15
T6	1,02	0,84	0,44	0,11
T7	1,11	0,91	0,57	0,25
CR8	1,00	0,75	0,50	0,44
CR9	1,30	0,91	0,66	0,25
T10	1,20	0,88	0,63	0,21
CR11	1,16	0,84	0,57	0,21
BR12	1,18	0,83	0,58	0,20
CR13	1,15	0,87	0,60	0,24
BR14	1,15	0,87	0,63	0,16
CV15	1,37	1,02	0,68	0,62
CR16	1,35	0,99	0,66	0,57
CB17	1,40	1,00	0,70	0,62
BA18	1,28	0,96	0,62	0,73
T19	1,29	1,01	0,64	0,79
CR20	1,19	0,85	0,57	0,6
BR21	1,25	0,90	0,62	0,72
CTR22	1,37	1,01	0,68	0,60
CB23	1,44	1,00	0,72	0,64
CR24	1,16	0,79	0,58	0,57
BA25	1,10	0,78	0,48	0,42
P26	1,06	0,79	0,46	0,48
T27	1,20	0,80	0,53	0,49
CR28	1,07	0,74	0,53	0,42
T29	1,21	0,79	0,61	0,57
CR30	1,15	0,78	0,57	0,53
CR31	1,10	0,80	0,57	0,49
CA32	1,13	0,80	0,57	0,48
CR33	1,18	0,8	0,53	0,55
CA34	1,17	0,83	0,57	0,56
CR35	1,14	0,85	0,55	0,53
CA36	1,19	0,81	0,55	0,51
BR37	1,24	0,86	0,62	0,70
BR38	1,24	0,9	0,61	0,79
CR39	1,17	0,89	0,63	0,72
CR40	1,25	0,87	0,59	0,58
CR41	1,17	0,83	0,58	0,40
CR42	1,04	0,81	0,52	0,40

Tabla 10.4. Continuación de la tabla.

Accesiones	C23	C24	C25	C26
CR43	1,21	0,86	0,59	0,44
CR44	1,08	0,80	0,52	0,38
KA45	1,16	0,90	0,58	0,59
KR46	1,09	0,83	0,55	0,55
CIR47	1,24	0,85	0,62	0,65
BA48	1,17	0,81	0,68	0,58
CR49	0,95	0,69	0,53	0,48
S50	1,08	0,82	0,63	0,53
CRp51	1,18	0,85	0,68	0,51
CIR52	1,23	0,86	0,59	0,69
CIR53	1,24	0,87	0,61	0,56
CR54	1,19	0,87	0,59	0,52
CTA55	1,23	0,88	0,58	0,53
CIR56	1,20	0,83	0,61	0,54
CTA57	1,06	0,81	0,53	0,40
CR58	1,06	0,81	0,53	0,46
CTR59	1,19	0,86	0,59	0,53
CIR60	1,07	0,85	0,54	0,45
CR61	1,09	0,82	0,55	0,48
CIR62	1,19	0,82	0,59	0,56
CIR63	1,12	0,81	0,55	0,56
CIR64	1,04	0,76	0,55	0,41
CIR65	1,07	0,78	0,56	0,51
CR66	1,06	0,80	0,52	0,37
<b>Media General</b>	1,17	0,85	0,58	0,49

## ANEXO 2. Registro de morfoespecies muestreadas en las parcelas de café, según los respectivos cantones y sus zonas de vida

Tabla 10.5. Morfoespecies encontradas en las parcelas de café establecidas en las diferentes zonas de vida.

Orden	Morfoespecies	Yanzatza (bmh-ST)	Macará (bs-T)	Paltas (bs)	Marcabelí (bs-PM)
Collembola	sp1 (blancos/cuerpos alargados)	7	6	10	13
	sp2 (blanco/con fúrcula)	16	0	0	0
	sp3 (plomos/fúrcula larga)	126	6	14	7
	sp4 (transparente manchitas café/antenas machadas)	0	5	0	1
	sp5 ( café/antenas/fúrcula larga)	0	1	0	0
	sp6 (negro/antenas cortas/)	182	0	7	2
Hymenoptera	sp1 (naranjas/patas largas/2 segmentos)	22	0	1	14
	sp2 (café claro/abdomen pronunciado)	7	0	0	0
	sp3 (naranjas/antenas largas/3 segmentos)	0	0	1	3
Acari	sp1 (redondo/rojo/mandíbula)	15	1	0	0
	sp2 (naranja/peludo patas anchas/ mandíbula)	3	6	17	1
	sp3 (café oscuro/patas cortas)	0	0	0	0
	sp4 (cabeza puntiaguda patas largas/café)	0	4	18	4
	sp5 (redondo/naranja/ patas cortas)	5	1	8	4
	sp6 (corazón/rojo pequeño)	70	2	24	40
	sp7 ( café claro/patas largas/con mandíbula)	44	4	26	33
	sp8 (crema/ patas largas/mandíbula)	47	0	0	0
	sp9 (cabeza puntiaguda/crema/patas cortas)	2	0	0	0
	sp10 (naranja/peludo/cuerpo cuadrado/ mandíbula)	6	0	0	0
	sp11 (gordo peludo/patas en un solo lado)	1	0	9	8
Coleoptera	sp1 (café oscuro/abdomen pronunciado)	5	1	7	3
	sp2 (café oscuro/dos segmentos)	0	2	1	3
Hemiptera	sp1 (pequeños /bicolor)	0	0	0	0
	sp2 (naranja clara/ojos resaltados rojos)	0	0	1	0
	sp3 (gordo/antenas/cola en forma de pinza)	10	0	7	28
Myriapoda	sp1 (diplópodos)	16	0	6	4
	sp2 (quilópodos)	0	0	0	0
Aranea	sp1 (café claro/con pelos)	1	0	0	1
<b>Total</b>		<b>585</b>	<b>39</b>	<b>157</b>	<b>169</b>