

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA**  
**AGROINDUSTRIAL**



**TESIS**

**“ EVALUACIÓN FÍSICA Y SENSORIAL DE CUATRO  
VARIEDADES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) TOLERANTES A  
ROYA (*Hemileia vastatrix*), EN RELACIÓN A DOS PISOS  
ECOLÓGICOS DE LAS PROVINCIAS DE LAMAS Y RIOJA ”**

**PRESENTADO POR :**

**Bach.LILIANA ESTRELLA GAMONAL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**TARAPOTO - PERÚ**

**2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA**  
**AGROINDUSTRIAL**

**TESIS**

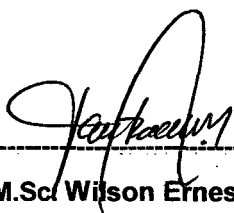
**“EVALUACIÓN FÍSICA Y SENSORIAL DE CUATRO  
VARIETADES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) TOLERANTES A  
ROYA (*Hemileia vastatrix*), EN RELACIÓN A DOS PISOS  
ECLÓGICOS DE LAS PROVINCIAS DE LAMAS Y RIOJA”.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR**


**Bach. LILIANA ESTRELLA GAMONAL**

**MIEMBROS DEL JURADO**



Ing. M.Sc. Wilson Ernesto Santander Ruiz

**PRESIDENTE**



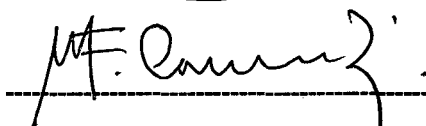
Ing. Luis Luna Dávila

**MIEMBRO**



Ing. M.Sc. Epifanio Efraín Martínez Mena

**SECRETARIO**



Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge

**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

Al dador del don, al que bendice la acción, Él fue quien guió y preparó todo.

Con mucho amor a mis padres Luis Estrella y Fabiola Gamonal por todo el apoyo que me dieron en las diferentes etapas de mi formación personal. Ustedes queridos padres que han apostado la educación como estrategia de lucha contra la pobreza.

Con un profundo afecto a ustedes hermanas y hermano por saber comprender y apoyar en mis desiciones, pues ustedes fueron el principal soporte desde lo lejos para la culminación satisfactoria de mis estudios en la UNSM-T.

## AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso, porque aun cuando creí no poder, Él fue mi sostén, mi refugio, mi fortaleza, gracias Dios por enseñarme, que la última palabra la tienes tú.

A mi familia en especial a mis padres, gracias por su gran esfuerzo soy lo que soy y todo lo que seré. A mis hermanas y hermano, mil gracias.

A la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, y en ella a los distinguidos docentes quienes con su profesionalismo, ética y conocimiento puesto de manifiesto en las aulas, enrumban a cada uno de los que acudimos, que nos servirán para ser útiles a la sociedad.

Al Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad – PNICP, por financiar el presente proyecto “Innovación tecnológica para la clonación de plantas matrices de café (*Coffea arabica*) con alta productividad y tolerancia a Roya en la Región San Martín”. Al Coordinador Ejecutivo del PNICP, ingeniero Alejandro Afuso Higa, a la Dra. Velia Maruxie Yufra Picardo, Unidad de Supervisión de Proyectos PNICP. Muchas gracias por permitir realizar la presente tesis y ser financiado.

Al Gerente del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - San Martín (Entidad ejecutora), Ing. M Sc. Luis Alberto Arévalo López, al Coordinador General del proyecto, Ing. Geomar Vallejos Torres, porque con sus apoyo, fue posible realizar y mejorar en la redacción del presente documento. Muchas gracias!

A todo el personal que labora en el laboratorio de Control de Calidad de café de la Cooperativa Agraria Cafetalera y de Servicios Oro Verde Ltda., con especial agradecimiento al Gerente General Ing. Hildebrando Cárdenas Saavedra por permitir realizar el análisis sensorial y los miembros del equipo de catación, la que fue posible identificar la calidad del café.

Al Ing. M Sc. Henry Ruíz Solsol por el apoyo que me brindó desde la formulación del anteproyecto y la parte experimental. Infinitas Gracias.

Al Doctor Manuel Fernando Coronado Jorge por su enriquecedora tutoría y sus valiosas sugerencias que contribuyeron para mejorar mi redacción y el manejo de la literatura. Gracias Doctor!

A la Ing. M Sc. Diana Ayala Montejo por su ayuda paciente en los análisis estadísticos y en la mejora de la tesis. Infinitas gracias!.

A los miembros del jurado por su paciente dedicación, orientación y sus aportes para el mejoramiento del presente documento.

A todos y cada uno de los productores de café de la provincia de Lamas y Rioja, por su tiempo, sus conocimientos, su confianza y su café.

Al Ing. Marco García por su ayuda durante la identificación y recolección de muestras.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objetivos	2
1.1.1.	Objetivo general	2
1.1.2.	Objetivos específicos	2
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1.	Historia del café ( <i>Coffea arabica</i> )	4
2.2.	Clasificación taxonómica	4
2.3.	Variedades de café ( <i>Coffea arabica</i> )	4
2.3.1.	Typica	4
2.3.2.	Bourbon	4
2.3.3.	Catuai	5
2.3.4.	Caturra	5
2.3.5.	Pache	6
2.3.6.	Catimor	6
2.4.	La roya del café	7
2.5.	Estado físico del café	8
2.5.1.	Cereza madura	8
2.5.2.	Pergamino seco	8
2.5.3.	Café oro verde	9
2.5.4.	Café tostado	9
2.6.	Método de recolección	
	Forma de recoger el café	9
2.7.	Sistema de manipulación de pos-cosecha	10
2.7.1.	Beneficio por la vía húmeda	10
2.7.2.	Beneficio ecológico	11
2.7.3.	Beneficio húmedo enzimático	12
2.7.4.	Beneficio semihúmedo	12
2.7.5.	Beneficio por la vía seca	13
2.8.	Calidad de café	14
2.9.	Factores de pos-cosecha que determinan la calidad	14
2.9.1.	Intrínsecos	15

2.9.2.	Externos	15
2.10.	Características físicas del grano de café	16
2.11.	Preparación del café	17
2.11.1.	Operación unitaria del tostado	17
2.11.2.	Análisis de infusión del tueste	17
2.12.	Catación	17
2.13.	Características organolépticas más relevantes del café	18
2.13.1.	Fragancia/aroma	18
2.13.2.	Sabor	19
2.13.3.	Sabor residual / post gusto	19
2.13.4.	Acidez	19
2.13.5.	Cuerpo	19
2.13.6.	Dulzura	19
2.13.7.	Balance	20
2.13.8.	Uniformidad	20
2.13.9.	Limpieza de la taza	20
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1.	Lugar de trabajo	21
3.2.	Materiales y equipos	21
3.3.	Métodos	23
3.3.1.	Cosecha	24
3.3.2.	Caracterización física de café cereza madura	24
3.3.3.	Beneficiado de las muestras	25
3.3.4.	Análisis de calidad del café	26
3.3.4.1.	Calidad física	26
3.3.4.2.	Calidad sensorial	28
3.3.4.2.1.	Proceso de tostado y molido	28
3.3.4.2.2.	Ficha de anotación	29
3.3.4.2.3.	Catación	30
3.4.	Análisis estadístico	32
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	33
4.1.	Evaluación física de cuatro variedades de café ( <i>Coffea arabica</i> ) tolerantes a roya cultivadas en las provincias de Lamas y Rioja.	33

4.1.1.	Característica física de las variedades de café cereza madura (longitud, ancho y espesor)	33
4.1.2.	Variables físicas relacionadas con el café oro verde	34
a)	Merma	34
b)	Defectos	35
c)	Granos de café sin defectos	36
d)	Defectos en el café oro verde	37
e)	Granulometría	38
4.2.	Evaluación sensorial de cuatro variedades de café ( <i>Coffea arabica</i> ) tolerantes a roya, cultivadas en la provincia de Lamas y Rioja	39
4.2.1.	Atributos sensoriales	39
a)	Fragancia / aroma	40
b)	Sabor	41
c)	Acidez	42
d)	Balance	43
4.2.2.	Calidad en taza	44
4.2.3.	Efecto de dos pisos ecológicos sobre la calidad física de cuatro variedades de café	44
4.3.	Efecto de dos pisos ecológicos sobre la calidad sensorial de cuatro variedades de café	46
4.3.1.	Atributos sensoriales	46
4.3.2.	Calidad en taza	47
V.	CONCLUSIONES	49
VI.	RECOMENDACIONES	50
VII.	BIBLIOGRAFÍA	51
VIII.	ANEXOS	56



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 01:</b> Factores que influyen en la calidad en cosecha y beneficio del café.	15
<b>Cuadro 02:</b> Tamaño de tamices	16
<b>Cuadro 03:</b> Clasificación de café especial y no especial	30
<b>Cuadro 04:</b> Efecto del factor variedad sobre la calidad física de café cereza madura	33
<b>Cuadro 05:</b> Defectos en el café oro verde	38
<b>Cuadro 06:</b> Tamaño de grano de café oro verde de las distintas variedades de café ( <i>Coffea arabica</i> ), a diferentes altitudes .	39
<b>Cuadro 07:</b> Características sensoriales de las variedades de café ( <i>Coffea arabica</i> )	40
<b>Cuadro 08:</b> Efecto del factor altitud sobre la calidad física de café cereza madura	45
<b>Cuadro 9:</b> Efecto del factor altitud sobre la calidad sensorial	46

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 01:</b> Prueba de Tukey al 5%, para los promedios en Espesor de café cereza madura del factor variedad.	34
<b>Gráfico 02:</b> Gramaje de merma por variedad y altitud	35
<b>Gráfico 03:</b> Gramaje de granos con defectos por variedad y altitud	36
<b>Gráfico 04:</b> Gramaje de granos de café sin defectos por variedad y altitud	37
<b>Gráfico 05:</b> Prueba de Tukey al 5%, para los promedios en Fragancia/aroma del factor variedad.	41
<b>Gráfico 06:</b> Prueba de Tukey al 5%, para los promedios en Sabor del factor variedad.	42
<b>Gráfico 07:</b> Prueba de Tukey al 5%, para los promedios en Acidez del factor variedad.	43
<b>Gráfico 08:</b> Prueba de Tukey al 5%, para los promedios en Balance del factor variedad.	43
<b>Gráfico 09:</b> Prueba de Tukey al 5%, para los promedios de calidad en taza del factor variedad.	44
<b>Gráfico 10:</b> Prueba de Tukey al 5%, para los promedios en ancho de café cereza madura del factor variedad.	45
<b>Gráfico 11:</b> Prueba de Tukey al 5%, para los promedios en espesor de café cereza madura del factor variedad.	46

<b>Gráfico 12:</b> Prueba de Tukey al 5%, para los promedios en Fragancia/aroma de la variedad caturra del factor altitud.	47
<b>Gráfico 13:</b> Prueba de Tukey al 5%, para los promedios de Calidad en taza de la variedad caturra del factor altitud.	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b>	<b>Variedad Borbón</b>	<b>5</b>
<b>Figura 02:</b>	<b>Variedad Catimor</b>	<b>6</b>
<b>Figura 03:</b>	<b>Planta afectada por roya</b>	<b>8</b>
<b>Figura 04:</b>	<b>Cosecha de café</b>	<b>9</b>
<b>Figura 05:</b>	<b>Beneficio por la vía húmeda</b>	<b>11</b>
<b>Figura 06:</b>	<b>Beneficio ecológico</b>	<b>11</b>
<b>Figura 07:</b>	<b>Beneficio húmedo enzimático</b>	<b>12</b>
<b>Figura 08:</b>	<b>Beneficio semihúmedo</b>	<b>13</b>
<b>Figura 09:</b>	<b>Beneficio por la vía seca</b>	<b>13</b>
<b>Figura 10:</b>	<b>Mapa de ubicación de las zonas colectadas del café</b>	<b>21</b>
<b>Figura 11:</b>	<b>Flujograma de operaciones</b>	<b>23</b>
<b>Figura 12:</b>	<b>Colección de café cereza madura</b>	<b>24</b>
<b>Figura 13:</b>	<b>Caracterización de café cereza maduram</b>	<b>25</b>
<b>Figura 14:</b>	<b>Proceso de beneficio por vía húmeda de café cereza madura</b>	<b>26</b>
<b>Figura 15:</b>	<b>Proceso del análisis físico del café oro verde</b>	<b>27</b>

**Figura 16:** Proceso de tostado y molido de café oro para catación 29

**Figura 17:** Proceso de catación 31

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 01:</b>	Resultados obtenidos en la evaluación física de la longitud de Café cereza madura (mm)	57
<b>Anexo 02:</b>	Análisis de Varianza para la longitud de café cereza madura (mm).	57
<b>Anexo 03:</b>	Resultados obtenidos en la evaluación física de ancho de Café cereza madura (mm)	57
<b>Anexo 04:</b>	Análisis de Varianza para el ancho de café cereza madura (mm).	58
<b>Anexo 05:</b>	Resultados obtenidos en la evaluación física de espesor de Café cereza madura (mm)	58
<b>Anexo 06:</b>	Análisis de Varianza para el espesor de café cereza madura (mm).	58
<b>Anexo 07:</b>	Resultados obtenidos en la evaluación sensorial de Fragancia/Aroma	59
<b>Anexo 08:</b>	Análisis de Varianza de fragancia/aroma	59
<b>Anexo 09:</b>	Resultados obtenidos en la evaluación sensorial de sabor	59
<b>Anexo 10:</b>	Análisis de Varianza del sabor	60
<b>Anexo 11:</b>	Resultados obtenidos en la evaluación sensorial de la acidez	60
<b>Anexo 12:</b>	Análisis de Varianza de la acidez	60
<b>Anexo 13:</b>	Resultados obtenidos en la evaluación sensorial del balance	61

<b>Anexo 14:</b>	<b>Análisis de Varianza del balance</b>	<b>61</b>
<b>Anexo 15:</b>	<b>Resultados obtenidos en la evaluación sensorial de calidad en taza</b>	<b>61</b>
<b>Anexo 16:</b>	<b>Análisis de Varianza para la calidad en taza</b>	<b>62</b>
<b>Anexo 17:</b>	<b>Resultados obtenidos en la evaluación sensorial de la Fragancia/Aroma en la variedad caturra</b>	<b>62</b>
<b>Anexo 18:</b>	<b>Análisis de Varianza del efecto de la altitud sobre la Fragancia/Aroma de la variedad caturra</b>	<b>62</b>
<b>Anexo 19:</b>	<b>Resultados obtenidos en la evaluación sensorial de la calidad en taza en la variedad caturra</b>	<b>63</b>
<b>Anexo 20:</b>	<b>Análisis de Varianza del efecto de la altitud sobre la calidad en taza de la variedad caturra</b>	<b>63</b>
<b>Anexo 21:</b>	<b>Formulario de catación</b>	<b>64</b>
<b>Anexo 21:</b>	<b>Comparación de resultados con otro paquete estadístico</b>	<b>65</b>

## RESÚMEN

El presente trabajo de investigación titulado "Evaluación física y sensorial de cuatro variedades de café (*Coffea arabica* L.) tolerantes a Roya (*Hemileia vastatrix*), en relación a dos pisos ecológicos de las provincias de Lamas y Rioja", se llevó a cabo con la finalidad de evaluar la característica física del fruto de café, y las características sensoriales procesado mediante beneficio húmedo, despulpado a mano, fermentación natural y secado solar. Se realizaron pruebas sensoriales usando una escala de 6-10 puntos (SCAA, 2005); para calificar cada uno de los atributos sensoriales de las variedades tolerantes a Roya procedentes de las provincias de Lamas y Rioja: Catuai, Caturra, Pache y Catimor como testigo por tener genes tolerantes a Roya; en relación a dos pisos ecológicos: 800-1000 msnm y 1000-1200 msnm. Para esto se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 4x2, donde los factores son variedad y altitud, cuyas variables estudiadas fueron: Las características físicas del fruto como: Longitud, ancho y espesor; en las características sensoriales como: fragancia/aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, uniformidad, balance, taza limpia, dulzor y puntaje catador.

En los resultados obtenidos en la presente investigación, no se encontraron diferencias significativas en la interacción de variedad y altitud, pero sí independientemente. La variedad presentó mayor influencia sobre la característica física del fruto de la variable espesor (Sig.= 0.004), sin embargo, en ancho (Sig.= 0.175) y longitud (Sig.= 0.621) sus medidas son prácticamente similares entre las variedades estudiadas; en características sensoriales influyó significativamente en fragancia/aroma (Sig.= 0.006), sabor (Sig.= 0.006), acidez (Sig.= 0.0002) y balance (Sig.= 0.0001); así mismo, sobresalió la variedad caturra en los dos primeros atributos con una calificación de (7.55 y 7.35); presentando descriptores sensoriales en Fragancia/aroma a chocolates, cítricos, frutal, mango, plátano maduro, melón y sabor a frutas, ligero a mandarina, a melón, plátano seda, ciruelas; también sobresalió la variedad caturra de calidad en taza con una calificación (82.10); sin embargo catimor obtuvo la más baja calificación en fragancia/aroma (7.10) presentando descriptores sensoriales a hierbas, a granos como a nueces y otras especias; también presentó baja calificación de calidad en taza (80.23). En los demás atributos como: sabor residual, cuerpo, uniformidad,



dulzor, taza limpia y puntaje del catador; presentaron calificaciones prácticamente similares entre variedades.

El efecto de la altitud influyó en la característica física, sobresaliendo mayor medida a mayor altitud en ancho (14.23) y espesor (13.70). En característica sensorial, la altitud mejoró la fragancia/aroma en la variedad caturra obteniendo una mayor calificación de calidad en taza (82.65), la de mayor altitud (1000-1200) msnm.

Palabras claves: Catación, calidad en taza, café, altitud, atributos sensoriales.

## **ABSTRACT**

The present research work entitled "assessing physical and sensory of four varieties of coffee (*Coffea arabica* L.) tolerant to rust (*Hemileia vastatrix*), in relation to two ecological floors of the provinces of Lamas and Rioja", was carried out in order to evaluate the physical characteristic of the fruit of the coffee, and sensory characteristics through wet mill, pulp removal by hand, natural fermentation and drying Sun. Sensory tests were conducted using a scale of 6-10 points (SCAA, 2005); to qualify each of the sensory attributes of varieties tolerant to rust from the provinces of Lamas and La Rioja: catuai, Caturra, Pache and Catimor as a witness by having Rust tolerant genes; in relation to two ecological floors: 800-1000 msnm and 1000-1200 msnm. For this we used a design completely at random (DCA) with 4 x 2 factorial arrangement, where the factors are variety and altitude, whose variables studied were: The physical characteristics of the fruit is length, width and thickness; in sensory characteristics are fragrance/aroma, flavor, residual flavor, acidity, body, evenness, balance, clean Cup, sweetness and score taster.

The results obtained in this investigation, no significant differences in the interaction of variety and altitude were found, but no matter. The variety had greater influence on the physical characteristics of the fruit of the thickness variable (Sig. = 0.004), however, wide (Sig. = 0.175) and length (Sig. = 0.621) its measures are broadly similar between the varieties studied ; in sensory characteristics significantly influence fragrance / flavor (Sig = 0.006.), flavor (Sig = 0.006.), acidity (Sig = 0.0002.) and balance (Sig = 0.0001.); Likewise, the variety caturra excelled in the first two attributes with a rating of (7.55 and 7.35); I presenting sensory descriptors in fragrance / scent chocolates, citrus, fruit, mango, ripe banana, melon and fruity, light mandarin, melon, banana silk, plums; also excelled caturra variety of cup quality with a rating (82.10); however catimor scored the lowest rating in fragrance / flavor (7.10) presenting herbs sensory descriptors, to grains like nuts and other spices; also presented downgrades cup quality (80.23). In other attributes such as residual flavor, body, smoothness, sweetness, clean cup and score taster; practically similar scores presented varieties.

The effect of altitude influenced the physical characteristic protruding further at higher altitudes in width (14.23) and thickness (13.70). In sensory characteristics, altitude improved fragrance / scent in obtaining a greater variety caturra cup quality rating (82.65), the highest one (1000-1200) msnm.

Key words: cupping, Cup, coffee, altitude, sensory attributes.

## I. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los productos del mercado mundial que se comercializa en base a la calidad del grano, a ello va asociado el aroma, acidez, cuerpo y consistencia del mismo. La calidad determina el conjunto de características físicas y organolépticas que motivan a un comprador a pagar un precio diferenciado por el producto, lo que representa mayor ingreso y rentabilidad al caficultor. Al incumplir los requisitos de calidad de café, no solo afectan a los caficultores en términos de ingresos, sino que también afecta a los diferentes eslabones que participan a la cadena productiva (Marín, 2013).

El Perú, ha logrado posicionarse a nivel mundial por su calidad, especialmente en el rubro de cafés especiales. El cultivo de café es un gran generador de empleo, ya que su producción directa genera alrededor de 43 millones de jornales al año. El área cosechada en el 2010, el Perú fue de 349,633 ha, principalmente contribuyeron a ello los departamentos de Junín, Cajamarca, Cuzco, San Martín y Amazonas cuya área cosechada asciende al 311,551 ha, es decir el 89% de la superficie cosechada de café nacional. El área cosechada en el periodo 2006-2010 ha crecido en una tasa del 2.1%, mostrando una mayor tendencia significativa el departamento de San Martín con una tasa del 7.2% anual (Vergara, 2012).

La región San Martín cuenta con clima y condiciones ambientales favorables para la producción de cafés especiales, pero se ve limitada por el bajo rendimiento productivo y el poco conocimiento de los caficultores en el proceso de beneficio del café.

Las condiciones de variedad, altitud, un adecuado manejo agronómico y el proceso de beneficio de café redundarán mucho en la calidad que ayudará a los caficultores a tener mejores ingresos, mayor responsabilidad y agregar mayor valor a las actividades que ellos realizan.

En ésta investigación de aplicación se pretende evaluar cuál de las cuatros variedades que han sido tolerantes a Roya (*Hemileia Vastatrix*) de café a diferentes altitudes de las provincias de Lamas y Rioja posee mejor calidad física y sensorial.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

Evaluar la calidad física y sensorial de cuatro variedades de café (*Coffea arabica* L.) tolerantes a roya (*Hemileia vastatrix*), en relación a dos pisos ecológicos de la provincia de Lamas y Rioja.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- ❖ Evaluar la calidad física y sensorial de cuatro variedades de café tolerantes a roya (*Hemileia vastatrix*).
- ❖ Determinar el efecto de dos pisos ecológicos sobre la calidad física y sensorial de cuatro variedades de café tolerantes a roya.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Historia del café (*Coffea arabica*)

El lugar de origen del café Arábico es Etiopía, país donde se inició su cultivo (Anthony *et al.* 1999), una evidencia que corrobora esta hipótesis es que en las áreas montañosas de este país y áreas vecinas de Sudán, actualmente el café Arábico crece en forma silvestre sobre los 1500 msnm (León, 2000).

Hace más de dos siglos que el café (*Coffea arabica L.*) inició su vida productiva en Centroamérica. Pasó de ser una bebida exótica en el siglo XIX a un importante producto de exportación, hacia Europa en sus inicios y luego a Norteamérica (Kuhl, 2004; Samper, 1999).

Tecnológicamente, el café se ha producido, procesado y transportado en formas muy diversas. Ha formado parte de policultivos tradicionales y de múltiples asociados. Se ha establecido en diversas plantaciones especializadas, en sistemas agroforestales con árboles de sombra y doble propósito (madera, frutas o leña). Asimismo, tanto en sus inicios como hoy se ha establecido y producido bajo condiciones de pleno sol (Samper, 1999). Al respecto, Suárez *et al.* (1961) menciona que posiblemente no exista otra planta perenne cultivada por el hombre que crezca en condiciones ecológicas más diversas y sometida a mayor número de sistemas distintos y hasta contrapuestos (Mitchell, 1988).

## 2.2. Clasificación taxonómica

Alvarado (1994), reporta la siguiente clasificación taxonómica:

<b>Reino</b>	:	<i>Plantae</i>
<b>División</b>	:	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Clase</b>	:	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Orden</b>	:	<i>Gentianales</i>
<b>Familia</b>	:	<i>Rubiaceae</i>
<b>Subfamilia</b>	:	<i>Ixoroideae</i>
<b>Tribu</b>	:	<i>Coffeae</i>
<b>Género</b>	:	<i>Coffea</i>
<b>Especie</b>	:	<i>C. arabica L.</i>

## 2.3. Variedades de café (*Coffea arabica*)

Vergara (2012) reporta que las variedades más reconocidas se cultivan en las zonas altas de América Latina: Colombia, México, Perú y en África en Kenya y Etiopía. En Perú, la única especie comercial es la *Coffea arabica*. Estos son algunas de los varietales más reconocidos de café arábica.

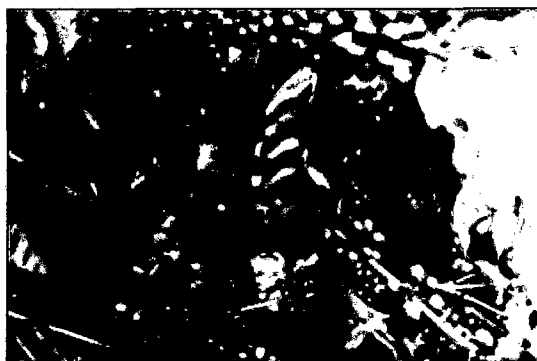
### 2.3.1. Typica

Es la base a partir de la cual muchas variedades de café se han desarrollado. Al igual que los otros varietales que se han desarrollado a partir de ella, las plantas de café Typica tienen una forma cónica con troncos: un tronco vertical y otros verticales secundarios que crecen con una ligera inclinación. Typica es una planta que llega a 3,5-4 m de altura. Esta variedad tiene una producción muy baja, pero una calidad excelente.

### 2.3.2. Bourbon

Estas plantas producen un 20 a 30% más café que la variedad Typica, pero aún tienen una cosecha más pequeña que la mayoría de variedades. Tiene una forma menos cónica con más ramas secundarias. En la Figura 01, las hojas son anchas y

onduladas en los bordes. El fruto es relativamente pequeño y denso. Las cerezas maduran rápidamente y tienen mayor riesgo de caerse durante vientos fuertes o lluvias. Los mejores resultados para el café Bourbon se realizan entre 1000 y 2000 metros de altura. La calidad de la taza es excelente y similar a la Typica.



**Figura 01: Variedad Bourbon**

**Fuente:** Vergara (2012), Reporte de inteligencia de mercados.

### **2.3.3. Catuai**

Es un cruce artificial entre la variedad Caturra y la Mundo Nuevo en Sao Paulo, Brasil. Es una variedad de porte bajo y alta producción. El tallo principal es grueso, con ramas laterales abundantes las cuales son prolíficas en ramas secundarias lo que le da una gran capacidad productiva. Las hojas nuevas son de color verde claro. Es un arbusto vigoroso y compacto. Tiende a ser de mayor diámetro (ancho) que el Caturra. Los frutos no se desprenden fácilmente de las ramas. El rendimiento del grano es bueno así como la calidad de la bebida.

### **2.3.4. Caturra**

Es una mutación de la variedad Bourbon descubierta en Brasil con una alta producción y buena calidad, pero que requiere de una amplia atención y fertilización. La planta es más baja, con un núcleo grueso y muchas ramas secundarias. Tiene hojas grandes con bordes ondulados similares al Bourbon. Se adapta bien a casi cualquier ambiente, pero mejor entre los 500 y 1700 metros con precipitaciones anuales entre 2500-3500 mm. A mayor altitud aumenta la calidad, pero disminuye la producción.



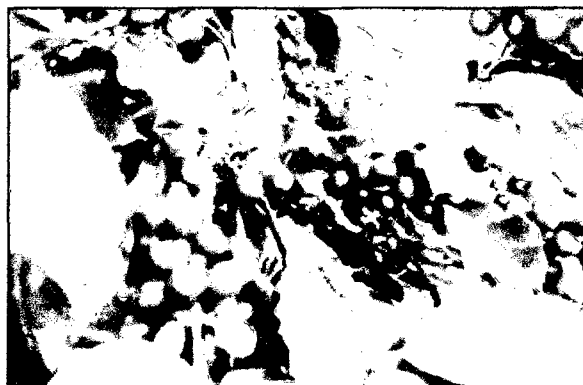
### 2.3.5. Pache

La planta destaca por su porte bajo, con la distancia entre nudos corta y con gran cantidad de ramas secundarias. El color de la guía es rojo vinoso al igual que el color de las cerezas al madurar. Estas destacan por ser muy resistentes a la caída después de su maduración.

En la actualidad hay dos variedades de Pache: el Pache Común (mutación del Typica) que fue descubierta en la Granja El Brito, en Santa Cruz del Naranjo, Guatemala, y el Pache Colis (mutación entre el Pache Común y el Caturra).

### 2.3.6. Catimor

Catimor es un cruce entre Timor (híbrido de robusta y arábica muy resistente a la oxidación) y Caturra, fue creada en Portugal en 1959. El híbrido Timor se caracteriza por tener genes resistentes a Roya (*Hemileia vastatrix*), Fischersworrning y Robkamp (2001). La maduración es temprana y la producción es muy alta, por lo que deben ser monitoreados de cerca. En la Figura 02, muestra que son pequeños en estatura, tienen grandes frutos y semillas de café. Se adapta bien a regiones más bajas pero a una altura mayor tiene una mejor calidad de taza.



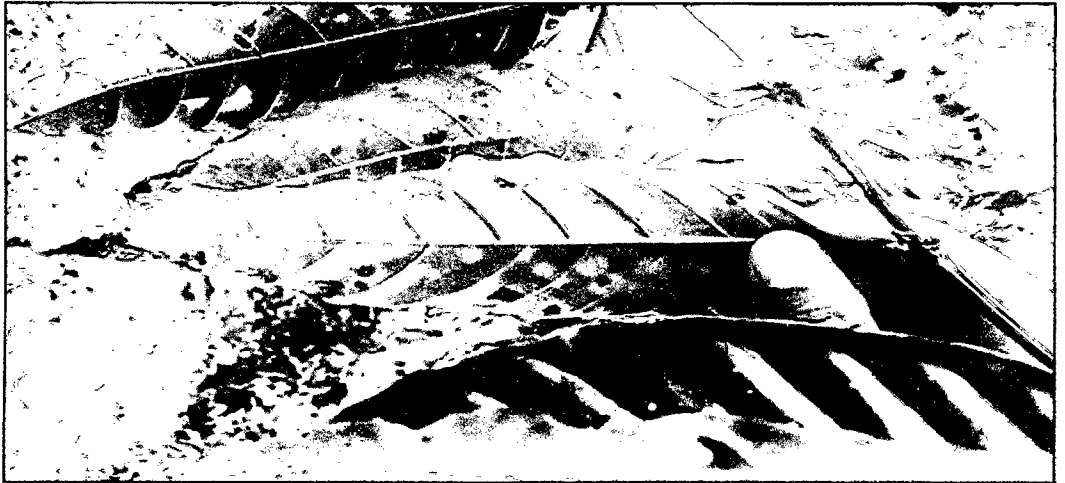
**Figura 02: Variedad Catimor**

Fuente: Vergara (2012), Reporte de inteligencia de mercados.

## 2.4. La roya del café

Se conoce como roya o polvillos a los hongos Uredinales, básicamente por los síntomas de herrumbre producidos en el hospedante (Salazar *et al.*, 2002). La roya del cafeto, causada por el hongo *Hemileia vastatrix* Berk. y Br. es una de las enfermedades más limitativas de la caficultura mundial. Se encuentra diseminada en todos los países donde es cultivado el café y puede causar pérdidas de 10% a 40% (Silva *et al.*, 2006). Apareció por primera vez en África Oriental en 1861. (Moreno, 2004).

Este hongo es un parásito obligado que afecta las hojas de las especies del género *Coffea*, básicamente *C. arabica* (Aguilar 1995, Avelino *et al.* 1999) y se multiplica principalmente a través de la uredospora (Avelino *et al.* 1999). Los primeros síntomas de la enfermedad, que consisten en pequeñas lesiones amarillentas, aparecen alrededor del punto de penetración (envés de las hojas), que con el tiempo se unen y producen las uredosporas de color anaranjado característico; en el haz se observa manchas cloróticas y finalmente las lesiones se vuelven necróticas (Figura 03). La receptividad de las hojas a la roya aumenta en la fase de producción, debido a la desprotección de las hojas por migración de compuestos fenólicos (sustancias que intervienen en la defensa) hacia los frutos; además una fuerte intensidad lumínica y temperaturas altas aumentan la receptividad de las hojas. Luego de la penetración, la resistencia genética, el potencial hídrico del suelo, la humedad relativa y la temperatura son factores determinantes de la colonización de la hoja por el hongo. En la zona tropical el desarrollo epidemiológico del hongo comprende cuatro fases: desarrollo lento, fase de crecimiento acelerado, infección máxima y descenso. La curva de desarrollo de la enfermedad está relacionada a cinco factores principales, la lluvia, la temperatura, la carga fructífera, la época de cosecha y el inóculo residual (Avelino *et al.* 1999).



**Figura 03:** Planta afectada por roya

**Fuente:** Imagen agropecuaria, 2013. Ante focos rojos por roya del café en Mexico y CA preparan estrategia para combatirla.

## **2.5. Estado físico del café**

### **2.5.1. Cereza madura**

Se le denomina cereza madura al fruto recién cortado en su etapa óptima de madurez, antes de ser procesado en el beneficio húmedo. Cabe mencionar que el fruto maduro está compuesto por cuatro partes importantes (USAID, 2005):

Pulpa (pericarpio)

Muscílagos (mesocarpio)

Película plateada (perisperma)

Cotiledones o semillas (endosperma)

### **2.5.2. Pergamino seco**

Es la que proviene del proceso de la línea de secada en el beneficio húmedo, obteniéndose del resultado en los patios de 4 a 6 días de sol y en secadoras en un proceso aproximado de 24 horas de aire desecante continuo, el buen proceso en estas dos líneas dará como resultado un café parejo en secamiento, con una humedad de 10

a 12% (en café oro), la cloración del pergamino es amarillo claro, limpio y con un aroma de trigo agradable (USAID, 2005).

### **2.5.3. Café oro verde**

Es el café que resulta de la transformación del pergamino a oro, en el proceso del beneficio seco, obteniéndose del trillado, su presentación tiene que ser verde homogéneo (de verde jade a verde azulado), el porcentaje de humedad es de 10 a 12% (USAID, 2005).

### **2.5.4. Café tostado**

Es el producto resultante de someter el café oro a calor que transforma los almidones a azúcares o caramelización a través de la deshidratación, a lo que llamamos proceso de tostado (USAID, 2005).

## **2.6. Métodos de recolección**

### **Forma de recoger el café**

Monroig M. (2000), sostiene que los frutos de café no maduran todos a un mismo tiempo. Esto se debe a que el arbusto florece varias veces durante el año. Por tanto, se hace necesario hacer una selección juiciosa y hábil de los granos que han madurado en un determinado tiempo (Figura 04).



**Figura 04: Cosecha de café**

**Fuente: Monroig (2000), La recolección del café.**

Este procedimiento permite realizar un manejo adecuado de post-cosecha de los granos de café y consiste en realizar las actividades siguientes:

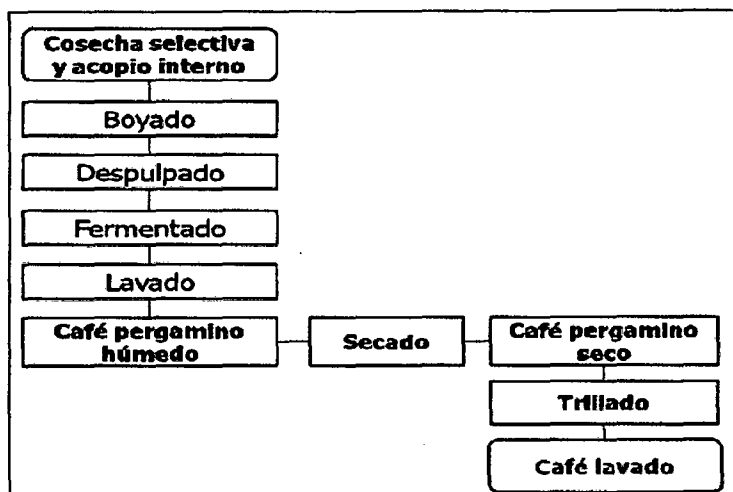
- ✓ Corte los frutos maduros torciéndolos levemente para desprenderlos de la rama. Evite cortar el café verde en la medida que le sea posible.
- ✓ El grano debe desprenderse sin arrancar el pedúnculo o “pezón” para que en el futuro de buenas cosechas.
- ✓ Reduzca a un mínimo el tumbar las hojas o romper las ramas y los tallos del arbusto de café.
- ✓ Siempre que sea posible el recogedor debe usar ambas manos. Una de ellas se utiliza para sostener la rama y la otra para recoger los frutos.
- ✓ Para evitar la rotura de ramas no las cruce de un lado para el otro. Es preferible darle la vuelta al arbusto.
- ✓ Cuando las ramas y los tallos están muy altos use un gancho o “garabato” para doblarlas y poder cosecharlas.
- ✓ Use canastas u otros envases livianos firmemente ajustados a la cintura o cuello del trabajador. Esto evitara que se le vire y se derrame el café. Si desea cosechar más café utilice una malla o toldo tendido en la hilera debajo de los arbustos de café. Esto aumenta su eficiencia y ganará más dinero.

## **2.7. Sistema de manipulación de pos-cosecha**

Duicela, et al. (2010), mencionan cinco sistemas de manipulación que se detalla a continuación:

### **2.7.1. Beneficio por la vía húmeda**

Es un proceso de transformación del café cereza maduro (Figura 05), involucra el boyado, el despulpado, la fermentación y el lavado para obtener el café pergamino húmedo; que luego del secado y trillado da como producto final el café. Fischersworrin y Robkamp (2001) expresan que mediante el beneficiado por la vía húmeda se obtiene un café de mayor calidad en comparación con el procesamiento por la vía seca.

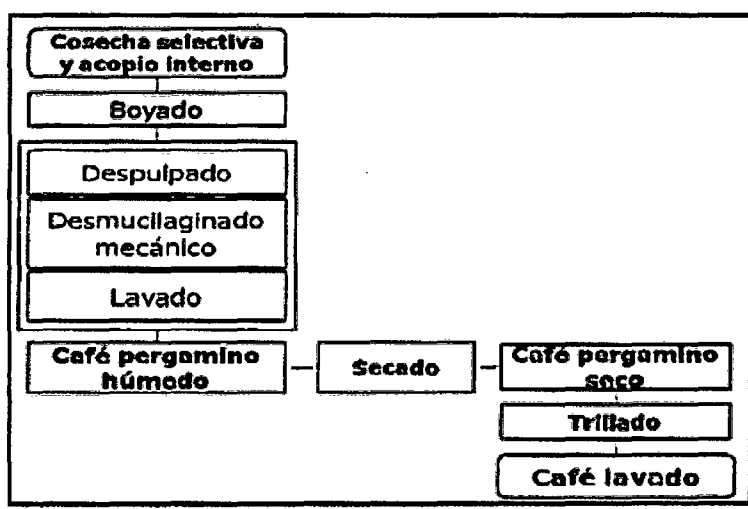


**Figura 05:** Beneficio por la vía húmeda

Fuente: Duicela, et al. (2010), Influencia de métodos de beneficio sobre la calidad organoléptica del café arábico.

### 2.7.2. Beneficio ecológico

El beneficio ecológico o beneficio subhúmedo (Figura 06) es un proceso de transformación del café cereza a café pergamino húmedo usando un equipo especial denominado módulo de beneficio ecológico que está integrado por una despulpadora, un desmucilaginizador mecánico y un sistema de lavado. El café pergamino húmedo luego del secado y trillado, da como producto final el café.



**Figura 06:** Beneficio ecológico.

Fuente: Duicela, et al. (2010), Influencia de métodos de beneficio sobre la calidad organoléptica del café arábico.

### 2.7.3. Beneficio húmedo enzimático

El beneficio húmedo enzimático (Figura 07) es un proceso de transformación del café cereza a café pergamino húmedo, usando enzimas aceleradoras de la fermentación, que luego del secado y trillado, da como producto final el café.

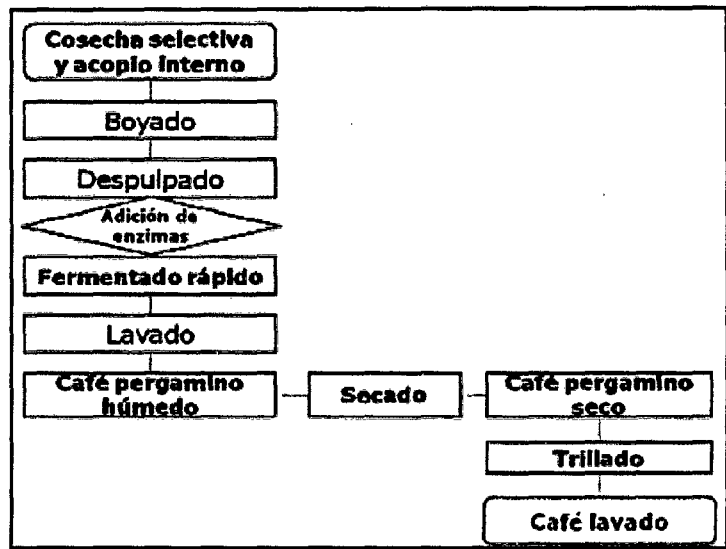
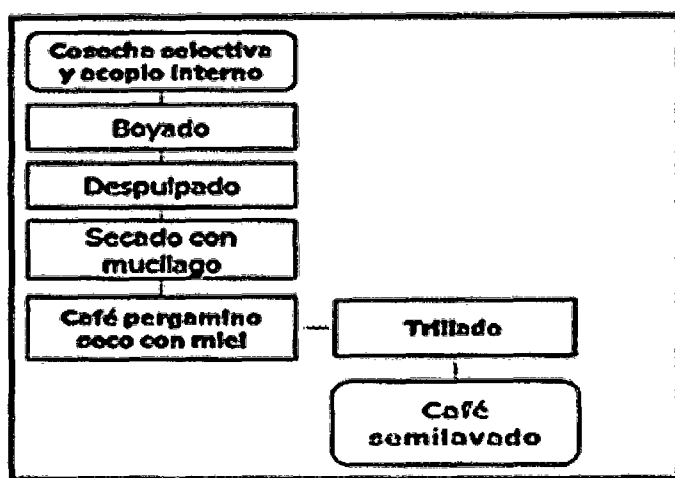


Figura 07: Beneficio húmedo enzimático

Fuente: Duicela, et al. (2010), Influencia de métodos de beneficio sobre la calidad organoléptica del café arábico.

### 2.7.4. Beneficio semihúmedo

El beneficio semihúmedo (Figura 08) es un proceso de transformación del café cereza maduro a café pergamino seco "con miel", que involucra el despulpado y secado del "café baba" con todo el mucílago, que luego del trillado da como producto final el café semilavado.

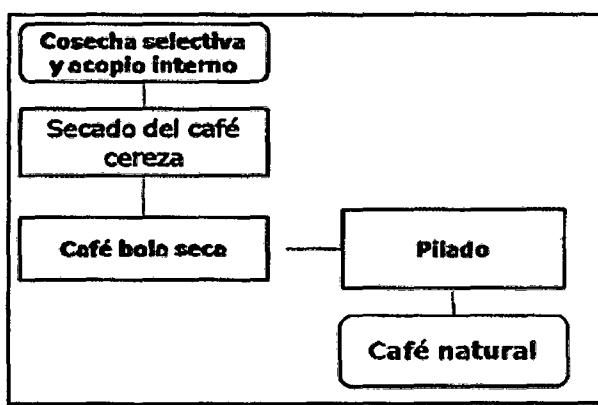


**Figura 08: Beneficio semihúmedo**

Fuente: Duicela, et al. (2010), Influencia de métodos de beneficio sobre la calidad organoléptica del café arábico.

#### 2.7.5. Beneficio por la vía seca

El beneficio por vía seca (Figura 09) es un proceso de transformación del café cereza a café natural. El beneficio por vía seca es el tratamiento que se da al café cereza y consiste en deshidratarlo, por medios naturales o artificiales, hasta un nivel en que puede ser llevado a la piladora para la eliminación física de las envolturas del almendra. El café secado con todas las envolturas se conoce como café bola seca que luego de ser pilado se denomina café natural.



**Figura 09: Beneficio por la vía seca**

Fuente: Duicela, et al. (2010), Influencia de métodos de beneficio sobre la calidad organoléptica del café arábico.



## **2.8. Calidad de café**

La calidad en café, se refiere a las cualidades o características intrínsecas del grano de café y de su infusión (CCI 1992). La variación en la calidad del café sostienen Leroy et al. (2006) que está determinada por factores genéticos y no genéticos. Avelino et al. (2002) mencionan cuatro factores no genéticos relacionadas con la calidad de bebida del café (altitud, pluviometría, acidez del suelo y la sombra) y dos factores genéticos (producción y granulometría).

Barboza (1996, 1999); sostiene que la calidad de los granos depende de varios factores tales como; la variedad cultivada, las condiciones ambientales, el estado de maduración, las plagas y enfermedades, así como de las prácticas culturales. Por otro lado, Regalado (2006) menciona que el tamaño, forma, color y composición química del grano influyen en la calidad del café, además resalta que el tamaño de grano presenta una relación positiva con la calidad de la taza del café. En todo caso el proceso pos cosecha mantiene la calidad del grano y en ocasiones la desmejora. Los efectos principales del grado de maduración del grano aunado a un proceso de fermentación (pos cosecha) no adecuado incorpora efectos significativos en la calidad del café producido.

Por otro lado Luiza, et al. (2007); incorporan a estos aspectos sus consideraciones cuando se estudia la composición química del grano y su efecto sobre la percepción sensorial. Los estudios sobre el sabor del café han recibido gran atención, la percepción del sabor en el café es un fenómeno complejo que involucra sensaciones olfativas, gustativas y táctiles las que están vinculadas directamente con la calidad del mismo, Shankaranarayana (1996).

## **2.9. Factores de pos-cosecha que determinan la calidad.**

Vergara (2012), menciona que los factores de mayor influencia en la calidad del café son básicamente intrínsecos y externos.

### 2.9.1. Intrínsecos

- ❖ Tipo de café es el más importante
- ❖ Variedad obtenida por selección: Typica, Bourbon, Blue Mountain
- ❖ Otros elementos: altitud, las condiciones el suelo y el clima

### 2.9.2. Externos

El Cuadro 01 muestra los factores que influyen en la cosecha y beneficio. Estos van desde la colecta de los granos de café hasta el factor rendimiento.

**Cuadro 01:** Factores que influyen en la calidad en cosecha y beneficio del café.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL CAFE PERUANO		
COSECHA Y BENEFICIO	BUENA CALIDAD	DISMINUYE LA CALIDAD
COSECHA	Frutos maduros y bien pintones	Frutos verdes, maduros y sobre-maduros.
DESPULPADO	El mismo día	Lo almacenan varios días
FERMENTADO	Entre 12 a 18 horas	Sobre fermentan por más de 24 horas, y juntan fermentos de varios días.
LAVADO Y CLASIFICADO	Con aguas limpias, y utilizan canal de correteo	Mal lavado dejando mucilago sobre el grano. No clasifican el café
SECADO	Utilizan pisos de cemento o mantas gruesas Humedad 12 a 14%	Secan en el piso o en mantas muy delgadas Humedad mayor del 20%
ALMACENADO	En lugares libres de olores fuertes.	En lugares cerca de la cocina En almacenes que tienen olores fuertes con humedad mayores a 20%.
RENDIMIENTO	75 a 80%	Menos de 75%

Fuente: Manual Técnico Cafetalero – ADEX

## 2.10. Características físicas del grano de café

Entre las características físicas se encuentran: tamaño, aspecto del café en oro, color en oro y tostado, aspecto externo y abertura de la hendidura del grano (Geel et al., 2005; Barrios et al., 1998; CCI, 1992;). El tamaño de grano (granulometría) se determina utilizando tamices con diferentes diámetros (CCI, 1992). Este se expresa en porcentaje de grano de oro por clase de tamiz.

El Cuadro 02 muestra el tamaño de zarandas o tamices del 12/64" a 20/64"

**Cuadro 02: Tamaño de tamices**

<b>Zaranda Número</b>	<b>Tamaño en Milímetros</b>
20/64"	7.94
19/64"	7.54
18/64"	7.14
17/64"	6.75
16/64"	6.35
15/64"	5.95
14/64"	5.57
13/64"	5.16
12/64"	4.76

**Fuente:** CCI, (1992). Guía del exportador.

Se consideran granos con defectos aquellos que presenten al menos uno de los siguientes condiciones: negros, decolorados, malformados, aplastados, inmaduros (verde), mordido, picado por insectos, fermentados, manchados, entre otros. Los defectos pueden expresarse tanto en porcentaje o en cantidad (Marín et al., 2003).

## **2.11. Preparación del café**

### **2.11.1. Operación unitaria del tostado**

USAID (2005), describe que el grado de tueste variará de acuerdo al tipo de café que se esté procesando, sin embargo, el sistema sugiere el grado “claro” y “claro-medio”, que aproximadamente equivale entre 58 y 63 en escala Agtron para grano tostado. El proceso de tueste deberá efectuarse en no menos de 8 minutos y no más de 12 minutos. El tiempo exacto en este rango dependerá de la densidad del café que se esté tostando. Inmediatamente después del tueste, deberá enfriarse lo más rápido posible, sin utilizar agua durante este proceso. Si las muestras son almacenadas para ser catadas el día siguiente de su tueste, deberán almacenarse en un área oscura, seca y con baja humedad. Nunca se debe almacenar una muestra más allá de 24 horas para ser catada.

### **2.11.2. Análisis de infusión del tueste**

Según Lingle (1995), menciona que cuando se prepara el café, el agua caliente remueve la mayor parte del material soluble en agua del café tostado y molido mediante un proceso que combina la disolución y la extracción. Primero el agua penetra los gránulos, disuelve algunos de los componentes químicos que encuentra, forma una solución con esos materiales y luego sale de los gránulos para producir la bebida o extracto familiar. El café contiene muchos compuestos químicos, y cada uno de ellos se comporta de manera diferente. Según su naturaleza química algunos compuestos se disuelven rápidamente. Al entrar al contacto con el agua y los otros lo hacen lentamente.

## **2.12. Catación**

La catación es la prueba organoléptica o sensorial aceptada internacionalmente para la comercialización del café. Esta prueba de evaluación es realizada por un especialista llamado Catador. Este, posee amplios conocimientos,

experiencia y habilidades naturales para poder percibir cada uno de los atributos y defectos que pueda tener el café (Lingle, 1999; Barrios et al., 1998). Todos los aspectos evaluados en la catación son subjetivos, ya que la actividad es meramente empírica, puesto que cada individuo puede formar una opinión diferente sobre la calidad y la aceptación de una infusión o licor en particular. (Geel et al., 2005; Barrios et al. 1998; CCI, 1992).

Los atributos y defectos pueden dividirse tanto para el aspecto físico del grano como también para la bebida, y están basados en las exigencias del consumidor. Al final, la presencia y gravedad de los defectos físicos y de taza dan el concepto global de la calidad (Vaast et al., 2003, Cleves y Astúa 1998, Shankaranarayana y Abraham, 1986). De esta manera, la catación determina el verdadero valor y utilidad del café en el mercado (CCI, 1992).

### **2.13. Características organolépticas más relevantes del café**

Los sentidos del olfato y del gusto son importantes en el proceso de definición de la calidad de un café en particular, dentro de las características organolépticas importantes se encuentran: aroma, cuerpo, acidez, amargo y sabor (Geel et al. 2005; Barrios et al. 1998; CCI 1992). A continuación Lingle (1985) describe las características organolépticas del café:

#### **2.13.1. Fragancia / aroma**

Para determinar la fragancia, es el olor del café cuando todavía está seco y el aroma es el olor del café después de agregarle agua caliente. Esto se evalúa en tres pasos diferenciados en el proceso de catación:

1. Sentir el olor de los gránulos colocados en la taza antes de echarle agua al café.
2. Sentir los aromas que se liberan cuando se rompe la capa.
3. Sentir los aromas que se liberan cuando se deja el café en remojo.

Los tipos de fragancia/aroma que se encuentran en el café son: frutal, floral, herbal, caramelo, resinoso, madera, cítrico, chocolate, especias, fragante, terroso, nuez, granos, ceniza, perfumado.

### **2.13.2. Sabor**

En esto se describe la combinación de los atributos y defectos que se hacen presentes en la taza de café, el sabor representa el carácter principal del café. Aquí se define si la taza es agradable o desagradable. El tipo de sabor más común que se encuentran son: caramelo, frutal, dulce, chocolate, especias, madera, balanceado.

### **2.13.3. Sabor residual / post gusto**

Es la permanencia del sabor en el paladar, después de haber expulsado el café en la boca. El sabor residual es agradable tiene un sabor dulce y refrescante, cuando es desagradable deja un sabor amargo o áspero.

### **2.13.4. Acidez**

La acidez suele describir como “brillante” cuando es positiva y “agria” cuando es negativa. Sin embargo, la acidez que es demasiado intenso o dominante puede ser desagradable, y el exceso de acidez puede no ser lo adecuado para el perfil de sabor de la muestra. El puntaje final que se marca en la escala horizontal debe reflejar la percepción del panelista de la calidad de acidez relacionado con el perfil del sabor esperado.

### **2.13.5. Cuerpo**

Es la sensación táctil del líquido en la boca, donde es percibida entre la lengua y el techo de la boca. El cuerpo de café puede ser ligero, mediano, aceitoso, cremoso, áspero, astringente, pesado, suave, acuoso.

### **2.13.6. Dulzura**

Se refiere a la sensación íntegra placentera de sabor y toda la dulzura notoria, y se percibe por la presencia de determinados carbohidratos. El opuesto de dulzura en este contexto son los sabores agrio, astringente o “verde”. Puede ser que

ésta característica no se perciba directamente como en los productos de alto contenido de sacarosa.

#### **2.13.7. Balance**

Para determinar este tipo de atributo se presentan en cafés limpios y sanos, existe una combinación de los atributos de acidez, cuerpo y sabor.

#### **2.13.8. Uniformidad**

Se refiere a la consistencia del sabor de las diferentes tazas de la misma muestra evaluada. Si el sabor de las tazas es diferente, el puntaje de este aspecto no será alto. Se otorgan dos puntos para cada taza que presenta este rasgo con un máximo de 10 puntos si las cinco tazas son iguales.

#### **2.13.9. Limpieza de la taza**

Se refiere a la falta de impresiones negativas desde la primera ingestión hasta el sabor residual final, la “transparencia de la taza”. La presencia de sabores o aromas ajenos a los de café llevan a la descalificación de una taza.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de trabajo

Las evaluaciones de calidad física y sensorial se realizaron en los ambientes del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP-SM); en el laboratorio de Control de Calidad de Café de la Cooperativa Agraria Cafetalera y de Servicios Oro Verde Ltda., y en el laboratorio de Investigación de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín; entre los meses de junio y julio.

#### 3.2. Materiales y equipos

Se realizaron cuatro ensayos utilizando cerezos de café (*Coffea arabica*) de las variedades Catuai, Caturra, Pache y Catimor cosechados en mayo y junio, provenientes de las parcelas de la comunidad de Aviación (distrito San Roque de Cumbaza, provincia de Lamas); Chirapa (distrito de Rumizapa, provincia de Lamas) y de la comunidad de Alto Mayo (distrito de Awajun, provincia de Rioja) (Figura 10).

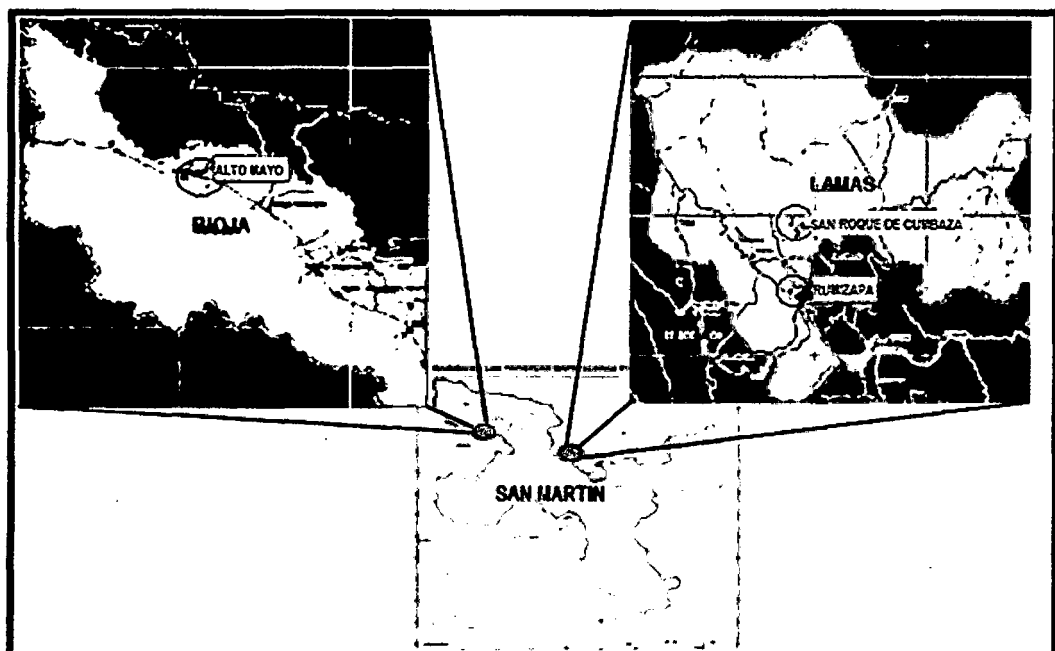


Figura 10: Mapa de ubicación de las zonas colectadas del café



Además, para la evaluación física y sensorial se emplearon los materiales siguientes:

- Escupidora de porcelana.
- Cucharas.
- Tazas de pirex.
- Mesa de catación.
- Lavadora de café.
- Cinta adhesiva de papel.
- Cinta de embalaje.
- Costal de yute.
- Bolsa de papel kraft.
- Canastas.
- Tijera.
- Plumón.
- Lavamanos funcional.
- Fichas para certificar la calidad.
- Manual de defectos de café verde arábica.

Los equipos empleados para los ensayos experimentales fueron:

- Hidrómetro (Marca GEHACA AGRI G650).
- Trilladora (Marca INGESEC ING- K- 60).
- Tostadora de tambor rotatorio (Marca MIKEL COFFEE).
- Molino (Marca KITCHEN AID) Modelo SM – 90.
- Cronómetro digital (Marca CASIO)
- Tamizadora eléctrica con mallas N°:18, 17, 16, 15, 14.
- Vernier (Marca PREMIUM TOOLSIZE), 0 -150 MM X 0.05/ 0-6" X 1/128".
- Selladora (Marca SAMWING SEALER) SF- 3001.
- Jarra eléctrica hervidora de café (Marca ELECTROLUX, cap. 1. 75L).
- Balanza analítica Marca RADWAG, serie AS/X, exactitud 0.1 g.
- Balanza gramera digital (Marca CAMRY, 2 Kg).

- GPS Marca GARMIN – etrex 30.
- Secador solar (4m x 1.9m x 6m)

### 3.3. Métodos

La metodología consistió en desarrollar el siguiente proceso (Figura 11):

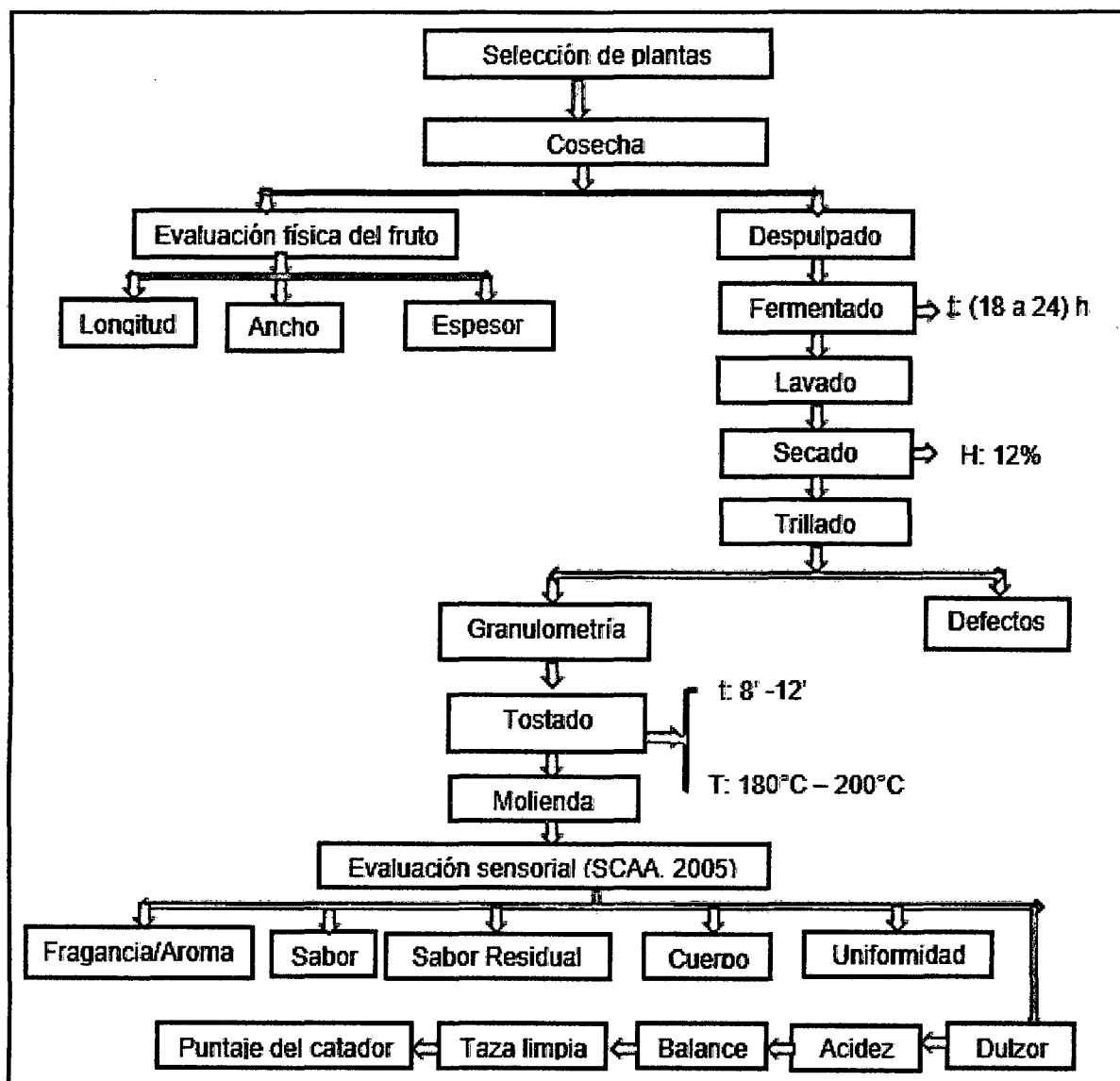


Figura 11: Flujograma de operaciones

### 3.3.1. Cosecha

Se colectaron 1500 gr de café cereza madura de las plantas seleccionadas tolerantes a roya (*Hemileia vastatrix*) en un estado de plena madurez para garantizar la calidad del producto final (Figura 12). La colecta de café, se realizó en tres comunidades lo cual tienen certificación orgánica y son socios de la Cooperativa Agraria Cafetalera Oro Verde y la Cooperativa ADISA: en Aviación se cosecharon en dos altitudes entre 1000-1200 msnm y se encontraron las variedades Catuai, Catimor, Caturra y Pache y entre 800-1000 msnm solamente la variedad Catimor; en Chirapa se encontró únicamente la variedad Catuai a una altitud de 800-1000 msnm y finalmente en Alto Mayo la variedad Pache y Caturra a una altitud de 800–1000 msnm.



Selección de plantas

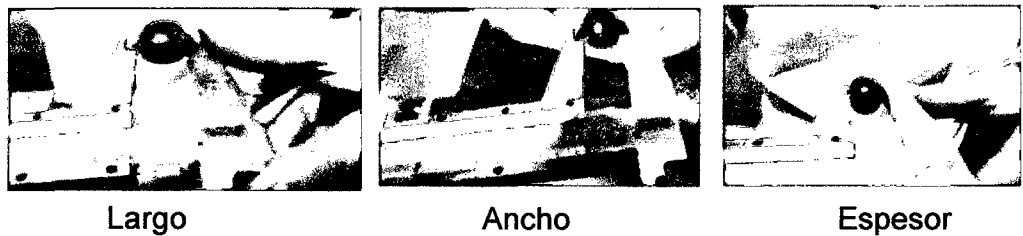
Colecta

Pesado

**Figura 12:** Colección de café cereza

### 3.3.2. Caracterización física de café cereza madura

Se realizó una caracterización física de café cereza madura con cinco frutos sanos seleccionados al azar. Se tomó una variedad por cada rango altitudinal y se midieron las magnitudes de longitud, ancho y espesor. Para medir la longitud y el ancho se consideraron las dimensiones mayores del fruto (IPGRI, 1996) y para el espesor se consideró el largo del tabique que separa a las dos semillas del fruto de café (León, 2000) (Figura 13).

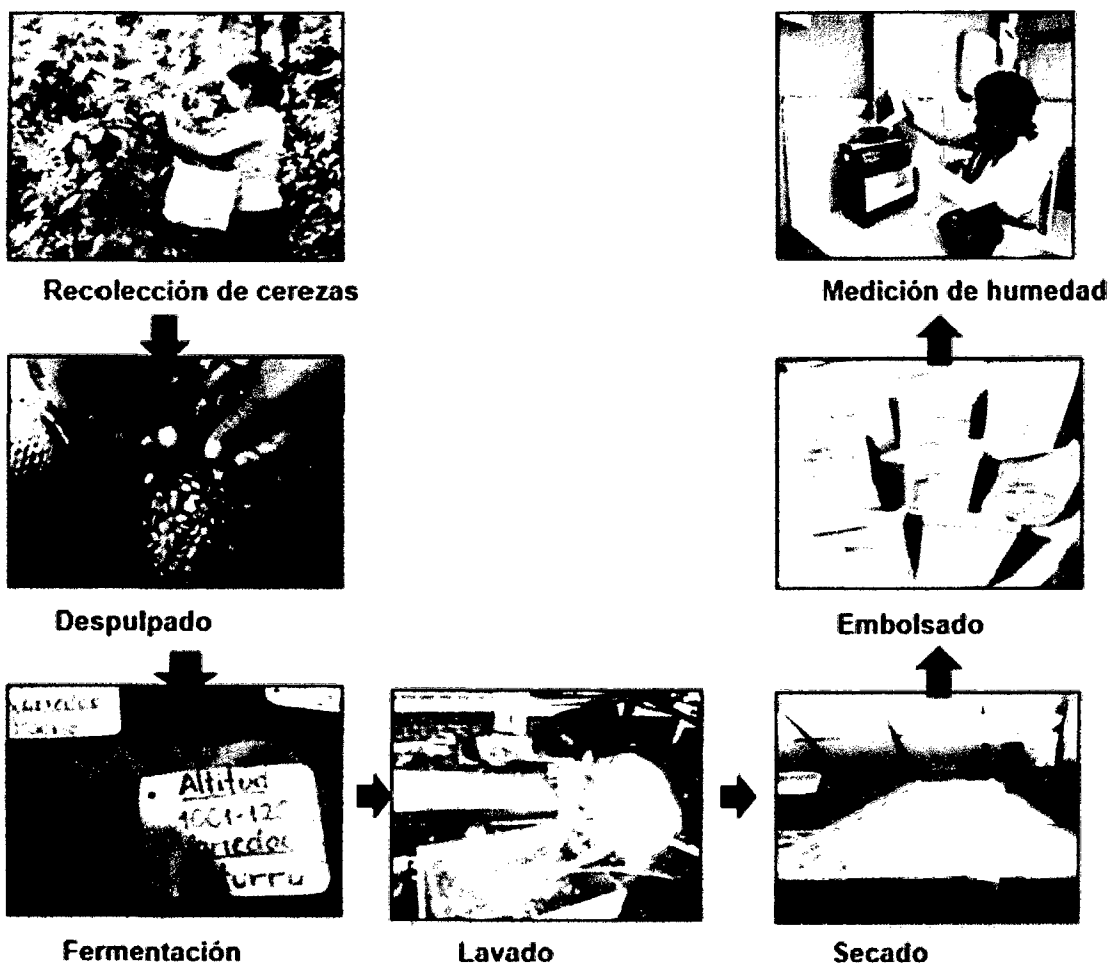


**Figura 13: Caracterización de café cereza madura**

### **3.3.3. Beneficiado de las muestras**

El beneficio de café cereza madura se realizó mediante el método de procesamiento vía húmeda, que inició con el despulpado de las cerezas normales en las siguientes horas después de cada cosecha, evitando la fermentación mortal, luego, los granos despulpados fueron fermentados bajo sombra por un tiempo de 18 a 24 horas (Clarke, 1987) utilizando sacos de yute y una vez degradado el mucílago, se procedió al lavado de los granos a chorro de agua, finalmente se secó mediante el secador solar. El tiempo de secado duró hasta bajar el contenido de humedad que permaneció en secarse de cinco a siete días dependiendo de las condiciones atmosféricas. Luego, los granos en pergamino se juntaron en bolsas de papel kraft para determinar la humedad, que debe estar entre 10 - 12%, el cual fue medido con un equipo detector de humedad Hidrómetro (GEHACA AGRI G650).

Los detalles del proceso de beneficio por vía húmeda se muestran en la Figura 14.



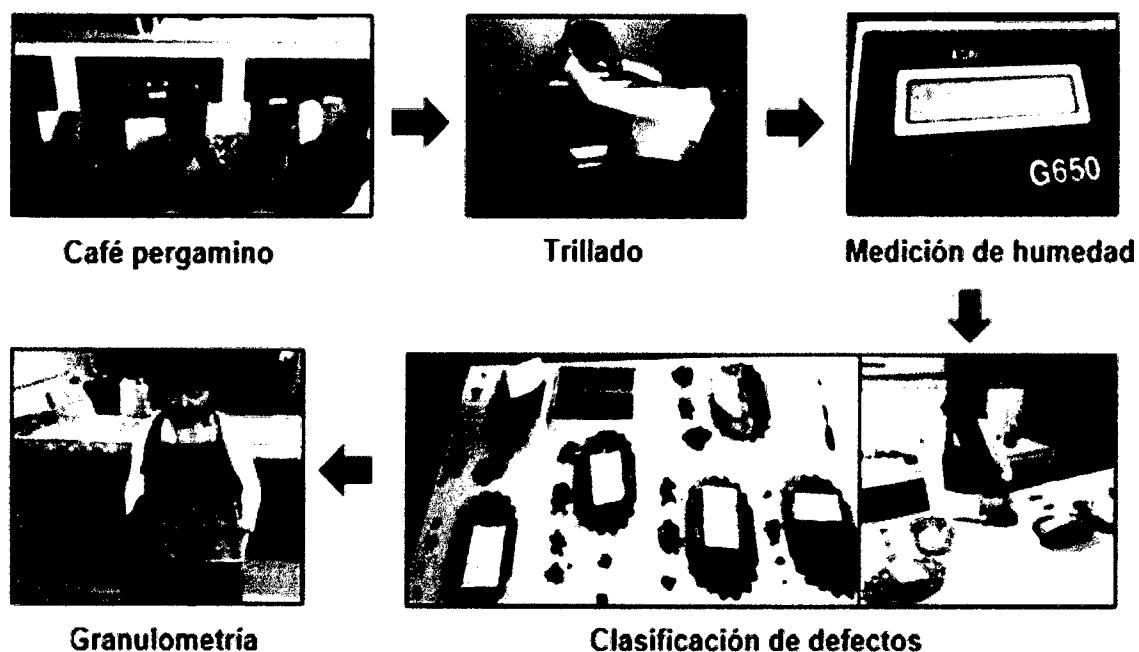
**Figura 14:** Proceso de beneficio por vía húmeda de café cereza madura a pergamino

### 3.3.4. Análisis de calidad del café

#### 3.3.4.1. Calidad física

Después del proceso de beneficiado, se realizó el análisis físico tanto para el café pergamino y café oro verde (Figura 15). El análisis físico de las muestras de café pergamino, sirvió para corroborar el contenido de humedad de los granos en un rango de 10 - 12%. Luego, se realizó el trillado del café pergamino a partir de una muestra de 180 g de cada variedad y por rango altitudinal, para obtener el café oro verde, donde se eliminó el cisco (cobertura del grano). Después, se zarandeó con malla N° 14 para eliminar los granos de descarte (impurezas, granos vanos o pequeños), posteriormente, fueron pesadas una por una.

Finalmente, se determinaron los defectos y el tamaño de los granos de café oro verde (granulometría) a partir de las muestras sin cisco (cobertura del grano) y descarte, según el Manual de defectos de café verde arábica del SCAA, 2004. Se consideraron granos con defectos: a los negros, agrio/ vinagre, cereza seca, daños por hongos, materia extraña, brocado severo, negro parcial, agrio parcial, pergamino, flotador, inmaduro, averanado o arrugado, conchas, partido/ mordido/ trillado, cáscara o pulpa seca y brocado leve. Luego, se pesó cada tipo de grano defectuoso y se calculó el porcentaje de cada uno de ellos.



**Figura 15.** Proceso del análisis físico del café oro verde.

Para la granulometría, se usaron granos de café oro verde sin defectos con tamices o mallas en el rango N° 14 hasta el 18 (Cuadro 02). La cantidad de café retenido por cada tamiz se pesó en una balanza electrónica (RADWAG, exactitud 0.1 gr). Luego, se calculó el porcentaje de cada categoría de tamaño en relación a la muestra de café oro utilizada en la prueba granulométrica. De esta forma, se obtuvo el porcentaje de cada categoría de tamaño para cada muestra de café oro verde.

### 3.3.4.2. Calidad sensorial

El análisis sensorial fue realizado por un panel de catadores de cinco miembros, entrenados en el laboratorio de Control de Calidad de la Cooperativa Agraria Cafetalera y de Servicios Oro Verde Ltda., el protocolo de catación utilizado fue una adaptación de la metodología desarrollada por la Asociación Americana de Café Especial (SCAA, 2005).

#### 3.3.4.2.1. Proceso de tostado y molido

Los granos de café seleccionados para la evaluación sensorial fueron tostados un día antes de la catación, se utilizaron 100 gramos de café oro por muestra, sin defectos, se tostaron únicamente los granos retenidos en los tamices entre el N°14 y 18. El tostado se inició a una temperatura de 185°C, y el tiempo fue aproximadamente entre 9 a 11 minutos. Posterior a ello, se molió 10 gr de café para cada taza por separado y entre cada una de las muestras se limpiaba el molino para evitar contaminaciones cruzadas. Los detalles del proceso tostado y molido se indican en la Figura 16.

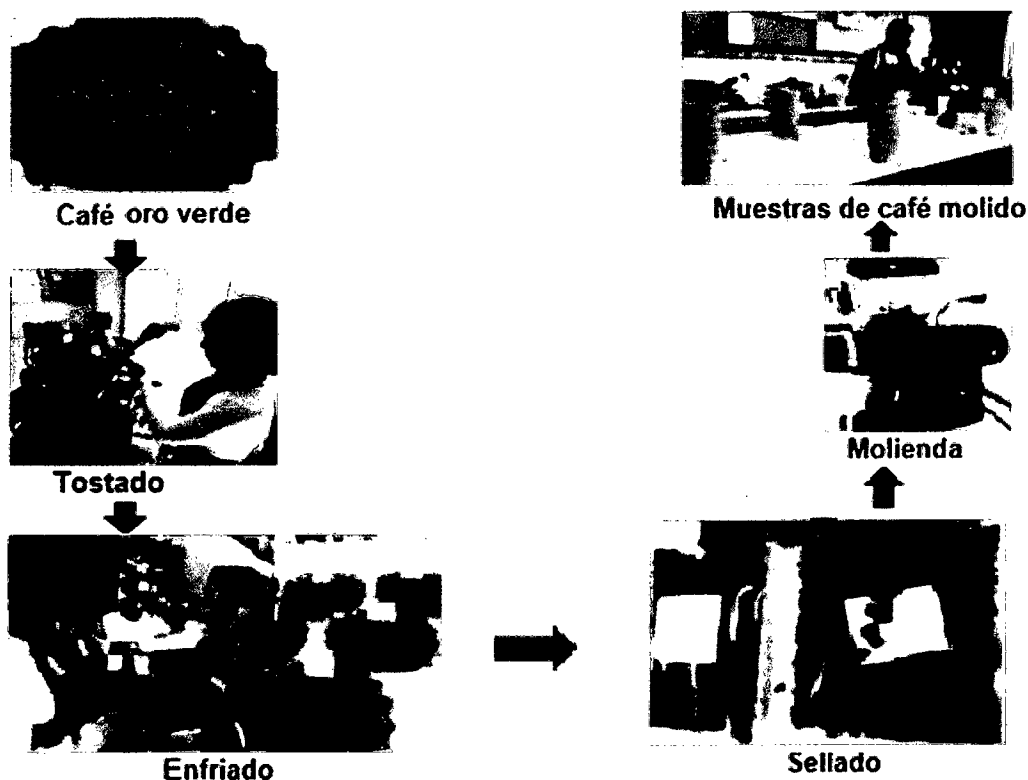


Figura 16: Proceso de tostado y molido de café oro verde para catación.

### 3.3.4.2.2. Ficha de anotación

Para registrar los resultados de catación como se muestra en el Anexo 21, se evaluaron 10 aspectos en un rango de 6 a 10 puntos que fueron: Fragancia/aroma, acidez, cuerpo, sabor, sabor residual, balance, puntaje por catador. Adicionalmente se restan dos puntos por taza (utilizando 5 tazas) en los aspectos de taza limpia, dulzura y uniformidad.

La calificación de los atributos se realizó de acuerdo a la puntuación de la Asociación de Cafés Especiales de América (SCAA, 2005) considerando como: bueno (6.00-6.75), muy bueno (7.00-7.75), excelente (8.00-8.75) y extraordinario (9.00-9.75). Sumando los puntajes individuales de cada uno de los atributos sensoriales se obtuvieron los puntajes de calidad en taza, la que se muestra en el Cuadro 03.

**Cuadro 03:** Clasificación de café especial y no especial

Puntuación de calidad en taza	Característica	Clasificación
90 - 100	Sobresaliente	Especial
85 - 89.99	Excelente	
80 - 84.99	Muy bueno	
<80.00	Por debajo de la calidad especial	No especial

**Fuente:** Lingle Ted R. (1985), El manual del catador.

### 3.3.4.2.3. Catación

En la etapa de análisis sensorial se realizó por el panel de catación de la Cooperativa Agraria Cafetalera y de Servicios Oro Verde Ltda., a los cinco catadores entrenados se les presentaron únicamente las tazas con códigos, para no crear confusión en cuanto a la calificación dada a los atributos de cada muestra. La catación fue realizada para ocho muestras de granos de café provenientes de las Comunidades



de Aviación, Chirapa y Alto Mayo a diferentes altitudes, con cinco tazas para cada muestra (Figura 17).

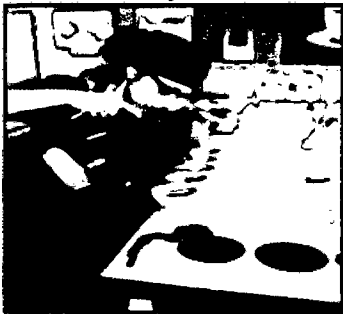
Éste método de comparación permitió evaluar la consistencia o similitud entre las muestras. A cada una de las tazas se les agregó 10 gr de café molido; en este momento se calificó la fragancia, posterior a ello se le agregó agua hervida a una temperatura aproximadamente de 94°C en forma rápida y en chorros permitiendo humedecer todos los granos molidos, se esperó por lapso de 4 a 5 minutos y se realizó lo que los catadores lo llaman limpieza de taza, que consiste en quitar con cucharas la espuma que se forma en la superficie de la bebida, en éste momento se determinó el aroma del café. A los atributos fragancia y aroma se les dio una sola calificación, y se determinó la presencia de los descriptores de ambos (chocolate, dulce, floral, frutas, cítrico, melocotón, suave, maderoso, herboso y neutro). Luego, se esperó por cinco minutos hasta estar a una temperatura aproximada de 70°C para que se asentaran las partículas en suspensión y así calificar las siguientes características sensoriales (acidez, sabor, cuerpo, sabor residual, balance). Respecto al atributo sabor fue también calificado de manera cualitativa la presencia de diversos sabores, entre ellos: cítrico, floral, jazmín, herboso, maní, maderoso, chocolate y vegetal.



**Fragancia**



**Catación**



**Infusión**



**Limpieza de taza**



**Humedeciendo café**



**Aroma**



**Figura 17: Proceso de catación**

### **3.4. Análisis estadístico**

Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con arreglo factorial de 4 x 2, donde el primer factor es la variedad (Catuai, Caturra, Pache y Catimor como testigo) y el segundo factor es la altitud (800–1000 msnm y 1000–1200 msnm), con cinco repeticiones y con una unidad experimental de 180 gramos de café pergamino. Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 22 y también se comprobaron con otro paquete estadístico INFOSTAT versión estudiantil, para comparar los resultados (Anexo 22). Los datos fueron analizados mediante Análisis de Varianza (ANVA) y sometidos a la prueba de TUKEY ( $p < 0.05$ ) para determinar las diferencias estadísticas entre los factores estudiados que son la variedad y la altitud.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Evaluación física de cuatro variedades de café (*Coffea arabica*) tolerantes a roya, cultivadas en las provincias de Lamas y Rioja.

##### 4.1.1. Característica física de la variedades de café cereza madura (longitud, ancho y espesor)

Según los resultados (Anexo 05), analizados mediante el análisis de varianza (ANVA) para las características físicas de café cereza madura (Anexo 06), indica que solo existe diferencia significativa entre la variedad y la variable espesor. Además, un  $R^2$  de 0.447; es decir, el 44.7% de la variabilidad del espesor de café cereza madura es explicado por el factor variedad. Así mismo el coeficiente de variabilidad (CV), para la variable espesor es menor a 15 %, este corrobora lo expuesto por Cárdenas, S. (2007), quien indica que este último valor se encuentra entre los rangos de variabilidad para las características morfológicas analizadas.

En la prueba de Tukey (Cuadro 04), las variables longitud y ancho no hay diferencias significativas, pero sí diferencias matemáticamente dando mayor ancho la variedad Catimor (14.25 mm) y la variedad Catuai mayor longitud (16.10 mm), sin embargo para la variable espesor existe diferencias estadísticamente significativa (Gráfico N° 01) dado que la variedad Catuai es la que presentó en promedio el mayor espesor (12.90 mm) y Catimor presentó en promedio bajo espesor (12.15 mm).

**Cuadro 04:** Efecto del factor variedad sobre la calidad física de café cereza madura.

Variedad	Característica física de café cereza madura (mm)					
	Longitud		Ancho		Espesor	
Catuai	16.10	A	13.85	A	12.90	A
Caturra	15.55	A	13.80	A	12.75	A
Pache	15.70	A	14.10	A	12.35	AB
Catimor	15.85	A	14.25	A	12.15	B

Letras diferentes comparadas verticalmente indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5%.

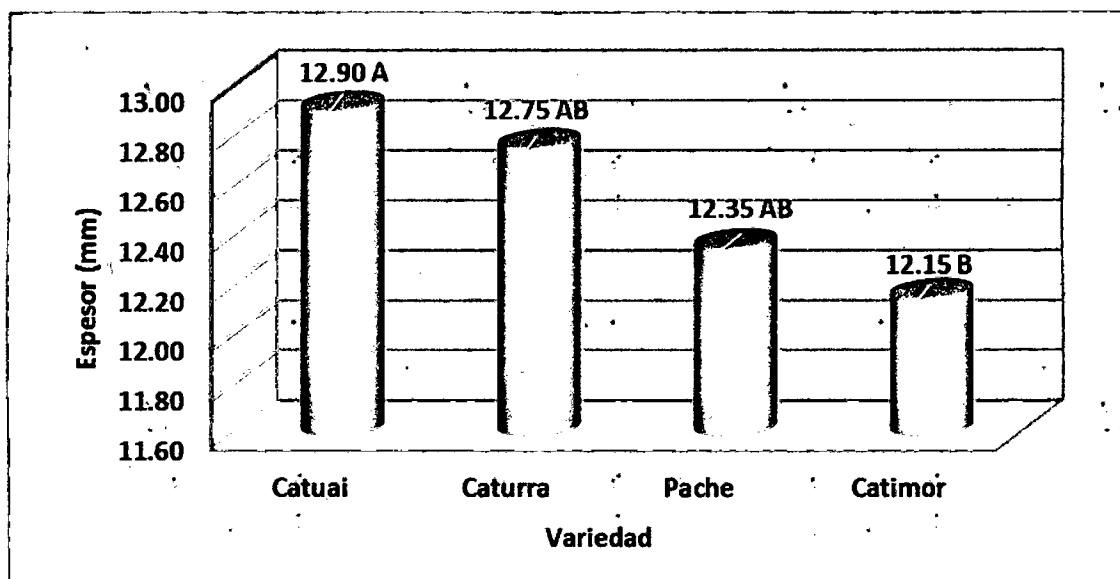
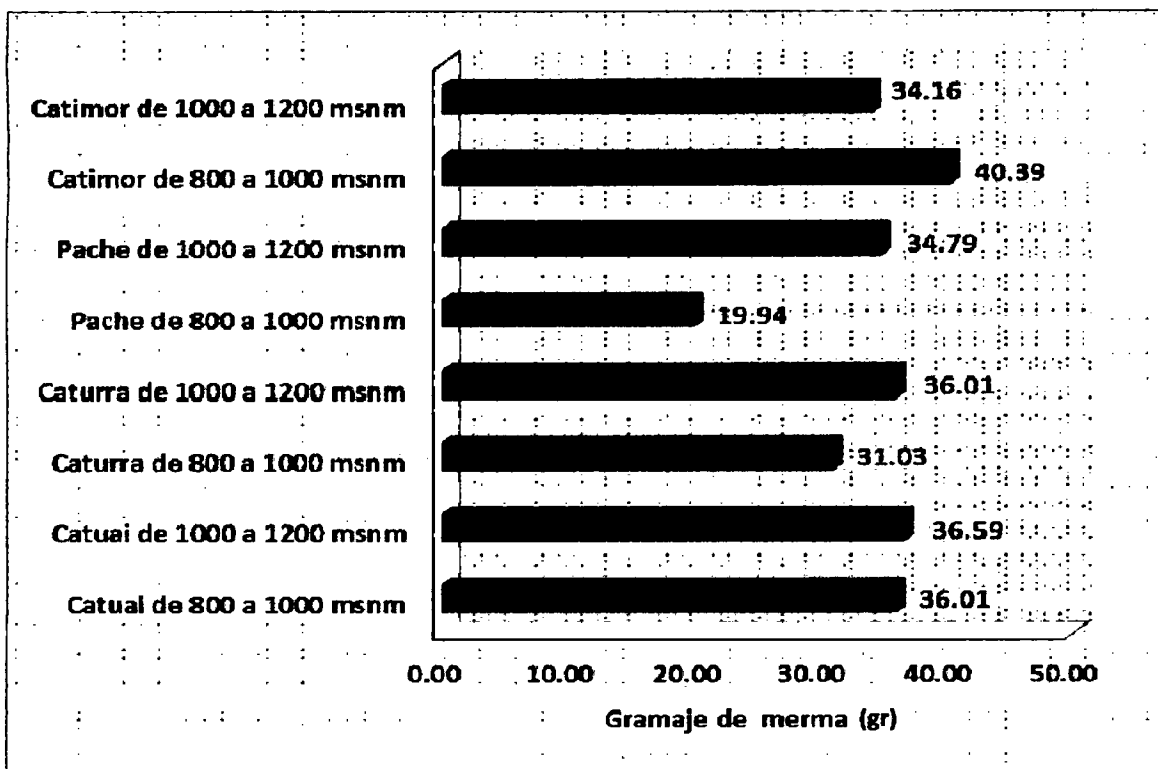


Gráfico 01: Prueba de Tukey al 5%, para los promedios en espesor de café cereza madura del factor variedad.

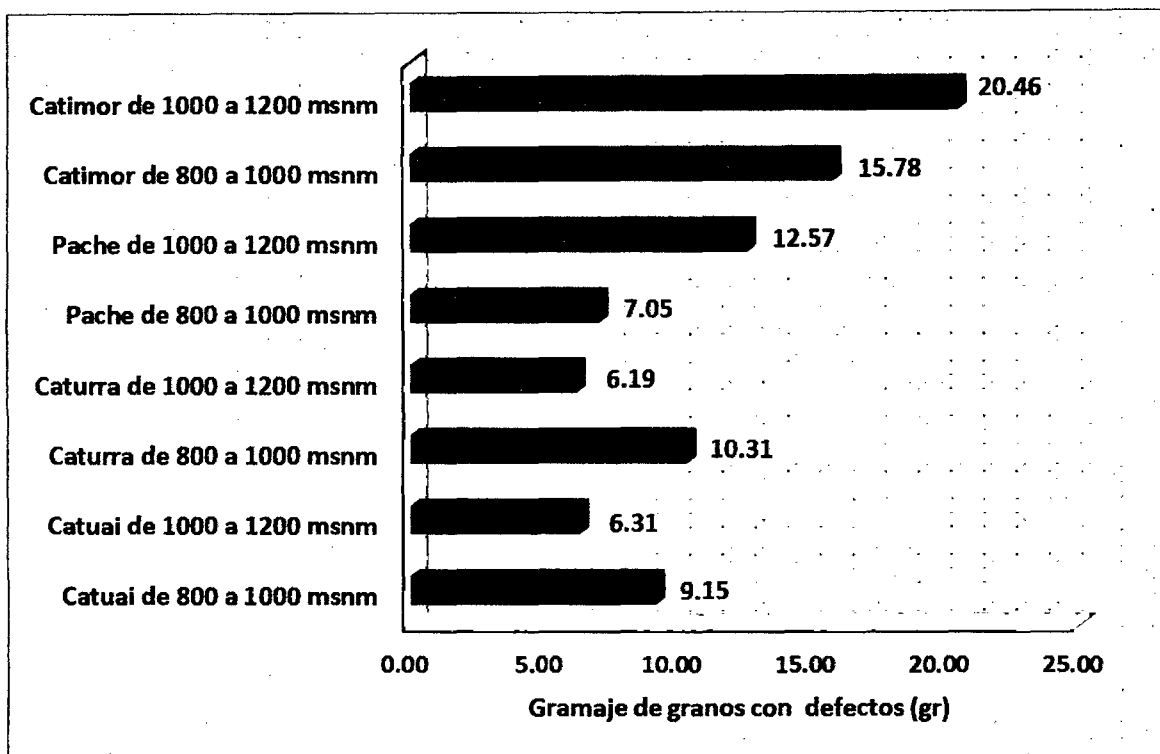
#### 4.1.2. Variables físicas relacionadas con el café oro verde

a) **Merma.** La variedad que presentó mayor gramaje de merma fue la variedad Catimor a la altitud de 800 – 1000 msnm. (40.39 gr), mientras que Pache de 800 – 1000 msnm. posee el menor gramaje (19.94 gr), tal como se muestra el Gráfico 02. Éstos resultados se pueden corroborar con los estudios de Fischersworrning y Robkamp (2001), los que indican que Catimor es una especie que tiene genes con alta tolerancia a roya (*Hemileia vastatrix*) y presenta mayor gramaje en merma.



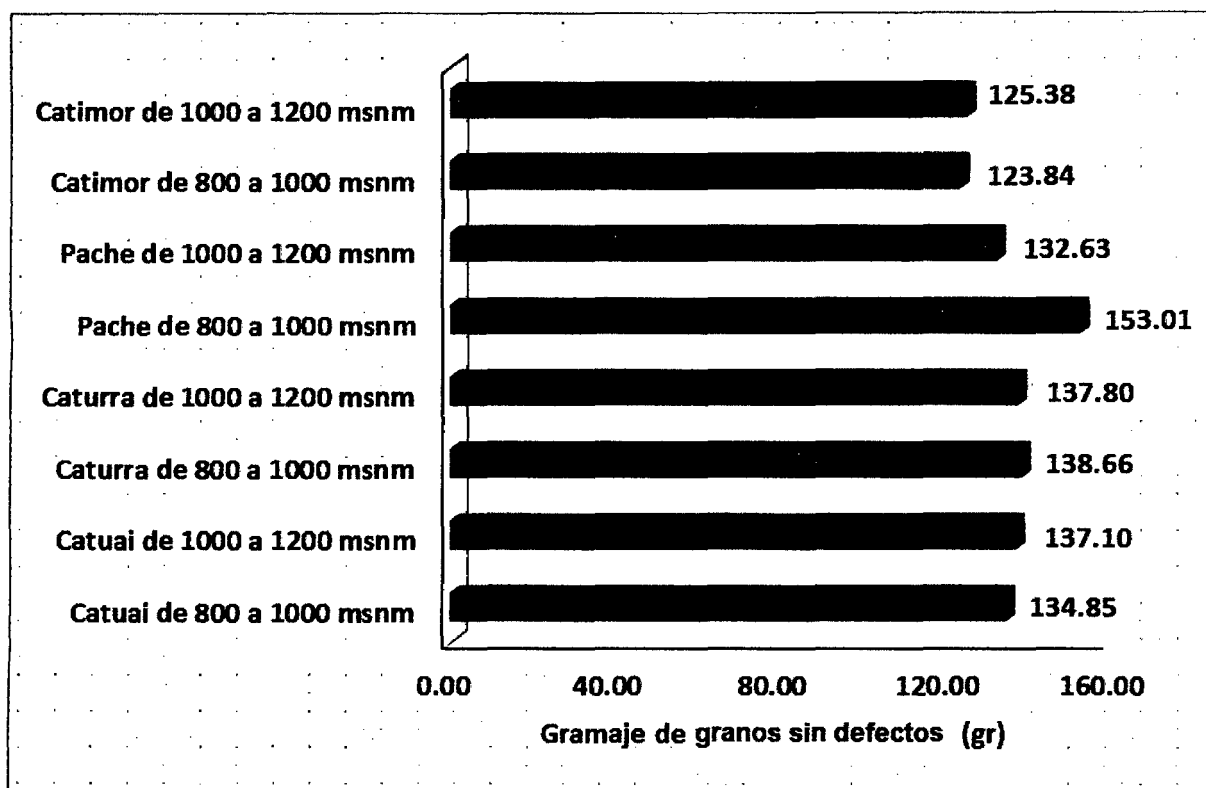
**Gráfico 02: Gramaje de merma por variedad y altitud**

b) **Defectos.** Presentó mayor gramaje la variedad Catimor de 1000-1200 msnm (20.46 gr), mientras que caturra de 1000-1200 msnm obtuvo bajo gramaje (6.19 gr), tal como se muestra el Gráfico 03.



**Gráfico 03:** Gramaje de granos con defectos por variedad y altitud.

c) **Granos de café sin defectos.** El mayor gramaje de granos de café sin defectos, se observaron en la variedad Pache de 800-1000 msnm (153.01 gr), mientras que catimor de 800-1000 msnm, obtuvo bajo gramaje (123.84 gr), tal como se muestra el Gráfico 04.



**Gráfico 04:** Gramaje de granos de café sin defectos por variedad y altitud.

**d) Defectos en el café oro verde.** Los defectos predominantes en el café oro verde se aprecian en el Cuadro 05.

Todas las variedades de diferentes altitudes fueron afectadas por brocado severo y brocado leve, sin embargo la variedad Catimor de 1000-1200 msnm., es el que presentó un alto valor de porcentaje alrededor de 11.39%, el cual se encuentra representado en su mayoría por brocado severo y brocado leve, con valores de 4.27% y 6.12% respectivamente, los demás defectos presentaron porcentajes notoriamente inferiores con un total de 1% tal como muestra en el Cuadro 05. Seguidamente es la variedad catimor de 800-1000 msnm., que se encontró con alto valor de granos defectuosos, así mismo, se encuentra brocado severo (3.32%), inmaduro (3.15%) y brocado leve (2.15%), los demás defectos se encontraron 0.08% de concha y 0.08% partido/ mordido/cortado.

En la variedad Pache de 800-1000 msnm, Catuai de 1000-1200 msnm., presentaron un total de 3.92% y 3.51% de defectos respectivamente. Sin embargo la variedad Caturra de 1000-1200 msnm., es el que presentó menor porcentaje de



defectos (3.44%), de las cuales se encontró como defecto predominante brocado severo, seguido en menor proporción concha, brocado leve, grano negro, partido/mordido/cortado, averanado y agrio parcial.

**Cuadro 05:** Defectos en el café oro verde.

Variedad	Altitud	Peso total de muestra (gr.)	Peso total de defectos (gr)	Porcentaje total de defectos (%)	Porcentaje de granos con Hongo (%)	Porcentaje de grano partido mordido trillado (%)	Porcentaje de grano Agrio (%)	Grano negro (%)	Brocado severo (%)	Brocado leve (%)	Concha (%)	Averanado (%)	Inmaduro (%)
Catuai	1	180	9.15	5.08	0.00	0.45	0.10	0.00	1.21	1.76	0.48	0.00	1.07
Catuai	2	180	6.31	3.51	0.48	0.00	0.27	0.34	1.79	0.29	0.07	0.00	0.27
Caturra	1	180	10.3	5.72	0.00	0.00	0.25	0.00	1.66	1.73	1.14	0.84	0.10
Caturra	2	180	6.19	3.44	0.00	0.18	0.09	0.26	1.76	0.44	0.62	0.09	0.00
Pache	1	180	7.05	3.92	0.00	0.00	0.22	0.00	0.71	0.95	1.69	0.31	0.04
Pache	2	180	12.6	7.00	0.85	1.16	0.35	0.00	1.27	2.07	0.60	0.00	0.70
Catimor	1	180	15.8	8.78	0.00	0.08	0.00	0.00	3.32	2.15	0.08	0.00	3.15
Catimor	2	180	20.5	11.39	0.05	0.60	0.15	0.20	4.27	6.12	0.00	0.00	0.00

**Leyenda:**

**Altitud:** 1= 800 m.s.n.m. – 1000 m.s.n.m.  
2= 1000 m.s.n.m. – 1200 m.s.n.m.

e) **Granulometría.** Los resultados de análisis granulométrico de café oro verde para cada variedad y altitud (Cuadro 06), presentaron más del 80% de café oro verde en los tamices superiores a 16/64 pulgadas (6.35 mm), sin embargo la variedad catimor de 800-1000 msnm., presentó menos del 80% de café oro en los tamices mencionados anteriormente (67.93%), debido a que presenta el 21.19% de café oro verde en el tamiz 15/64 pulgadas (5.95 mm).

Con los resultados obtenidos, corroboramos lo expuesto por Lara (2005), que indica en su investigación que la variedad caturra con altitudes superiores a 880

msnm., se caracterizan por presentar granos significativamente más grandes en tamiz mayor de 16/64 pulgadas, resultados semejantes a la presente investigación. Así mismo, Puerta (2000) en un estudio de calidad de taza demuestra que el café oro verde de la variedad caturra presenta granulometría alta.

**Cuadro 06:** Tamaño de grano de café oro verde de las distintas variedades de café (*Coffea arabica*), a diferentes altitudes.

Tamiz (Perforaciones en pulgadas)	Catuai (800 - 1000) msnm %	Caturra (800 - 1000) msnm %	Pache (800 - 1000) msnm %	Catimor (800 - 1000) msnm %	Catuai (1000 - 1200) msnm %	Caturra (1000 - 1200) msnm %	Pache (1000 - 1200) msnm %	Catimor (1000 - 1200) msnm %
18/64	10.14	65.29	37.93	6.54	44.11	24.99	34.72	20.71
17/64	39.14	22.91	35.08	27.86	33.80	42.27	36.16	35.25
16/64	32.07	7.81	18.24	33.50	12.82	19.91	15.35	25.68
15/64	11.83	3.18	6.10	21.19	6.27	7.75	8.31	12.08
14/64	6.82	0.81	2.65	10.91	3.00	5.08	5.46	6.28

#### 4.2. Evaluación sensorial de cuatro variedades de café (*Coffea arabica*) tolerantes a roya, cultivadas en la provincia de Lamas y Rioja.

##### 4.2.1. Atributos sensoriales

Se observó que el sabor residual, cuerpo, uniformidad, taza limpia, puntaje del catador son prácticamente similares para las variedades evaluadas (no se presentaron diferencias estadísticamente significativa), tal como muestra en el Cuadro N° 07. Pero sí diferencia matemáticamente describiendo que el sabor residual varió entre 7.35 y 7.23, se considera muy bueno y equilibrado presentando cualidades positivas a floral, melón; según la escala de calificación, SCAA (2005). La mejor calificación en cuerpo fue la variedad Caturra (7.48), seguida Pache (7.38), Catuai (7.30) y Catimor (7.20). La mejor calificación 7.48 describe un cuerpo algo pronunciado es el que tiene mayor consistencia o espesor del líquido. En uniformidad varió entre 9.80 – 10.00, es

extraordinario, según la escala de calificación, SCAA (2005). La mejor calificación (10) fue caturra y Pache, esto indica según Lingle (1985) que las cinco tazas de cada una de la muestra evaluada son iguales, es decir presenta la misma consistencia de sabor de las cinco tazas de cada variedad. Las tazas que tuvieron menos de 10, indica que presentó el sabor en una de las tazas algo diferente. En taza limpia varió en promedio, entre 10.00 – 9.70. La variedad caturra de extraordinaria calificación (10.00) fue la que mostró transparencia de taza, es decir, falta de impresiones negativas o presencia de sabores o aromas ajenos la que llevan una descalificación en una taza.

**Cuadro 07:** Características sensoriales de las variedades de café (*Coffea arabica*).

Variedad	Sabor residual	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Dulzura	Puntaje catador
Catuai	7.23 A	7.30 A	9.90 A	9.70 A	9.80 A	7.20 A
Caturra	7.35 A	7.48 A	10.00 A	10.00 A	10.00 A	7.30 A
Pache	7.35 A	7.38 A	10.00 A	9.90 A	10.00 A	7.23 A
Catimor	7.23 A	7.20 A	9.80 A	9.80 A	9.80 A	7.15 A

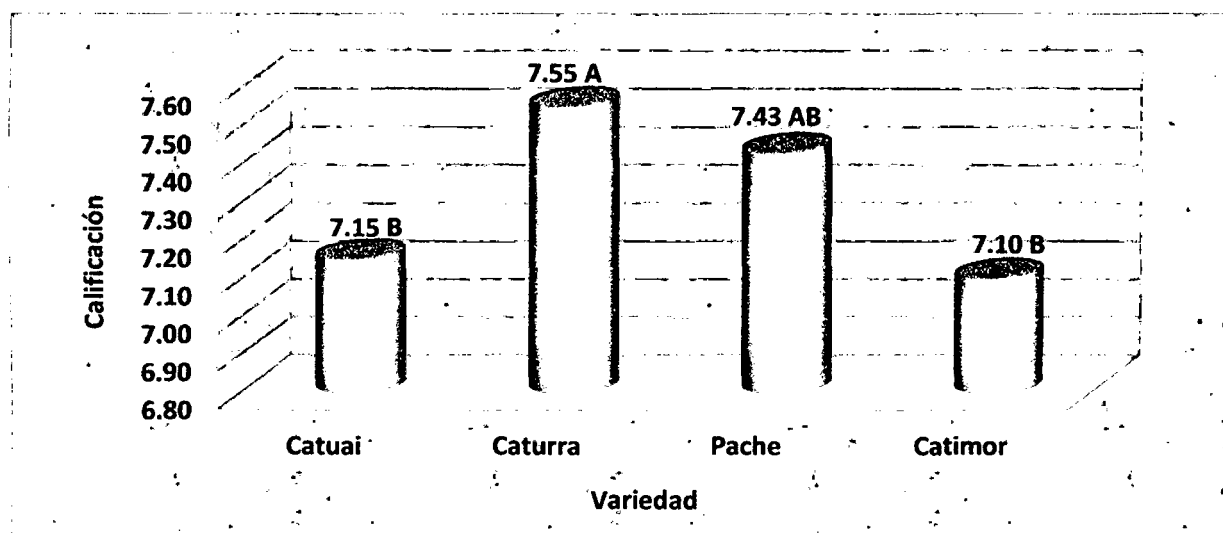
Letras diferentes comparadas verticalmente indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5%.

Las características sensoriales que mostraron diferencia estadísticamente significativa fueron:

**a) Fragancia/aroma**

Los resultados obtenidos (Anexo 07), analizados según el ANAVA (Anexo 08) muestra que existe estadísticamente diferencia significativa en la variedad considerando la variable fragancia/aroma. Así mismo, indica un  $R^2$  de 0.356; es decir, solo el 35.6% explica el efecto que ha tenido las variedades sobre la fragancia/aroma. En la prueba de Tukey (Gráfico 05), la variedad Caturra presenta diferencia significativa con respecto a los restantes y por ser esta variedad que tuvo

mayor calificación (7.65) en fragancia/aroma, presentando aromas especiales a chocolates, cítricos, frutal, mango, plátano maduro, melón. Además la variedad Catimor presentó una menor calificación (7.10), presentando aromas a hierbas, a granos como a nueces y otras especias; característica que se corrobora de acuerdo a lo expuesto por Fischersworing y Robkamp (2001), quien indica que ésta variedad presenta genes con alta resistencia a la Roya (*Hemileia vastatrix*), pero deficientes características sensoriales, sin embargo de acuerdo a la escala SCAA (2005), se encuentra dentro del rango de 7.00 - 7.75 que son considerados como muy bueno y son clasificados como comerciales, con grado para intercambiar en el mercado internacional, taza limpia y calidad media.

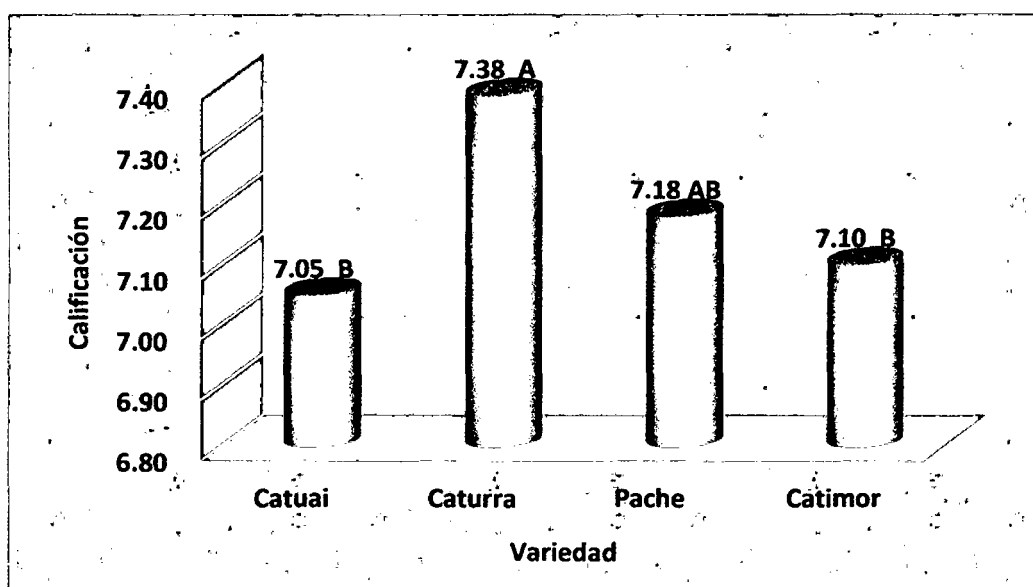


**Gráfico 05:** Prueba de Tukey al 5%, para los promedios de fragancia/aroma del factor variedad.

## b) Sabor

Los resultados obtenidos de la variable sabor (Anexo 09), analizados mediante el ANVA (Anexo 10) muestran diferencias estadísticamente significativa en la variedad, considerando la variable sabor. Así mismo, presenta un  $R^2$  de 0.346; es decir, el 34.6% explica el efecto que ha tenido las variedades estudiadas sobre la característica organoléptica del sabor. En la prueba de Tukey (Gráfico 06), todas las muestras obtuvieron una calificación entre 7.05 - 7.38; de las cuales sigue sobresaliendo la variedad Caturra obteniendo una calificación de 7.38 y es la que presenta mayor significancia estadística con respecto a los restantes, presentando también descriptores sensoriales, sabor a frutas, ligero a mandarina, a melón,

plátano seda, ciruelas; mientras que la variedad Catuai es la que tuvo baja calificación (7.05) a diferencia del resto; obteniendo sabores a hierba como a pasto verde, maní tostado. Así mismo según la SCAA (2005), indica que se encuentra dentro del rango de 7.00 - 7.75 que son considerados como muy bueno y son clasificados como comerciales, con grado para intercambiar en el mercado internacional, taza limpia y calidad media.



**Gráfico 06:** Prueba de Tukey al 5%, para los promedios en sabor del factor variedad.

### c) Acidez

Los resultados obtenidos de la variable acidez (Anexo 11), analizados mediante el ANVA (Anexo 12), presentan significancia estadística en la variedad, considerando la variable sabor. Así mismo, presenta un  $R^2$  de 0.498; es decir, el 49.8% explica el efecto que ha tenido las variedades estudiadas sobre la característica organoléptica de la acidez. En la prueba de Tukey (Gráfico 07), la variedad Pache es la que tuvo mayor calificación (7.53) dando una acidez a cítricos agradable como a granadilla, luego fue la variedad caturra que presentó una calificación de 7.50, y como baja calificación (7.05) fue la variedad Catimor presentando más ácido a diferencia de los demás. De acuerdo a lo corroborado por Lingle (1985), indica que la acidez que es demasiado intensa o dominante puede

ser desagradable, y el exceso de acidez puede no ser el adecuado para el perfil de sabor de la muestra.

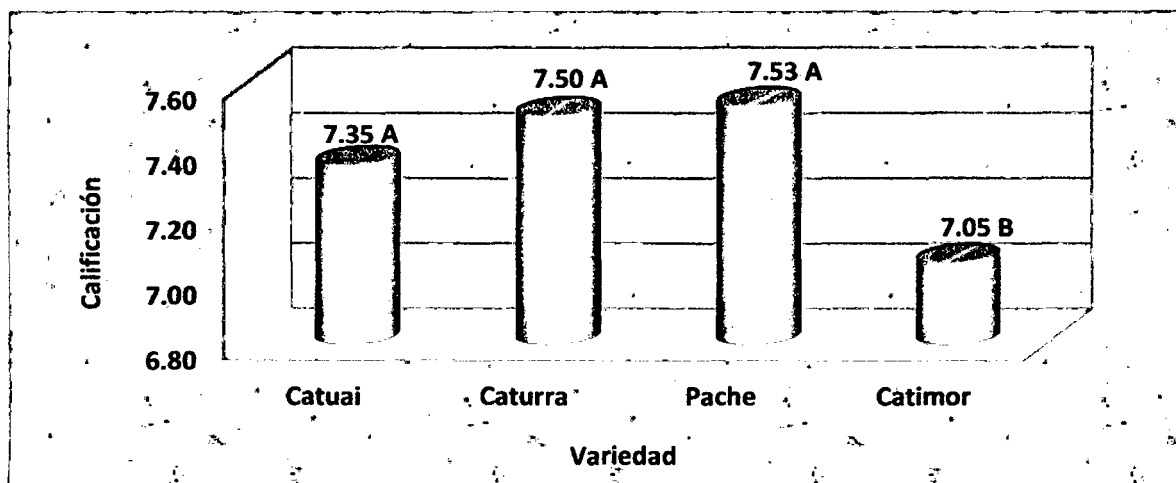


Gráfico 07: Prueba de Tukey al 5%, para los promedios en acidez del factor variedad.

#### d) Balance

Los resultados que presentan (Anexo 13), analizados mediante el ANVA (Anexo 14), presentan significancia estadística entre la variedad considerando la variable balance. Así mismo, presenta un  $R^2$  de 0.505; es decir, el 50.5% explica el efecto que ha tenido las variedades estudiadas sobre balance. En la prueba de Tukey (Gráfico 08), la variedad Catuai es la que tuvo mayor calificación (8.90) y la menor calificación (7.35) es la variedad Pache, lo cual indica SCAA (2005) cafés que se encuentran dentro del rango 8.00 – 9.00 son considerados como cafés excelente, además menciona USAID (2005) que existe equilibrio en los atributos de acidez, cuerpo y sabor, cuando se presentan cafés limpios y sanos.

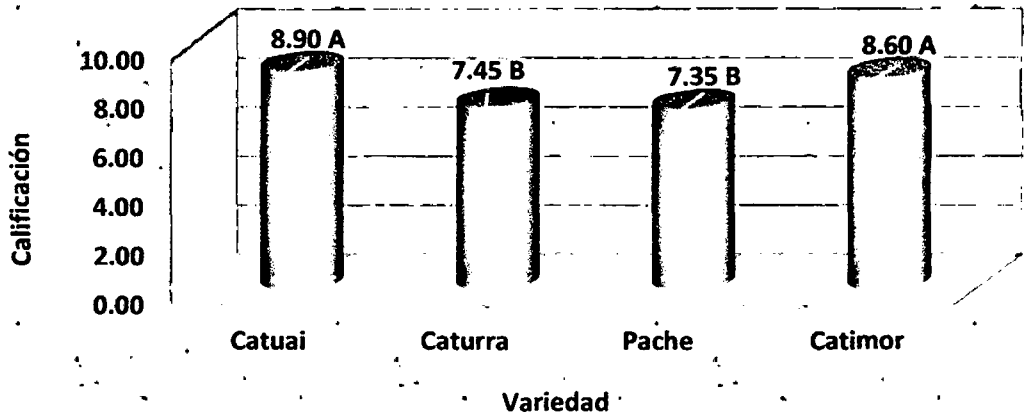


Gráfico 08: Prueba de Tukey al 5%, para los promedios de balance del factor variedad.

#### 4.2.2. Calidad en taza

Los resultados que presentan (Anexo 15), analizados mediante el ANVA (Anexo 16), presentan significancia estadística entre la variedad considerando la variable calidad en taza. Así mismo, presenta un  $R^2$  de 0.549; es decir, el 54.9% explica el efecto que ha tenido las variedades estudiadas sobre calidad en taza. De acuerdo a la prueba de Tukey (Gráfico 09), la variedad Caturra es la que presenta mayor calidad en taza, sin embargo se asemeja a las variedades Catuai y Pache, mientras que la variedad Catimor es la que presenta menor calidad en taza, pero sus valores están en el rango de 80.00 - 84.99, semejante a las demás variedades por lo que todas se clasifican según la escala Lingle (1985) y SCAA (2005) como un café especial muy bueno. Por tanto podemos corroborar lo expuesto por Astúa y Aguilar (1997), quienes encontraron que la calidad en taza del Catimor es levemente inferior a la variedad Caturra.

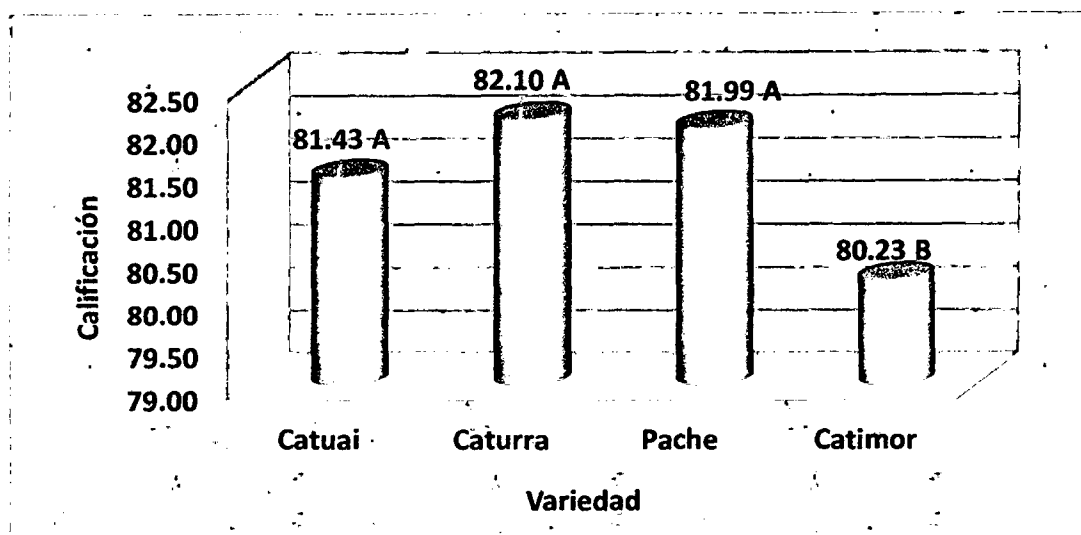


Gráfico 09: Prueba de Tukey al 5%, para los promedios de calidad en taza del factor variedad.

#### 4.2.3. Efecto de dos pisos ecológicos sobre la calidad física de cuatro variedades de café.

Con los resultados obtenidos de ancho (Anexo 03), analizados mediante el ANVA (Anexo 04) y los resultados obtenidos del espesor (Anexo 05), analizados mediante el ANVA (Anexo 06); existieron variabilidad en los datos, comparando con la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 08) indica, que para las características físicas de ancho y espesor en las cuatro variedades se ven afectadas por el factor altitud, desarrollándose mayor tamaño del fruto a mayor altitud, sin embargo, los resultados obtenidos para la longitud (Anexo 01) y analizados mediante el ANVA (Anexo 02), no presentaron significancia estadística en el factor altitud, prácticamente para las medias de la longitud del fruto sus medidas son similares para las altitudes evaluadas.

En el Gráfico 10, el que presenta diferencia estadísticamente significativa y un alto valor (14.23 mm) en ancho del fruto es la altitud de 1000-1200 msnm., y en espesor (Gráfico 11) el mayor valor (13.70 mm) también presenta la altitud de 1000-1200 msnm.

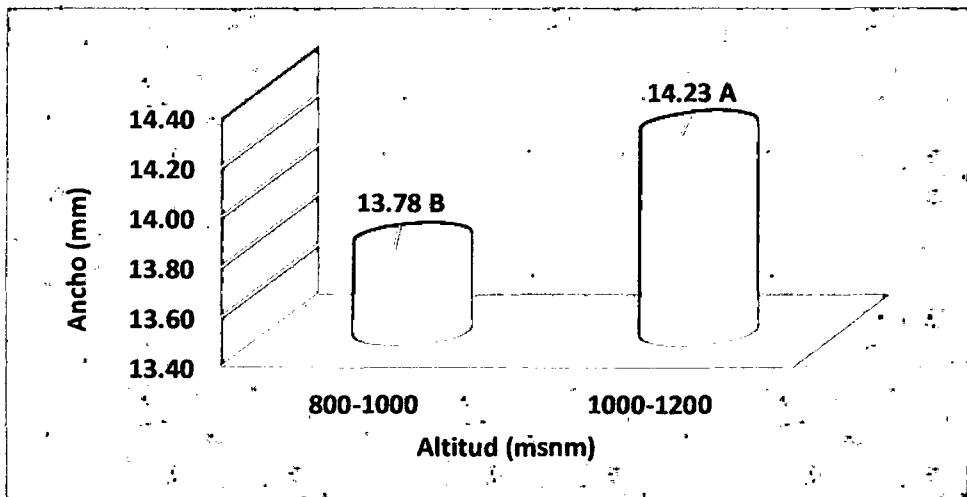




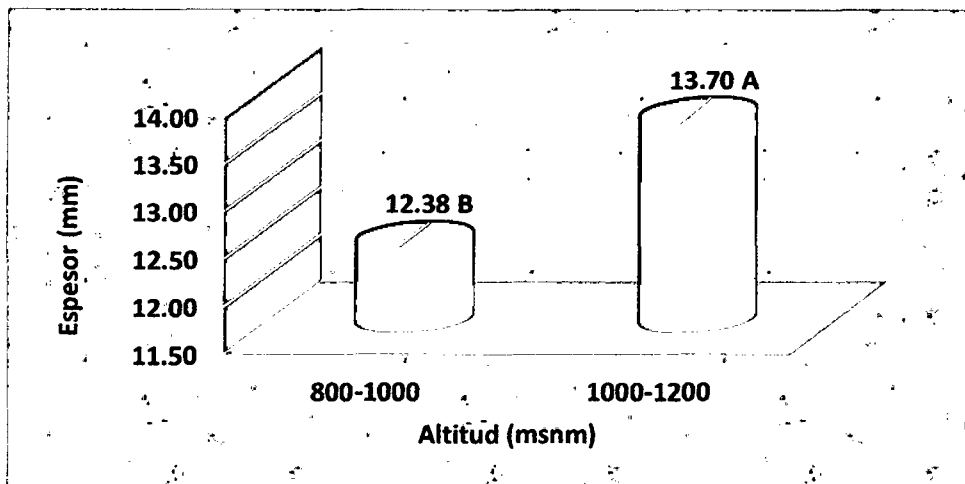
**Cuadro 08:** Efecto del factor altitud sobre la calidad física de café cereza madura.

Altitud (msnm)	Caracterización café cereza madura (mm)		
	Longitud	Ancho	Espesor
800-1000	15.68 A	13.78 B	12.38 B
1000-1200	15.93 A	14.23 A	13.70 A

Letras diferentes comparadas verticalmente indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5%.



**Gráfico 10:** Prueba de Tukey al 5%, para los promedios en ancho de café cereza madura del factor variedad.



**Gráfico 11:** Prueba de Tukey al 5%, para los promedios en espesor de café cereza madura del factor variedad.

### 4.3. Efecto de dos pisos ecológicos sobre la calidad sensorial de cuatro variedades de café.

#### 4.3.1. Atributos sensoriales

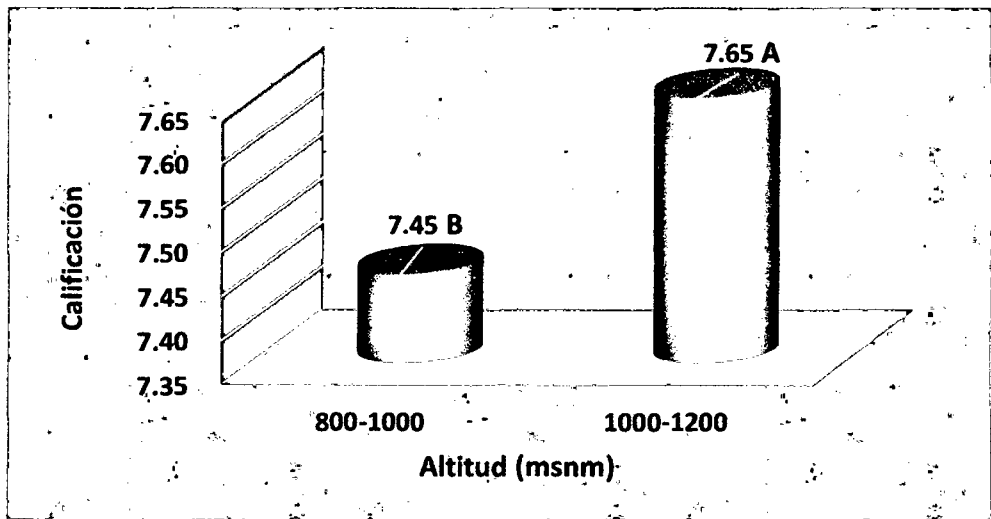
Los atributos que determinaron la calidad sensorial fueron sometidos a la prueba de Tukey (Cuadro 09), en la que se muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las altitudes.

**Cuadro 09:** Efecto del factor altitud sobre la calidad sensorial

Altitud (msnm)	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Balance
800 -1000	7.31 A	7.18 A	7.33 A	8.20 A
1000 -1200	7.33 A	7.18 A	7.39 A	7.95 A

Letras diferentes comparadas verticalmente indican diferencias significativas con probabilidad de error de 5%.

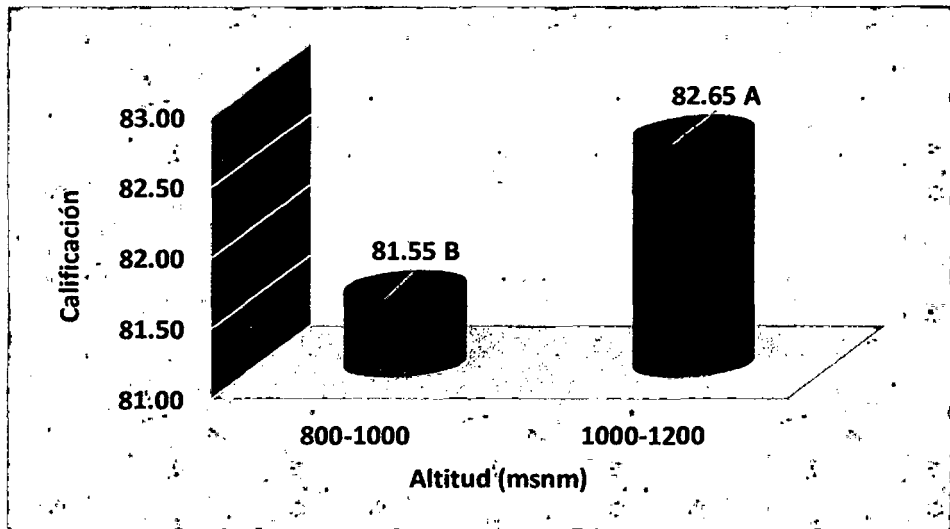
Los resultados obtenidos (Anexo 17), analizados mediante el ANVA (Anexo 18), mostraron significancia estadística la altitud en la variedad caturra considerando la variable fragancia/aroma. Así mismo, presenta un  $R^2$  de 0.444; es decir, el 44.4% explica el efecto que ha tenido la altitud sobre la fragancia/aroma. De acuerdo a la prueba de Tukey (Gráfico 12), la altitud de 1000-1200 msnm es la que presenta mayor calificación en fragancia/aroma, lo que se comprueba por (Vaast et al. 2005a; Cleves 1998b; CCI. 1992) que mencionan que el café cultivado a mayor altitud suele desarrollar más atributos positivos, tales como acidez y aroma, definiendo así un mejor sabor y calidad de bebida.



**Gráfico 12:** Prueba de Tukey al 5%, para los promedios de fragancia/aroma de la variedad caturra del factor altitud.

#### 4.3.2. Calidad en taza

Los resultados obtenidos (Anexo 19), analizados mediante el ANVA (Anexo 20), indican que no existe interacción entre las variedades en estudio y altitud, pero sí existe un efecto de la altitud considerando la variable calidad en taza de la variedad Caturra. Un  $R^2$  de 0.651; es decir, el 65.1% explica el efecto que ha tenido la altitud sobre la calidad en taza de la variedad caturra. De acuerdo a la prueba de Tukey (Gráfico 13), la altitud 1000-1200 msnm., presenta diferencia significativa y es la altitud que tiene mayor calificación en calidad en taza y como baja calificación posee la altitud 800-1200 msnm., pero ambas altitudes se encuentra dentro del rango establecido por Lingle (1985) quien indica aquel café que se encuentra ubicada en el rango de 80.00 – 84.99 lo categoriza como café especial muy bueno.



**Gráfico 13:** Prueba de Tukey al 5%, para los promedios de calidad en taza de la variedad caturra del factor altitud.

## V. CONCLUSIONES

- ❖ En calidad física solo la variable espesor presentaron diferencias en las variedades estudiadas, sobresaliendo la variedad Catuai la que obtuvo mayor espesor.
- ❖ En la calidad física de las variedades a diferentes altitudes, la que presentó mayor gramaje en merma (perdida) fue catimor de 800 – 1000 msnm y Pache de la misma altitud presentó menor merma, por tanto, esta última variedad obtuvo mayor gramaje en café exportable (almendra o grano sin defectos). En defectos los más afectados encontrados en las variedades estudiadas a diferentes altitudes fueron por brocado severo y brocado leve, a diferencia de la variedad Catuai que fue afectado por concha y brocado leve. En granulometría todas las variedades a diferentes pisos ecológicos estudiados mostraron más del 80% de grano con tamaño mayor al tamiz de 16/64 pulgadas (6.35 mm), pero a diferencia de la variedad catimor de 800-1000 msnm presento granos más pequeños.
- ❖ En calidad sensorial, la variedad Caturra presentó con mejor calidad en fragancia/aroma y sabor, calificándola como café muy bueno según la escala SCAA, posicionándola como una de las variedades más demandadas en el mercado. Los demás atributos fueron semejantes al resto de variedades estudiadas. Así mismo, destacando que esta variedad presentó mayor puntuación en calidad en taza y la variedad Catimor como testigo fue la que presentó la más baja puntuación a diferencia de las demás variedades. Sin embargo todas estas variedades estudiadas están dentro del rango establecido y se encontraron en la clasificación de café especial.
- ❖ El efecto de la altitud influyó en la calidad física de las variables en ancho y espesor, resultando que a mayor altitud se desarrolla mayor ancho y espesor del fruto, sin embargo en la calidad sensorial influyó la de mayor altitud de 1000 a 1200 msnm, obteniendo mayor calificación y sobresaliendo de calidad en taza como café especial.

## VI. RECOMENDACIONES

Luego de haber discutido los resultados, contando con algunas conclusiones y teniendo en cuenta los factores estudiados, se recomienda:

- ❖ Considerar en futuros trabajos de investigación más rangos altitudinales, para determinar la influencia significativa que puede producir en todas las características sensoriales.
- ❖ Determinar los compuestos bioquímicos (cafeína, trigonelina, ácidos clorogénicos, sacarosa y materia grasa) asociados a la calidad organoléptica de las variedades estudiadas.
- ❖ Se recomienda mantener el control de calidad en todo el proceso, para obtener calificaciones en catación por cada atributo como muy bueno hasta extraordinario, que se encuentran dentro del rango establecido por la SCAA (2005), es por ello que se obtiene calidad en taza como especial.
- ❖ Considerar como factores que afectan en la calidad, las condiciones agroecológicas (humedad relativa, temperatura, precipitación, suelo, etc.).

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar V, GJ. 1995. Variedad Costa Rica 95. San José, CR, ICAFE. 33 p.
2. Alvarado M. Rojas, G.1994. Cultivo y Beneficiado del Café. Primera edición. (San José, Costa Rica). EUNED. 184p.
3. Anthony, F; Astorga, C; Berthaud, J. 1999. Los recursos genéticos: las bases de una solución genética a los problemas de la caficultura latinoamericana. In Bertrand, B; Rapidel, B. eds. Desafíos de la caficultura en Centroamérica. San José, CR, IICA. p. 369-406.
4. Astúa, G; Aguilar, G. 1997. Prueba comparativa de las cualidades organolépticas de la bebida del catimor T5175 variedad Costa Rica 95, Caturra y Catuai, en ocho regiones cafetaleras de Costa Rica in Memorias del XVIII. Simposio Latinoamericano de Caficultura IICA. San José. pp 262-267.
5. Avelino, J; Muller, R; Eskes, A; Santacreo, R; Holguín, F. 1999. La roya anaranjada del cafeto: mito y realidad. In Bertrand, B; Rapidel, B. eds. Desafíos de la caficultura en Centroamérica. San José, CR, IICA. p. 193-241.
6. Avelino, J; Barboza, B; Araya, JC; Fonseca, C; Davrieux, F; Guyot, B; Cilas, C. 2005. Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa María de Dota 85(11):1869-1876.
7. Barboza, C. (1996). Análisis de la calidad del Grano y de la bebida del café. Var. Caturra en función de la maduración y Tiempo de Fermentación. Agronomía Tropical. (3).
8. Barboza, C. (1999). Procesamiento del Café en centrales de beneficio ubicados en el Estado Táchira: Diagnóstico y Evaluación Sensorial Agronomía Tropical. 49(4):391-412.
9. Barrios, AW; Ovalle de la Vega, CF; Davila R RJ; Valdez L RA; Solis G ME; Muñoz, CR 1998. Beneficiado Húmedo y su Control de Calidad. In Manual de Caficultura. ANACAFE. Ciudad de Guatemala. Guatemala. P 229-259.
10. Brownbridge, J; Gebreigzabhair, E. 1968. The quality of some of the main Ethiopian mild coffees. Turrialba 18(4): 361372.
11. Cárdenas, S. 2007. Caracterización morfológica y agronómica de la colección núcleo de café (*Coffea arabica* L.) del CATIE. Tesis Mg Sc. Turrialba, CR. CATIE. 47 p.

12. CCI. 1992. *Café: Guía del Exportador*. Suiza. Centro de Comercio Internacional (CCI). 402 p.
13. Clarke, RJ. 1987. Green coffee processing. *In* Clifford, MN; Willson, KC. eds. *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London, RU, Croom helm. p. 230-250.
14. Cleves, SR; Astua, RG. 1998. Defectos y vicios del café que se origina o manifiestan en el beneficiado. *In* Cleves. Eds. *Tecnología en Beneficiado de Café*. San José. CR.
15. Cleves S, R. 1998b. Factores que inciden en la calidad del café originados en el cultivo y la recolección. *In* *Tecnología en Beneficiado de Café*. San José. C.R. p 814.
16. Duicela, et al. 2010. Influencia de métodos de beneficio sobre la calidad organoléptica del café arábico. (en línea). Consultado: 20 de agosto del 2014. Disponible en: <http://www.cofenac.org/wp-content/uploads/2010/11/2-Arabica-Postcosecha-2010.pdf>.
17. Fischersworing, B; Rosskamp R. 2001. *Guía para la caficultura ecológica*. 3 ed. Lima Perú. 153 p.
18. Geel, L; Kinnear, M; Kock, H. 2005. Relating consumer preferences to sensory attributes of instant coffee. *Food Quality and Preference* 16: 237244.
19. Imagen agropecuaria, 2013. Ante focos rojos por roya del café en México y CA preparan estrategia para combatirla. (en línea). Consultado: 15 de octubre del 2014. Disponible en: <http://imagenagropecuaria.com/2013/ante-%E2%80%9Cfocos-rojos%E2%80%9D-por-roya-del-cafe-en-mexico-y-ca-preparan-estrategia-para-combatirla/>
20. IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute). 1996. *Descriptores del café (Coffea spp. y Psilanthus spp.)*. Roma, IT. 36 p.
21. J; Perriot, JJ; Guyot, B; Pineda, C; Decazy, F; Cilas, C. 2002. Vers une identification de cafés-terroir au Honduras. *In* CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) ed. *Recherche et caféiculture*. Montpellier Cedex, FR. p. 6-16.
22. Kuhl A, E. 2004. *Nicaragua y su café*. Managua, Nicaragua. Hispamer. 371 p.
23. Lara, L; 2005. Efectos de la altitud, sombra, producción y fertilización sobre la calidad del café (*Coffea arabica* L. var. Caturra) producido en sistemas



- agroforestales de la zona cafetalera Norcental de Nicaragua. Tesis Mg Sc. Turrialba, CR. CATIE. 49 p.
24. Leon, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. 3 ed. aum. y rev. San José, CR, IICA. p. 350-364.
  25. Leroy, T; Ribeyre, F; Bertrand, B; Charmetant, P; Dufour, M; Montagnon, C; Marraccini, P; Pot, D. 2006. Genetics of coffee quality. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 18(1):229-242.
  26. Lingle Ted R., 1985. Manual del catador de café, 4ta Edición., Specialty Coffee Association of America. Pág. 26-29.
  27. Lingle Ted R., 1995. El manual de la preparación del café, 2<sup>da</sup> Edición., Specialty Coffee Association of America. Pág.4.
  28. Lingle, Ted R., 1999. Fundamentos para la catación de café. ABECAFE Abril-Mayo-Junio. p 21-22.
  29. Luiza, S. A., Adriana S. V., Beatriz A. G. y Mendonça C.F. 2007. A comparative study of chemical attributes and levels of amines in defective green and roasted coffee beans. *Food Chemistry*. 101: 26–32.
  30. Marín L, S; Arcilla P, J; Montoya R, E; Oliveros T, C. 2003. Cambios físicos y químicos durante la maduración del fruto de café (*Coffea arabica* L. var. Colombia). *CENICAFE* 54(3): 208225.
  31. Marín C., G. 2013. Control de Calidad del Café. Manual técnico. Lima, Perú. Equipo técnico del proyecto Fondoempleo. Programa Selva Central – Desco. 48 p.
  32. MIFIC. 1999. Norma Técnica del café Verde. Clasificación de calidades, determinación de materias extrañas y defectos. Managua, Nicaragua. 15 p.
  33. Monroig Inglés Miguel F. (2000), La recolección del café - Écos del Café. (en línea). Consultado: 20 de agosto del 2014. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id19.htm>
  34. Mitchell, H. 1988. Cultivation and Harvesting of the Arabica Coffee Tree. In R, Clarke; R, Macrae. Eds. *Coffee: Agronomy*. Great Britain. Elsevier Applied Science. p 4390.
  35. Moreno, 2002. Nueva variedad de café de porte alto resistente a la roya del cafeto. Cenicafé.

36. Puerta Q., G. I.; 2000. Calidad en taza de algunas mezclas de variedades de café de la especie *Coffea arabica* L. *Cenicafé* 51(1): 5-19.
37. Regalado O, A. 2006. ¿Qué es la calidad en el café?. Chapingo, ME. Universidad Autónoma Chapingo. 309 p.
38. Salazar Y, M; Biriticá C, P; Cadena G, G. 2002. Implicaciones de los estudios sobre biodiversidad de los Uredinales (Royas) en la región cafetera colombiana.
39. Samper, KM. 1999. Trayectoria y viabilidad de las Caficulturas Centroamericanas. In B Bertrand; B Rapidel. Eds. *Desafíos de la caficultura en Centroamérica*. San José. C.R. IICA. PROMECAFÉ. CIRAD. IRD. CCCR. P 168.
40. SCAA café verde arábica, 2004. Manual de defectos. Edit. Specialty Coffee Association of America. P 2-14.
41. SCAA (Asociación de Cafés Especiales de América). 2005. Protocolo para Catar, (en línea) Hn Consultado 25 de agosto. 2014. Disponible <http://www.scaa.org/protocolo>
42. Silva, MC do; Várzea, V; Guerra G, L; Gil A, H; Fernandez, D; Petitot, AS; Bertrand, B; Lashermes, F; Nicole, M. 2006. Coffee resistance to the main diseases: leaf rust and coffee berry disease. *Braz. Journal Plant Physiol.* 18(1):119.147.
43. Shankaranarayana, M. 1996. Evaluacion of Coffe Quality Using Chemical and Instrumental Methods *Journal of Coffeee Research* 16(12): 14-22.
44. Suárez C, F; Montenegro, L; Aviles, C; Moreno, M; Bolaños, M. 1961. Efecto del sombrío en los primeros años de vida de un cafetal, Santa Tecla, El Salvador. Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café. 36 p.
45. Ted R. Lingle, 1995. *El manual de la preparación del café*, 2a Edición., Specialty Coffee Association of America. Pág. 23.
46. USAID, 2005. Normas y estándares de Catación para la región de Centroamérica. (en línea). Consultado: 26 de junio del 2014. Disponible en: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/pnadg946.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnadg946.pdf).
47. Vaast, P; Perriot, J; Cilas, C. 2003. Mejoramiento y Fortalecimiento en los Procesos de Certificación de Calidades y Comercialización del Café. Reporte. CIRADUNICAFE. 40 p.

48. Vaast, P; Cilas, C; Perriot, J; Davrieux, J; Guyot, B; Bolaños, M. 2005a. Mapping of Coffee Quality in Nicaragua According to Regions. Ecological Conditions and Farm Management. In ASIC Conference. Bangalore, India. p 842850.
49. Vergara Cobián, Segundo Agustín. 2012. Reporte de inteligencia de mercados. (en línea). Consultado: 20 de agosto del 2014. Disponible en: <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Informe%20de%20inteligencia%20de%20mercado%20del%20caf%C3%A9%202012.pdf>

## VIII. ANEXOS

### Anexo 01: Resultados obtenidos en la evaluación física de la longitud de café cereza madura (mm)

Variedad	Altitud (msnm)	Longitud				
Catuai	800-1000	16.50	15.50	18.00	15.50	16.00
Caturra	800-1000	15.00	14.50	15.50	13.50	15.00
Pache	800-1000	17.00	17.50	17.00	15.50	14.00
Catimor	800-1000	16.00	15.50	15.00	15.50	15.50
Catuai	1000-1200	15.50	16.50	16.50	15.50	15.50
Caturra	1000-1200	17.00	18.00	16.00	16.00	15.00
Pache	1000-1200	16.50	15.00	14.00	15.50	15.00
Catimor	1000-1200	18.00	16.00	16.00	15.50	15.50

### Anexo 02: Análisis de Varianza para la longitud de café cereza madura (mm).

Origen	SC	gl	Cuadrático promedio	FC	FT	Sig.
Altitud	0.625	1	0.625	0.68	4.15	NS
Variedad	1.650	3	0.55	0.599	2.9	NS
Altitud * Variedad	10.725	3	3.575	3.891	2.9	*
Error	29.400	32	0.919			
Total corregido	42.400	39				
R <sup>2</sup> = 30.7 %		CV = 6.07%				

N.S. No significativo

\* Significativo al 95%

### Anexo 03: Resultados obtenidos en la evaluación física del ancho de café cereza madura (mm).

Variedad	Altitud (msnm)	Ancho				
Catuai	800-1000	13.50	14.00	14.50	14.50	14.00
Caturra	800-1000	14.00	13.50	13.50	12.50	14.00
Pache	800-1000	14.00	14.50	14.00	14.50	13.50
Catimor	800-1000	14.50	14.50	14.00	14.50	13.50
Catuai	1000-1200	14.50	14.50	14.50	14.00	14.50
Caturra	1000-1200	14.50	14.50	14.00	14.50	13.00
Pache	1000-1200	13.50	14.00	14.50	14.50	14.00
Catimor	1000-1200	15.00	14.50	14.00	13.50	14.50

**Anexo 04: Análisis de Varianza para el ancho de café cereza madura (mm).**

Origen	SC	gl	Cuadrático promedio	FC	FT	Sig.
Altitud	2.025	1	2.025	7.902	4.15	**
Variedad	1.350	3	0.45	1.756	2.9	NS
Altitud * Variedad	1.925	3	0.642	2.504	2.9	NS
Error	8.200	32	0.256			
Total corregido	13.500	39				
R <sup>2</sup> = 39.3 %			CV= 3.62 %			

N.S. No significativo

\*\* Altamente Significativo al 95%

**Anexo 05: Resultados obtenidos en la evaluación física del espesor de café cereza madura (mm)**

Variedad	Altitud (msnm)	Espesor				
Catuai	800-1000	12.00	12.50	12.50	12.50	12.00
Caturra	800-1000	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50
Pache	800-1000	12.00	12.50	12.50	12.50	12.50
Catimor	800-1000	12.00	12.50	12.00	12.00	12.00
Catuai	1000-1200	12.50	13.50	13.50	13.50	13.50
Caturra	1000-1200	13.50	13.00	13.00	13.50	12.00
Pache	1000-1200	12.00	12.50	12.50	12.50	12.00
Catimor	1000-1200	13.50	12.50	12.00	11.50	11.50

**Anexo 06: Análisis de Varianza para el espesor de café cereza madura (mm).**

Origen	SC	gl	Cuadrático promedio	FC	FT	Sig.
Altitud	1.056	1	1.056	4.63	4.15	*
Variedad	3.619	3	1.206	5.288	2.90	**
Altitud * Variedad	1.219	3	0.406	1.781	2.90	NS
Error	7.300	32	0.228			
Total corregido	13.194	39				
R <sup>2</sup> = 44.7 %			CV= 3.81 %			

N.S. No significativo

\* Significativo al 95%

\*\* Altamente Significativo al 95%

**Anexo 07: Resultados obtenidos en la evaluación sensorial de fragancia/Aroma (mm)**

Variedad	Altitud (msnm)	Fragancia/Aroma				
Catuai	800-1000	6.50	7.00	7.25	7.50	7.25
Caturra	800-1000	7.50	7.50	7.50	7.25	7.50
Pache	800-1000	7.50	7.50	7.50	7.75	7.25
Catimor	800-1000	7.50	7.50	7.00	7.00	7.00
Catuai	1000-1200	7.50	6.50	7.00	7.50	7.50
Caturra	1000-1200	7.50	7.75	7.75	7.75	7.50
Pache	1000-1200	7.50	7.75	7.00	7.00	7.50
Catimor	1000-1200	7.00	7.00	7.50	7.00	7.00

**Anexo 08: Análisis de Varianza de Fragancia/Aroma**

Origen	SC	gl	Cuadrático promedio	FC	FT	Sig.
Altitud	0.002	1	0.002	0.019	4.15	NS
Variedad	1.217	3	0.406	5.042	2.90	**
Altitud * Variedad	0.205	3	0.068	0.848	2.90	NS
Error	2.575	32	0.08			
Total corregido	3.998	39				
R <sup>2</sup> = 35.6 %			CV = 3.88%			

N.S. No significativo

\*\* Altamente Significativo al 95%

**Anexo 09: Resultados obtenidos en la evaluación sensorial del sabor**

Variedad	Altitud (msnm)	Sabor				
Catuai	800-1000	6.50	7.00	7.25	7.00	7.25
Caturra	800-1000	7.50	7.25	7.50	7.25	7.25
Pache	800-1000	7.50	7.00	7.00	7.50	7.25
Catimor	800-1000	7.25	7.25	7.00	7.00	7.00
Catuai	1000-1200	7.00	7.00	7.00	7.25	7.25
Caturra	1000-1200	7.25	7.50	7.50	7.50	7.25
Pache	1000-1200	7.00	7.50	7.00	7.00	7.00
Catimor	1000-1200	7.00	7.00	7.00	7.50	7.00

### Anexo 10: Análisis de Varianza del sabor

Origen	SC	gl	Cuadrático promedio	FC	FT	Sig.
Altitud	0.0000	1	0.000	0.000	4.15	NS
Variedad	0.6120	3	0.204	4.931	2.90	**
Altitud * Variedad	0.0870	3	0.029	0.704	2.90	NS
Error	1.3250	32	0.041			
Total corregido	2.0250	39				
R <sup>2</sup> = 34.6 %			CV = 2.84%			

N.S. No significativo

\*\* Altamente Significativo al 95%

### Anexo 11: Resultados obtenidos en la evaluación sensorial de la acidez

Variedad	Altitud (msnm)	Acidez				
Catuai	800-1000	7.00	7.25	7.25	7.50	7.00
Caturra	800-1000	7.50	7.75	7.75	7.00	7.50
Pache	800-1000	7.50	7.25	7.75	7.50	8.00
Catimor	800-1000	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Catuai	1000-1200	7.75	7.75	7.25	7.25	7.50
Caturra	1000-1200	7.25	7.25	7.50	8.00	7.50
Pache	1000-1200	7.50	7.50	7.25	7.50	7.50
Catimor	1000-1200	7.00	7.00	7.50	7.00	7.00

### Anexo 12: Análisis de Varianza de la acidez

Origen	SC	gl	Cuadrático promedio	FC	FT	Sig.
Altitud	0.039	1	0.039	0.714	4.15	NS
Variedad	1.430	3	0.477	8.714	2.90	**
Altitud * Variedad	0.267	3	0.089	1.629	2.90	NS
Error	1.750	32	0.055			
Total corregido	3.486	39				
R <sup>2</sup> = 49.8 %			CV = 3.18%			

N.S. No significativo

\*\* Altamente Significativo al 95%

**Anexo 13: Resultados obtenidos en la evaluación sensorial del balance**

Variedad	Altitud (msnm)	Balance				
Catuai	800-1000	10.00	9.00	9.00	8.00	10.00
Caturra	800-1000	7.50	7.50	7.50	7.25	7.50
Pache	800-1000	7.50	7.00	7.50	7.25	7.50
Catimor	800-1000	7.75	7.25	10.00	9.00	10.00
Catuai	1000-1200	8.00	10.00	10.00	7.50	7.50
Caturra	1000-1200	7.50	7.25	7.50	7.50	7.50
Pache	1000-1200	7.00	7.50	7.25	7.50	7.50
Catimor	1000-1200	8.00	8.00	8.00	8.00	10.00

**Anexo 14: Análisis de Varianza del balance**

Origen	SC	gl	Cuadrático promedio	FC	FT	Sig.
altitud	0.625	1	0.625	1.019	4.15	NS
variedad	18.725	3	6.242	10.177	2.90	**
altitud * variedad	0.675	3	0.225	0.367	2.90	NS
Error	19.625	32	0.613			
Total corregido	39.65	39				
R <sup>2</sup> = 50.5%			CV = 9.70%			

N.S. No significativo

\*\* Altamente Significativo al 95%

**Anexo 15: Resultados obtenidos en la evaluación sensorial de la calidad en taza**

Variedad	Altitud (msnm)	Calidad en taza				
Catuai	800-1000	82.00	82.75	82.25	80.50	80.00
Caturra	800-1000	80.50	82.00	82.00	81.50	81.75
Pache	800-1000	83.25	81.75	81.75	81.50	82.00
Catimor	800-1000	80.00	80.00	80.00	80.50	77.00
Catuai	1000-1200	81.25	81.75	81.75	82.00	80.00
Caturra	1000-1200	82.50	82.75	82.75	82.50	82.75
Pache	1000-1200	81.50	82.25	82.25	81.75	81.25
Catimor	1000-1200	80.75	82.00	82.00	80.00	80.00



**Anexo 16: Análisis de Varianza para la calidad en taza**

Origen	SC	gl	Cuadrático promedio	FC	FT	Sig.
altitud	2.889	1	2.889	3.758	4.15	NS
variedad	21.455	3	7.152	9.303	2.90	**
altitud * variedad	5.605	3	1.868	2.430	2.90	NS
Error	24.600	32	0.769			
Total corregido	54.548	39				
R <sup>2</sup> = 54.9%			CV = 1.08%			

N.S. No significativo

\*\* Altamente Significativo al 95%

**Anexo 17: Resultados obtenidos en la evaluación sensorial de la Fragancia/Aroma en la variedad caturra**

Variedad	Altitud (msnm)	Fragancia/Aroma				
Caturra	800-1000	7.50	7.50	7.50	7.25	7.50
Caturra	1000-1200	7.50	7.75	7.75	7.75	7.50

**Anexo 18: Análisis de Varianza del efecto de la altitud sobre la fragancia/aroma de la variedad caturra.**

Origen	SC	gl	Cuadrático promedio	FC	FT	Sig.
Altitud	0.10	1	0.100	6.400	5.32	*
Error	0.13	8	0.016			
Total corregido	0.23	9				
R <sup>2</sup> = 44.4 %			CV = 1.66%			

\* Significativo al 95%

**Anexo 19: Resultados obtenidos en la evaluación sensorial de la calidad en taza en la variedad caturra**

Variedad	Altitud (msnm)	Calidad en taza				
Caturra	800-1000	80.50	82.00	82.00	81.50	81.75
Caturra	1000-1200	82.50	82.75	82.75	82.50	82.75

**Anexo 20: Análisis de Varianza del efecto de la altitud sobre la calidad en taza de la variedad caturra.**

Origen	SC	gl	Cuadrático promedio	FC	FT	Sig.
Altitud	3.025	1	3.025	14.892	5.32	**
Error	1.625	8	0.203			
Total corregido	4.650	9				
R <sup>2</sup> = 65.1%		CV = 0.55%				

\*\* Altamente Significativo al 95%



## Anexo 22: Comparación de resultados con otro paquete estadístico

### INFOSTAT VERSION ESTUDIANTIL

### SPSS VERSION 22

#### Longitud

##### Cuadro de Análisis de la Varianza

Variable	R <sup>2</sup>	CV
Longitud	31 %	6.07%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	1.65	3	0.55	0.60	0.6206
Altitud	0.63	1	0.63	0.68	0.4156
Var*Alt	10.73	3	3.58	3.89	0.0177
Error	29.40	32	0.92		
Total	42.40	39			

#### Variable dependiente: Longitud

##### Análisis de varianza

Origen	Suma de cuadrado	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
variedad	1.650	3	0.550	0.599	0.621
altitud	0.625	1	0.625	0.680	0.416
alt * var	10.725	3	3.575	3.891	0.018
Error	29.400	32	0.919		
Total corr.	42.400	39			

R<sup>2</sup> = 30.7%

CV= 6.07%

#### Ancho

##### Cuadro de Análisis de la Varianza

Variable	R <sup>2</sup>	CV
Ancho	39 %	3.62%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	1.35	3	0.45	1.76	0.1754
Altitud	2.03	1	2.03	7.90	0.0084
Var*Alt	1.93	3	0.64	2.50	0.0768
Error	8.20	32	0.26		
Total	13.5	39			

#### Variable dependiente: Ancho

##### Análisis de varianza

Origen	Suma de cuadrado	gl	Cuadrático medio	F	Sig.
variedad	1.350	3	0.450	1.756	0.175
altitud	2.025	1	2.025	7.902	0.008
alt * var	1.925	3	0.642	2.504	0.077
Error	8.200	32	0.256		
Total corr.	13.500	39			

R<sup>2</sup> = 39.3%

CV= 3.62%

#### Espesor

##### Cuadro de Análisis de la varianza

Variable	R <sup>2</sup>	CV
Espesor	45%	3.81%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	3.62	3	1.21	5.29	0.0045
Altitud	1.06	1	1.06	4.63	0.0391
Var*Alt	1.22	3	0.41	1.78	0.1706
Error	7.30	32	0.23		
Total	13.19	39			

#### Variable dependiente: Espesor

##### Análisis de varianza

Origen	Suma de cuadrado	gl	Cuadrático medio	F	Sig.
variedad	3.619	3	1.206	5.288	0.004
altitud	1.056	1	1.056	4.630	0.039
Alt * var	1.219	3	0.406	1.781	0.171
Error	7.300	32	0.228		
Total corr.	13.194	39			

R<sup>2</sup> =44.7%

CV = 3.81%

**Fragancia/Aroma**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

Variable	R <sup>2</sup>	CV
Aroma	36%	3.88%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	1.22	3	0.41	5.04	0.0057
Altitud	1.6E-03	1	1.6E-03	0.02	0.8900
Var*Alt	0.20	3	0.07	0.85	0.4780
Error	2.58	32	0.08		
Total	4.00	39			

**Variable dependiente: Fragancia/Aroma**

**Análisis de varianza**

Origen	Suma de cuadrado	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
variedad	1.217	3	0.406	5.042	0.006
altitud	0.002	1	0.002	0.019	0.890
alt * var	0.205	3	0.068	0.848	0.478
Error	2.575	32	0.080		
Total corr.	3.998	39			

R<sup>2</sup> =35.6%

CV = 3.88%

**Sabor**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

Variable	R <sup>2</sup>	CV
Sabor	35%	2.84%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	0.61	3	0.20	4.93	0.0063
Altitud	0.00	1	0.00	0.00	>0.9999
Var*Alt	0.09	3	0.03	0.70	0.5564
Error	1.33	32	0.04		
Total	2.03	39			

**Variable dependiente: Sabor**

**Análisis de varianza**

Origen	Suma de cuadrado	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
variedad	0.612	3	0.204	4.931	0.006
altitud	0.000	1	0.000	0.000	1.000
alt * var	0.087	3	0.029	0.704	0.556
Error	1.325	32	0.041		
Total corr.	2.025	39			

R<sup>2</sup> =34.6%

CV = 2.84%

**Acidez**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

Variable	R <sup>2</sup>	CV
Acidez	50%	3.18%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	1.43	3	0.48	8.71	0.0002
Altitud	0.04	1	0.04	0.71	0.4043
Var*Alt	0.27	3	0.09	1.63	0.2022
Error	1.75	32	0.05		
Total	3.49	39			

**Variable dependiente: Acidez**

**Análisis de varianza**

Origen	Suma de cuadrado	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
variedad	1.430	3	0.477	8.714	0.0002
altitud	0.039	1	0.039	0.714	0.404
Alt * var	0.267	3	0.089	1.629	0.202
Error	1.750	32	0.055		
Total corr.	3.486	39			

R<sup>2</sup> =49.8%

CV = 3.18%

**Balance**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

Variable	R <sup>2</sup>	CV
Acidez	51%	9.70%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	18.73	3	6.24	10.18	0.0001
Altitud	0.62	1	0.62	1.02	0.3203
Var*Alt	0.67	3	0.22	0.37	0.7774
Error	19.63	32	0.61		
Total	39.65	39			

**Calidad en taza**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

Variable	R <sup>2</sup>	CV
Acidez	55%	1.08%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	21.45	3	7.15	9.3	0.0001
Altitud	2.89	1	2.89	3.76	0.0614
Var*Alt	5.6	3	1.87	2.43	0.0833
Error	24.6	32	0.77		
Total	54.55	39			

**Efecto de la altitud en Fragancia/aroma de la variedad caturrea**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

Variable	R <sup>2</sup>	CV
Acidez	44%	1.66%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Altitud	0.10	1	0.10	6.40	0.0353
Error	0.13	8	0.02		
Total	0.23	9			

**Efecto de la altitud de calidad en taza**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

Variable	R <sup>2</sup>	CV
Acidez	65%	0.55%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Altitud	3.03	1	3.03	14.89	0.0048
Error	1.63	8	0.2		
Total	4.65	9			

**Variable dependiente: Balance**

**Análisis de varianza**

Origen	Suma de cuadrado	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
variedad	18.725	3	6.242	10.177	0.0001
altitud	0.625	1	0.625	1.019	0.320
Alt * var	0.675	3	0.225	0.367	0.777
Error	19.625	32	0.613		
Total corr.	39.650	39			

R<sup>2</sup> = 50.5%

CV = 9.71%

**Variable dependiente: Calidad en taza**

**Análisis de varianza**

Origen	Suma de cuadrado	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
variedad	21.455	3	7.152	9.303	0.0001
altitud	2.889	1	2.889	3.758	0.061
Alt * var	5.605	3	1.868	2.430	0.083
Error	24.600	32	0.769		
Total corr.	54.548	39			

R<sup>2</sup> = 54.9%

CV = 1.08%

**Variable dependiente: Efecto de la altitud en Fragancia/aroma de la variedad caturrea**

**Análisis de varianza**

Origen	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
altitud	0.100	1	0.100	6.400	0.035
Error	0.125	8	0.016		
Total corr.	0.225	9			

R<sup>2</sup> = 44.4%

CV = 1.66%

**Variable dependiente: Efecto de la altitud en Fragancia/aroma**

**Análisis de varianza**

Origen	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
altitud	3.025	1	3.025	14.892	0.005
Error	1.625	8	0.203		
Total corr.	4.650	9			

R<sup>2</sup> = 65.1%

CV = 0.55%

