

EVALUACION DE LA FERTILIZACION EDAFICA EN CAFE (*Coffea arabica* L.)  
MEDIANTE EL ANALISIS SENSORIAL Y CARACTERISTICAS FISICAS BAJO  
DIFERENTES ALTURAS EN FUSAGASUGA-CUNDINAMARCA.

EDNA BRILLY MELO RESTREPO  
JUAN BAUTISTA PIÑEROS RODRIGUEZ

“Trabajo de grado presentado como  
requisito parcial para obtener el título de  
Ingeniero Agrónomo”

DIRECTORA  
ARLETTE IVONNE GIL CLAVIJO, I.A., M.Sc.

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA  
FUSAGASUGA  
2015

**EVALUACION DE LA FERTILIZACION EDAFICA EN CAFE (*Coffea arabica* L.)  
MEDIANTE EL ANALISIS SENSORIAL Y CARACTERISTICAS FISICAS BAJO  
DIFERENTES ALTURAS EN FUSAGASUGA-CUNDINAMARCA.**

EDNA BRILLY MELO RESTREPO  
JUAN BAUTISTA PIÑEROS RODRIGUEZ

**APROBADO**

---

**ARLETTE IVONNE GIL C**  
Ingeniero Agrónomo M.Sc.  
(Directora)

---

Jurado

---

Jurado

**EVALUACION DE LA FERTILIZACION EDAFICA EN CAFE (*Coffea arabica* L.)  
MEDIANTE EL ANALISIS SENSORIAL Y CARACTERISTICAS FISICAS BAJO  
DIFERENTES ALTURAS EN FUSAGASUGA-CUNDINAMARCA.**

EDNA BRILLY MELO RESTREPO  
JUAN BAUTISTA PIÑEROS RODRIGUEZ

**APROBADO**

---

**Dra. VILMA MORENO**  
(Decano)

---

**CARLOS ANDRES GARCIA**  
(Director del programa)

**Dedicatoria**  
**Brilly Melo**

Este trabajo se lo dedico principalmente al señor Jesucristo, por brindarme la sabiduría, entendimiento, fuerza y valor para culminar esta meta principal en mi vida y por estar a mi lado iluminando y bendiciéndome en todo momento.

A mi madre LUCY RESTREPO CHAVEZ por estar a mi lado en todo momento, por brindarme cariño, ánimo apoyo y el amor que solo una madre puede dar, por inculcar en mí, valores morales y espirituales y conducirme por la vida como persona responsable.

A mi padre PARMENIO MELO MONTROYA por aconsejarme en cada momento, por sus consejos invaluable los cuales me ayudaron a conducirme por el buen camino, por su dedicación y porque siempre estuvo pendiente de mis necesidades.

A mi hermana Terlins Melo Restrepo, por apoyarme y darme ánimo para seguir adelante con mis metas.

A mi esposo Rodrigo Ubaque y mis hijos Jhoseth Samuel e Ian Steven por estar a mi lado apoyarme y ser mi motor de amor, esfuerzo y alegría.

A mis amigos Juan Piñeros, Yarine Santiago por su apoyo, consejos y esfuerzo.

## **Juan Piñeros**

Este trabajo se lo dedico principalmente al señor Jesucristo, por brindarme la sabiduría, entendimiento, fuerza, paciencia y valor para culminar esta meta principal en mi vida y por estar a mi lado iluminando y bendiciéndome en todo momento.

A mi madre Rosa Emilia Rodríguez Liévano por estar a mi lado en todo momento, por brindarme cariño, ánimo apoyo y el amor que solo una madre puede dar, por inculcar en mí valores morales y espirituales y conducirme por la vida como persona responsable.

A mi padre Juan Bautista Piñeros Baquero por aconsejarme en cada momento dando apoyo y conducirme por el buen camino, por su dedicación y porque siempre estuvo pendiente de mis necesidades y de aquellas que surgieran durante el trabajo.

A mis hermanos Rosa Patricia y José David Piñeros Rodríguez, por apoyarme y darme ánimo para seguir adelante con mis metas.

A mis amigos Brilly Melo, Yarine Santiago, Maryen Aguirre y Juan Ardila por su apoyo, consejos y esfuerzo.

## **Agradecimiento**

A DIOS por estar en los momentos más difíciles a nuestro lado, iluminando y bendecido nuestra vida, el cual nos permite llegar a la meta y culminar nuestra carrera profesional de Ingeniero Agrónomo con gran éxito.

A nuestra alma mater Universidad Cundinamarca y en especial a la Facultad de Agronomía, por haber contribuido a la formación de buenos y excelentes profesionales con la habilidad y capacidad de desempeño en el ámbito laboral.

A nuestra asesora la docente Arlette Gil Clavijo Ingeniera Agrónoma por su apoyo incondicional en la realización de nuestro trabajo de grado haciendo hincapié en su tremenda paciencia y dedicación mostrada en las correcciones de dicho trabajo.

A los productores de las fincas cafeteras por darnos la oportunidad de llevar a cabo la realización de este ensayo.

Al comité de cafeteros de Cundinamarca, por habernos permitido el trabajo en el centro de catación de cafés de alta calidad (Sasaima).

A las personas que nos ayudaron en este proceso como a la profesora Colombia Villamarín por su aporte, conocimiento y enseñanzas.

## CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. OBJETIVO GENERAL	3
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	4
3.2. <i>Coffea arabica</i> L var. CASTILLO	4
3.2.1. FACTORES PRODUCTIVOS	6
3.2.1.1. CARGA DEL ARBOL	6
3.2.1.2. NIVEL DE CARBOHIDRATOS	6
3.2.1.3. ESTADO NUTRICIONAL DEL ARBOL EN FLORACION	7
3.2.1.4. ETAPAS DE DESARROLLO DEL FRUTO	7
3.3. CONSIDERACIONES PARA EL MANEJO AGRONOMICO	9
3.3.1. FACTORES AMBIENTALES	9
3.3.1.1. BRILLO SOLAR:	9
3.3.1.2. RADIACION:	10
3.3.1.3. REQUERIMIENTOS HIDRICOS DEL CULTIVO DE CAFE:	10
3.3.1.3.1. DEFICIT Y EXCESO HIDRICO EN LA FLORACION:	11
3.3.1.4. SUELOS	12
3.3.1.4.1. FERTILIDAD DE LOS SUELO EN LA ZONA CAFETERA	12
3.4. NUTRICION DEL CAFETO	13
3.5. BENEFICIO	16
3.6. CLASIFICACION DE LA MATERIA PRIMA: EL GRANO DE CAFE	16
3.7. DESPULPADO DE CAFE	17

<b>3.7.1.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE LAVADO</b>	<b>17</b>
<b>3.7.2.</b>	<b>LAVADO DEL CAFE</b>	<b>18</b>
<b>3.8.</b>	<b>CALIDAD DEL CAFE</b>	<b>18</b>
<b>3.8.1.</b>	<b>INOCUIDAD</b>	<b>18</b>
<b>3.8.2.</b>	<b>CALIDAD FISICA DEL GRANO DE CAFE</b>	<b>19</b>
<b>3.8.3.</b>	<b>CALIDAD DE LA BEBIDA</b>	<b>19</b>
<b>3.8.4.</b>	<b>RELACION ENTRE LOS FACTORES DE ORIGEN Y PROCESAMIENTO DEL CAFE Y SU CALIDAD</b>	<b>22</b>
<b>3.8.5.</b>	<b>DEFECTOS DEL CAFE</b>	<b>23</b>
<b>3.9.</b>	<b>TOSTACION Y MOLIENDA</b>	<b>24</b>
<b>3.10.</b>	<b>LA CATAACION</b>	<b>25</b>
<b>3.10.1.</b>	<b>ESCALAS DE CALIFICACION DE LA CALIDAD DEL CAFE</b>	<b>27</b>
<b>4.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	<b>29</b>
<b>4.1.</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>29</b>
<b>4.2.</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>29</b>
<b>4.2.1.</b>	<b>LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO</b>	<b>29</b>
<b>4.2.2.</b>	<b>LOCALIZACION DEL ENSAYO EN CAMPO</b>	<b>31</b>
<b>4.2.3.</b>	<b>DISEÑO EXPERIMENTAL</b>	<b>31</b>
<b>4.2.4.</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>32</b>
<b>4.2.5.</b>	<b>MUESTREO</b>	<b>33</b>
<b>4.2.6.</b>	<b>VARIABLES EVALUADAS</b>	<b>33</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>36</b>
<b>5.1.</b>	<b>CARACTERISTICAS FISICAS DEL GRANO DE CAFE</b>	<b>36</b>
<b>5.1.1.</b>	<b>TAMAÑO DEL GRANO</b>	<b>36</b>



<b>5.1.2.</b>	<b>PESO DE GRANO</b>	<b>41</b>
<b>5.1.3.</b>	<b>NUMERO DE GRANOS POR RAMA</b>	<b>45</b>
<b>5.2.</b>	<b>CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS</b>	<b>50</b>
<b>5.2.1.</b>	<b>CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICA: ACIDEZ, CUERPO Y SABOR</b>	<b>50</b>
<b>5.2.1.1.</b>	<b>ACIDEZ</b>	<b>50</b>
<b>5.2.1.2.</b>	<b>CUERPO</b>	<b>53</b>
<b>5.2.1.3.</b>	<b>SABOR</b>	<b>56</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>62</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>65</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>66</b>

## LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Criterios empleados para seleccionar las líneas que conforman la variedad castillo®	5
<b>Tabla 2.</b> Requerimientos hídricos calculados para el cultivo de café en Colombia para un rango altitudinal, en función de la densidad de siembra y la edad	11
<b>Tabla 3.</b> Cantidad de defectos en el grano de Café, según el rango de altitud del cultivo, en 580 muestras de siete departamentos.	23
<b>Tabla 4.</b> Descripción de las cualidades y defectos del café medidos sensorialmente.	26
<b>Tabla 5.</b> Escala de calificación SCAA para el café.	27
<b>Tabla 6.</b> Fragmento de escala para la calificación y descripción de la calidad de la bebida de café	28
<b>Tabla 7.</b> Descripción de las fincas	30
<b>Tabla 8.</b> Análisis de suelo fincas:	30
<b>Tabla 9.</b> Descripción de los tratamientos y dosis por producto	32
<b>Tabla 10.</b> Determinación de las características físicas	34
<b>Tabla 11.</b> Separación de medias entre tratamientos del tamaño del grano del café a junio-2014 para la finca a 1800 msnm	37
<b>Tabla 12.</b> Separación de medias entre tratamientos del tamaño del grano del café a junio-2014 para la finca a 1600 msnm	38
<b>Tabla 13.</b> Separación de medias entre tratamientos del peso del grano del café a junio-2014 para la finca a 1800 msnm	42
<b>Tabla 14.</b> Separación de medias entre tratamientos del peso del grano del café a junio-2014 para la finca a 1600 msnm	44
<b>Tabla 15.</b> Separación de medias entre tratamientos del Número de granos en rama del café a junio-2014 para la finca a 1800 msnm	47
<b>Tabla 16.</b> Separación de medias entre tratamientos del Número de granos en rama del café a junio-2014 para la finca a 1600 msnm	48

<b>Tabla 17.</b> Separación de medias entre tratamientos del atributo acidez del café a junio-2014 para la finca a 1800 msnm	52
<b>Tabla 18.</b> Separación de medias entre tratamientos del atributo acidez del café a junio-2014 para la finca a 1600 msnm	52
<b>Tabla 19.</b> Separación de medias entre tratamientos del atributo cuerpo del café a junio-2014 para la finca a 1600 msnm	55
<b>Tabla 20.</b> Separación de medias entre tratamientos del atributo cuerpo del café a junio-2014 para la finca a 1800 msnm	55
<b>Tabla 21.</b> Separación de medias entre tratamientos del atributo sabor del café a junio-2014 para la finca a 1800 msnm	58
<b>Tabla 22.</b> Separación de medias entre tratamientos del atributo sabor del café a junio-2014, para la finca a 1600 msnm	59

## LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Etapas de desarrollo del fruto de Café y épocas de mayor susceptibilidad del fruto a diferentes factores bióticos y abióticos.	8
<b>Figura 2.</b> Efectos de la calidad de la luz sobre el cafeto.	10
<b>Figura 3.</b> Tolva húmeda para el recibo de café en cereza en los beneficiaderos	16
<b>Figura 4.</b> Tolva seca para el recibo de café en cereza en los beneficiaderos	16
<b>Figura 5.</b> Defectos del Café grano de Café que más afectan a la calidad de la bebida	23
<b>Figura 6.</b> Arreglo de campo	31
<b>Figura 7.</b> Tendencia del tamaño de granos (mm) de Café para tratamientos con nitrógeno y boro para la finca a 1800 msnm	36
<b>Figura 8.</b> Tendencia del tamaño de granos (mm) de Café para tratamientos con nitrógeno y boro para la finca a 1600 msnm	38
<b>Figura 9.</b> Tendencia del peso de grano (g) de Café para tratamientos con nitrógeno y boro para la finca a 1800 msnm	42
<b>Figura 10.</b> Tendencia del peso de grano (g) de Café para tratamientos con nitrógeno y boro para la finca a 1600 msnm	43
<b>Figura 11.</b> Tendencia del Número de granos en una rama de Café para tratamientos con nitrógeno y boro para la finca a 1800 msnm	46
<b>Figura 12.</b> Tendencia del Número de granos en una rama de Café para tratamientos con nitrógeno y boro para la finca a 1600 msnm	47
<b>Figura 13.</b> Calificación de la acidez para las fincas a 1800 y 1600 msnm para tratamientos con nitrógeno y boro	51
<b>Figura 14.</b> Calificación del cuerpo para las fincas a 1800 y 1600 msnm para tratamientos con nitrógeno y boro	54
<b>Figura 15.</b> Calificación del sabor para las fincas a 1800 y 1600 msnm para tratamientos con nitrógeno y boro	57

## LISTA DE ANEXOS

**ANEXO 1.** Finca a 1800 msnm; Análisis estadístico cuadro ANAVA; propiedades organolépticas; Fragancia, Aroma, Acidez, Cuerpo, Dulzor, Balance, Limpieza, Sabor, Sabor residual, Uniformidad, Impresión global

**ANEXO 2.** Finca a 1600 msnm; Análisis estadístico cuadro ANAVA; propiedades organolépticas; Fragancia, Aroma, Acidez, Cuerpo, Dulzor, Balance, Limpieza, Sabor, Sabor residual, Uniformidad, Impresión global

**ANEXO 3.** Finca a 1800 msnm; Análisis estadístico cuadro ANAVA; Tamaño

**ANEXO 4.** Finca a 1600 msnm; Análisis estadístico cuadro ANAVA; Tamaño

**ANEXO 5.** Finca a 1800 msnm; Análisis estadístico cuadro ANAVA; Peso

**ANEXO 6.** Finca a 1600 msnm; Análisis estadístico cuadro ANAVA; Peso

**ANEXO 7.** Finca a 1800 msnm; Análisis estadístico cuadro ANAVA; Número de granos en rama

**ANEXO 8.** Finca a 1600 msnm; Análisis estadístico cuadro ANAVA; Número de granos en rama

**ANEXO 9.** Finca a 1800 msnm; Datos consolidados; Características físicas y Análisis sensorial

**ANEXO 10.** Finca a 1600 msnm; Datos consolidados; Características físicas y Análisis sensorial

**ANEXO 11.** Finca a 1800 msnm; Análisis de suelo

**ANEXO 12.** Finca a 1600 msnm; Análisis de suelo

**ANEXO 13.** Resumen de las características del ecotopos 315A

**ANEXO 14.** Tabla de clasificación de defectos de granos, FNC 2010

**ANEXO 15.** Tabla de requerimientos del cultivo de café

**ANEXO 16.** ficha técnica nutriline

**ANEXO 17.** Ficha técnica ascofol

## GLOSARIO

**ACRE:** sensación organoléptica amarga, astringente y desagradable. Está relacionada con la presencia de granos negros.

**AMARGOR:** característica generalmente normal en los cafés, debido a su composición química es afectada por el grado de torrefacción y por la manera de preparar la bebida. Esta característica deseable hasta cierto grado. Los cafés robusta son más amargos que los arábigos.

**ASTRINGENTE:** para los cafés, la astringencia se asimila a la acidez indeseable. Se relaciona con la recolección de café pintón o verde.

**BIENALIDAD:** evento que sucede cada dos años.

**CAFE ALMENDRA:** grano de café que pasa por el proceso de trilla, también es llamado “café verde” o “verde”

**CAFE PERGAMINO SECO:** grano de café que está seco luego de estar en el secador.

**CAFE SECO DE AGUA:** café con grado de humedad del 40%.

**CAFE SECO DE TRILLA:** café con grado de humedad comprendido entre el 10% y el 12%.

**CALIBRACIÓN DE EQUIPOS:** proceso mediante el cual se utilizan los equipos adecuados para aplicar la cantidad de producto recomendado, y la cantidad de agua necesaria.

**CATACION:** acción de probar una bebida. Método por el cual se le hace un análisis sensorial al café.

**COMPETITIVO:** producto que resiste la competencia, por costos y calidad, a niveles de mercados interno y externo.

**CONSUMO:** subproducto del café obtenido en el proceso de trilla. Existe el consumo de máquinas y el superior. En el proceso de la trilla, el principal producto es el café excelso.

**CONTROL BIOLÓGICO:** es el control natural de una plaga o enfermedad, realizado por organismos como insectos, hongos y bacterias, entre otros.

**DOSIS:** cantidad de producto utilizado por unidad.

**ECOLÓGICA:** relacionada con el medio ambiente.

**EDAFICO:** refiere al suelo

**FERTILIZANTE:** sustancia conformada con elementos químicos aplicado al suelo para la nutrición de las plantas que lo absorben por las raíces.

**GENÉTICO:** relacionado con las características de los organismos vivos, que se transmiten de una generación a otra.

**GLOMERULO:** inflorescencia globosa y muy contraída.

**GRANO SUPREMO:** es la almendra de café retenida por la malla de perforación de 17/64 de pulgada.

**INFUSION:** acción de extraer una sustancia sus partes solubles por medio de agua caliente.

**INSÍPIDO:** falta de sabor característico del café; es equivalente a una taza débil.

**INSUMO:** producto que se utiliza en la actividad productiva.

**MAQUILA:** empresa que ejecuta una parte del proceso de fabricación de un producto, a otra empresa o marca.

**MATERIA ORGÁNICA:** desecho de origen orgánico que mejora las propiedades físicas y químicas del suelo.

**MUCILAGO:** sustancia viscosa que segrega el café despulpado.



**ORGANOLEPTICAS:** características físicas perceptibles por los sentidos humanos.

**PASILLA:** subproducto del café obtenido en el proceso de trilla. Puede ser de maquina o de mano.

**PLANEACION:** herramienta de administración, que permite proyectar las actividades de la empresa hacia el futuro.

**PRESUPUESTO:** detalle anticipado de la cantidad en mano de obra e insumos, con su respectivo valor, que se necesitan para ejecutar una labor.

**PRODUCTIVIDAD:** cantidad de producto por unidad de superficie.

**PULPA:** parte externa o cascara del fruto maduro del café. Fuente de materia orgánica.

**PUNTO DE LAVADO:** es el momento del proceso de fermentación de mucílago en el que este alcanza la degradación y se puede retirar sus residuos por medio del lavado, para que no se alteren las características sensoriales del café y el grano pueda continuar con la etapa de secado.

**PULPA DESCOMPUESTA:** cascara del fruto del café, producto de su beneficio, que ha sufrido un proceso de transformación en la fosa.

**RENDIMIENTO:** cantidad de obra ejecutada en determinado tiempo. Mínimo de producto utilizado.

**RENTABLE:** toda actividad económica que produce utilidades o ganancias.

**SOSTENIBILIDAD:** permanencia de la productividad de un sistema de producción en el tiempo.

**STINKER O HEDIONDO:** defecto del café que se produce principalmente por desaseo en el beneficio. Los granos hediondos durante la torrefacción, generan un olor o podrido y fermentado y la bebida la hace desagradable e imbebible.

**TAZA:** hace referencia a las propiedades organolépticas del café.

**TEMPERATURA:** medida del grado de calor o frio de un lugar.

TOPOGRAFIA: conjunto de accidentes que tiene un terreno en su relieve.

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en dos fincas cafeteras en el municipio de Fusagasugá (Cundinamarca), en las veredas La Isla y Bethel. Se evaluó la fertilización edáfica en café (*Coffea arabica* L.) mediante el análisis sensorial y características físicas bajo diferentes alturas. La metodología utilizada para su desarrollo fue el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), estableciendo dos formulaciones (nitrógeno con el producto Nutrilife® a dosis de 80 g·L<sup>-1</sup> y boro con el producto Ascofol® a 38 g·L<sup>-1</sup>) y tres repeticiones, para obtener en los tiempos de recolección de café las variables físicas (tamaño de grano, peso de grano y número de granos en rama) y sensoriales (acidez, cuerpo y sabor). La formulación con boro fue la que mejor comportamiento tuvo para las variables físicas y sensoriales, teniendo en cuenta que dentro de las plantaciones existieron factores que afectaron su disponibilidad como los contenidos de arcilla, los porcentajes de hierro y el pH). Comparando las fincas, los mejores resultados se registraron en la finca ubicada en la vereda Bethel a 1800 msnm, donde en tamaño de grano se obtuvieron granos supremo, con un peso promedio de 1.8 g y un número de granos en rama promedio de 30, en el análisis sensorial resultó una acidez media, un cuerpo medio y sabor dulce vinoso. Se concluye que la altitud es uno de los factores más importantes a la hora del establecimiento de cafetales, ya que ella aporta características de sello a la bebida de café. Las aplicaciones con boro mejoraron la perspectiva sensorial y el carácter físico, con plantas con granos de mayor tamaño, aumento en peso de grano y un incremento en el número de granos en rama. Se recomienda para otros estudios que se realicen correcciones al suelo para que los elementos nutricionales aplicados puedan ser asimilados por la planta.

**Palabras claves:** medición, pesaje, tosti3n, bebida, cataci3n.

## ABSTRACT

This research was conducted in two coffee farms in the municipality of Fusagasuga (Cundinamarca), on villages Bethel and The Isla. The soil fertilization in coffee (*Coffea arabica* L.) was evaluated by sensory analysis and physical characteristics under different heights. The methodology used for its development was the design of randomized complete block design (RCBD), establishing two formulations (nitrogen product with Nutrilife® dose of  $80 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  and boron Ascofol® product with  $38 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ) and three repetitions, in time for coffee harvesting physical variables (grain size, grain weight and number of grains in branch) and sensory (acidity, body and flavor). Boron formulation was the best performer had for physical and sensory variables, considering that in the plantations existed factors that affected its availability as the clay content, the percentages of iron and pH). Comparing the farms, the best results were recorded in the farm located in Bethel village at 1800 meters, where in grain size were obtained supreme grains with an average weight of 1.8 g and an average number of grains branch 30, sensory analysis was medium acidity, medium body and sweet flavor vinous. It is concluded that the altitude is one of the most important factors in the establishment of coffee as she brings stamp features coffee drink. Applications with boron improved the sensory perspective and the physical character, with plants with larger grains, increased grain weight and an increase in the number of grains stick. It is recommended for other studies that corrections be made to the ground for applied nutritional elements that can be assimilated by the plant.

Keywords: measuring, weighing, roasting, beverage, cupping.

## 1. INTRODUCCION

El café (*Coffea arabica* L.) es originario de las tierras altas de Etiopía y Sudán en África. En 1727 fue trasladado a Sumatra, Brasil, luego a Perú y Paraguay, en 1825 a Hawái, se extendió a Puerto Rico, y El Salvador en 1740; Guatemala en 1750; Bolivia, Ecuador y Panamá en 1784, por ultimo a Costa Rica desde Cuba y Guatemala en 1746 y 1798 (Alvarado y Rojas, 1998). La introducción en Colombia fue lenta, se extendió por el Cúcuta hacia el sur, principalmente plantado por gente influyente con modos, el café que se exportaba salía por el Cúcuta hacia 1890.

En Colombia el café es el cultivo más importante en el segundo en el renglón de la economía del país después del petróleo, este producto se comercializa a través intermediario, exportador y se compra por medio de la evaluación organoléptica es decir catación. Esta prueba de evaluación es realizada por un especialista llamado catador. Éste posee amplios conocimientos, experiencia y habilidades naturales para poder percibir cada uno de los atributos y defectos que pueda tener el café (Barrios *et al.*, 1998; Lingle, 1999), además está a cargo de fijar el precio dependiendo de los atributos del café.

El futuro inmediato del mercado del café está exigiendo otras condiciones que también le darán un valor agregado al café, que son de carácter ambientales y sociales que implica una caficultura compatible con el medio ambiente, amigables a las aves y respetuosas por los derechos laborales (Fischersworing y RoBKamp, 2001).

El aporte de nutrimentos de aplicaciones de fertilizantes influye positivamente en el desarrollo del grano y por ende sobre la calidad física y organoléptica del café. Una planta de café mal nutrida, sin los elementos esenciales suficientes para su desarrollo (nutrientes) produce malas tazas de café o tazas planas, por no contar

con los elementos nutricionales que favorezcan la formación de un café de buena calidad. El tipo de fertilización o abonamiento que se realiza influye en la calidad del café, donde la calidad física esta correlacionada con la calidad organoléptica, granos bien desarrollados y de mayor peso producen una mejor bebida.

El análisis sobre la altitud que se presenta en esta investigación permite observar cómo influye en la producción de granos con adecuados atributos en la taza de café, siempre cuidando de los procedimientos agronómicos tales como requerimientos del cultivo, tiempos de fertilización previa la cosecha y sombrero dentro del cultivo, ya que afectan en gran medida la calidad física del grano en tamaño, peso y número de granos en rama y sensorial como la catación de café. La investigación se basó en la búsqueda de elementos nutricionales que intervinieran positivamente en los caracteres evaluados y así poder generar patente en las enmiendas para la producción de cafés especiales, generando la apertura de nuevos mercados para los caficultores y reconocimiento del potencial de la zona para el establecimiento y desarrollo de este cultivo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el efecto de la fertilización edáfica en café (*Coffea arabica* L.) mediante el análisis sensorial y características físicas bajo diferentes alturas en Fusagasugá-Cundinamarca.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar el efecto de la fertilización con nitrógeno y boro sobre la producción de grano en los estándares de alta calidad para las variables tamaño de grano, peso de grano y número de granos por rama.
- Analizar la influencia de la altitud y la fertilización con nitrógeno y boro en la calidad de la taza de café sobre las propiedades organolépticas acidez, cuerpo y sabor.
- Recomendar parámetros de manejo agronómico adecuados para el establecimiento y mantenimiento de cultivos de café en la zona estudiada.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1. ORIGEN Y DISTRIBUCION

El café pertenece a la gran familia de las rubiáceas compuesta por 500 y géneros y más de 6000 especies, la mayoría de origen de tropical con una amplia distribución geográfica. A esta familia pertenecen no solamente el café (genero *Coffea*), sino también árboles frutales como el Borojó (*Borojoa patinoi*), *Ixora* sp. y plantas medicinales como la ipecacuana (*Psychotria ipecacuanha*), o la *Cinchona* spp., de la cual se extrae la quinina (Bridson y Verdcourt, 1988). De todos géneros que constituyen las rubiáceas, el género *Coffea* es el de mayor importancia económica (Ramírez *et al.*, 2002).

De las 103 especies descritas en el género *Coffea*, 41 son originarias de África continental, donde se distribuyen a lo largo de zona tropical húmeda. Aproximadamente 59 se encuentran silvestres en la isla de Madagascar, mientras que al menos tres, son originarios de las islas Mascarenas, particularmente de Islas Mauricio y las islas de la Reunión (Davis *et al.*, 2012).

#### 3.2. *Coffea arabica* L var. CASTILLO

Dentro de los mejoramientos genéticos que ha realizado Cenicafé a las diferentes variedades de café, liberó en el 2005 la variedad Castillo® con adaptación general y siete variedades regionales con adaptación específica de porte bajo, resistencia durable a la roya del café y tolerancia al CBD (Alvarado *et al.*, 2005).

La productividad mayor esperada con las variedades Castillo® de uso regional varía entre 9,1% en la zona representativa de la estación experimental “La Trinidad” localizada en el municipio de Líbano (Tolima), y el 17,9% en la estación Santa Bárbara en Sasaima (Cundinamarca), con respecto a la variedad Castillo® general (Gast *et al.*, 2013).



En la actualidad se está evaluando generaciones F4 y F5, derivadas de cruces entre líneas élite de Castillo® y selecciones de arábigos silvestres. Otros cruzamientos de interés involucran genes nuevos derivados tanto de la especie *C. canephora* (poblaciones derivadas de híbridos por vía de los trípodés) como la de la especie *C. liberica* (González *et al.*, 2010). Con esto se espera una barrera genética más eficaz contra la roya. A largo plazo se implementarán nuevos métodos de selección asistida, como los basados en marcadores moleculares ligados a genes de resistencia, esto es, acumular los genes en diferentes líneas, haciendo que sea más difícil para el patógeno romper la resistencia (Herrera *et al.*, 2009; Romero *et al.*, 2010) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Criterios empleados para seleccionar las líneas que conforman la variedad castillo® (Alvarado *et al.*, 2005).

Características	Generación de autofecundación				
	F1	F2	F3	F4	F5
Vigor	x	x	x	x	x
Porte de la planta	x	x	x		
Similitud con var. Caturra (Fenotipo)	x	x	x	x	x
Defectos de la semilla	x	x	x	x	x
Producción		x	x	x	x
Adaptación			x	x	x
Calidad en taza				x	x
Resistencia a la roya		x	x	x	x
Resistencia al CBD*				x	x

\*CBD= Enfermedad de las cerezas del café

### **3.2.1. FACTORES PRODUCTIVOS**

#### **3.2.1.1. CARGA DEL ARBOL**

La presencia de frutos en diferentes estados retrasa, pero no elimina, la iniciación y la diferenciación floral (Ortiz, 2004; Wormer y Gituanja, 1970). En Colombia como en otros países cafeteros, se observa como el pico de floración es precedido de una cosecha importante (Gast *et al.*, 2013).

Al evaluar la dinámica del desarrollo de los botones florales del cafeto, bajo las condiciones de Chinchiná-Caldas, se observó que árboles en su primer ciclo productivo hay una mayor tendencia que las yemas produzcan estructuras reproductivas (Camayo y Arcila, 1996).

Cuando un árbol sustenta una alta carga de café, solo una pequeña proporción de los recursos de la planta estarán disponible para soportar el nuevo crecimiento vegetativo, el cual será el sustento de la próxima floración y por ende de la próxima cosecha, fenómeno conocido como bienalidad. En resumen la carga del árbol tiene un efecto indirecto sobre el nivel de floración, al influir sobre el tiempo y la cantidad de crecimiento vegetativo (Gast *et al.*, 2013; Orozco, 1995; Wrigley, 1988).

#### **3.2.1.2. NIVEL DE CARBOHIDRATOS**

El nivel de carbohidratos en el árbol del cafeto juega un rol importante en la iniciación y diferenciación floral. Se determinó que existe una estrecha correlación entre el nivel de almidón en las ramas y el porcentaje de nudos con botones florales. En cambio en el nivel de carbohidratos en la planta está asociado con el crecimiento del árbol bajo diferentes niveles de exposición solar (Barros *et al.*, 1978).

En estudios previos se relacionó el nivel de sombrero con la formación de hojas y glomérulos en plantas de café variedad Borbón, de 18 meses y se observó que a

menor exposición a luz solar, hay menor cantidad de hojas y menor producción de inflorescencias por nudo y se determinó entonces, la influencia que ejerce la intensidad de la luz y la cantidad de follaje formado sobre el número de glomérulos (Castillo y López, 1966; Gast, *et al.*, 2013).

### **3.2.1.3. ESTADO NUTRICIONAL DEL ARBOL EN FLORACION**

Poca información se conoce acerca de efecto que la nutrición del árbol tiene sobre la floración del cafeto. Existen reportes contradictorios acerca de si un alto contenido de nitrógeno en las hojas tiene o no influencia sobre el número de botones florales (Gast *et al.*, 2013; Snoeck, 1981).

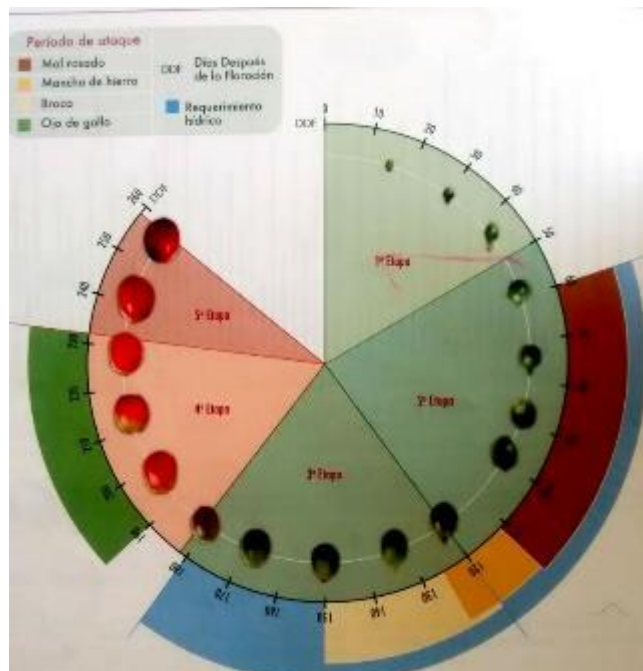
El aroma dulce de las flores del cafeto atraen una gran variedad de insectos principalmente abejas las cuales contribuyen al proceso de polinización (Wintgens, 2004). Pese al alto grado de polinización de *C. arabica*, se sugiere que un incremento en el número de visitas de insectos polinizadores favorecen el cuajamiento, relación de número de flores abiertas versus número de frutos formados y por ende su productividad (Free, 1993; Klein *et al.*, 2003; Jaramillo, 2012; Vergara y Bandano, 2009).

### **3.2.1.4. ETAPAS DE DESARROLLO DEL FRUTO**

En el desarrollo del fruto del cafeto se puede distinguir cinco etapas, como se observa en la figura 1 (Arcila y Jaramillo, 2003):

- Primera etapa: comienza una vez el óvulo es fertilizado el crecimiento del ovario es muy lento es una etapa donde hay muy poco crecimiento en tamaño y peso del fruto. Tiene una duración de 7 semanas (0-49 Días Después de Floración – DDF).

- Segunda etapa: en esta etapa el fruto crece rápidamente en peso y volumen, con altos requerimientos de agua, de presentar oferta hídrica limitada hay secamiento, caída y presencia de granos negros. También es denominada la etapa de formación del grano lechoso. Presenta una duración de 10 semanas (50-119 DDF).
- Tercera etapa: el crecimiento del fruto es casi imperceptible. Esta etapa se caracteriza por que el fruto presenta una alta demanda de nutrientes, se endurece la almendra y si falta agua, el fruto no termina de formarse bien y se produce como el grano averanado. Tiene una duración de 9 semanas (120-182 DDF).
- Cuarta etapa: el endospermo llena el grano entero y es la época de maduración o cambio de color del fruto, esta etapa tiene una duración de 6 semanas (183-224 DDF)
- Quinta etapa: posterior al momento ideal de recolección el fruto se sobremadura tornándose de un color violeta oscuro y finalmente se seca. En esta etapa generalmente el fruto pierde peso (mayor a 225 DDF).



**Figura 1. Etapas de desarrollo del fruto de Café y épocas de mayor susceptibilidad del fruto a diferentes factores bióticos y abióticos (Arcila y Jaramillo, 2003)**

Desde el momento de la floración hasta la maduración el desarrollo del fruto tarda entre 180 a 330 días en promedio dependiendo de la variedad y de las condiciones ambientales donde se encuentre el cultivo. Así como en el Cocal-Santander, se presenta el periodo más corto (180 días) y Venecia-Antioquia la mayor de duración (330 días) (Arcila *et al.*, 2007; Jaramillo *et al.*, 2011).

### **3.3. CONSIDERACIONES PARA EL MANEJO AGRONÓMICO**

La productividad del cultivo de café depende de la interacción del factor genético (variedad), factor de manejo (nutrición, densidad de siembra, edad, competencias (arvenses), cosecha y beneficio) y factor ambiental (suelo, propiedades física-química, biológicas, energía+agua+CO<sub>2</sub>) (Arcila, 2007).

Dentro de los factores ambientales se incluye la disponibilidad de energía, radiación y temperatura, y son estos los que determinan la productividad potencial de cualquier cultivo, la interacción de esos factores ambientales con los genéticos determinan la productividad máxima y la interacción de los dos anteriores con los factores de manejo, determinan la productividad actual o real (Gast *et al.*, 2013).

#### **3.3.1. FACTORES AMBIENTALES**

##### **3.3.1.1. BRILLO SOLAR:**

La floración del café es una respuesta fenológica al cambio en los estímulos ambientales y es un indicador de potencial productivo del cultivo de café. Se ha observado que existe una relación directa entre el número de botones florales y el brillo solar (Castillo y López, 1966; Jaramillo y Valencia, 1980; Ramírez *et al.*, 2010a).

### 3.3.1.2. RADIACION:

Cuando la proporción de la radiación difusa es mayor a la directa (brillo solar), la planta de café muestra respuestas fenológicas particulares tales como alargamiento de entrenudos (Figura 2a), e incremento del área foliar (Figura 2b), desde el punto de vista productivo, el alargamiento de los entrenudos significa una reducción en la producción, y una mayor área foliar puede ir en detrimento del crecimiento reproductivo (Gast *et al.*, 2013).



**Figura 2. Efectos de la calidad de la luz sobre el cafeto. a. Alargamiento de entrenudos en café b. Aumento del tamaño de las hojas (área foliar) (Gast *et al.*, 2013).**

### 3.3.1.3. REQUERIMIENTOS HIDRICOS DEL CULTIVO DE CAFE:

El requerimiento hídrico de un cultivo hace referencia a la cantidad de agua que mueve el cultivo desde la zona de raíces hacia la atmósfera y se conoce como la evapotranspiración del cultivo. La evapotranspiración de un cultivo depende de varios factores a saber (Gast *et al.*, 2013):

- **La demanda atmosférica:** En el caso del café es muy variable por los rangos de altitud en los que se siembra el cultivo, por la influencia de los vales interandinos.

- **La edad del cultivo y la densidad de siembra:** En ambos aspectos determinan la profundidad de las raíces y el área foliar. En la Tabla 2 se presenta un ejemplo de los requerimientos hídricos calculados para el cultivo de café en un rango altitudinal, tres edades y cinco densidades de siembra, de acuerdo a esos aspectos los requerimientos hídricos del cultivo de café oscilan entre  $62\text{mm.mes}^{-1}$  ( $755\text{mm.año}^{-1}$ ) y  $125\text{mm.mes}^{-1}$  ( $1520\text{mm.año}^{-1}$ ).

**Tabla 2. Requerimientos hídricos calculados para el cultivo de café en Colombia para un rango altitudinal, en función de la densidad de siembra y la edad (Gast et al., 2013)**

Altitud (m)	Edad (años)	Densidad (planta/ha)	Requerimientos hídricos			
			(mm/día)	(mm/mes)	(mm/año)	(L/día/planta)
1400	0 a 1	2500	2.1	62	755	8
1400	0 a 1	5500	2.5	75	916	5
1400	0 a 1	7500	2.7	80	979	4
1400	0 a 1	8500	2.8	83	1005	3
1400	0 a 1	10000	2.8	85	1038	3
1400	1 a 3	2500	2.7	82	996	11
1400	1 a 3	5500	3.2	95	1157	6
1400	1 a 3	7500	3.3	100	1220	4
1400	1 a 3	8500	3.4	102	1246	4
1400	1 a 3	10000	3.5	105	1279	4
1400	> 3	2500	3.4	102	1237	14
1400	> 3	5500	3.8	115	1398	7
1400	> 3	7500	4.0	120	1461	5
1400	> 3	8500	4.1	122	1487	5
1400	> 3	10000	4.2	125	1520	4

### 3.3.1.3.1. DEFICIT Y EXCESO HIDRICO EN LA FLORACION:

El déficit es otro factor estimulante en la floración del café, especialmente el déficit hídrico permite la concentración de los botones latente que entran en antesis o floración aproximadamente entre 7 y 10 días después de una lluvia superior a 10mm. Se ha observado que cuando en un trimestre (Noviembre-enero, febrero-

abril, mayo-junio, agosto-octubre), iniciando 20 días antes, se presenta menos de 65 días con déficit hídrico moderado la floración es baja, pero si el número de días con déficit hídrico moderado es superior a 65 días por trimestre, la floración se incrementa (Ramírez *et al.*, 2010a; Ramírez *et al.*, 2011).

El impacto directo del exceso hídrico sobre el cultivo de café se relaciona directamente con la disminución en las tasas de evaporación por efecto del exceso de agua en el suelo y su impacto en el cierre estomático ejerciendo un efecto similar al déficit hídrico (Gómez, 2001).

#### **3.3.1.4. SUELOS**

Los ecotopos Cafeteros contemplan la delimitación e identificación de suelos con un perfil semejante y se asocian en lo que se conoce como unidades cartográficas de suelos. Cada unidad de suelos cuenta además con la descripción física y química de al menos un perfil característico, a partir del cual puede generarse una aproximación para su posible uso potencial (González y Salamanca, 2008; González 2008; González 2010).

El municipio de Fusagasugá-Cundinamarca pertenece al ecotopo 315A, clasificación dada por la Federación de Cafeteros (Anexo 13).

##### **3.3.1.4.1. FERTILIDAD DE LOS SUELO EN LA ZONA CAFETERA**

De los muestreos de suelos hechos por Prodesarrollo en la mayor parte del área cafetera del país para los estudios de zonificación y de Fertilidad Natural se destacan los siguientes valores (Valencia, 1995):

– pH: el 73% presentan un pH manejable, entre 4,5 y 6,0, pero solo el 30% tienen el valor adecuado para café.



– Materia orgánica: el 66% de los suelos tienen más de 4% de materia orgánica (manejables).

El 75%, con menos de 8% o más de 20% de materia orgánica, respondería a aplicaciones de 240 kilogramos de nitrógeno/ha/año.

– Arcilla: el 72% serían suelos manejables, con porcentajes de arcilla entre 8 y 41%.

– C.I.C: Solamente el 10% de los suelos tienen menos de 10 miliequivalentes por 100 gramos de suelo, casos en que debería fraccionarse más de dos veces la dosis anual de fertilizante.

– Magnesio: el 56% de los suelos tienen más de 0,6 miliequivalentes por 100 gramos de suelo, que es el límite de deficiencia.

– Relación Ca: Mg: en el 88% de los casos el contenido de calcio es mayor que el contenido de magnesio, que es la relación normal en suelos manejables.

– Potasio: el 75% de los perfiles mostraron contenidos de potasio inferiores a 0,3 miliequivalentes por 100 gramos de suelo, casos en los que el café responde a aplicaciones de potasio.

– Fósforo: el 82% de los perfiles tienen menos de 10 ppm (límite de deficiencia).

– Nitrógeno y potasio: el 57% son deficientes en estos dos elementos.

### **3.4. NUTRICION DEL CAFETO**

Es bien sabido que el cultivo de café sin sombra brinda altas producciones pero también exige el fiel cumplimiento de definidos planes de fertilización y la ejecución

de numerosos cuidados culturales (Valencia, 1988a). Antes de hacer recomendaciones de fertilización, conviene recordar el papel específico de algunos de los minerales en las plantas del café (Guerrero, 1995), (Anexo 15):

- Nitrógeno: Forma parte de las proteínas, clorofilas, alcaloides, etc. Es importante también en la relación C/N por su acción en la duración del período vegetativo. Es muy móvil dentro de la planta y se absorbe como nitrato o como amonio. Constituye del 1 al 5% de la materia seca en general.
  
- Fósforo: Forma parte de proteínas (nucleoproteína) y de lipoides (lecitina). Desempeña un papel metabólico en la respiración y fotosíntesis (fosforilación). Es absorbido como ion  $H_2PO_4$  principalmente y permanece en forma oxidada. Se acumula en partes en crecimiento y en semillas. Su falta favorece la acumulación de azúcar en órganos vegetativos, lo cual a su vez favorece la síntesis de antocianinas. Constituye del 0,1 al 0,5% de la materia seca en general.
  
- Potasio: Su papel es poco conocido, es esencialmente antagónico al Mg al Ca y al Na. No se conoce el K como parte de estructura molecular alguna. Es muy móvil y parece que su falta reduce la resistencia de la planta a ataques fungosos. Es activador del sistema enzimático. Es el catión maestro de la planta pues activa más de 60 reacciones enzimáticas. Constituye del 0,2 al 1,0% de la materia seca.
  
- Magnesio: Ocupa el centro de la molécula de clorofila. En forma de ion es activador de enzimas que catalizan la respiración. Es muy móvil y antagónico con el K, el Na y el Ca.
  
- Hierro: Es indispensable para la formación de las clorofilas, aunque no forma parte de ellas. Fisiológicamente activo es solo el ion ferroso. Es poco móvil. Es difícil la corrección de su deficiencia en suelos calcáreos. Es un cofactor en reacciones

enzimáticas. Constituye parte de los citocromos (porfirinas). Puede recibir o dar electrones.

- Calcio: Es acumulado principalmente en las hojas. Antagónico con el Na, con el K y con el Mg y forma parte de la lámina media de la pared celular como pectato de Ca. En su ausencia no ocurre la división mitótica, necesaria para el desarrollo de los meristemos apicales. Es cofactor de algunas enzimas.

- Azufre: Es constituyente de los aminoácidos cistina, cisteína y metionina y por tanto de las proteínas que los contienen, así como de la tiamina, la biotina y la coenzima A.

- Boro: Lo mismo que el Ca interesa en la formación de nuevas paredes celulares (yemas, flores y formación del tubo polínico). Es poco móvil y en exceso puede provocar toxicidad.

- Zinc: Es importante en el crecimiento, su falta afecta la elongación. Su función aún no es muy bien conocida. Parece necesario para la síntesis de auxinas y de triptófano.

- Manganeso: Aunque no forma parte de la molécula de clorofila, en su ausencia no se forma ésta. Es antagónico con el Fe y parece activador de ciertas enzimas respiratorias.

- Molibdeno: Funciona más como componente de metaloenzimas que como activador de enzimas. Tiene su papel en la inducción de la nitrato-reductasa.

- Cloro: Actúa conjuntamente con algunas enzimas del fotosistema II de la fotosíntesis.

### 3.5. BENEFICIO

Existen dos formas para recibir los frutos de café que llegan desde los lotes, antes de empezar el proceso de beneficio: tolvas húmedas y tolvas secas.

- Las tolvas húmedas son sistemas de almacenamiento temporal, que utilizan el agua para transportar los frutos de café hasta las maquinas (Figura 3).



**Figura 3. Tolva húmeda para el recibo de café en cereza en los beneficiaderos (Gast *et al.*, 2013)**

- Las tolvas secas son complemento para reducir el consumo de agua y posible contaminación, ya que este utiliza la gravedad para hacer llegar el fruto hasta las maquinas (Figura 4).



**Figura 4. Tolva seca para el recibo de café en cereza en los beneficiaderos (Gast *et al.*, 2013)**

### 3.6. CLASIFICACION DE LA MATERIA PRIMA: EL GRANO DE CAFE

La calidad de la taza de café se encuentra estrechamente relacionada con el tipo de materia prima que se procese en el beneficiadero, la cual normalmente es muy variable, en la cual se encuentran (Puerta, 2000):

- Frutos en todos los estados de maduración en diferentes proporciones.
- Frutos defectuosos provenientes de plantas con alguna enfermedad o con deficiencias nutricionales.
- Frutos atacados por insectos, como broca, lo mismo que impurezas pesadas y livianas.

De igual manera, la calidad de las materia prima depende de la época en que se realice la cosecha. Pues a principio y final de la cosecha, cuando los frutos maduros son más escasos, se presentan con mayor frecuencia y en mayor cantidad frutos indeseables en la masa cosechada, como frutos verdes (Gast *et al.*, 2013).

### **3.7. DESPULPADO DE CAFE**

El despulpado del café es la primera etapa del beneficio húmedo en la que el fruto pasa por una transformación, dado que se dejan libres de pulpa o cascara, las dos semillas que normalmente se encuentran dentro. Esta labor la realizan eficientemente las máquinas despulpadoras, las cuales aplican esfuerzos cortantes y de compresión a los frutos para que la pulpa se rasgue y salgan libremente los dos granos, gracias también a la acción lubricante del mucilago que las cubre (Gast *et al.*, 2013).

#### **3.7.1. IDENTIFICACION DEL PUNTO DE LAVADO**

Para determinar el momento en el que se debe lavar el café, con el fin de eliminar el mucílago degradado y los subproductos de la fermentación, el caficultor debe

recurrir a métodos tradicionales, que se han utilizado para determinar de forma fácil pero subjetiva el punto de lavado (Peñuela *et al.*, 2011).

En Cenicafé se realizó la evaluación de los dos métodos más utilizados por los caficultores, para la determinación del punto de la fermentación, con el fin de determinar su eficacia (Peñuela, 2010), el método del orificio en la masa y el método del tacto. La evaluación consistió en identificar la respuesta en el tiempo a medida que avanzó el proceso de fermentación (Peñuela *et al.*, 2011).

### **3.7.2. LAVADO DEL CAFE**

Después de degradado el mucilago ya sea por secado natural o por adición de enzimas, se procede al lavado con el fin de remover definitivamente el mucilago de los granos de café, con el fin de evitar manchas sobre el pergamino o la aparición posterior de sabores defectuosos (Puerta, 2006).

## **3.8. CALIDAD DEL CAFE**

### **3.8.1. INOCUIDAD**

Indica que tanto los frutos de café, como los granos en pergamino y en almendra no contienen sustancias químicas tóxicas o microorganismos, en niveles que causen daño a la salud de las personas, al preparar o consumir la bebida (Sanz *et al.*, 2008).

La inocuidad del café se pierde por el contacto del grano o de la bebida durante su procesamiento o almacenamiento con sustancias contaminables como insecticidas, combustibles, micotoxinas o aguas sucias. Además, estas contaminaciones originan defectos en el grano y en la bebida de café como mohoso, tierra, químico y ahumado (Puerta, 2003a; Puerta, 2003b; Puerta, 2006b).

### **3.8.2. CALIDAD FISICA DEL GRANO DE CAFE**

El fruto de café de buena calidad es sano y maduro; el grano pergamino tiene apariencia homogénea, olor fresco característico a café, color amarillo claro y una humedad entre el 10% y 12%. El café en almendra bueno tiene apariencia homogénea y sana, olor fresco, color verde-azulado, humedad entre 10% y 12%; su tamaño varía según la variedad y se mide en malla de 12/64 a 18/64 de pulgada. Los granos caracoles son más pequeños y si están sano presentan buena calidad (Gast *et al.*, 2013).

Durante la trilla y limpieza del grano se mide la merma, que corresponde al peso del pergamino que se separa de la almendra en la trilla, su valor depende de la variedad, la humedad y las impurezas del grano, se expresa en porcentaje y varia del 17% al 20% en promedio. Con este facto se estimaba la cantidad de granos de café pergamino sin defectos y de tamaños superior a 14/64 de pulgada, para conformar un saco de 70 kg de café almendra (Federación Nacional de Cafeteros, 2004).

Actualmente en las cooperativas de todo el país de incentiva al caficultor por la calidad del café vendido, cuando más del 75% de almendra está sana (Federación Nacional de Cafeteros, 2015).

### **3.8.3. CALIDAD DE LA BEBIDA**

La calidad de la bebida del café está conformada por varias características organolépticas que son el aroma, acidez, el amargo, el cuerpo, el dulzor, el sabor y la impresión global (Puerta, 2000).

Una taza de café de buena calidad es suave, limpia, tiene acidez agradable, amargo moderado y aromas intensos tostados, dulces, herbales o a frutas. Los aromas y sabores a vinagre, stinker (hediondo), fenólico, terroso, químico, ahumado, reposo,

acre y carbonoso, son defectos graves de la bebida del café, que indican deterioro o contaminación. Gast *et al* (2013), da unas definiciones acerca de cada uno de los atributos de la taza del café:

- Aromas: la fragancia es el olor del café tostado y molido. Con agua se denomina aroma de la bebida. Las intensidades y tipos de aroma indican la calidad y frescura del café y permite identificar las condiciones en que se realizaron los procesos de manejo de plagas, beneficio, almacenamiento y preparación, el café de Colombia de buena calidad tiene aromas intensos y agradables que están compuestos por cientos de sustancias volátiles. Estas sustancias juntas producen las diferentes descripciones y categorías del aroma del café, como: tostados, dulces, caramelo, chocolate, herbal, floral, leguminoso, cereal, especies.

El aroma de café tostado está conformado por unos 850 compuestos volátiles, que incluye 244 compuestos nitrogenados y 75 azufrados. En términos de masa, 1 kg de café tostado contiene cerca de 500 mg de sustancias volátiles, mientras que 1 kg de bebida unos 20 mg. Estos compuestos otorgan a la bebida varios sabores, como caramelo, tostados, almendras, cítricos, frutales, cocinado, y también desagradables como a tierra, ahumados y fétidos, entre otros.

Los aromas del café a caramelos incluyen ácidos y furanos; los tostados están conformados por aldehídos, cetonas, furanos y pirazinas; los frutales y dulces son aldehídos, cetonas, ésteres, alcoholes y ácidos; los florales son principalmente alcoholes; los olores ahumados corresponden en su mayoría a fenoles; los asados a pirazinas; los olores a grasa y rancio están compuestos de alcoholes, aldehídos, cetonas y ésteres; los terrosos y mohosos son fenoles, pirroles, alcoholes e hidrocarburos; los olores a solventes corresponden a hidrocarburos y cetonas, principalmente, y los aromas a podrido son en su mayoría compuestos nitrogenados y azufrados como aminas, piridina, tioles y tiofenos.



- Acidez: es la característica organoléptica que se destaca en los ácidos como el cítrico de las frutas cítricas. Esta sensación es esperada en el café arábica que es beneficiado por la vía húmeda y también es muy apreciada en el café de Colombia. La intensidad de la acidez se puede modificar mediante la fermentación y la tostación. La acidez se toma indeseable cuando es agria, picante, acre, astringente o ausente, derivada de inadecuadas prácticas de cosecha y en el beneficio del café. La bebida del café con defecto fermento presenta una acidez alta y agria. En el café robusta se espera una acidez más neutra o baja.
  
- Amargor: es una característica natural de la bebida, otorgada por la cafeína la trigonelina, los compuestos fenólicos, los ácidos clorogénicos, las melanoidinas y otros compuestos. Su intensidad depende del grado de tostación y de las cantidades de café y formas de preparar la bebida.
  
- Cuerpo: es una sensación táctil que se siente en la lengua como una mayor o menor concentración, debido a los sólidos solubles de la bebida del café. Los solubles del café depende de la composición química del grano, de la especie del tipo de beneficio, del grado de tostación y tamaño de la molienda, de la preparación de la bebida, como el tiempo de contacto entre el café y el agua, la temperatura y calidad del agua y el tipo de preparación.
  
- Dulzor: es una cualidad que da suavidad a los cafés arábica, está conformada por sustancias dulces como los azúcares. Los cafés robustas son menos dulces.
  
- Sabor: es la integración de las sensaciones percibidas por los diferentes sentidos al probar una bebida de café, comprende las sensaciones gustativas de dulzor, acidez y amargor, además, las sensaciones olfativas y la del sentido del tacto en la lengua como la astringencia, el cuerpo y las sensaciones de calor y frío. El sabor residual se refiere a la sensación que permanece en la boca, después de probar y

escupir la porción sorbida de la bebida; así, puede perdurar una sensación limpia y agradable con sabores dulces o frutales, o también sucia, pesada, desagradable, agria, áspera, picante.

- Impresión global: se refiere a la calificación general y a la clasificación de una bebida de café según su calidad, está relacionada con las calificaciones dadas a los aromas, cuerpo, amargo, acidez, dulzor y el sabor.

#### **3.8.4. RELACION ENTRE LOS FACTORES DE ORIGEN Y PROCESAMIENTO DEL CAFE Y SU CALIDAD**

Con la variedad Castillo® se obtiene bebida de calidad balanceada y suave (Alvarado *et al.*, 2009; Alvarado y Puerta, 2002; Puerta, 1998). Esta calidad se obtiene en la bebida de café siempre y cuando las condiciones de cultivo y las prácticas de procesamiento en el beneficio, almacenamiento y preparación sean adecuadas (Puerta, 2006a; Puerta 2008c).

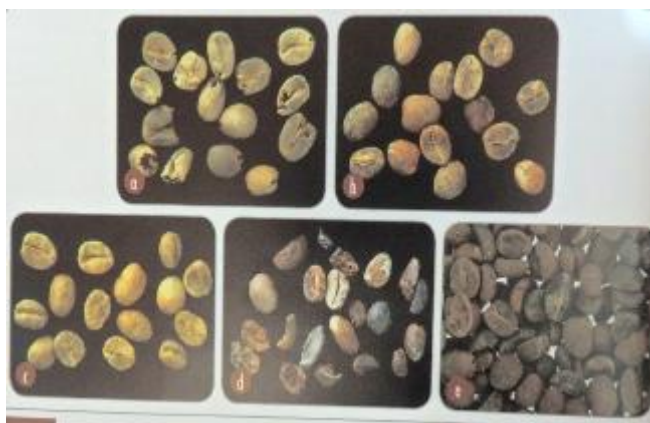
La altitud del cafetal influye en el desarrollo de plagas y enfermedades y favorecen algunos defectos del grano. A mayores altitudes, por encima de 1600 m, se ha observado menor cantidad de granos dañados por la broca y menor cantidad de defectos (Tabla 3) (Puerta 2007a).

**Tabla 3. Cantidad de defectos en el grano de Café, según el rango de altitud del cultivo, en 580 muestras de siete departamentos (Puerta, 2007a). (Letras distintas entre rangos de altitud para cada defecto indican diferencias estadísticas, Duncan 5%).**

Defectos %	Rango de altitud, metros		
	<1300	1300-1600	>1600
Negro	0.07a	0.09a	0.08a
Brocado	3.83a	2.24b	0.70c
Vinagre	1.13a	0.74b	0.97ab
Decolorado	1.62a	1.21a	1.12a
Mordido	1.12b	1.39a	1.23ab
Total defectos	10.61a	8.43b	7.18c

### 3.8.5. DEFECTOS DEL CAFE

Durante el cultivo y los procesos de beneficio, almacenamiento y transporte del café se pueden generar varios defectos en el grano, que se detectan por su paraciencia física y también en la calidad de bebida. Los defectos del grano de café en almendra más importantes son: el brocado, contaminado, vinagre, mohoso, negro, decolorado y flojo (Figura 5); y los de la bebida son el sabor fenólico, contaminado, vinagre, terroso, reposo, ahumado, carbonoso y acre. Adicional en el Anexo 14 se encuentra



**Figura 5. Defectos del Café grano de Café que más afectan a la calidad de la bebida**  
**a. Brocado. b. Vinagre. c. Decoloración. D Negro. e. Mohoso Gast et al., 2013**

la clasificación que da la Federación Nacional de Cafeteros para los defectos de cafés.

### **3.9. TOSTACION Y MOLIENDA**

La tostación del café es un proceso que depende de la temperatura, del tiempo, de la tecnología del equipo tostador y de la carga; en general, los granos se tuesta durante 6 a 15 minutos. Según el grado de tostación los granos de café tostado presentan diferentes características en el color, aspecto, volumen, densidad, pérdidas de peso y cambios en la composición química que producen diferentes sabores y aromas (Peláez y Moreno, 1991).

La intensidad de las propiedades organolépticas de la bebida de café varía con el grado de tostación: a mayor grado se intensifican el amargo y el cuerpo y se disminuye la acidez de la bebida. Las mezclas de las variedades de café arábica de Colombia preparadas en una tostación media presentan características sensoriales muy buenas, equilibradas y suaves. El café tostado debe molerse para aumentar el área superficial de contacto con el agua y así facilitar la extracción de los compuestos de aroma y sabor. Mientras más finas las partículas, más rápida es la velocidad en la preparación de la infusión. El tamaño de la molienda está determinado por el método y equipo de preparación (Gast *et al.*, 2013).

Durante la molienda, almacenamiento y preparación del extracto de la bebida de café se pierde gran parte de los compuestos volátiles producidos en la tostación, por esta razón, se requiere de empaques herméticos y condiciones de almacenamiento frescas y secas para conservar el producto hasta su consumo (Peláez y Moreno, 1991).

### **3.10. LA CATACION**

Es el método usado para medir el aroma, el sabor y la sanidad del café. Los catadores son las personas que mediante los sentidos de la vista, el olfato y el gusto sienten, perciben, identifican, analizan, describen, comparan y valoran la calidad del café. Mediante las evaluaciones sensoriales se pueden identificar los defectos presentes en la bebida de café, conocer la intensidad de una característica sensorial como la acidez y el dulzor, reconocer y calificar el sabor y el aroma, y de igual forma, medir la calidad global del producto (tabla 4) (Puerta, 1996).

Las evaluaciones sensoriales del café son objetivas y consistentes cuando son efectuadas por catadores expertos. Estas personas deben cumplir ciertos requisitos como los siguientes: Demostrar habilidades sensoriales olfativas y gustativas en las pruebas de identificación de olores y sabores; diferenciar calidades de café en pruebas de comparación; describir, clasificar y calificar la calidad del café mediante un vocabulario específico y una escala de calificación determinada (Puerta, 2009a).

Las cataciones del café deben efectuarse en laboratorios donde las condiciones del entorno como los ruidos, la comodidad, la temperatura y humedad atmosféricas estén controladas. También los métodos de evaluación, procedimientos, equipos, registros de la información y análisis de los resultados deben estar estandarizados, para que los resultados puedan compararse. Los resultados de las cataciones del café contribuyen para la toma de decisiones acertadas en la mejora de los procesos y la conservación de la calidad del café (Puerta, 2009a).

**Tabla 4. Descripción de las cualidades y defectos del café medidos sensorialmente.  
(Fuente: Puerta, 1996).**

<b>Característica sensorial de la bebida de café</b>	<b>Órgano sensorial de medición</b>	<b>Cualidades</b>	<b>Defectos</b>
Fragancia y aroma	Olfato	Característico, equilibrado, pronunciado, intenso, balanceado, fresco, natural de café, dulce, tostado, floral, frutal, herbal, especias	Contaminado, fermento, reposo, verde, olores, extraños, tierra, químicos, moho, reposo, envejecido, humo, carbonoso
Acidez	Gusto	Alta, agradable, pronunciada, delicada, balanceada	Nula, agria, picante, astringente, imperceptible, vinagre, fermento, stinker, metálico, extraño, baja, acre
Amargo	Gusto	Moderado, medio, equilibrado, balanceado, pronunciado	Muy fuerte, no equilibrado, imperceptible, escaso, extraño
Cuerpo	Gusto	Moderado, medio, equilibrado, balanceado, completo	Aguado, ligero, espeso, muy fuerte, lleno, sucio, flojo, pesado
Dulzor	Gusto	Medio, alto, equilibrado, balanceado	escaso, bajo
Sabor	Olfato y gusto	Buena, balanceado, suave, dulce, tostado, cítrico, floral, frutal, herbal, a chocolate, a especias	Insípida, astringente, fermento, stinker, fenol, contaminado, tierra, mohoso, húmedo, sucio, reposo, envejecido, carbonoso, quemado, humo, metálico, verde, cereal, químico, extraño
Impresión global	Olfato y gusto	buena, especial	Rechazo

### 3.10.1. ESCALAS DE CALIFICACION DE LA CALIDAD DEL CAFE

Para valorar la calidad de la bebida de café se dispone de varios tipos de escalas, un ejemplo es la escala de la Asociación de Cafés Especiales de América (SCAA) (2009) (tabla 5), la cual ha sido divulgada para la capacitación de catadores en Centro y Suramérica, junto con protocolo de evaluación de la calidad de cafés especiales, el cual es usado en algunos centros de catación del país.

Los defectos se presentan cuando los granos o la bebida de café carecen de las cualidades propias y esperadas del producto. Los defectos del café ocasionan deterioro de su calidad física, falta de consistencia y mal sabor en la bebida o perdida de inocuidad (Gast *et al.*, 2013).

**Tabla 5. Escala de calificación SCAA para el café. (Fuente: <http://www.scaa.org/resources/cupping-protocols>).**

<b>Escala de calidad</b>			
<b>6.00 - buena</b>	<b>7.00 - Muy buena</b>	<b>8.00 - Excelente</b>	<b>9.00 - Sobresaliente</b>
6.25	7.25	8.25	9.25
6.5	7.5	8.5	9.5
6.75	7.75	8.75	9.75
<b>Clasificación del puntaje total de calidad</b>			
<b>90-100</b>	<b>Sobresaliente</b>		<b>Especial</b>
85-89.9	Excelente		
80-84.9	Muy buena		
<80.0	Por debajo de café especial		No especial

Para el análisis descriptivo y cuantitativo de las características de la calidad del café se desarrolló y se ha usado en Cenicafé la escala de 9 puntos, que comprende tres categorías de café: calidad especial y superior con calificaciones de 9-8 y 7; calidad media (desviaciones) que se califica con 6-5 y 4, y calidad rechazo (defectos) con puntajes de 3-2 y 1 (tabla 6).

**Tabla 6. Fragmento de escala para la calificación y descripción de la calidad de la bebida de café (Fuente: Puerta, 1996).**

<b>Calidad especial y superior</b>											
<b>9</b>	La mejor										
<b>8</b>	<table border="0"> <tr> <td>Muy buena</td> <td>Almendra</td> </tr> <tr> <td>Tostado</td> <td>Cítrico</td> </tr> <tr> <td>Avellana</td> <td>Malta</td> </tr> <tr> <td>Frutal</td> <td>Moras</td> </tr> <tr> <td>Dulce</td> <td>Chocolate</td> </tr> </table>	Muy buena	Almendra	Tostado	Cítrico	Avellana	Malta	Frutal	Moras	Dulce	Chocolate
Muy buena	Almendra										
Tostado	Cítrico										
Avellana	Malta										
Frutal	Moras										
Dulce	Chocolate										
<b>7</b>	<table border="0"> <tr> <td>Buena</td> <td>Clavos</td> </tr> <tr> <td>Caramelo</td> <td>Vainilla</td> </tr> <tr> <td>Vino</td> <td></td> </tr> </table>	Buena	Clavos	Caramelo	Vainilla	Vino					
Buena	Clavos										
Caramelo	Vainilla										
Vino											

Los defectos se presentan cuando los granos o la bebida de café carecen de las cualidades propias y esperadas del producto. Los defectos del café ocasionan deterioro de su calidad física, falta de consistencia y mal sabor en la bebida o pérdida de inocuidad (Gast *et al.*, 2013).



## 4. MATERIALES Y METODOS

### 4.1. MATERIALES

- **VEGETAL:** Plantas de café (*C. arabica* L.) variedad Castillo® de dos años de edad. Por cada finca había un total de 90 plantas, para un total de plantas de 180, todas bajo condiciones de sombrero.
- **INSUMOS:** 2 litros de los productos Ascofol® y Nutrilife®
- **EQUIPOS:** bomba de espalda de 20 litros, calibrador, cinta métrica, colorímetro, computador, dosificador de 250 ml, equipo de granulometría, gramera, medidor de humedad, molino, tostadora, trilladora.
- **UTENSILIOS:** balde, balde de recolección de café, bandejas, bolsas ziploc, cintas de demarcación, cucharas, escupideras, estacas de 1.30 mts de alto, filtro de agua, jarras, letreros de tratamientos, palas, pocillos de 200 ml, servilletas, vasos.
- **OTROS:** agua, papelería (formatos de catación SCAA), lápices, tablas, borradores, tajalápiz, libreta de campo.

### 4.2. METODOLOGIA

#### 4.2.1. LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Fusagasugá (Cundinamarca), donde se ubicaron 2 fincas, observándose la descripción de cada una en la tabla 8 y tabla 9: a 1800 msnm con coordenadas y 1600 msnm ubicada a con diferentes condiciones de altura (Tabla 7) y en suelo (análisis de suelo Tabla 8).

**Tabla 7. Descripción de las fincas**

	<b>Finca 1: Miraflores</b>	<b>Finca 2: La Finca</b>
		
<b>Propietario</b>	Rodrigo Gutiérrez	Rafael Ordúz
<b>Coordenadas</b>	4°19'26.40" de latitud Norte, y 74°21'28.48" de longitud Oeste	4°18'33.03" de latitud Norte y 74°22'50.81" de longitud Oeste
<b>Vereda</b>	Bethel	La Isla
<b>Altitud</b>	a 1800 msnm	1600 msnm
<b>Profundidad Efectiva</b>	Profundo	
<b>Drenaje Natural</b>	Moderadamente bien drenado	
<b>Material parental</b>	Rocas sedimentarias, principalmente areniscas y arcillolitas.	

**Tabla 8. Análisis de suelo fincas:**

<b>Finca a 1800 msnm</b>									
pH	CO	N	Ca	K	Mg	Na	Al	CICE	
	%			meq/100g					
5.5	1.3	0.11	7.15	0.34	1.43	0.07	0	9	
P	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Ar	L	A	textura
mg/kg						%			ArL
88	1.6	372	2.47	1.41	0.16	47	43	9	
<b>Finca a 1600 msnm</b>									
pH	CO	N	Ca	K	Mg	Na	Al	CICE	
	%			meq/100g					
5.2	1.36	0.12	13.1	0.18	3.49	0.14	2.02	18.9	
P	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Ar	L	A	textura
mg/kg						%			FAR
9.94	0.88	126	28.9	1.78	<0.12	34	29	37	

#### 4.2.2. LOCALIZACION DEL ENSAYO EN CAMPO

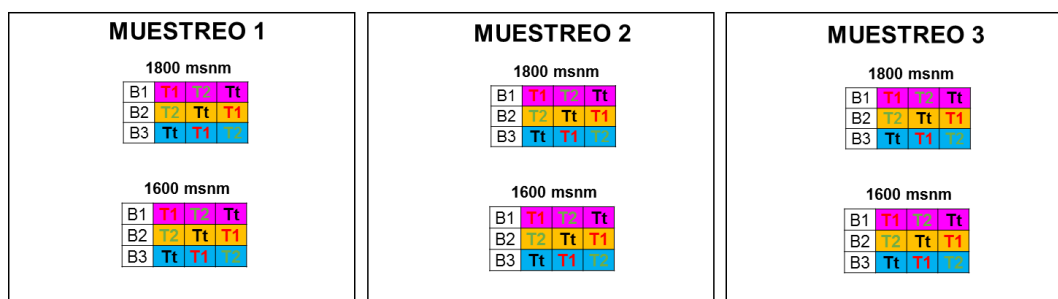
El ensayo se ubicó en el lote N° 1 de las fincas a 1800 msnm y la finca a 1600 msnm, con plantas de café Castillo®, de dos años de edad bajo condiciones de sombrero, con manejos agronómicos acorde a las normas Rainforest Alliance (Federación Nacional de Cafeteros, 2014), donde ubican el uso de productos de síntesis biológica para el manejo de plagas, enfermedades y la aplicación de fertilizantes.

#### 4.2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicó un DBCA (diseño de bloques completamente al azar) en las 2 explotaciones agrícolas seleccionadas. El propósito del diseño fue comparar el efecto de las altitudes en la producción de granos de calidad con características organolépticas de calidad especial y superior. El arreglo de campo está ilustrado en la figura 6.

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico infoStat, desarrollado por: Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

#### ARREGLO DE CAMPO



Total de plantas por cada finca 90, por tratamiento se tomo 10 plantas

Figura 6. Arreglo de campo

#### 4.2.4. TRATAMIENTOS

Para los tratamientos se establecieron las siguientes enmiendas: Nitrógeno, Boro y ninguna aplicación ó testigo. El uso del nitrógeno es por ser macronutriente esencial para la síntesis y transferencia de energía y molécula presente en gran porcentaje en la clorofila, además por ser esencial para la producción del cafeto tal como lo reportan Sadeghian *et al.* (2013). La aplicación de boro fue debida a que este elemento ayuda a la mejora en la producción de granos de alta calidad y a la absorción y translocación de otros elementos en la planta como calcio, potasio y magnesio (Alarcón, 2001).

Cada tratamiento tenía 10 plantas, para un total de 30 plantas por lote de cada finca. Las fuentes de fertilización fueron: Nutrilife ® con dosis de nitrógeno de 80 g/L y Ascofol ® con dosis de boro de 38 g/L (Tabla 9), se utilizaron estas dosis por ser recomendadas el cultivo de café. Se aplicaron con una bomba de espalda de 20 litros a un volumen de producto de 250 ml, dirigido a las raíces de cada árbol descargando un volumen aproximado de 0.60 L por planta. Se hicieron 2 aplicaciones con diferencias de 6 meses aproximadamente y estas aplicaciones tuvieron como objeto la asimilación de los elementos para la formación de frutos de café.

**Tabla 9. Descripción de los tratamientos y dosis por producto**

<b>Tratamiento</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis</b>	<b>Vol. Usado del producto</b>
<b>Nitrógeno</b>	Nutrilife ®	80 g/L	1L
<b>Boro</b>	Ascofol ®	38 g/L	1L
<b>Testigo</b>	Ningún producto		

Para las aplicaciones se usó la bomba de espalda de 20 litros, el método de aplicación fue inyección al suelo, donde se realizó una calibración para agregar 0.6L/planta en un tiempo de 6 segundos.

#### **4.2.5. MUESTREO**

Se realizaron los muestreos en todas las 10 plantas de café, para ello se tomaron de cada bloque de los tratamientos un peso de granos en cereza aproximado de 2,5 a 3 kg. De estos granos recolectados se tomaron los 10 granos para medición de tamaño y peso, se demarcó una rama de la parte media del árbol y se realizaba el conteo de los granos presentes. Los muestreos tuvieron lugar en las horas de la mañana para evitar la deshidratación de los granos y así poder realizar el proceso de beneficio hacia el mediodía por logística de cada finca.

Después de 15 días del muestreo se recogían las muestras del secador parabólico de cada finca y se llevaba al Centro de Análisis de café de Alta Calidad, ubicado en el municipio de Sasaima (Cundinamarca), con temperatura promedio de 24°C y humedad relativa promedio de 55%. Para el respectivo análisis físico (defectos de grano, Anexo 14) y catación del café, proceso realizado por los catadores certificados por la SCAA y la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

#### **4.2.6. VARIABLES EVALUADAS**

Las variables evaluadas fueron:

- Características físicas:
  - Tamaño de grano: Se determinó con un calibrador, en mm. Se tomaron 10 granos recolectados en campo y se realizó el promedio para análisis de datos (tabla 10).
  - Peso de grano: Se determinó con una balanza analítica, en g. Se tomaron 10 granos recolectados en campo y se realizó el promedio para análisis de datos (tabla 10).

- Número de granos en rama: Se determinó contando el número de granos presentes una rama de la parte media de la planta, demarcándola para realizar el conteo en la misma (tabla 10).

Para la medición de las características físicas se utilizaron los calibradores y la balanza digital del laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá, con temperatura promedio 20°C, humedad relativa 85%.

**Tabla 10. Determinación de las características físicas**

	<b>Unidad</b>	<b>Herramienta</b>	<b>No de granos</b>
<b>Tamaño</b>	mm	Calibrador	10
<b>Peso</b>	g	Balanza analítica	10
<b>Número de granos en rama</b>	N/A	N/A	N/A

N/A: No Aplica

- Características sensoriales:

Para la catación del café se llevaron 250 g de café pergamino seco por muestra de cada tratamiento al laboratorio del centro de catación de Sasaima, donde se mide la humedad en el equipo G600 de Gehaka (equipo portátil para poder llevar a campo), introduciendo los granos de café (no deben exceder la muestra introducida los 85 g), se configura para el tipo de muestra para leer la medición en pantalla digital. El rango óptimo para café pergamino está entre 10–12% humedad. Las muestras estuvieron dentro de este rango, para luego pasarlas por la trilladora con el fin de desprender el endocarpio de la almendra de café quedando apta para la tosti3n, esta se realiza a una temperatura de 220 3C por 8 minutos aproximadamente. La muestra se dejó 8 horas para su desgasificaci3n, ya que al tostar el caf3 se produce una cantidad apreciable de

gas carbónico (alrededor del 2%), el cual permanece en el interior del grano; dicho gas se va liberando lentamente (Mayorga, 1995). Pasado este tiempo se llevó a molienda para extraer 11 g por pocillo de agua de 200 ml (5 pocillos por tratamiento) y se dejó por 20 minutos para realizar el análisis sensorial.

Se pasaron las muestras a la mesa de catación para realizar el análisis sensorial, el cual consistía en evaluar los 11 atributos de la taza (cualitativamente y cuantitativamente): fragancia, aroma, acidez, cuerpo, sabor, sabor residual, balance, taza limpia, uniformidad, dulzor e impresión global, en una escala de 60–100 puntos. Dentro de las características organolépticas importantes se encuentran: aroma, cuerpo, acidez, amargo y sabor (Barrios *et al.*, 1998; Brownbridge y Gebreigzabhair, 1968; Geel *et al.*, 2005)

- Acidez: se describe como baja, media baja, media, media alta y alta en una escala de 60–100 puntos.
- Cuerpo: se describe como una sensación de textura y gusto asociada a la consistencia, se clasifica como bajo medio bajo, medio, medio alto, alto en una escala de 60–100 puntos.
- Sabor: Existen términos para calificar el sabor, tales como el suave, caramelo, chocolate, delicado, terroso, frutal, dulce, vinoso, almendra, picante, sucio, suave, agrio, rancio, áspero, aguado, balanceado, fermento, fenol, ahumado, etc. (ABECAFE, 1998). En una escala de 60–100 puntos.

Los análisis los realizaron catadores de cafés especiales profesionales. Los análisis se recibían un mes después de la entrega de las muestras, los cuales se consignaron en las tablas mostradas en los anexos 9 y 10, para posteriormente proceder con el análisis estadístico.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1. CARACTERISTICAS FISICAS DEL GRANO DE CAFE

#### 5.1.1. TAMAÑO DEL GRANO

De acuerdo con los resultados observados en la figura 7, que corresponde al promedio del tamaño de 10 granos de la finca a 1800 msnm, las plantas del tratamiento con aplicaciones de nitrógeno mostraron una tendencia ascendente, que inició con un tamaño del grano 15.6 mm a los 730 DDS (días después de la siembra) y terminó con 16.04 mm a 1095 DDS, seguido de los granos con aplicaciones con boro que inició con tamaño de 17.33 mm a los 730 DDS y terminó con 18.63 mm a los 1095 DDS, y por último plantas sin ninguna aplicación inició con tamaño de grano de 14.43 mm a los 730 DDS y 16.24 mm a los 1095 DDS.

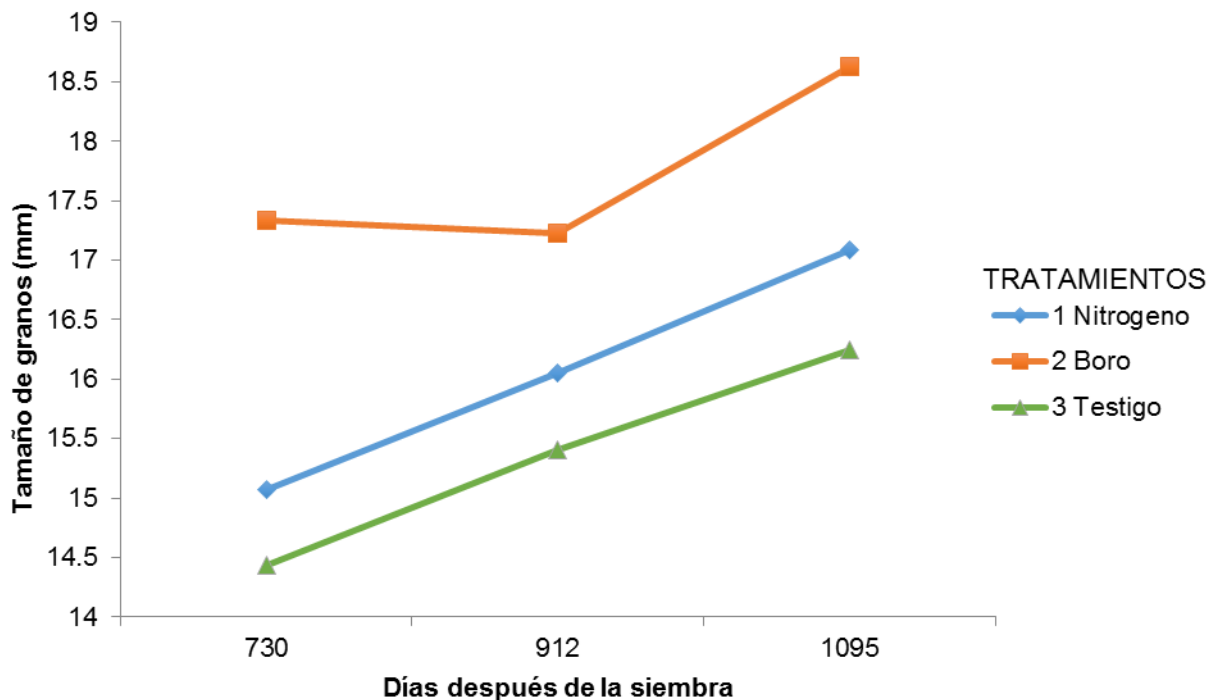


Figura 7. Tendencia del tamaño de granos (mm) de Café para tratamientos con nitrógeno y boro para la finca a 1800 msnm



El análisis de varianza para el tamaño del grano (Anexo 3) indica que se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 2,81%.

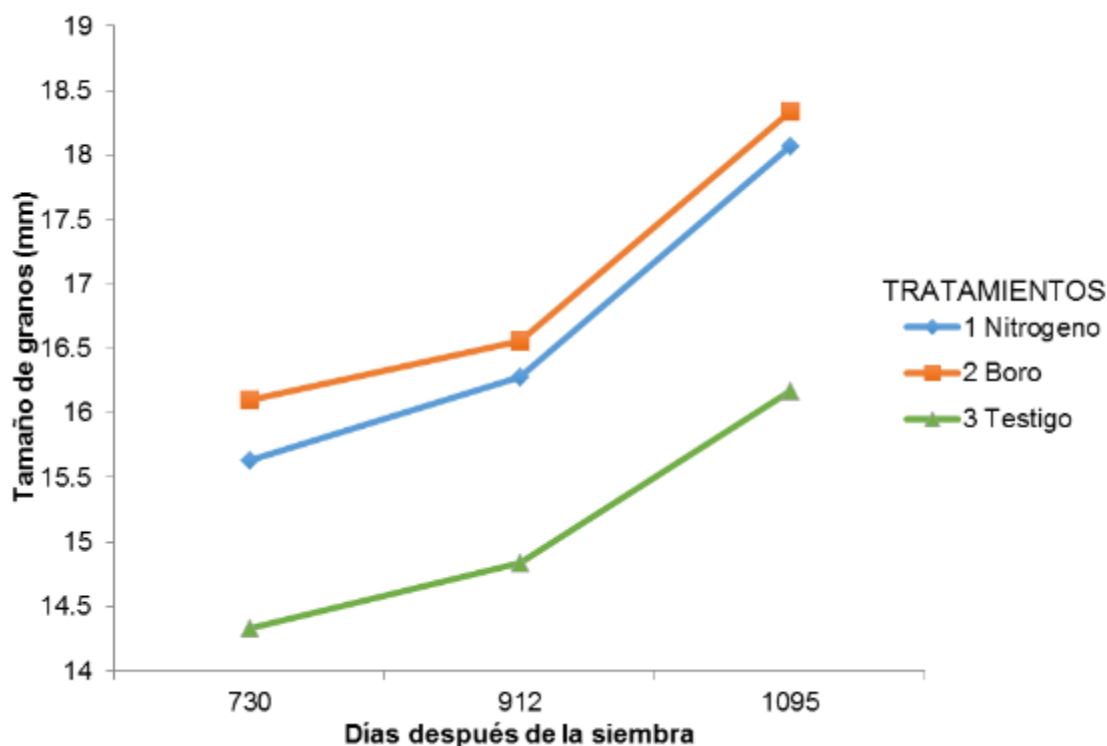
La prueba de Tukey con 0.05% de confiabilidad para el tamaño del grano, arrojó diferencias significativas en los tres tratamientos al finalizar los muestreos, estos datos se agruparon en tres rangos (Tabla 11). Se presentaron diferencias significativas entre el tratamiento nitrógeno (1) y boro (2), esto implica la influencia entre las aplicaciones y el incremento de tamaño de grano.

**Tabla 11. Separación de medias entre tratamientos del tamaño del grano del café a junio-2014 para la finca a 1800 msnm**

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>
Testigo (3)	15.36a
Nitrógeno (1)	16.07b
Boro (2)	17.73c

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )*

De acuerdo con los resultados observados en la figura 8, que corresponde al promedio del tamaño de 10 granos de la finca a 1600 msnm, las plantas del tratamiento con aplicaciones de nitrógeno mostraron una tendencia ascendente, que inició con un tamaño del grano 15.6 mm a 730 DDS y el terminó con 18.06 mm a 1095 DDS, seguido de los granos con aplicaciones con boro que inició con tamaño de 16.01 mm a los 730 DDS y terminó con 18.33 mm a 1095 DDS, y por último plantas sin ninguna aplicación inició con tamaño de grano de 14.33 mm a los 730 DDS y termino de 16.16 mm a los 1095 DDS.



**Figura 8. Tendencia del tamaño de granos (mm) de Café para tratamientos con nitrógeno y boro para la finca a 1600 msnm**

El análisis de varianza para el tamaño del grano (Anexo 4) indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 2,15%.

La prueba de Tukey con 0.05% de confiabilidad para el tamaño del grano, mostró diferencias significativas en los tres tratamientos, al finalizar los muestreos, estos datos se agruparon en la tabla 12.

**Tabla 12. Separación de medias entre tratamientos del tamaño del grano del café a junio-2014 para la finca a 1600 msnm**

Tratamiento	Medias
Testigo (3)	15.11a
Nitrógeno (1)	16.66b
Boro (2)	17b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )*

La disminución del tamaño a los 912 DDS en la finca a 1800 msnm probablemente indica un déficit en manejo de la plantación; mezcla de los cafés verde, maduro y sobre maduro en la cosecha y la presencia de hongos o ataque de insectos en las fases de producción (Duicela *et al.*, 2004).

El incremento pronunciado entre los 912 y 1095 DDS en la finca a 1600 msnm es debido a la madurez fisiológica del grano, ya este a los 1095 DDS se encontraba en su punto máximo de crecimiento (Arcila y Jaramillo, 2003).

El análisis de suelo (Anexo 11) para la finca a 1800 msnm permitió ver la disponibilidad de nutrientes presentes en el suelo del área de estudio, donde la concentración de los elementos al iniciar fueron: Nitrógeno 0.11% y Boro 0.16 mg/kg y según los requerimientos del cultivo para nitrógeno debe ser mayor de 0.34 % y boro 0.27 g; por tanto se agregó el 0.5% de boro y de nitrógeno 50% y según lo reportado por Sadeghian y González (2012). La excesiva aplicación de boro produce toxicidad en las plantas, se recomienda aplicar no antes de seis meses y de nitrógeno una cantidad de 300 kg por hectárea de café con 7500 o más plantas.

La textura del suelo influye en la asimilación de los fertilizantes (Horn y Smucker, 2005) en el caso de la finca a 1800 msnm con textura Arcillo Limosa, que al presentarse esta condición es más difícil el movimiento de los elementos hasta las raíces y por consiguiente hay mínima absorción (Ahuja *et al.*, 1984).

Para la finca a 1600 msnm no se evidencian diferencias estadísticas entre las plantas tratadas con nitrógeno y boro, por lo que se puede inferir que la textura del suelo provocó lavado del fertilizante, debido a que la textura era franco arcillosa, lo cual pudo generar antagonismo en la disponibilidad de los elementos y por consiguiente no ser absorbido correctamente por las raíces, según lo reportado por Ursino *et al.* (2001), además de la presencia de concentraciones de hierro que

capturan los iones de boro y disminuye la disponibilidad del mismo (Alarcón, 2001). Sin embargo se encontró que las plantas con aplicaciones de boro obtuvieron mayor tamaño de grano debido a que en cafés de producción orgánica se espera un reciclaje de nutrientes por parte de las hojas de café que caen al suelo (Sadeghian *et al.*, 2006).

El pH del suelo también afecta la disponibilidad y movilidad de los elementos en el suelo. De acuerdo con ello, el nitrógeno se inmoviliza con pH de 4 a 5 y 9 a 10 y el boro con 8 a 8.5, siendo más disponible para la planta con pH de 4.5 a 7.9 (Mingorance, 2010). El pH en la finca a 1800 msnm era de 5.5, mostrando mayor movilidad el boro que el nitrógeno.

En el trabajo de Wrona y Kot (2002), las fertilizaciones con nitrógeno no tienen un efecto significativo en el tamaño del grano, sin embargo en trabajos de Omotoso y Akinrinde (2012), reportan que las aplicaciones de nitrógeno deben ser justas de acuerdo al requerimiento de la planta y la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo, además se ha estudiado el efecto positivo de este elemento en conjunto con otros para calidad de tamaño (Nakashgir, 1992), homogéneos para evitar que al tostar los granos sean irregular (Malavolta, 1993), mientras que la fertilización con boro, permite la movilización de los elementos en el árbol de café (Bellato *et al.*, 2003) indicando la sinergia de este elemento con otros a la hora del llenado de vertederos, contrastando esto con los resultados las dos finca.

Los resultados corroboran lo que dice Muschler (1999a) quien reporta que la sombra tiene un efecto sobre la obtención de un mayor porcentaje de frutos de buen tamaño de la clase de exportación. En estudios similares también se encontró que la producción de café bajo sombra favoreció la formación de frutos de mayor peso y tamaño (Alarcón *et al.*, 1996; Salazar 1999). El efecto directo de las condiciones de café bajo sombra generan que haya mayor contenido de materia orgánica, ya que

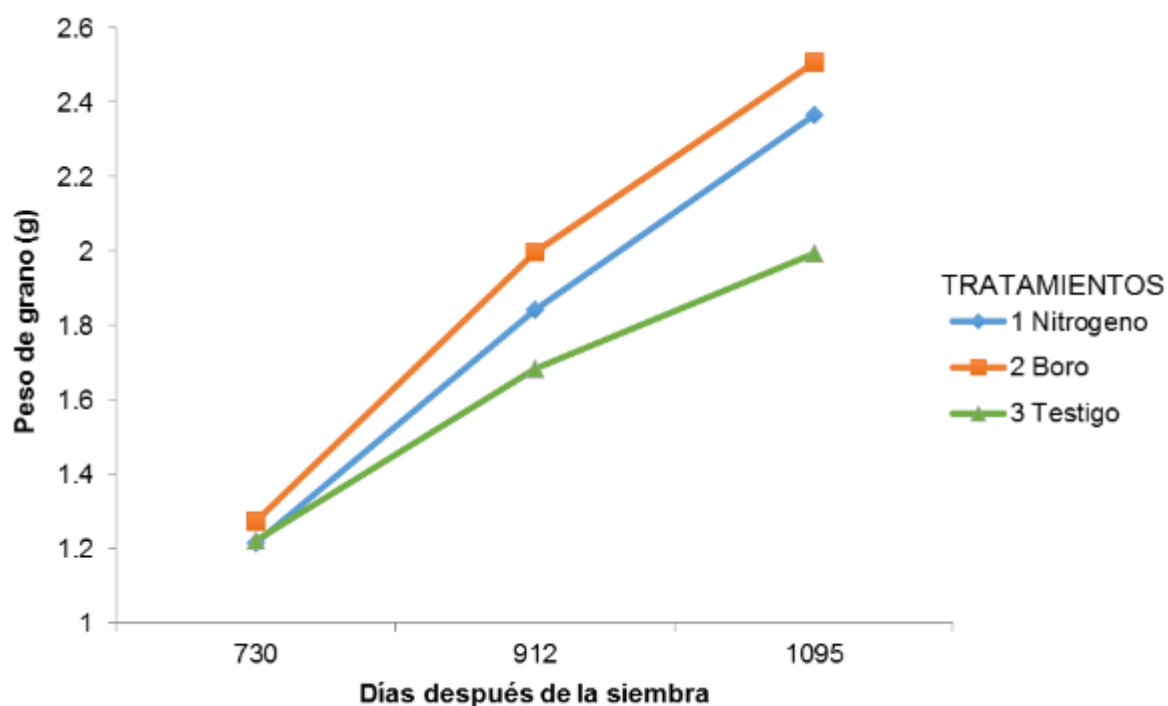
las hojas que caen de los árboles sirven como sombrero para el café se incorporan al suelo generando materia orgánica (Sadeghian, 2010a).

Por otro lado la deficiencia del macroelemento nitrógeno (Santoyo *et al.*, 1996) u oligoelemento como el boro tienen efectos negativos sobre el tamaño del grano (Lara, 2005). La deficiencia del boro produce granos vanos (Bornemisza, 1988), evidenciándose en la finca a 1600 msnm con un 0.5% en las muestras de los 912 y 1095 DDS.

Se puede decir que a mayores altitudes a 1800 msnm, se observa menor cantidad de granos dañados por broca y con defectos. El porcentaje de granos supremo (malla 17) tiende a ser mayor que la cantidad de grano 14/64 de pulgadas (Gast *et al.*, 2013), observándose en a 1800 msnm un 70% de granos supremo que 17/64 pulgadas en lo muestreado a los 1095 DDS, mostrando el efecto de la altura en el grano.

### **5.1.2. PESO DE GRANO**

De acuerdo con los resultados observados en la figura 9, que corresponde al promedio del peso de 10 granos de la finca a 1800 msnm, las plantas del tratamiento con aplicaciones de nitrógeno mostraron una tendencia ascendente, que inició con peso de grano de 0.96 g a los 730 DDS y terminó con 2.52 g a los 1095 DDS, seguido de los granos con aplicaciones con boro que inició con peso de 1.11 g a los 730 DDS y el terminó con 2.37 g a los 1095 DDS, y por último plantas sin ninguna aplicación inició con peso de grano de 0.96 g a los 730 DDS y termino de 2.28 g a los 1095 DDS.



**Figura 9. Tendencia del peso de grano (g) de Café para tratamientos con nitrógeno y boro para la finca a 1800 msnm**

El análisis de varianza para el peso del grano (Anexo 5) indicó diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 11.2%.

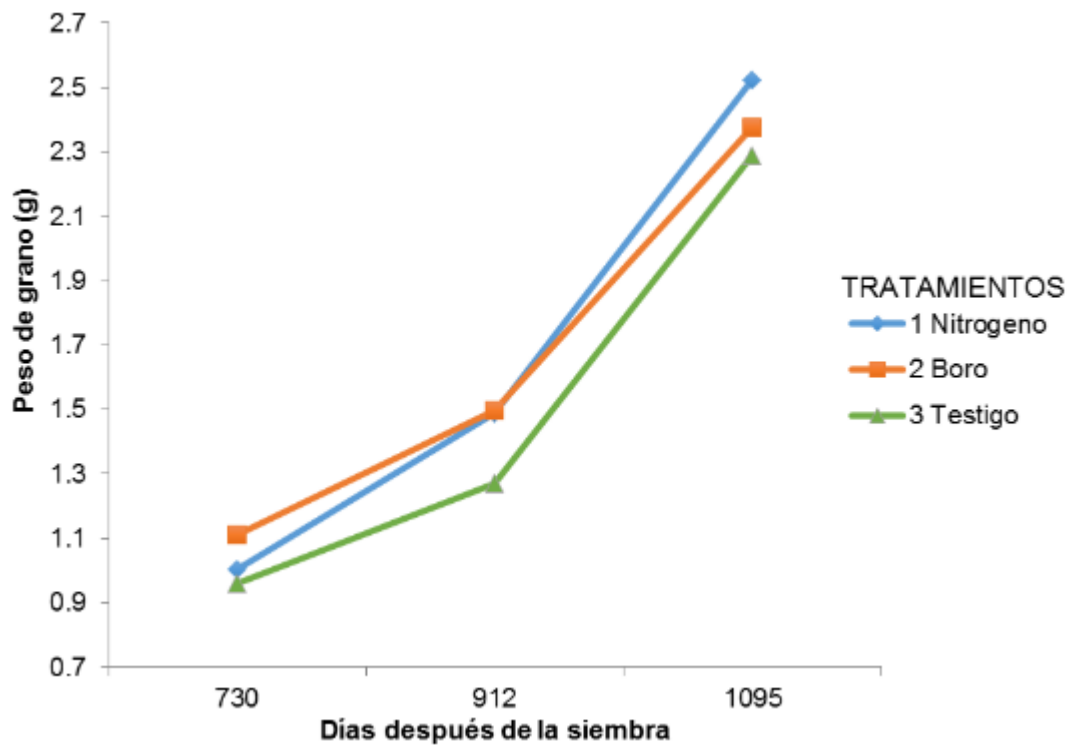
La prueba de Tukey con 0.05% de confiabilidad para el peso del grano, arrojó diferencias estadísticas en los tres tratamientos, al finalizar los muestreos, estos datos se agruparon en tres rangos (tabla 13).

**Tabla 13. Separación de medias entre tratamientos del peso del grano del café a junio-2014 para la finca a 1800 msnm**

Tratamiento	Medias
Testigo (3)	1.63a
Nitrógeno (1)	1.81ab
Boro (2)	1.93b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p <= 0.05$ )*

De acuerdo con los resultados observados en la figura 10, que corresponde al promedio del peso de 10 granos de la finca a 1600 msnm, las plantas del tratamiento con aplicaciones de nitrógeno mostraron una tendencia ascendente, que inició con peso de grano de 1.21 g a los 730 DDS y el terminó con 2.36 g a los 1095 DDS, seguido de los granos con aplicaciones con boro que inició con peso de 1.27 g a los 730 DDS y terminó con 2.51 g a los 1095 DDS, y por ultimo plantas sin ninguna aplicación inició con peso de grano de 1.22 g a los 730 DDS y terminó de 1.99 g a los 1095 DDS.



**Figura 10. Tendencia del peso de grano (g) de Café para tratamientos con nitrógeno y boro para la finca a 1600 msnm**

El análisis de varianza para el peso del grano (anexo 6) indica que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 11.10%.

La prueba de Tukey con 0.05% de confiabilidad para el peso del grano, no mostró diferencias significativas en los tres tratamientos al finalizar los muestreos, estos datos se agruparon en un rango (tabla 14). El no presentar diferencias significativas se puede atribuir a varios factores como textura del suelo, cantidad de hierro y lixiviación de los nutrientes (Alarcón, 2001; Sadeghian *et al.*, 2013; Valencia, 1998a).

**Tabla 14. Separación de medias entre tratamientos del peso del grano del café a junio-2014 para la finca a 1600 msnm**

Tratamiento	Medias
Testigo (3)	1.51a
Boro (2)	1.66a
Nitrógeno (1)	1.67a

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )*

En el caso de la fertilización con nitrógeno, este ejerce un efecto significativo sobre peso de grano con cuatro o más aplicaciones de fertilización (Lara, 2005), razón por la cual no fue significativo el resultado ya que se ejecutaron dos aplicaciones.

Con respecto al bajo efecto de la aplicación de boro en la finca a 1800 msnm se atribuye a la cantidad de hierro y textura arcillosa del suelo por la cual retiene los iones de boro, impidiendo la asimilación por parte de la planta (Malavolta, 1993).

Los resultados coinciden con estudios hechos por Jaramillo y Guzmán (1984) ; Wintgens (2004) y Vaast *et al.* (2005b), quienes observaron que la disminución en la temperatura por efecto de la altura, favorece un alargamiento en el proceso de maduración de la cereza, que a su vez propicia un mejor llenado de grano y consecuente producción de granos de mayor peso y con mejor calidad de bebida. Además las condiciones de sombra influyen positivamente en el aumento del peso del grano (Alarcón *et al.* 1996; Muschler, 2001; Salazar 1999).



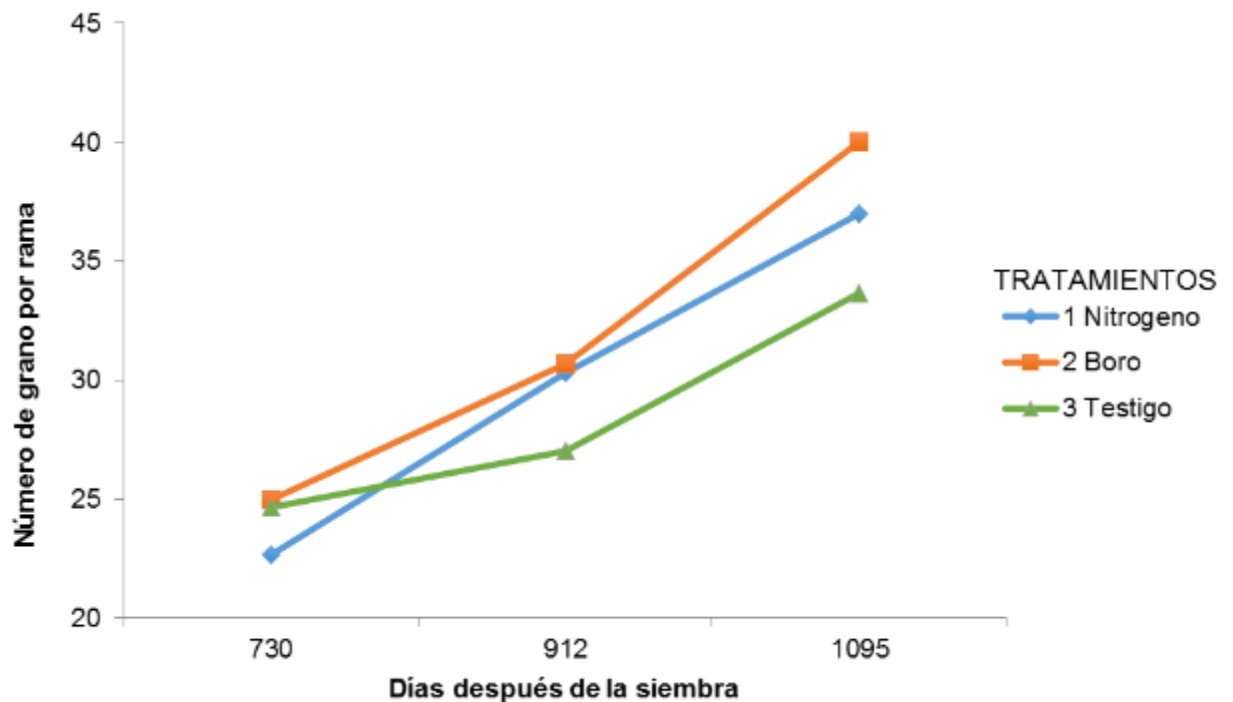
Este efecto positivo de altitud sobre la calidad del café ha sido mencionado en diferentes estudios (Decazy *et al.* 2003; Figueroa *et al.* 2000; Vaast *et al.* 2005a). El incremento altitudinal provoca cambios benéficos en las condiciones ambientales en las que se desarrolla el café y sus frutos (Alarcón *et al.*, 1996; Vaast *et al.*, 2005b; Wintgens 2004). El experimento realizado en la finca a 1800 msnm a permite que el proceso de maduración sea más lento teniendo la posibilidad de que el boro ayude al cuajado de los frutos generando un mayor peso de los granos.

Según Lara (2005) la altitud es el factor más determinante en la definición de la calidad del café. Sombra, fertilización y rendimiento ejercieron un efecto positivo pero en menor intensidad que altitud. La altitud favoreció la producción de granos de mayor tamaño y peso, corroborando los datos obtenidos para la finca a 1800 msnm se presentaron diferencias estadísticas (tabla 13) en las plantas con aplicación de nitrógeno, con un peso final del grano 2.52 g a los 1095 DDS y ninguna aplicación con un peso final del grano 2.28 g 1095 DDS. Con relación a la finca a 1600 msnm estadísticamente no se presentaron diferencias estadísticas, lo que quiere decir que hay una fuerte influencia de la textura del suelo, el clima y la cantidad de hierro son factores que no permitieron la asimilación por parte de la planta de este elemento, tal como lo reportan Salazar *et al* (1994), donde la poca ganancia de biomasa es debido a los nutrientes que no llegan a los vertederos; además la demanda de nutrientes por las plantas de café no varía en virtud de la producción (Correa *et al.*, 1986; Riaño *et al.*, 2004).

### **5.1.3. NUMERO DE GRANOS POR RAMA**

De acuerdo con los resultados observados en la figura 11, que corresponde al número de granos por rama de la finca a 1800 msnm, las plantas del tratamiento con aplicaciones de nitrógeno mostraron una tendencia ascendente, que inició con número de granos 23 granos por rama a los 730 DDS y 37 granos por rama a los 1095 DDS, seguido de los granos con aplicaciones con boro que inició con 25

granos por rama a los 730 DDS y 40 granos por rama a los 1095 DDS, y por último plantas sin ninguna aplicación inició con 24 granos por rama a los 730 DDS y terminó con 34 granos por rama a los 1095 DDS.



**Figura 11. Tendencia del Número de granos en una rama de Café para tratamientos con nitrógeno y boro para la finca a 1800 msnm**

El análisis de varianza para el número de granos por rama (Anexo 7) indica que existieron diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 6.95%.

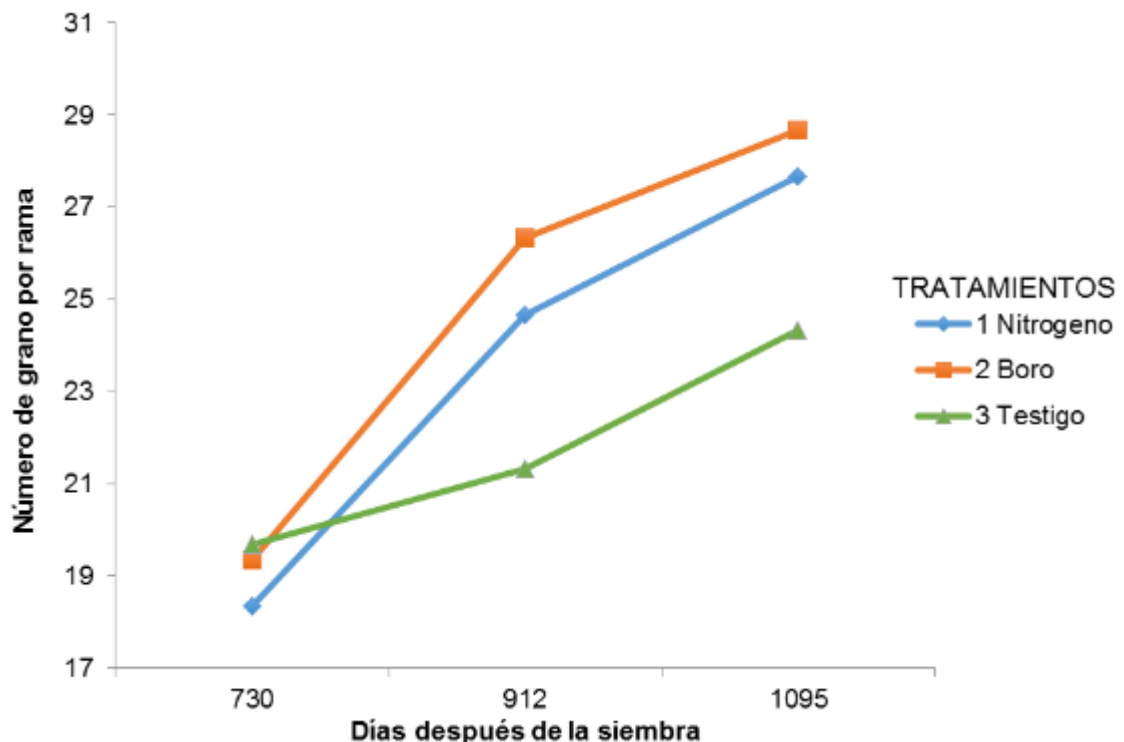
La prueba de Tukey con 0.05% de confiabilidad para el número de granos por rama, arrojó diferencias estadísticas en los tres tratamientos al finalizar los muestreos los cuales se agruparon en tres rangos (tabla 15).

**Tabla 15. Separación de medias entre tratamientos del Número de granos en rama del café a junio-2014 para la finca a 1800 msnm**

Tratamiento	Medias
Testigo (3)	28.44a
Nitrógeno (1)	30ab
Boro (2)	31.89b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )*

De acuerdo con los resultados observados en la figura 12, que corresponde al número de granos por rama de la finca 1600 msnm, las plantas del tratamiento con aplicaciones de nitrógeno mostraron una tendencia ascendente, que inició con número de granos 19 granos por rama a los 730 DDS y el terminó con 29 granos por rama a los 1095 DDS, seguido de los granos con aplicaciones con boro que inició con 19 granos por rama a los 730 DDS y terminó con 29 granos por rama a los 1095 DDS, y por último plantas sin ninguna aplicación inició con 20 granos por rama a 730 DDS y terminó con 24 granos por rama a los 1095 DDS.



**Figura 12. Tendencia del Número de granos en una rama de Café para tratamientos con nitrógeno y boro para la finca a 1600 msnm**

El análisis de varianza para el número de granos por rama (Anexo 8) indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 8.17%.

La prueba de Tukey con 0.05% de confiabilidad para el número de granos por rama, arrojó diferencias significativas en los tres tratamientos al finalizar los muestreos, los cuales se agruparon en tres rangos (Tabla 16).

**Tabla 16. Separación de medias entre tratamientos del Número de granos en rama del café a junio-2014 para la finca a 1600 msnm**

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>
Testigo (3)	21.78a
Nitrógeno (1)	23.56ab
Boro (2)	24.78b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p <= 0.05$ )*

Los resultados para la finca a 1800 msnm muestran que no hubo diferencias estadísticas entre la aplicación con nitrógeno y ninguna aplicación, posiblemente a que la respuesta a la aplicación del nitrógeno no es alta en la primera cosecha, pero se incrementa con el paso del tiempo, debido a mayores requerimientos por parte de la planta y agotamiento de las reservas del suelo (Sadeghian, 2010a).

Las aplicaciones con boro en la finca a 1800 msnm mostraron diferencias estadísticas con respecto a ninguna aplicación, ya que la aplicación de este elemento mejora la apetencia de los insectos polinizadores (abejas) por las flores, ya que aumenta el nivel de néctar y se acorta la longitud del tubo de la corola, mostrándose las flores más atractivas para las abejas, incrementando la polinización y transporte de nutrientes para cuajado de frutos (Alarcón, 2001).

Los resultados obtenidos en en las fincas a 1800 msnm y 1600 msnm revelan que pese a cierta similitud, entre los tratamientos (nitrógeno y testigo) la acumulación de

los nutrientes puede variar, dependiendo de las condiciones predominantes, con cultivo tecnificado variedad Castillo® caracterizado por requerir aplicaciones constantes de nutrientes como lo afirma Sadeghian *et al* (2013) donde estos demandan una cantidad considerable de nutrientes para la formación del fruto, en especial potasio y nitrógeno.

Sin embargo las enmiendas efectuadas no son asimiladas por la planta en el momento de la aplicación ya que ella va tomando poco a poco lo que necesita (Martínez y Clemente, 2011), se sugiere realizar aplicaciones periódicas cada 4 meses (Clemente *et al.*, 2013).

El plan de fertilización ejecutado con base al análisis de suelo aportó las aplicaciones en el tiempo oportuno, la primera aplicación en el mes de octubre y la segunda en el mes de enero validando lo descrito por Sadeghian *et al* (2013) donde la formación de los frutos tiene mayor injerencia la fertilización que se realiza durante los primeros dos a tres meses a partir de la floración que aquella que se realiza en los últimos dos meses previos a la recolección.

Adicional a la fertilización es importante tener en cuenta los factores intrínsecos (temperatura, humedad relativa, humedad edáfica, textura del suelo, % materia orgánica, etc.) del cultivo, según lo señalado por Muñoz (1997) expresa que la formación de un microclima más fresco en las plantaciones con alto porcentaje de sombra (45 a 60 %), es una condición ideal para obtener mejores frutos y granos de café, y los estudios desarrollados por Briceño y Arias (1992) donde reportan un promedio de 103 frutos por rama en la cosecha, resultado dependiente de las condiciones climáticas del lugar y Laviola *et al* (2007 y 2008) quien afirma que la acumulación de macronutrientes cambia de acuerdo a la temperatura, factor climático afectado por la altitud.

En las plantas con aplicaciones de boro fueron las que mayor número de granos obtuvieron y según lo reportado por Alarcón (2001) y Bergmann (1992) el boro juega un papel importante en la fertilización de las plantas, el crecimiento en biomasa de las hojas es más alto, durante la floración y cuajado de frutos, el contenido en boro de los órganos reproductivos (anteras, estilos, estigmas, ovarios) es especialmente alto y también tiene un importante efecto positivo en el cuajado de frutos y el proceso de formación de semillas.

## **5.2. CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS**

Los sentidos del olfato y del gusto son importantes en el proceso de definición de la calidad de un café en particular (Franca *et al.*, 2005b). En este proceso, se hace alusión a un olor o sabor particular de la vida diaria. Estos olores y/o sabores pueden indicar aspectos positivos o negativos (defectos) del café evaluado (Clifford 1985). Dentro de las características organolépticas importantes se encuentran: aroma, cuerpo, acidez, amargo y sabor (Barrios *et al.*, 1998; Brownbridge y Gebreigzabhair, 1968; Centro de Comercio Internacional, 1992; Geel *et al.* 2005).

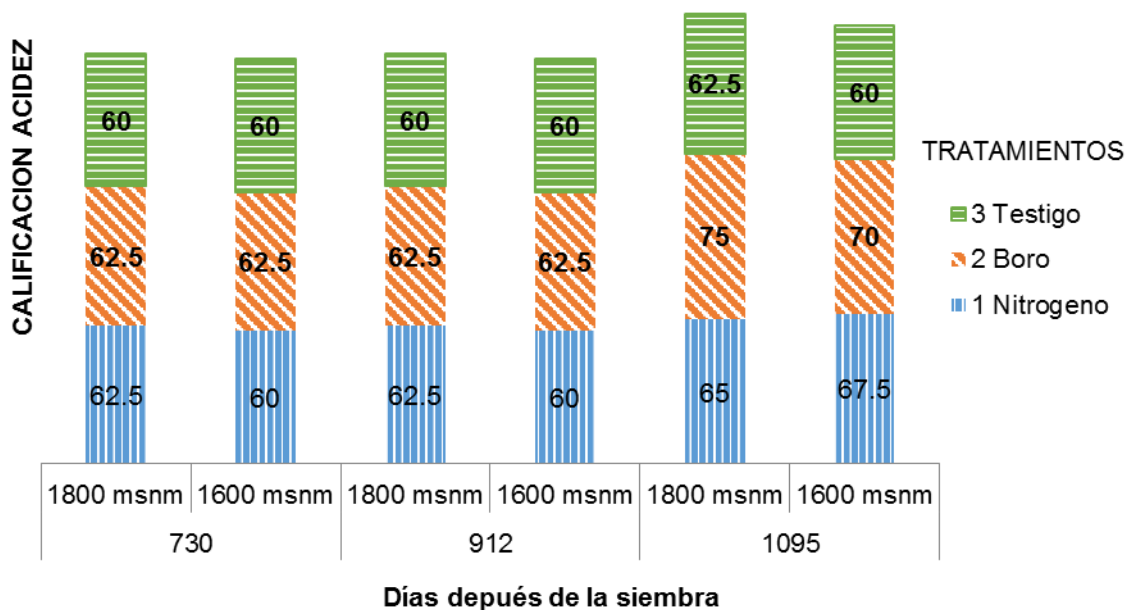
### **5.2.1. CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICA: ACIDEZ, CUERPO Y SABOR**

#### **5.2.1.1. ACIDEZ**

De acuerdo con los resultados observados en la figura 13 que corresponde a la evaluación de la característica acidez de la taza de café de las fincas evaluadas, los tratamientos de la finca a 1800 msnm fueron superiores con respecto a los resultados de la finca a 1600 msnm, mostrando una tendencia ascendente. A 1800 msnm el tratamiento que presentó mayor acidez fueron los granos de las plantas con aplicación de boro que inició con una calificación de 62,5 puntos a los 730 DDS y terminó con 75 puntos 1095 DDS, seguido de la aplicación con nitrógeno que inició con 62.5 puntos a los 730 DDS y terminó con 65 puntos a los 1095 DDS y plantas

sin ninguna aplicación inició con 60 puntos a los 730 DDS y termino con 62.5 puntos 1095 DDS.

En la finca a 1600 msnm el tratamiento que presentó mayor acidez fueron los granos de las plantas con aplicación de boro que inició con una calificación de 62.5 puntos a los 730 DDS y terminó con 70 puntos a los 1095 DDS, seguido de la aplicación con nitrógeno que inició con 60 puntos 730 DDS y terminó con 67.5 puntos 1095 DDS y plantas sin ninguna aplicación que inició con una calificación de 60 puntos a los 730 DDS y terminó con 60 puntos a los 1095 DDS.



**Figura 13. Calificación de la acidez para las fincas a 1800 y 1600 msnm para tratamientos con nitrógeno y boro**

El análisis de varianza para característica acidez de las fincas a 1800 msnm (Anexo 1) y 1600 msnm (Anexo 2), indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos. En la finca a 1800 msnm el coeficiente de variación fue de 2.72% y en la de 1600 msnm el coeficiente de variación fue de 1.65%.

La prueba de Tukey con 0.05% de confiabilidad para la finca a 1800 msnm en la característica acidez arrojó diferencias significativas entre ninguna aplicación y las aplicaciones con boro como se observa en la tabla 17.

**Tabla 17. Separación de medias entre tratamientos del atributo acidez del café a junio-2014 para la finca a 1800 msnm**

Tratamiento	Medias
Testigo (3)	60a
Nitrógeno (1)	63.33b
Boro (2)	65b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p <= 0.05$ )*

En la prueba de Tukey con 0.05% de confiabilidad para la finca a 1600 msnm en la característica acidez arrojó diferencias estadísticas entre ninguna aplicación y las aplicaciones con boro. Al finalizar los muestreos, estos datos se agruparon en la tabla 18.

**Tabla 18. Separación de medias entre tratamientos del atributo acidez del café a junio-2014 para la finca a 1600 msnm**

Tratamiento	Medias
Testigo (3)	60a
Nitrógeno (1)	62.50b
Boro (2)	63.33b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p <= 0.05$ )*

Los resultados arrojados y contrastados en la finca a 1800 msnm con puntajes más altos que en la finca a 1600 msnm indica que a mayor altitud se presenta mayor acidez en los granos de café, tal como lo afirma el Centro de Comercio Internacional (1992), Cleves (1998) y Vaast *et al* (2005a), donde 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. La acidez se incrementa con la altitud del área o lote de café; resulta modificada también por el grado de madurez del fruto, por el



tiempo transcurrido entre la cosecha y el despulpado y por ciertos factores climáticos (ANACAFE, 1999).

Las diferencias estadísticas pueden atribuirse en gran medida a los procedimientos de fermentación y tostación (Puerta, 2011). Sin embargo en la mejora de los compuestos químicos que participan en el grado de acidez la fertilización con nitrógeno influye durante el proceso de tostación aportando ácidos quínicos, cítricos, acéticos y málicos (Gast *et al.*, 2013; Puerta, 2011). El boro permitió el transporte de azúcares y fotoasimilados dentro de la planta (Alarcón, 2001), este ayuda a que la movilización de la sacarosa sea más sencilla hacia los vertederos que en este caso serán los granos de café (Gast *et al.*, 2013).

Por otra parte el sombrío es un factor que influye en los resultados positivamente. Santoyo *et al* (1996); Vaast *et al* (2005b y c), esto se debe a que bajo condiciones de sombra la pulpa madura más lentamente por la menor temperatura producida por el sombrío, logrando de esta manera un mejor llenado de grano, favoreciendo la formación de granos grandes con mayor acidez, cuerpo y aroma.

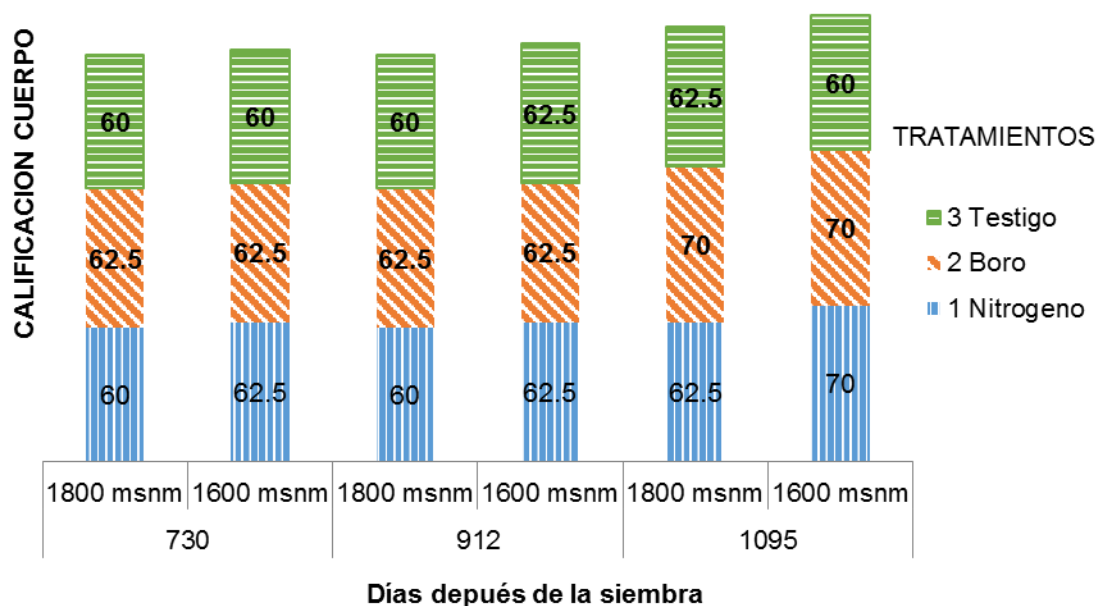
#### **5.2.1.2. CUERPO**

De acuerdo con los resultados observados en la figura 14, que corresponde a la evaluación de la característica cuerpo de la taza del café de las fincas evaluadas, los tratamientos de la finca a 1600 msnm fueron superiores con respecto a los resultados de la finca a 1800 msnm, mostrando una tendencia ascendente.

En la finca a 1600 msnm el tratamiento que presentó mayor cuerpo fueron los granos de las plantas con aplicación de boro que inició con una calificación de 62,5 puntos a los 730 DDS y terminó con 70 puntos a los 1095 DDS, seguido de la aplicación con nitrógeno que inició con 62.5 puntos a los 730 DDS y terminó con 70

puntos a los 1095 DDS y plantas sin ninguna aplicación que inició con una calificación de 60 puntos a los 730 DDS y terminó con 60 puntos 1095 DDS.

En la finca a 1800 msnm el tratamiento que presentó mayor cuerpo fueron los granos de las plantas con aplicación de boro que inició con una calificación de 62,5 puntos a los 730 DDS y terminó con 70 puntos 1095 DDS, seguido de la aplicación con nitrógeno que inició con 60 puntos a los 730 DDS y terminó con 62.5 puntos a los 1095 DDS y plantas sin ninguna aplicación inició con 60 puntos a los 730 DDS y terminó con 62.5 puntos 1095 DDS.



**Figura 14. Calificación del cuerpo para las fincas a 1800 y 1600 msnm para tratamientos con nitrógeno y boro**

El análisis de varianza para característica cuerpo de las finca a 1800 msnm (Anexo 1) y 1600 msnm (Anexo 2), indica que existieron diferencias estadísticas entre los

tratamientos. En la finca a 1800 msnm el coeficiente de variación fue de 2.07% y en la de 1600 msnm el coeficiente de variación fue de 1.04%.

La prueba de Tukey con 0.05% de confiabilidad para la finca a 1600 msnm en la característica cuerpo arrojó diferencias estadísticas entre las aplicaciones con nitrógeno y aplicaciones con boro al finalizar los muestreos, estos datos se agruparon en la tabla 19.

**Tabla 19. Separación de medias entre tratamientos del atributo cuerpo del café a junio-2014 para la finca a 1600 msnm**

Tratamiento	Medias
Nitrógeno (1)	60.83a
Testigo (3)	60.83a
Boro (2)	64.17b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )*

En la prueba de Tukey con 0.05% de confiabilidad para la finca a 1800 msnm en la característica cuerpo arrojó diferencias estadísticas entre las aplicación con nitrógeno y aplicaciones con boro, al finalizar los muestreos, estos datos se agruparon en la tabla 20.

**Tabla 20. Separación de medias entre tratamientos del atributo cuerpo del café a junio-2014 para la finca a 1800 msnm**

Tratamiento	Medias
Nitrógeno (1)	60.83a
Testigo (3)	60.83a
Boro (2)	65b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )*

Con respecto al efecto de los fertilizantes, se observó que hubo un efecto directo en la calificación cuerpo tal como lo reportan Cardoza y Jiménez (2007), sin embargo el clima afecta el atributo cuerpo tal como se registró en la calificación de los

catadores al final del estudio, resultados similares son reportados por Santoyo *et al* (1996). No obstante el nitrógeno pudo no ser asimilado ya que la planta de café deja caer las hojas durante el proceso de la maduración de la cosecha, esto se debe principalmente a la gran movilización de los nutrientes hacia los frutos, fenómeno que reduce su concentración en el tejido foliar. Por esta razón, en muchas ocasiones durante los años de alta producción ocurre una mayor caída de las hojas (Chaves y Sarruge, 1984; Sadeghian *et al.*, 2013), se cree que el boro apoya al transporte de lípidos y azúcares (Alarcón, 2001), por lo que es posible la diferencia estadística con respecto al nitrógeno.

Otro efecto de la fertilización es medida de acuerdo a la cantidad de sólidos solubles presentes en la bebida de café estimada desde la composición química del grano (Gast *et al.*, 2013), además de factores netamente relacionados a los factores de molienda y preparación de la bebida (tiempo de contacto entre el café y el agua, la temperatura y calidad del agua); el boro ayuda al transporte de nutrientes dentro de la planta (Jones, 1998) dentro de los cuales se asocia a minerales, ácidos alifáticos y lípidos (Puerta, 2011).

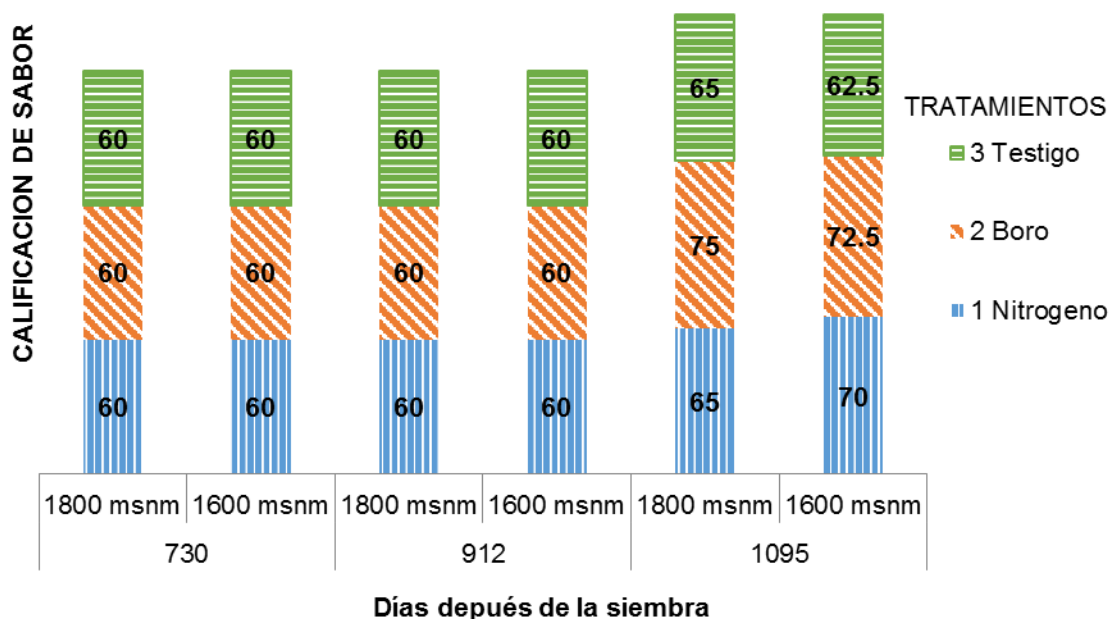
Según Burgos (2003) y Erales (1985), el cuerpo es una prueba en la taza de café, que indica su textura fuerte, regularmente deseable y que se encuentra por lo general en cafés cultivados en lugares altos. Sin embargo para la finca a 1600 msnm el resultado no aplica, con respecto a la finca a 1800 msnm en estudios similares se analizó la influencia de la altura para la mejora del atributo cuerpo realizado por Avelino *et al* (2005), mencionando que los cafés a alturas mayores fueron de preferencia por los catadores por su sensación al paladar.

#### **5.2.1.3. SABOR**

De acuerdo con los resultados observados en la figura 15 que corresponde a la evaluación de la característica sabor de la taza del café de las fincas evaluadas, los

tratamientos de la finca a 1800 msnm fueron superiores con respecto de la finca a 1600 msnm, mostrando una tendencia ascendente. En la finca a 1800 msnm el tratamiento que presentó sabor más agradable fueron los granos de las plantas con aplicación de boro que inició con una calificación de 60 puntos a los 730 DDS y terminó con 75 puntos a los 1095 DDS, seguido de la aplicación con nitrógeno que inició con 60 puntos a los 730 DDS y terminó con 65 puntos a los 1095 DDS y plantas sin ninguna aplicación inició con 60 puntos a los 730 DDS y terminó con 65 puntos 1095 DDS.

En la finca a 1600 msnm el tratamiento que presentó sabor más agradable fueron los granos de las plantas con aplicación de boro que inició con una calificación de 60 puntos a los 730 DDS y terminó con 72.5 puntos 1095 DDS, seguido de la aplicación con nitrógeno que inició con 60 puntos a los 730 DDS y terminó con 70 puntos a los 1095 DDS y plantas sin ninguna aplicación que inició con una calificación de 60 puntos 730 DDS y terminó con 62.5 puntos 1095 DDS.



**Figura 15. Calificación del sabor para las fincas a 1800 y 1600 msnm para tratamientos con nitrógeno y boro**

El análisis de varianza para característica sabor de las fincas a 1800 msnm (Anexo 1) y 1600 msnm (Anexo 2), indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos. En la finca a 1800 msnm el coeficiente de variación fue de 4.11% y en 1600 msnm de 1.06%.

La prueba de Tukey con 0.05% de confiabilidad para la finca a 1800 msnm arrojó diferencias significativas entre las aplicaciones de nitrógeno y aplicaciones con boro al finalizar los muestreos, estos datos se agruparon en la tabla 21.

Lo anterior deduce que las aplicaciones de nitrógeno no son suficientes, proceso que varía en las cosechas del café, es decir que de cuatro o más aplicaciones durante la etapa de reproducción este nutriente es el más limitante ya que se excluye de los planes de fertilización y por consiguiente el rendimiento se puede reducir hasta en 80% (Sadeghian, 2010a y 2011).

**Tabla 21. Separación de medias entre tratamientos del atributo sabor del café a junio-2014 para la finca a 1800 msnm**

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>
Nitrógeno (1)	61.67a
Testigo (3)	61.67a
Boro (2)	65b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )*

La prueba de Tukey con 0.05% de confiabilidad para la finca a 1600 msnm arrojó diferencias significativas entre las aplicaciones de nitrógeno y aplicaciones de boro al finalizar los muestreos, estos datos se agruparon en la tabla 22.

**Tabla 22. Separación de medias entre tratamientos del atributo sabor del café a junio-2014, para la finca a 1600 msnm**

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>
Nitrógeno (1)	60.83a
Testigo (3)	60.83a
Boro (2)	61.67b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )*

El nitrógeno tuvo muy poco efecto en el sabor del café al no haber diferencias significativas entre las aplicaciones de nitrógeno (tratamientos 1) y ninguna aplicación lo que se puede atribuir a factores como textura de suelo (arcillo limoso para la finca a 1800 msnm y franco arcilloso para la finca a 1600 msnm), lixiviación de los nutrientes y por ende poca absorción por parte de la planta (Valencia, 1999). Además del efecto del pH sobre el nitrógeno al hacer que este elemento sea poco disponible para la planta (Mingorance, 2010).

Los resultados indican que en la finca a 1800 y 1600 msnm las aplicaciones con boro mostraron mayor calificación. Al gusto se percibe un sabor agradable sin ninguna alteración de defecto y según lo expuesto por Cardoza y Jiménez (2007) y Menchu (1967), las características organolépticas del café se complementan y dan para cada taza (muestra por tratamiento) un sabor determinado.

Las aplicaciones con boro marcaron un sabor agradable (dulce frutal, dulce caramelo) intenso al final en el tercer muestreo, estos resultados fueron por el efecto de la aplicación de este elemento ya que facilitó el transporte de azúcares apoyando a la síntesis de sacarosa, como lo reporta Alarcón (2001).

Los resultados de las aplicaciones con nitrógeno (tratamientos 1) y ninguna aplicación para las fincas a 1800 msnm y 1600 msnm no mostraron diferencia estadísticas entre ellos, lo que se presume que a pesar de las aplicaciones con nitrógeno, estas no fueron suficientes, ya que es necesario realizar cuatro o más

aplicaciones para analizar su efecto (Lara, 2005). El uso de fertilizantes nitrogenados incrementa el contenido de nitrógeno en el grano, con una débil correlación negativa a la calidad de la taza (aproximadamente 0.5%) (Mojica, 2014), además no tiene efectos sobresalientes en la calidad del sabor agradable y según lo reportado por (Navarro y Navarro, 2000; Wild y Jones, 1992) el nitrógeno es un constituyente de un gran número de compuestos orgánicos, esenciales en el metabolismo de la planta, forma parte de la estructura de todas las proteínas y de los ácidos nucleicos (ADN, ARN).

Otro factor como la altitud tiene una influencia positiva en los resultados observados a pesar de que no hubo diferencias marcadas entre las aplicaciones de nitrógeno (tratamientos 1) y ninguna aplicación en las fincas a 1800 msnm y 1600 msnm presentó mayor puntaje en la finca a 1800 msnm a tal como lo reporta Avelino *et al* (2005) donde cafés de baja altura dejan un sabor amargo y herboso que desaparece rápidamente y los cafés de altura tiene un sabor más conformado, ácido y dulzón que se prolonga por más tiempo en el paladar. También Acevedo (1994) y Burgos (2003) expresan que la altitud influye en la calidad del fruto, de sabor más agradable conforme es más alto sobre el nivel del mar.

Sin embargo en lo reportado por Clarke y Vitzhum (2001) e Illy y Viany (2005), el nitrógeno en el café almendra está conformado por las proteínas y los alcaloides en verde contiene 2.05 % del peso seco del grano y el café tostado 2.10%, el contenido de aminoácidos es mayor en los granos de café maduro que inmaduros, los alcaloides contribuyen con el sabor amargo del café arábica contiene 1.3% de cafeína y más cantidad de trigonelina 0.6 a 1.3% y ácidos clorogénicos. Confirmando lo anterior, Puerta (2011) menciona que los compuestos químicos del café como proteínas, alcaloides, cafeína, trigonelina y ácidos clorogénicos afectan la característica sensorial sabor de la taza de café.



Las aplicaciones con boro arrojó el mayor puntaje en el análisis sensorial, se puede decir que el boro además de ser un elemento que participa en la distribución de glúcidos y facilita el transporte de azúcares a través de la membrana formando un complejo e azúcar-borato. También interviene directamente en la síntesis de sacarosa y almidón por ejemplo en el caso de la remolacha azucarera esta presenta unos niveles de azúcar mucho más elevados si está correctamente nutrida en boro (Alarcón, 2001; Bergmann, 1992).

## 6. CONCLUSIONES

- El tamaño de granos de café con las aplicaciones de nitrógeno fueron influenciadas por la textura del suelo y pH en la finca a 1800 msnm haciendo que los granos fueran más pequeños con respecto a las aplicaciones de boro, sin embargo la altitud influyó positivamente en la producción de granos supremo.
- En la finca a 1600 msnm la mayor influencia para las aplicaciones de nitrógeno y boro fueron las concentraciones altas de hierro, textura del suelo y pH haciendo que no hubiera respuesta por parte de la planta y la presencia de granos vanos.
- El peso de grano de café en la finca a 1800 msnm con las aplicaciones de nitrógeno no fueron suficientes, pues la frecuencia de aplicación fue baja, por ello no hubo una mayor ganancia en peso de grano. La textura arcillosa del suelo influyó en las aplicaciones de boro sin embargo resultó mayor peso de grano con este tratamiento.
- En la finca a 1600 msnm las aplicaciones de nitrógeno y boro fueron influenciadas por concentraciones de hierro, porcentaje alto de arcilla y el clima (temperatura) mostrando la poca respuesta por parte de la planta en los frutos, encontrando que la altitud fue el factor que marcó la ganancia de peso de grano de café observado en la finca a 1800 msnm.
- Para la variable número de granos en rama de café, en las fincas a 1800 y 1600 msnm las aplicaciones con nitrógeno no mostraron respuesta en la planta por condiciones de cultivo (concentraciones altas de hierro, pH y

porcentaje de arcilla) y las aplicaciones con boro fueron las que marcaron mayor respuesta en número de granos en rama.

- La altitud fue un factor altamente influyente, ya que a mayor altura se propicia un microclima para que los elementos se concentren mejor en los vertederos e incrementen el número de granos en rama como lo fue en la finca a 1800 msnm.
- La acidez de la bebida de café con las aplicaciones de nitrógeno y boro para las fincas a 1800 y 1600 msnm no mostraron realce en la calidad de la bebida por condiciones de cultivo (concentraciones altas de hierro, pH y porcentaje de arcilla), debido a que este atributo es influenciado por la altitud, donde a mayor altura se mejora el atributo tal como se observó en el análisis de los catadores en la finca a 1800 msnm.
- El cuerpo de la bebida de café con las aplicaciones de nitrógeno para las fincas a 1800 y 1600 msnm no mostró realce en la bebida por condiciones presentes en el cultivo (pH muy ácido), por otro lado las aplicaciones con boro mostraron realce en el atributo ya que este elemento ayuda a la movilización de azúcares en la planta hacia los vertederos.
- El sabor de la bebida de café con las aplicaciones de nitrógeno para las fincas a 1800 y 1600 msnm no surtieron efecto por las condiciones de textura del suelo (contenido de arcilla), por lo que la planta no pudo asimilarlo y por consiguiente no marcó una mejora en este atributo.
- Las aplicaciones con boro sí marcaron un realce por parte de los resultados de los catadores ofreciendo un sabor más agradable a la bebida, sin embargo en la finca a 1800 msnm la bebida fue de mejor preferencia en su sabor

porque las plantas se encontraban ubicadas a mayor altura, a diferencia de la finca a 1600 msnm.

## 7. RECOMENDACIONES

- Analizar la cereza y almendra para conocer la asimilación de los elementos nutricionales aplicados.
- Realizar el ensayo en un tiempo más prolongado, de aproximadamente tres años con el fin de observar cambios significativos en características sensoriales y físicas.
- Realizar correcciones de elementos antagonistas que impiden la asimilación de nutrientes como las concentraciones elevadas de hierro.
- Realizar un estudio que permita ver el efecto del pH y textura del suelo en la asimilación de las fertilizaciones con nitrógeno y boro.
- Precisar una única unidad de muestreo para la toma de variables físicas, por ejemplo un único árbol y de este escoger una rama para conteo y recolección de granos.
- Establecer este mismo experimento pero contrastando cafetales con y sin sombrío para determinar el efecto del reciclo de nutrientes por parte de las plantas que sirven como sombra.
- La mejor zona para el establecimiento de cultivos de café se debe encontrar a alturas mayores a los 1800 msnm, realizar estudios de suelos para hacer correcciones en el suelo para que sea apto para los cafetales y manejar dentro de la finca un sistema de sombrío natural para poder realizar manejos más amigables con el ambiente.

## 8. BIBLIOGRAFIA

ABECAFE. 1998. Glosario de términos de sabor. Edición especial. p 38340,42.

ACEVEDO, W. 1994. Seminario regional sobre el mejoramiento de la calidad del café. San Pedro Sula, HN, IICA. 320 p.

AHUJA, L.R., J.W. NANEY, R.E. GREEN, AND D.R. NIELSEN. 1984. Macroporosity to characterize spatial variability of hydraulic conductivity and effects of land management. Soil Sci. Soc. Am. J. 48: 699–702.

ALARCON M, O; ALDAZABAL, M; MARTINEZ, J. 1996. Influencia del sol y la sombra en la calidad y el rendimiento del grano de café. Centro Agrícola 23(3): 1116.

ALARCON V, A. 2001. El boro como elemento nutriente esencial. Revista Horticultura 155.

ALVARADO A., G.; MORENO G., E.; MONTOYA R.; E, C.; ALARCON S., R. Calidad física y en taza de los componentes de la variedad Castillo® y sus derivadas regionales. Cenicafé 60(3):210-228. 2009.

ALVARADO A., G.; POSADA S., H.E; CORTINA G., H. CASTILLO. Nueva variedad resistente a la roya. 2005. Chinchiná: Cenicafé (avances técnicos N° 337). P 8.

ALVARADO, M; ROJAS, G. 1998. El Cultivo y Beneficiado de Café. Segunda Edición. San José, Costa Rica. Editorial Universidad. 160 p.

ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 1999. Manual de caficultura. Guatemala. 159p.

ARCILA, P.J. Crecimiento y desarrollo de la planta de café. En: Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná. Cenicafé: 21-60. 2007.

ARCILA., J.; FARFAN V., F.; MORENO B., A.M; SALAZAR G., L.F; HINCAPIE G., E. Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná: Cenicafé, 2007.P 309.

ARCILA., J.; JARAMILLO R., A. Relación entre la humedad del suelo y la floración y el desarrollo del fruto del cafeto. Chinchiná: Cenicafé, 2003. Avances Técnicos N° 311. P.6

AVELINO, JACQUES.; BARBOZA, BERNARDO.; ARAYA, JUAN CARLOS.; FONSECA, CARLOS.; DAVRIEUX, FABRICE.; GUYOT, BERNARD.; CILAS, CHRISTIAN. Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa María de Dota. En: J. Sci. Food. Agric. Vol: 85. No 11 (ago, 2005). P 1869–1876.

BARRIOS O, AW; OVALLE DE LA VEGA, CF; DAVILA R, RJ; VALDEZ L, RA; SOLÍS G, ME; MUÑOZ G, CR. 1998. Beneficiado Húmedo y su Control de Calidad. In Manual de Caficultura. ANACAFE. Ciudad de Guatemala. Guatemala. p 229-259.

BARROS, R.S.; MAESTRI, M.; COONS M.P. The physiology of flowering in coffee: A review. 1978. Journal of coffee research 8(2 -3): 29-73.

BELLATO, A.C.S., MENEGARIO, A.A. & GINE, M.F. (2003). Boron isotope dilution in cellular fractions of coffee leaves evaluated by inductively coupled plasma mass spectrometry with direct injection nebulization (DIN-ICP-MS). J. Braz. Chem. Soc. 14, 269-273.

BERGMANN W. 1992. Nutritional disorders of plants. Gustav Fisher. Verlag Jena.

BORNEMISZA, E. 1988. Oligoelementos en la nutrición del cafeto. *In* Curso Regional sobre Nutrición Mineral del Café. IICA-PROMECAFE. San José, Costa Rica. p 135-140.

BRICEÑO, J.; ARIAS, O. 1992 Desarrollo del cafeto (*Coffea arabica* L). Crecimiento vegetativo y productivo de tres cultivares. *Agronomía Costarricense* 16(1): 125-130.

BRIDSON, D., VERDCOURT, B. *Coffea*. In *Flora of Tropical East Africa – Rubiaceae* (part 2).ed. RM Polhill, 1988. P. 703 - 727. A.A Balkema, Tottwrdam.

BROWNBRIDGE, J; GEBREIGZABHAIR, E. 1968. The quality of some of the main Ethiopian mild coffees. *Turrialba* 18(4): 361-372.

BURGOS R., E. Determinación de los tipos de café (*Coffea arabica* L.), que se producen en la región del Trifinio-Guatemala y descripción de sus sistemas productivos: estudio de la zona cafetalera que comprende altitud entre 800-1200 m.s.n.m. Chiquimula-Guatemala. 2003. P 6,7, 9-11. Trabajo de investigación (optar al título de Ingeniero Agrónomo). Universidad de San Carlos de Guatemala.

CAMAYO, G.C.; ARCILA P., J. Estudio anatómico y morfológico de la diferenciación y desarrollo de las flores del cafeto *Coffea arabica* L. var. Colombia. *Cenicafé* 47(3): 121-139. 1996

CARDOZA O, M.F.; JIMENEZ M, E. O. Evaluación de rendimiento del grano de café (*Coffea arabica* l.) bajo la influencia de diferentes manejos agroforestales en Masatepe, Nicaragua. Managua-Nicaragua. 2007. P 17-18, 32, 36, 41-42. Trabajo de investigación (optar al título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Agraria. Facultad de Agronomía.



CASTILLO, J.; LOPEZ, R. Nota sobre el efecto de la intensidad de la luz en la floración del cafeto. *Cenicafé* 17p (2): 51-60. 1966.

CCI. 1992. *Café: Guía del Exportador*. Suiza. Centro de Comercio Internacional (CCI). 402 p.

CHAVES, J.C.D., Y J.R. SARRUGE. 1984. Alterações nas concentrações de macronutrientes nos frutos e folhas do cafeeiro durante um ciclo produtivo. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira (Brasil)* 19(4):427-432.

CLARKE, R.J.; VITZHUM, O.M. *Coffee recent developments*. Inglaterra: Blackwell science, 2001. 257p.

CLEMENTE, J.M., PRIETO. M, H.E., CORREA. A., L.C., ROSA. L., M.C. Effect of N and K doses in nutritive solution on growth, production and coffee bean size. *Revista Ceres*, 60(2), 279-285. 2013

CLEVES S, R. 1998. *Tecnología en Beneficiado de Café*. San José, C.R. 223 p.

CLIFFORD, M. 1985. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In Clifford, M; Willson, K. Eds. *Coffee, Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage*. Great Britain. Croom Helm. p 305-374

CORREA, J.B., A.W.R. GARCIA, Y P.C. DA. COSTA. 1986. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 13. São Lourenço, Dezembro 2–5, 1986. Rio de Janeiro, Ministério da Indústria e do Comércio–Instituto Brasileiro do Café, pp. 35-41.

DAVIS, A.P.; GOVAERTS, R.; BRIDSON, D.M.; STFFELLEN, P. An annotated taxonomic conspectus of the genus Coffea (Rubiaceae). 2012. Bot jour Linnean Society 152:465-512.

DECAZY, F; AVELINO, J; GUYOT, B; PERRIOT J; PINEDA, C; CILAS, C. 2003. Quality of Different Honduran Coffees in Relation to Several Environments. Journal of Food Science 68(7): 2356-2361.

DUICELA, L.; FARFAN, D.; GARCIA, J.; CORRAL, R. Y CHILAN, W. 2004. Post Cosecha y Calidad del Café Arábigo. Primera edición. COFENAC, ULTRAMARES, PROMSA. Manta, Ecuador. 56 P.

ERALES, R. 1985. Vocabulario cafetalero. Revista Cafetalera 54: 15.

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. Aprenda a vender su café: cartilla educativa. Bogotá: FNC, 2004. 14 p.

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. Precio interno del café. [En línea]. Bogotá: FNC, 2015. Disponible en internet: <[http://www.federaciondecafeteros.org/static/file/precio\\_cafe.pdf](http://www.federaciondecafeteros.org/static/file/precio_cafe.pdf)> Consultado en marzo de 2015.

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. Producción y calidad. [En línea]. Bogotá: FNC, 2014. Disponible en internet: <[http://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/nuestro\\_cafe/cafes\\_especiales/produccion\\_y\\_calidad/](http://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/nuestro_cafe/cafes_especiales/produccion_y_calidad/)> Consultado en Julio de 2015.

FIGUEROA S, P; JIMENEZ, O; LOPEZ DE LEON, E; ANZUELO, F. 2000. Influencia de la variedad y la altitud en las características organolépticas y físicas del café. XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura. Costa Rica. p 493-497.

FISCHERSWORRING, H; ROBKAMP. R. 2001. Guía para la Caficultura Ecológica. Primera Edición. Alemania. 149p.

FRANCA, A; MENDONCA, J; OLIVEIRA, S. 2005b. Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. Food Science and Technology. 38(7): 709-715.

FREE, J.B. Insect pollination of crops. 2nd ed. Cardiff: Harcourt Brace Jovanovich, 1993. 684 p.

GAST, F; BENABIDES, P; SANZ, J; HERRERA, J; RAMIREZ, V; CRISTANCHO, M; MARIN, S. Manual del cafetero colombiano. FNC-Cenicafé. 2013.

GEEL, L; KINNEAR, M; KOCK, H. 2005. Relating consumer preferences to sensory attributes of instant coffee. Food Quality and Preference 16: 237-244.

GONZALEZ O., H. Caracterización de la materia orgánica en algunos suelos representativos de la zona cafetera del departamento de Caldas. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2008. 75 p.

GONZALEZ O., H. Zona cafetera de Colombia una región con diversidad en su suelo. Chinchiná: Cenicafé, 2010. Seminario Marzo 26.

GONZALEZ O., H.; SALAMANCA J.A. Unidades de suelo representativas de la zona cafetera Colombiana. Melgar: Cumbre nacional de extensiones e investigación, 2008. 25 p.

GONZALEZ, L.F; CORLTINA, H.; HERRERA, J.C. Validación de marcadores moleculares ligados al gen SH3 de resistencia contra la roya en colección colombiana de café. 2010. Cenicafé 60(4): 366-380.

GUERRERO, R. Fertilización de cultivos en clima medio. Monómeros colombo venezolanos. Bogotá-Colombia. 1995.

HERRERA JC.; ALVARADO, G.; CORTINA, H.A.; COMBES, M.C.; ROMERO, G.; LASHERMES, P. Genetic analysis of partial resistance to coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix* BERK & Br.) introgressed into the cultivated coffee arabica L. from the diploid *C. canephora* species. 2009. Euphytica 167(1): 57-67.

HORN, R.; SMUCKER, A. 2005. Structure formation and its consequences for gas and water transport in unsaturated arable and forest soils. Soil and Tillage Research 82: 5-14.

ILLY, A.; VIANI, R. Espresso coffee: the science of quality. Amsterdam: Elsevier, 2005. 398p.

JARAMILLO R, A; GUZMAN M, O. 1984. Relación entre la temperatura y el crecimiento en *Coffea arabica* L. variedad Caturra. CENICAFE 35(3): 5765.

JARAMILLO R., A.; RAMIREZ B., V.H.; ARCILA P., J. Distribución de la lluvia: clave para planificar labores en el cultivo del café en Colombia. Chinchiná: Cenicafe, 2011. 8 p. (Avances Técnicos No. 411)

JARAMILLO, A. Efecto de las abejas silvestres en la polinización del café (*Coffea arabica*: Rubiaceae) en tres sistemas de producción en el departamento de Antioquia. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, 2012. 82 p. Tesis: Maestría en Entomología.

JARAMILLO, R.A.; VALENCIA, A.G. Los elementos climáticos y el desarrollo de *Coffea arabica* L., en Chinchiná, Colombia. *Cenicafé*. 31(4):127-144.1980.

JONES JR. J.B. 1998. Plant nutrition manual. CRC Press LLC. Boca Ratón. Florida.

KLEIN, A.M.; STEFFAN D., I., TSCHARNTKE, T. Beepollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canephora* (Rubiaceae). *American Journal Botanica* 90(1): 153-157. 2003.

LARA E, L. D. 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 norcentral de Nicaragua. Turrialba-Costa Rica. 2005. P 8-10,16 73-74. Trabajo de investigación (magister en Agroforestería Tropical). CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Escuela de posgrados.

LAVIOLA, B.G., E.P. MARTINEZ, L.C.C. SALOMÃO, C.D. CRUZ, S.M. MENDONÇA, Y L. ROSADO. 2008. Acúmulo em frutos e variação na concentração foliar de NPK em cafeeiro cultivado em quatro altitudes. *Biosci. J.*, Uberlândia, 24(1):19-31.

LAVIOLA, B.G., E.P. MARTINEZ, L.C.C. SALOMÃO, C.D. CRUZ, Y S.M. MENDONÇA. 2007. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em em quatro

altitudes de cultivo: cálcio, magnésio e enxofre. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 31:1451-1462.

LINGLE, T. 1999. Fundamentos para la catación de café ABECAFE abril- mayo- junio p 21-23.

MALAVOLTA, E. 1993. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro. Colheitas econômicas máximas. São Paulo. Agronômica Ceres. 210 p.

MARTINEZ, H. E. P.; CLEMENTE, J. M. O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. Viçosa: Editora UFV, 2011.

MAYORGA, I. Aspectos de calidad de café para la industria torrefactora nacional. Federación de cafeteros. 1995.

MENCHU, J. 1967. Cualidades de la bebida del Café: Aroma, Cuerpo, Acidez y Sabor. El café de Nicaragua 191: 16-18.

MINGORANCE, M.D. El suelo, regulador fisicoquímico de elementos traza para las plantas. Editorial CSIC. España. 129p-141p. 2010.

MOJICA, R. Factores que influencia la calidad de taza del café. [En línea]. 2014. Nicaragua: Benicafé SAS. Disponible en internet: <<http://es.slideshare.net/RobertoMojica/factores-que-influencian-la-calidad-de-taza-del-caf>> Consultado en Marzo de 2015.

MUÑOZ, G 1997. Importancia de la sombra en el cafetal, Agroforestería en las América pp. 4(13) 25-29.

MUSCHLER, R. 2001. Shade improves coffee quality in a suboptimal coffee zone of Costa Rica. *Agroforestry Systems* (85): 131-139.

MUSCHLER, R.G. 1999a. *Arboles en cafetales*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Módulo de enseñanza agroforestal. No 5. 137p.

NAKASHGIR, G.H. Influence of potassium on nitrogen utilization by maize under dryland conditions as affected by water storage. *Advances in Plant Science*. 1992. 5:134-142.

NAVARRO, S. Y G. NAVARRO. 2000. *Química agrícola*. Ediciones Mundiales Prensa, Madrid.

OMOTOSO, S; AKINRINDE, E. Effects of nutrient sources on the early growth of pineapple plantlets (*Ananas comosus* (L) Merr) in the nursery. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 2012. Vol. 20(2) 2012: 35-40

OROZCO G.L. funciones de producción de café. Santa Marta: Sociedad internacional de biometría, para Centro América Caribe, Colombia y Venezuela, 1995. P. 11-15.

PELAEZ R., A.; MORENO G., E. *Vademécum del tostador colombiano*. Bogotá: LIQC, 1991. p.v.

PEÑUELA M., A.E. Estudio de la remoción del mucilago de café a través de fermentación natural. Manizales: Universidad de Manizales, 2010. 82 p. Tesis: Maestra en desarrollo sostenible y medio ambiente.

PEÑUELA M., E.A.; PABON U., J.P.; OLIVEROS T., C.E. Enzimas: una alternativa para remover rápida y eficazmente el mucilago de café. Chinchiná: CENICAFE, 2011. 8p. (Avances Técnicos No. 406).

PUERTA Q., G.I. Buenas prácticas agrícolas para el café. Chinchiná: CENICAFE, 2006. 12 p. (Avances Técnicos No. 349).

PUERTA Q., G.I. Calidad de la taza en las variedades de *Coffea arabica* L. cultivadas en Colombia. Cenicafé 49(4): 265-278. 1998.

PUERTA Q., G.I. Composición química de una taza de café. Chinchiná: CENICAFE, 2011. 12 p. (Avances técnicos No. 414).

PUERTA Q., G.I. Escala para la evaluación de la calidad de la bebida de café verde *Coffea arabica* L procesado por vía húmeda. Cenicafé 47(4): 231-234. 1996.

PUERTA Q., G.I. Especificaciones de origen y buena calidad del café de Colombia. Chinchiná: Cenicafé, 2003a. 8 p. (Avances técnicos No. 316).

PUERTA Q., G.I. Estudios de la calidad del café de Colombia, según la altitud y los suelos del cultivo: informe anual de actividades. Chinchiná: Cenicafé, 2007a. 87 p.

PUERTA Q., G.I. Influencia de los granos de café cosechados verdes, en la calidad física y organoléptica de la bebida. Cenicafé 51(2): 136-150. 2000.

PUERTA Q., G.I. La humedad controlada del grano preserva la calidad del café. Chinchiná: Cenicafé, 2006a. 8 p. (Avances técnicos No. 352).



PUERTA Q., G.I. Los catadores de café. Cenicafé, 2009a. 1-12 (Avance técnico No. 381).

PUERTA Q., G.I. Prevenga la ochratoxina A y mantenga la inocuidad y la calidad del café. Chinchiná: Cenicafé, 2003b. 8 p. (Avances técnicos No. 317).

PUERTA Q., G.I. Sistema de aseguramiento de la calidad y la inocuidad del café en la finca. Chinchiná: Cenicafé, 2006b. 8 p. (Avances técnicos No. 351).

RAMIREZ G., C.A.; OLIVEROS T., C.E.; ROA M., G. Construya el secador solar parabólico. Chinchiná: CENICAFE, 2002. 8p (Avances técnicos No. 305).

RAMIREZ, B.V.H.; ARCILA, P.J.; JARAMILLO, R.A.; RENDON, S.; CUESTA. G.G.; MENZA, F. H.D.; MEJIA, M.C.G.; MONTOYA, D.F.; MEJIA, M.JW.; TORRES, N.J.C.; SANCHEZ, A.P.M.; BAUTE, B.J.E.; PEÑA, Q.A. Floración del café en Colombia y su relación con la disponibilidad hídrica, térmica y de brillo solar. Cenicafé 61 (2):132-158.2010a.

RAMIREZ, B.V.H.; ARCILA, P.J.; JARAMILLO, R.A.; RENDON, S.J.S.; CUESTA, G, G.; MENZA, F. H.D.; MEJIA, M.C.G.; MONTOLLA, D.F.; MEJIA, M.JW.; TORRES, N.J.C.; SANCHEZ, A.P.M.; BAUTE, B.J.E.; PEÑA, Q.A. Variabilidad climática y la floración del café en Colombia. Avances Técnicos Cenicafé. No 407. 8 p .2011.

RIAÑO, N.M., J. ARCILA, A. JARAMILLO, Y B. CHAVES. 2004. Acumulación de materia seca y extracción de nutrimentos por Coffea arabica L. cv. Colombia en tres localidades de la zona cafetera central. Cenicafé (Colombia), 55(4):265-276.

ROMERO, G.; ALVARADI, G.; CORTINA, H.; LIGARRETO, M.C.; GALEANO, N.; HERRERA, J.C. Partial resistance to leaf rust (*Hemileia vastratix*) in coffee (*Coffea arabica* L.): Genetic analysis and molecular characterization of putative candidate genes. *Molecular breeding*. 2010. 25(4):685-697.

SADEGHIAN K., S. La materia orgánica: Componente esencial en la sostenibilidad de los agroecosistemas cafeteros. Chinchiná: Cenicafé, 2010a. 61 p.

SADEGHIAN K., S. Respuesta de cafetales al sol y bajo semisombra a nitrógeno y su relación con la materia orgánica del suelo. *Revista facultad nacional de agronomía* 64(1):5781-5791. 2011.

SADEGHIAN K., S.; GONZALEZ O., H. Alternativas generales de fertilización para cafetales en la etapa de producción. Manizales: Cenicafé, 2012. 3 p (Avance técnico No. 424)

SADEGHIAN K., S.; MEJIA., B.; GONZALEZ., H. Acumulación de nitrógeno, fosforo y potasio en los frutos de café. Manizales: Cenicafé, 2013. 2p (Avance técnico No. 429)

SADEGHIAN, S., B. MEJIA, Y J. ARCILA. 2006. Composición elemental de frutos de café y extracción de nutrientes por la cosecha en la zona cafetera de Colombia. *Cenicafé (Colombia)* 57(4):251-261.

SALAZAR C, I. 1999. Calidad de *Coffea arabica* L. bajo sombra de *Erythrina poeppigiana* a diferentes elevaciones en Costa Rica. Tesis Mag Sc. Turrialba, CR. CATIE. 82 p.

SALAZAR, M.R., B. CHAVES, N.M. RIAÑO, J. ARCILA, Y A. JARAMILLO. 1994. Crecimiento del fruto de café *Coffea arabica* var. Colombia. *Cenicafé* (Colombia) 45(2):41-50.

SANTOYO C. VH; DIAZ C. S; ESCAMILLA P. E; ROBLEDO M. JD. 1996. Factores agronómicos y calidad del café. Chapingo. México. Universidad Autónoma Chapingo. Confederación Mexicana de Productores de Café. 21 p.

SANZ U., J.R.; RAMOS G., P.J.; OLIVEROS T., C.E. Algorithm to identify maturation stages of coffee fruits. San Francisco: IEEE computer society, 2008. p 8.

SCAA. Cupping protocols. [En línea]. California: SCAA, 2009. Disponible en internet: <<http://www.scaa.org/?page=resource&d=cupping-protocols>> Consultado en marzo 2015

SNOECK, J. Facteurs du rendement influences par les apports da zotechez le cafei robusta en Cote d'Ivoire. *Café cacao thé* (25):173-180. 1981.

URSINO, N., GIMMI, T. AND FLÜHLER, H. (2001). Combined effects of heterogeneity, anisotropy, and saturation on steady state flow and transport: A laboratory sand tank experiment. *Water Resources Research* 37: doi: 10.1029/2000WR900293. issn: 0043-1397.

VAAST, P; BERTRAND, B; PERRIOT, J; GUYOT, B; GENARD, M. 2005c. Fruit thinning and shade improve vean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. *Journal of Science of Food and Agriculture* In press.

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 842-850.

VAAST, P; VAN KANTEN, R; SILES, P; DZIB, B; FRANK, N; HARMAND, J; GENARD, M. 2005b. Shade: A Key Factor for Coffee Sustainability and Quality. ASIC Conference, Bangalore, India. p 887-896.

VALENCIA A., G. Fisiología, nutrición y fertilización del cafeto. Chinchiná, Cenicafé-Agroinsumos del Café, 1999. 94p.

VALENCIA, Germán. Manual de nutrición y fertilización del cafeto. En IPNI.1998a. P 1-10.

VALENCIA, Germán. Nutrición y fertilización del cultivo del cafeto En: Fertilización de cultivos en clima medio. Bogotá: Ricardo Guerrero. 1995. P 37-86.

VERGARA, C.H.; BANDANO, E.I. Pollinator diversity increases fruit production in Mexican coffee plantations: The importance of rustic management systems. Agriculture, ecosystems and environment (129): 117–123.2009.

WILD, A. Y L.H.P. JONES. 1992. Nutrición mineral de las plantas cultivadas. pp. 73-119. En: Wild, A. (ed.). Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russel. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

WINTGENS, J. 2004. Factors Influencing the Quality of Green Coffee. In J, Wintgens. Eds. Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. Alemania, Wiley VCH. p 798-809.

WORMER, T.M.; GITUANJA, J. Floral initiation and flowering of *Coffea arabica* L. in Kenia. *Experimental agricultura* 6:157-170.1970.

WRIGLEY, G. *Coffee*. Harlow: Longman, 1988. 639 p.

WRONA, D; KOT, C. 2002. Cropping and fruit quality of 'Šampion' apple trees on M.9, depending on N fertilisation. *Scientific works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture, Horticulture and Vegetable Growing* 21(3): 120-125.

## ANEXOS

### ANEXO 1. Finca a 1800 msnm; Análisis estadístico cuadro ANAVA; propiedades organolépticas

#### FRAGANCIA

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
FRAGANCIA 27 0,92 0,89 2,98

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	825,00	6	137,50	36,67	<0,0001
muestreo	787,50	2	393,75	105,00	<0,0001
bloque	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
tto	37,50	2	18,75	5,00	0,0173
Error	75,00	20	3,75		
Total	900,00	26			

#### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.30955

Error: 3.7500 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

1,00	60,00	9	0,65	A
2,00	62,50	9	0,65	B
3,00	72,50	9	0,65	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

#### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.30955

Error: 3.7500 gl: 20

bloque Medias n E.E.

3,00	65,00	9	0,65	A
2,00	65,00	9	0,65	A
1,00	65,00	9	0,65	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

#### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.30955

Error: 3.7500 gl: 20

tto Medias n E.E.

1,00	63,33	9	0,65	A
3,00	65,83	9	0,65	B
2,00	65,83	9	0,65	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## AROMA

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
AROMA 27 0,96 0,95 1,77

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	612,50	6	102,08	81,67	<0,0001
muestreo	600,00	2	300,00	240,00	<0,0001
bloque	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
tto	12,50	2	6,25	5,00	0,0173
Error	25,00	20	1,25		
Total	637,50	26			

#### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.33342

Error: 1.2500 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

2,00 60,00 9 0,37 A

1,00 60,00 9 0,37 A

3,00 70,00 9 0,37 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

#### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.33342

Error: 1.2500 gl: 20

bloque Medias n E.E.

3,00 63,33 9 0,37 A

2,00 63,33 9 0,37 A

1,00 63,33 9 0,37 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

#### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.33342

Error: 1.2500 gl: 20

tto Medias n E.E.

1,00 62,50 9 0,37 A

3,00 63,33 9 0,37 A B

2,00 64,17 9 0,37 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## ACIDEZ

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
ACIDEZ 27 0,76 0,69 2,72

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	183,33	6	30,56	10,48	<0,0001
muestreo	66,67	2	33,33	11,43	0,0005
bloque	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
tto	116,67	2	58,33	20,00	<0,0001
Error	58,33	20	2,92		
Total	241,67	26			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.03683

Error: 2.9167 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

2,00 61,67 9 0,57 A

1,00 61,67 9 0,57 A

3,00 65,00 9 0,57 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.03683

Error: 2.9167 gl: 20

bloque Medias n E.E.

3,00 62,78 9 0,57 A

2,00 62,78 9 0,57 A

1,00 62,78 9 0,57 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.03683

Error: 2.9167 gl: 20

tto Medias n E.E.

3,00 60,00 9 0,57 A

1,00 63,33 9 0,57 B

2,00 65,00 9 0,57 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)



## CUERPO

### Análisis de la varianza

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
CUERPO 27 0.86 0.82 2.07

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	208.33	6	34.72	20.83	<0.0001
TTO	104.17	2	52.08	31.25	<0.0001
MUESTREO	104.17	2	52.08	31.25	<0.0001
BLOQUE	0.00	2	0.00	0.00	>0.9999
Error	33.33	20	1.67		
Total	241.67	26			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.53970

Error: 1.6667 gl: 20

TTO Medias n E.E.

1	60.83	9	0.43	A
3	60.83	9	0.43	A
2	65.00	9	0.43	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.53970

Error: 1.6667 gl: 20

MUESTREO Medias n E.E.

2.00	60.83	9	0.43	A
1.00	60.83	9	0.43	A
3.00	65.00	9	0.43	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.53970

Error: 1.6667 gl: 20

BLOQUE Medias n E.E.

3.00	62.22	9	0.43	A
2.00	62.22	9	0.43	A
1.00	62.22	9	0.43	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**DULZOR**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
DULZOR 27 0,98 0,98 8,01

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	30133,33	6	5022,22	188,33	<0,0001
muestreo	29866,67	2	14933,33	560,00	<0,0001
bloque	0,00	2	-1,5E-12	0,00	>0,9999
tto	266,67	2	133,33	5,00	0,0173
Error	533,33	20	26,67		
Total	30666,67	26			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.15879**

Error: 26.6667 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

1,00	20,00	9	1,72	A
2,00	73,33	9	1,72	B
3,00	100,00	9	1,72	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.15879**

Error: 26.6667 gl: 20

bloque Medias n E.E.

3,00	64,44	9	1,72	A
2,00	64,44	9	1,72	A
1,00	64,44	9	1,72	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.15879**

Error: 26.6667 gl: 20

tto Medias n E.E.

3,00	60,00	9	1,72	A
2,00	66,67	9	1,72	B
1,00	66,67	9	1,72	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## BALANCE

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
BALANCE 27 0,86 0,82 2,72

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	370,83	6	61,81	21,19	<0,0001
muestreo	304,17	2	152,08	52,14	<0,0001
bloque	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
tto	66,67	2	33,33	11,43	0,0005
Error	58,33	20	2,92		
Total	429,17	26			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.03683

Error: 2.9167 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

1,00	60,00	9	0,57	A
2,00	60,83	9	0,57	A
3,00	67,50	9	0,57	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.03683

Error: 2.9167 gl: 20

bloque Medias n E.E.

3,00	62,78	9	0,57	A
2,00	62,78	9	0,57	A
1,00	62,78	9	0,57	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.03683

Error: 2.9167 gl: 20

tto Medias n E.E.

1,00	61,67	9	0,57	A
3,00	61,67	9	0,57	A
2,00	65,00	9	0,57	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## LIMPIEZA

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
LIMPIEZA 27 sd sd 0,00

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	6	0,00	sd	sd
muestreo	0,00	2	0,00	sd	sd
bloque	0,00	2	0,00	sd	sd
tto	0,00	2	0,00	sd	sd

Error 0,00 20 0,00  
Total 0,00 26

### SABOR

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
SABOR 27 0,78 0,72 4,11

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	483,33	6	80,56	12,08	<0,0001
muestreo	416,67	2	208,33	31,25	<0,0001
bloque	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
tto	66,67	2	33,33	5,00	0,0173
Error	133,33	20	6,67		
Total	616,67	26			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.07940

Error: 6.6667 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

2,00 60,00 9 0,86 A

1,00 60,00 9 0,86 A

3,00 68,33 9 0,86 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.07940

Error: 6.6667 gl: 20

bloque Medias n E.E.

3,00 62,78 9 0,86 A

2,00 62,78 9 0,86 A

1,00 62,78 9 0,86 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.07940

Error: 6.6667 gl: 20

tto Medias n E.E.

1,00 61,67 9 0,86 A

3,00 61,67 9 0,86 A

2,00 65,00 9 0,86 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## SABOR RESIDUAL

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
SABOR RESIDUAL 27 0,59 0,47 3,79

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	158,33	6	26,39	4,87	0,0032
muestreo	104,17	2	52,08	9,62	0,0012
bloque	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
tto	54,17	2	27,08	5,00	0,0173
Error	108,33	20	5,42		
Total	266,67	26			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.77573

Error: 5.4167 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

2,00 60,00 9 0,78 A

1,00 60,00 9 0,78 A

3,00 64,17 9 0,78 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.77573

Error: 5.4167 gl: 20

bloque Medias n E.E.

3,00 61,39 9 0,78 A

2,00 61,39 9 0,78 A

1,00 61,39 9 0,78 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.77573

Error: 5.4167 gl: 20

tto Medias n E.E.

3,00 60,00 9 0,78 A

1,00 60,83 9 0,78 A B

2,00 63,33 9 0,78 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## UNIFORMIDAD

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
UNIFORMIDAD 27 0,89 0,86 5,81

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4533,33	6	755,56	28,33	<0,0001
muestreo	3466,67	2	1733,33	65,00	<0,0001
bloque	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
tto	1066,67	2	533,33	20,00	<0,0001
Error	533,33	20	26,67		
Total	5066,67	26			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.15879

Error: 26.6667 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

2,00 73,33 9 1,72 A

1,00 93,33 9 1,72 B

3,00 100,00 9 1,72 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.15879

Error: 26.6667 gl: 20

bloque Medias n E.E.

3,00 88,89 9 1,72 A

2,00 88,89 9 1,72 A

1,00 88,89 9 1,72 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.15879

Error: 26.6667 gl: 20

tto Medias n E.E.

1,00 80,00 9 1,72 A

3,00 93,33 9 1,72 B

2,00 93,33 9 1,72 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## IMPRESIÓN GLOBAL

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
IMPRESIÓN GLOBAL 27 0,58 0,45 5,51

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	325,00	6	54,17	4,56	0,0045
muestreo	237,50	2	118,75	10,00	0,0010
bloque	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
tto	87,50	2	43,75	3,68	0,0434
Error	237,50	20	11,88		
Total	562,50	26			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.10987

Error: 11.8750 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

1,00 60,00 9 1,15 A

2,00 60,83 9 1,15 A

3,00 66,67 9 1,15 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.10987

Error: 11.8750 gl: 20

bloque Medias n E.E.

3,00 62,50 9 1,15 A

2,00 62,50 9 1,15 A

1,00 62,50 9 1,15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.10987

Error: 11.8750 gl: 20

tto Medias n E.E.

1,00 60,83 9 1,15 A

3,00 61,67 9 1,15 A B

2,00 65,00 9 1,15 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## **ANEXO 2. Finca a 1600 msnm; Análisis estadístico cuadro ANAVA; propiedades organolépticas**

### **FRAGANCIA**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
FRAGANCIA 27 1,00 1,00 0,00

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	112,50	6	18,75	sd	sd
muestreo	112,50	2	56,25	sd	sd
bloque	0,00	2	0,00	sd	sd
tto	0,00	2	0,00	sd	sd
Error	0,00	20	0,00		
Total	112,50	26			

### **AROMA**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
AROMA 27 1,00 1,00 0,00

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	150,00	6	25,00	sd	sd
muestreo	150,00	2	75,00	sd	sd
bloque	0,00	2	0,00	sd	sd
tto	0,00	2	0,00	sd	sd
Error	0,00	20	0,00		
Total	150,00	26			



## ACIDEZ

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
ACIDEZ 27 0,80 0,74 1,65

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	83,33	6	13,89	13,33	<0,0001
muestreo	29,17	2	14,58	14,00	0,0002
bloque	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
tto	54,17	2	27,08	26,00	<0,0001
Error	20,83	20	1,04		
Total	104,17	26			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.21724

Error: 1.0417 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

1,00	60,83	9	0,34	A
2,00	61,67	9	0,34	A
3,00	63,33	9	0,34	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.21724

Error: 1.0417 gl: 20

bloque Medias n E.E.

3,00	61,94	9	0,34	A
2,00	61,94	9	0,34	A
1,00	61,94	9	0,34	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.21724

Error: 1.0417 gl: 20

tto Medias n E.E.

3,00	60,00	9	0,34	A
1,00	62,50	9	0,34	B
2,00	63,33	9	0,34	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**CUERPO**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
CUERPO 27 0,94 0,92 1,04

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	133,33	6	22,22	53,33	<0,0001
muestreo	66,67	2	33,33	80,00	<0,0001
bloque	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
tto	66,67	2	33,33	80,00	<0,0001
Error	8,33	20	0,42		
Total	141,67	26			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.76985**

Error: 0.4167 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

2,00 60,83 9 0,22 A

1,00 60,83 9 0,22 A

3,00 64,17 9 0,22 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.76985**

Error: 0.4167 gl: 20

bloque Medias n E.E.

3,00 61,94 9 0,22 A

2,00 61,94 9 0,22 A

1,00 61,94 9 0,22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.76985**

Error: 0.4167 gl: 20

tto Medias n E.E.

1,00 60,83 9 0,22 A

3,00 60,83 9 0,22 A

2,00 64,17 9 0,22 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**DULZOR**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
DULZOR 27 0,98 0,98 8,01

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	30133,33	6	5022,22	188,33	<0,0001
muestreo	29866,67	2	14933,33	560,00	<0,0001
bloque	0,00	2	-1,5E-12	0,00	>0,9999
tto	266,67	2	133,33	5,00	0,0173
Error	533,33	20	26,67		
Total	30666,67	26			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.15879**

Error: 26.6667 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

1,00	20,00	9	1,72	A
2,00	73,33	9	1,72	B
3,00	100,00	9	1,72	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.15879**

Error: 26.6667 gl: 20

bloque Medias n E.E.

3,00	64,44	9	1,72	A
2,00	64,44	9	1,72	A
1,00	64,44	9	1,72	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.15879**

Error: 26.6667 gl: 20

tto Medias n E.E.

3,00	60,00	9	1,72	A
2,00	66,67	9	1,72	B
1,00	66,67	9	1,72	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## BALANCE

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
BALANCE 27 0,74 0,66 1,66

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	58,33	6	9,72	9,33	0,0001
muestreo	29,17	2	14,58	14,00	0,0002
bloque	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
tto	29,17	2	14,58	14,00	0,0002
Error	20,83	20	1,04		
Total	79,17	26			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.21724

Error: 1.0417 gl: 20

muestreo Medias n E.E.  
1,00 60,00 9 0,34 A  
2,00 61,67 9 0,34 B  
3,00 62,50 9 0,34 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.21724

Error: 1.0417 gl: 20

bloque Medias n E.E.  
3,00 61,39 9 0,34 A  
2,00 61,39 9 0,34 A  
1,00 61,39 9 0,34 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.21724

Error: 1.0417 gl: 20

tto Medias n E.E.  
3,00 60,00 9 0,34 A  
1,00 61,67 9 0,34 B  
2,00 62,50 9 0,34 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## LIMPIEZA

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
LIMPIEZA 27 sd sd 0,00

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	6	0,00	sd	sd
muestreo	0,00	2	0,00	sd	sd
bloque	0,00	2	0,00	sd	sd
tto	0,00	2	0,00	sd	sd
Error	0,00	20	0,00		
Total	0,00	26			

**SABOR**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
SABOR 27 0,89 0,86 1,06

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	70,83	6	11,81	28,33	<0,0001
muestreo	66,67	2	33,33	80,00	<0,0001
bloque	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
tto	4,17	2	2,08	5,00	0,0173
Error	8,33	20	0,42		
Total	79,17	26			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.76985**

Error: 0.4167 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

2,00 60,00 9 0,22 A

1,00 60,00 9 0,22 A

3,00 63,33 9 0,22 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.76985**

Error: 0.4167 gl: 20

bloque Medias n E.E.

3,00 61,11 9 0,22 A

2,00 61,11 9 0,22 A

1,00 61,11 9 0,22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.76985**

Error: 0.4167 gl: 20

tto Medias n E.E.

1,00 60,83 9 0,22 A

3,00 60,83 9 0,22 A

2,00 61,67 9 0,22 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**SABOR RESIDUAL**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
SABOR RESIDUAL 27 1,00 1,00 3,1E-08

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	37,50	6	6,25	17592186044416000,00	<0,0001
muestreo	37,50	2	18,75		sd sd
bloque	0,00	2	0,00		sd sd
tto	0,00	2	0,00		sd sd
Error	0,00	20	0,00		
Total	37,50	26			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00000**

Error: 0.0000 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

2,00 60,00 9 0,00 A

1,00 60,00 9 0,00 A

3,00 62,50 9 0,00 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00000**

Error: 0.0000 gl: 20

bloque Medias n E.E.

3,00 60,83 9 0,00 A

2,00 60,83 9 0,00 A

1,00 60,83 9 0,00 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00000**

Error: 0.0000 gl: 20

tto Medias n E.E.

3,00 60,83 9 0,00 A

2,00 60,83 9 0,00 A

1,00 60,83 9 0,00 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**UNIFORMIDAD**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
UNIFORMIDAD 27 0,83 0,78 7,30

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4000,00	6	666,67	16,67	<0,0001
muestreo	3200,00	2	1600,00	40,00	<0,0001
bloque	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
tto	800,00	2	400,00	10,00	0,0010
Error	800,00	20	40,00		
Total	4800,00	26			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=7.54295**

Error: 40.0000 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

2,00 73,33 9 2,11 A

1,00 86,67 9 2,11 B

3,00 100,00 9 2,11 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=7.54295**

Error: 40.0000 gl: 20

bloque Medias n E.E.

3,00 86,67 9 2,11 A

2,00 86,67 9 2,11 A

1,00 86,67 9 2,11 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=7.54295**

Error: 40.0000 gl: 20

tto Medias n E.E.

3,00 80,00 9 2,11 A

1,00 86,67 9 2,11 A B

2,00 93,33 9 2,11 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## IMPRESIÓN GLOBAL

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
IMPRESIÓN GLOBAL 27 0,74 0,66 1,67

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	58,33	6	9,72	9,33	0,0001
muestreo	29,17	2	14,58	14,00	0,0002
bloque	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
tto	29,17	2	14,58	14,00	0,0002
Error	20,83	20	1,04		
Total	79,17	26			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.21724

Error: 1.0417 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

1,00	60,00	9	0,34	A
2,00	60,83	9	0,34	A
3,00	62,50	9	0,34	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.21724

Error: 1.0417 gl: 20

bloque Medias n E.E.

3,00	61,11	9	0,34	A
2,00	61,11	9	0,34	A
1,00	61,11	9	0,34	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.21724

Error: 1.0417 gl: 20

tto Medias n E.E.

3,00	60,00	9	0,34	A
1,00	60,83	9	0,34	A
2,00	62,50	9	0,34	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)



### ANEXO 3. Finca a 1800 msnm; Análisis estadístico cuadro ANAVA; tamaño del grano

#### Análisis de la varianza

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
TAMAÑO 27 0.91 0.88 2.81

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	40.58	6	6.76	31.91	<0.0001
MUESTREO	13.52	2	6.76	31.89	<0.0001
BLOQUE	0.41	2	0.20	0.96	0.3983
TTO	26.65	2	13.32	62.86	<0.0001
Error	4.24	20	0.21		
Total	44.82	26			

#### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.54910

Error: 0.2120 gl: 20

MUESTREO Medias n E.E.

1.00	15.61	9	0.15	A
2.00	16.22	9	0.15	B
3.00	17.32	9	0.15	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

#### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.54910

Error: 0.2120 gl: 20

BLOQUE Medias n E.E.

1.00	16.24	9	0.15	A
3.00	16.38	9	0.15	A
2.00	16.54	9	0.15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

#### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.54910

Error: 0.2120 gl: 20

TTO Medias n E.E.

3.00	15.36	9	0.15	A
1.00	16.07	9	0.15	B
2.00	17.73	9	0.15	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## ANEXO 4. Finca a 1600 msnm; Análisis estadístico cuadro ANAVA; tamaño del grano

### Análisis de la varianza

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
TAMAÑO 27 0.95 0.93 2.15

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	41.94	6	6.99	57.35	<0.0001
MUESTREO	22.93	2	11.47	94.09	<0.0001
BLOQUE	0.81	2	0.40	3.32	0.0569
TTO	18.20	2	9.10	74.65	<0.0001
Error	2.44	20	0.12		
Total	44.38	26			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.41635

Error: 0.1219 gl: 20

MUESTREO Medias n E.E.

1.00	15.36	9	0.12	A
2.00	15.89	9	0.12	B
3.00	17.52	9	0.12	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.41635

Error: 0.1219 gl: 20

BLOQUE Medias n E.E.

2.00	16.01	9	0.12	A
3.00	16.38	9	0.12	A
1.00	16.38	9	0.12	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.41635

Error: 0.1219 gl: 20

TTO Medias n E.E.

3.00	15.11	9	0.12	A
1.00	16.66	9	0.12	B
2.00	17.00	9	0.12	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## ANEXO 5. Finca a 1800 msnm; Análisis estadístico cuadro ANAVA; Peso del grano

### Análisis de la varianza

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
peso granos 27 0,88 0,84 11,02

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,56	6	0,93	23,83	<0,0001
muestreo	5,02	2	2,51	64,49	<0,0001
tto	0,39	2	0,20	5,04	0,0169
bloque	0,15	2	0,08	1,95	0,1685
Error	0,78	20	0,04		
Total	6,34	26			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.23525

Error: 0.0389 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

1	1,24	9	0,07	A
2	1,84	9	0,07	B
3	2,29	9	0,07	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.23525

Error: 0.0389 gl: 20

tto Medias n E.E.

3	1,63	9	0,07	A
1	1,81	9	0,07	A B
2	1,93	9	0,07	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.23525

Error: 0.0389 gl: 20

bloque Medias n E.E.

2	1,71	9	0,07	A
1	1,77	9	0,07	A
3	1,89	9	0,07	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## ANEXO 6. Finca a 1600 msnm; Análisis estadístico cuadro ANAVA; Peso del grano

### Análisis de la varianza

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
peso granos 27 0,94 0,92 11,10

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9,68	6	1,61	50,38	<0,0001
muestreo	8,97	2	4,49	140,11	<0,0001
tto	0,16	2	0,08	2,42	0,1143
bloque	0,55	2	0,28	8,61	0,0020
Error	0,64	20	0,03		
Total	10,32	26			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.21341

Error: 0.0320 gl: 20

muestreo Medias n E.E.

1	1,02	9	0,06	A
2	1,42	9	0,06	B
3	2,40	9	0,06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.21341

Error: 0.0320 gl: 20

tto Medias n E.E.

3	1,51	9	0,06	A
2	1,66	9	0,06	A
1	1,67	9	0,06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.21341

Error: 0.0320 gl: 20

bloque Medias n E.E.

1	1,44	9	0,06	A
2	1,61	9	0,06	A B
3	1,79	9	0,06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

## ANEXO 7. Finca a 1800 msnm; Análisis estadístico cuadro ANAVA; Número de granos en rama

### Análisis de la varianza

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
# GRANOS 27 0,91 0,88 6,95

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	869,11	6	144,85	33,09	<0,0001
MUESTREO	742,89	2	371,44	84,85	<0,0001
BLOQUE	72,67	2	36,33	8,30	0,0024
TTO	53,56	2	26,78	6,12	0,0085
Error	87,56	20	4,38		
Total	956,67	26			

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,49539

Error: 4,3778 gl: 20

MUESTREO Medias n E.E.

1,00 24,11 9 0,70 A

2,00 29,33 9 0,70 B

3,00 36,89 9 0,70 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,49539

Error: 4,3778 gl: 20

BLOQUE Medias n E.E.

1,00 28,00 9 0,70 A

2,00 30,33 9 0,70 A B

3,00 32,00 9 0,70 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,49539

Error: 4,3778 gl: 20

TTO Medias n E.E.

3,00 28,44 9 0,70 A

1,00 30,00 9 0,70 A B

2,00 31,89 9 0,70 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## ANEXO 8. Finca a 1600 msnm; Análisis estadístico cuadro ANAVA; Número de granos en rama

### Análisis de la varianza

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
# GRANOS 27 0,82 0,77 8,17

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	335,33	6	55,89	15,32	<0,0001
MUESTREO	279,63	2	139,81	38,32	<0,0001
BLOQUE	14,74	2	7,37	2,02	0,1588
TTO	40,96	2	20,48	5,61	0,0116
Error	72,96	20	3,65		
Total	408,30	26			

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,27797

Error: 3,6481 gl: 20

MUESTREO Medias n E.E.

1,00	19,11	9	0,64	A
2,00	24,11	9	0,64	B
3,00	26,89	9	0,64	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,27797

Error: 3,6481 gl: 20

BLOQUE Medias n E.E.

1,00	22,33	9	0,64	A
2,00	23,78	9	0,64	A
3,00	24,00	9	0,64	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,27797

Error: 3,6481 gl: 20

TTO Medias n E.E.

3,00	21,78	9	0,64	A
1,00	23,56	9	0,64	A B
2,00	24,78	9	0,64	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO 9. Finca a 1800 msnm; Datos consolidados; Características físicas y análisis sensoriales.**

<b>MUESTREO</b>	<b>BLOQUE</b>	<b>TTO</b>	<b># GRANOS</b>	<b>PESO GRANOS</b>	<b>TAMAÑO</b>
jul-13	1	1	22	1,1	15,00
jul-13	1	2	24	1,34	17,00
jul-13	1	3	22	1,12	14,90
jul-13	2	1	22	1,32	15,32
jul-13	2	2	25	1,1	17,76
jul-13	2	3	25	0,99	14,90
jul-13	3	1	24	1,23	14,88
jul-13	3	2	26	1,38	17,23
jul-13	3	3	27	1,56	13,49
ene-14	1	1	25	1,99	15,78
ene-14	1	2	29	1,89	17,12
ene-14	1	3	24	1,58	15,24
ene-14	2	1	31	1,87	16,02
ene-14	2	2	30	2	17,00
ene-14	2	3	26	1,58	15,96
ene-14	3	1	35	1,67	16,34
ene-14	3	2	33	2,1	17,56
ene-14	3	3	31	1,89	15,00
jun-14	1	1	34	2,13	16,80
jun-14	1	2	39	2,8	18,10
jun-14	1	3	33	2	16,20
jun-14	2	1	39	2,4	17,23
jun-14	2	2	41	2,11	18,78
jun-14	2	3	34	2	15,88
jun-14	3	1	38	2,57	17,22
jun-14	3	2	40	2,62	19,01
jun-14	3	3	34	1,98	16,66

MUESTREO	BLOQUE	TTO	FRAGANCIA	AROMA	ACIDEZ	CUERPO	DULZOR	BALANCE	LIMPIEZA	SABOR	SABOR RESIDUAL	UNIFORMIDAD	IMPRESIÓN GLOBAL	CALIFICACION
jul-13	1	1	60,00	60,00	62,50	60,00	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	80,00	60,00	62,05
jul-13	1	2	60,00	60,00	62,50	62,50	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	100,00	60,00	64,09
jul-13	1	3	60,00	60,00	60,00	60,00	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	100,00	60,00	63,64
jul-13	2	1	60,00	60,00	62,50	60,00	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	80,00	60,00	62,05
jul-13	2	2	60,00	60,00	62,50	62,50	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	100,00	60,00	64,09
jul-13	2	3	60,00	60,00	60,00	60,00	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	100,00	60,00	63,64
jul-13	3	1	60,00	60,00	62,50	60,00	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	80,00	60,00	62,05
jul-13	3	2	60,00	60,00	62,50	62,50	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	100,00	60,00	64,09
jul-13	3	3	60,00	60,00	60,00	60,00	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	100,00	60,00	63,64
ene-14	1	1	62,50	60,00	62,50	60,00	80,00	60,00	100,00	60,00	60,00	60,00	60,00	65,91
ene-14	1	2	62,50	60,00	62,50	62,50	80,00	62,50	100,00	60,00	60,00	80,00	60,00	68,18
ene-14	1	3	62,50	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	100,00	60,00	60,00	80,00	62,50	65,91
ene-14	2	1	62,50	60,00	62,50	60,00	80,00	60,00	100,00	60,00	60,00	60,00	60,00	65,91
ene-14	2	2	62,50	60,00	62,50	62,50	80,00	62,50	100,00	60,00	60,00	80,00	60,00	68,18
ene-14	2	3	62,50	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	100,00	60,00	60,00	80,00	62,50	65,91
ene-14	3	1	62,50	60,00	62,50	60,00	80,00	60,00	100,00	60,00	60,00	60,00	60,00	65,91
ene-14	3	2	62,50	60,00	62,50	62,50	80,00	62,50	100,00	60,00	60,00	80,00	60,00	68,18
ene-14	3	3	62,50	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	100,00	60,00	60,00	80,00	62,50	65,91
jun-14	1	1	67,50	67,50	65,00	62,50	100,00	65,00	100,00	65,00	62,50	100,00	62,50	74,32
jun-14	1	2	75,00	72,50	70,00	70,00	100,00	72,50	100,00	75,00	70,00	100,00	75,00	80,00
jun-14	1	3	75,00	70,00	60,00	67,50	100,00	65,00	100,00	65,00	60,00	100,00	62,50	75,00
jun-14	2	1	67,50	67,50	65,00	62,50	100,00	65,00	100,00	65,00	62,50	100,00	62,50	74,32
jun-14	2	2	75,00	72,50	70,00	70,00	100,00	72,50	100,00	75,00	70,00	100,00	75,00	80,00
jun-14	2	3	75,00	70,00	60,00	67,50	100,00	65,00	100,00	65,00	60,00	100,00	62,50	75,00
jun-14	3	1	67,50	67,50	65,00	62,50	100,00	65,00	100,00	65,00	62,50	100,00	62,50	74,32
jun-14	3	2	75,00	72,50	70,00	70,00	100,00	72,50	100,00	75,00	70,00	100,00	75,00	80,00
jun-14	3	3	75,00	70,00	60,00	67,50	100,00	65,00	100,00	65,00	60,00	100,00	62,50	75,00



**ANEXO 10. Finca a 1600 msnm; Datos consolidados; Características físicas y análisis sensoriales**

<b>MUESTREO</b>	<b>BLOQUE</b>	<b>TTO</b>	<b># GRANOS</b>	<b>PESO GRANOS</b>	<b>TAMAÑO</b>
jul-13	1	1	18	0,99	15,70
jul-13	1	2	20	1	16,30
jul-13	1	3	19	1,1	14,60
jul-13	2	1	19	0,89	15,40
jul-13	2	2	18	1,1	15,90
jul-13	2	3	19	0,78	13,90
jul-13	3	1	18	1,13	15,80
jul-13	3	2	20	1,23	16,10
jul-13	3	3	21	1	14,50
ene-14	1	1	22	1,12	16,35
ene-14	1	2	24	1,14	16,96
ene-14	1	3	20	1,23	14,80
ene-14	2	1	28	1,56	16,10
ene-14	2	2	26	1,68	15,90
ene-14	2	3	22	1,45	14,90
ene-14	3	1	24	1,78	16,40
ene-14	3	2	29	1,67	16,80
ene-14	3	3	22	1,13	14,80
jun-14	1	1	25	2,23	17,90
jun-14	1	2	28	2,12	17,80
jun-14	1	3	25	2	17,00
jun-14	2	1	29	2,45	18,00
jun-14	2	2	28	2,34	18,30
jun-14	2	3	25	2,28	15,70
jun-14	3	1	29	2,89	18,30
jun-14	3	2	30	2,67	18,90
jun-14	3	3	23	2,58	15,80

MUESTREO	BLOQUE	TTO	FRAGANCIA	AROMA	ACIDEZ	CUERPO	DULZOR	BALANCE	LIMPIEZA	SABOR	SABOR RESIDUAL	UNIFORMIDAD	IMPRESIÓN GLOBAL	CALIFICACION
jul-13	1	1	60,00	60,00	60,00	62,50	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	80,00	60,00	62,05
jul-13	1	2	60,00	60,00	62,50	62,50	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	100,00	60,00	64,09
jul-13	1	3	60,00	60,00	60,00	60,00	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
jul-13	2	1	60,00	60,00	60,00	62,50	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	80,00	60,00	62,05
jul-13	2	2	60,00	60,00	62,50	62,50	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	100,00	60,00	64,09
jul-13	2	3	60,00	60,00	60,00	60,00	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
jul-13	3	1	60,00	60,00	60,00	62,50	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	80,00	60,00	62,05
jul-13	3	2	60,00	60,00	62,50	62,50	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	100,00	60,00	64,09
jul-13	3	3	60,00	60,00	60,00	60,00	20,00	60,00	100,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
ene-14	1	1	62,50	60,00	60,00	62,50	80,00	62,50	100,00	60,00	60,00	80,00	62,50	68,18
ene-14	1	2	62,50	60,00	62,50	62,50	80,00	62,50	100,00	60,00	60,00	80,00	60,00	68,18
ene-14	1	3	62,50	60,00	60,00	62,50	60,00	60,00	100,00	60,00	60,00	60,00	60,00	64,09
ene-14	2	1	62,50	60,00	60,00	62,50	80,00	62,50	100,00	60,00	60,00	80,00	62,50	68,18
ene-14	2	2	62,50	60,00	62,50	62,50	80,00	62,50	100,00	60,00	60,00	80,00	60,00	68,18
ene-14	2	3	62,50	60,00	60,00	62,50	60,00	60,00	100,00	60,00	60,00	60,00	60,00	64,09
ene-14	3	1	62,50	60,00	60,00	62,50	80,00	62,50	100,00	60,00	60,00	80,00	62,50	68,18
ene-14	3	2	62,50	60,00	62,50	62,50	80,00	62,50	100,00	60,00	60,00	80,00	60,00	68,18
ene-14	3	3	62,50	60,00	60,00	62,50	60,00	60,00	100,00	60,00	60,00	60,00	60,00	64,09
jun-14	1	1	67,50	67,50	67,50	70,00	100,00	70,00	100,00	70,00	67,50	100,00	70,00	77,27
jun-14	1	2	75,00	72,50	75,00	70,00	100,00	70,00	100,00	72,50	70,00	100,00	75,00	80,00
jun-14	1	3	65,00	65,00	62,50	60,00	100,00	60,00	100,00	62,50	60,00	100,00	62,50	72,50
jun-14	2	1	67,50	67,50	67,50	70,00	100,00	70,00	100,00	70,00	67,50	100,00	70,00	77,27
jun-14	2	2	75,00	72,50	75,00	70,00	100,00	70,00	100,00	72,50	70,00	100,00	75,00	80,00
jun-14	2	3	65,00	65,00	62,50	60,00	100,00	60,00	100,00	62,50	60,00	100,00	62,50	72,50
jun-14	3	1	67,50	67,50	67,50	70,00	100,00	70,00	100,00	70,00	67,50	100,00	70,00	77,27
jun-14	3	2	75,00	72,50	75,00	70,00	100,00	70,00	100,00	72,50	70,00	100,00	75,00	80,00
jun-14	3	3	65,00	65,00	62,50	60,00	100,00	60,00	100,00	62,50	60,00	100,00	62,50	72,50

## ANEXO 11. Finca a 1800 msnm; análisis de suelo

### REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO No. 712-2013

Página 1 de 1



LABORATORIO DE SUELOS FACULTAD DE AGRONOMÍA  
B-FAGL002-FT-10.002.007

<b>Remitente:</b> Juan Bautista Piferos Rodríguez	<b>Finca:</b> Miraflores	<b>Lote:</b> *
<b>E-mail:</b> jbpr9214@hotmail.com	<b>Propietario:</b> Rodrigo Gutierrez	<b>Recibido:</b> 20.06.13
<b>Dirección:</b> Cl 1 72-81	<b>Municipio:</b> Fusagasugá	<b>Reportado:</b> 18.07.2013
<b>Teléfono:</b> 3124710428	<b>Dpto:</b> Cunda	<b>Recibo No.:</b> 182
<b>Ciudad:</b> Bogotá D.C.	<b>Cultivo:</b> Café	

### RESULTADOS

pH	CE dS/m	CO	N	Ca	K	Mg	Na	AI	CICE	CIC
		%		meq / 100g						
5,5	ns	1,30	0,11	7,15	0,34	1,43	0,07	0,00	9,00	ns

ns: no solicitado

P	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Ar	L	A	Textura
mg / kg									%	
88,0	ns	1,60	372	2,47	1,41	0,16	47	43	9	ArL

Los resultados corresponden únicamente a las muestras suministradas por el usuario y analizadas en el laboratorio

PARAMETRO	MÉTODOS DE ANÁLISIS	VALORACIÓN
pH	Suspensión sueloraagua (relación peso/volumen 1:1)	Potenciométrica
CE: Conductividad eléctrica	Extracto de la pasta de saturación	Conductimétrica
CO: Carbono orgánico oxidable	Walkley-Black	Colorimétrica
N: Nitrógeno total	Estimado a partir del CO (factor empleado 0,0862)	
Ca, K, Mg, Na: Bases intercambiables	Extracción con acetato de NH <sub>4</sub> 1M pH 7	Absorción Atómica
CIC: Capacidad de intercambio catiónico	Desplazamiento del NH <sub>4</sub> intercambiado con NaCl	Volumétrica
CICE: CIC Efectiva	Estimado por suma de bases y acidez intercambiables	
AI: Acidez intercambiable	Extracción con KCl 1M	Volumétrica
P: Fósforo disponible	Bray II	Colorimétrica
S: Azufre disponible	Extracción con fosfato monocalcico	Turbidimétrica
Cu, Fe, Mn, Zn: Microelementos	Extracción con DTPA	Absorción Atómica
B: Boro	Extracción con fosfato monocalcico	Colorimétrica
Arcilla (Ar), limo (L), arena (A)	Bouyoucos, dispersión con Na-Hexametafosfato	Densimétrica
Textura	Triángulo de clasificación textural USDA	

### NIVELES GENERALES DE REFERENCIA

Elemento	Clima	Alto	Medio	Bajo	Elemento	Alto	Medio	Bajo
	Frío	>0.50	0.25-0.50	<0.25	P	>40	20-40	<20
N	Medio	>0.25	0.15-0.25	<0.15	K	>0.35	0.15-0.35	<0.15
	Cálido	>0.20	0.10-0.20	<0.10	Ca	>6	3,0-6,0	<3
					Mg	>2.5	1.5-2.5	<1.5

Director Técnico:

Director de Laboratorio:

RECUERDE: El plan de fertilización es más eficiente si Ud consulta con el profesional de Asistencia Técnica de su localidad

Laboratorio de Aguas y Suelos. Facultad de Agronomía. Edificio 500 Cuarto Piso  
Conmutador 316 5000 Extensiones 19088 ó 19049; Telefax 316 5498  
Correo electrónico: [mchenagoto@unal.edu.co](mailto:mchenagoto@unal.edu.co)  
Bogotá, Colombia

## ANEXO 12. Finca a 1600 msnm; análisis de suelo

### REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO No. 1432-2013

Página 1 de 1



LABORATORIO DE SUELOS FACULTAD DE AGRONOMÍA  
B-FAGL002FT-10.002.007

<b>Remitente:</b> Juan Bautista Piñeros Rodríguez	<b>Finca:</b> La Finca	<b>Lote:</b> Bolsa blanca
<b>E-mail:</b> jbpr9214@hotmail.com	<b>Propietario:</b> Rafael Orduz	<b>Recibido:</b> 23.09.13
<b>Dirección:</b> Clle 1 72-81	<b>Municipio:</b> Fusagasuga	<b>Reportado:</b> 11.10.13
<b>Teléfono:</b> 3124710428	<b>Dpto:</b> Cundinamarca	<b>Recibo No.:</b> 310
<b>Ciudad:</b> Bogotá D.C.	<b>Cultivo:</b> Café	

### RESULTADOS

pH	CE dS/m	CO	N	Ca	K	Mg	Na	AI	CICE	CIC
		%		meq / 100g						
5,2	ns	1,36	0,12	13,1	0,18	3,49	0,14	2,02	18,9	ns

ns: no solicitado

P	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Ar	L	A	Textura
mg / kg							%			
9,94	ns	0,88	126	28,9	1,78	<0,12	34	29	37	FAr

Los resultados corresponden únicamente a las muestras suministradas por el usuario y analizadas en el laboratorio

PARÁMETRO	MÉTODOS DE ANÁLISIS	VALORACIÓN
pH	Suspensión suelo:agua (relación peso:volúmen 1:1)	Potenciométrica
CE: Conductividad eléctrica	Extracto de la pasta de saturación	Conductimétrica
CO: Carbono orgánico oxidable	Walkley-Black	Colorimétrica
N: Nitrógeno total	Estimado a partir del CO (factor empleado 0,0862)	
Ca, K, Mg, Na: Bases intercambiables	Extracción con NH <sub>4</sub> -Acetato 1M pH 7	Absorción Atómica
CIC: Capacidad de intercambio catiónico	Desplazamiento del NH <sub>4</sub> intercambiado con NaCl	Volumétrica
CICE: CIC Efectiva	Estimado por suma de bases y acidez intercambiables	
AI: Acidez intercambiable	Extracción con KCl 1M	Volumétrica
P: Fósforo disponible	Bray II	Colorimétrica
S: Azufre disponible	Extracción con fosfato monocálcico	Turbidimétrica
Cu, Fe, Mn, Zn: Microelementos	Extracción con DTPA	Absorción Atómica
B: Boro	Extracción con fosfato monocálcico	Colorimétrica
Arcilla (Ar), limo (L), arena (A)	Bouyoucos, dispersión con Na-Hexametafosfato	Densimétrica
Textura	Triángulo de clasificación textural USDA	

### NIVELES GENERALES DE REFERENCIA

Elemento	Clima	Alto	Medio	Bajo	Elemento	Alto	Medio	Bajo
N	Frío	>0.50	0.25-0.50	<0.25	P	>40	20-40	<20
	Medio	>0.25	0.15-0.25	<0.15	K	>0.35	0.15-0.35	<0.15
	Cálido	>0.20	0.10-0.20	<0.10	Ca	>6	3,0-6,0	<3
				Mg	>2.5	1.5-2.5	<1.5	

Químico:

Coordinadora:

RECUERDE: El plan de fertilización es más eficiente si Ud consulta con el profesional de Asistencia Técnica de su localidad

Laboratorio de Aguas y Suelos. Facultad de Agronomía. Edificio 500 Cuarto Piso  
Conmutador 316 5000 Extensiones 19088 ó 19049; Telefax 316 5498  
Correo electrónico: [mchenaoto@unal.edu.co](mailto:mchenaoto@unal.edu.co)  
Bogotá, Colombia

## **ANEXO 13. Resumen de las características del ecotopos 315A**

### **- Localización:**

Pertenece a la Cuenca del río Sumapaz.

Ubicado entre los 4° a 4°28. Latitud norte.

Municipios: Silvana, Fusagasugá, Tibacuy, Arbeláez, Icononzo (parte), Pandi, San Bernardo, Venecia (Ospina Pérez), Cabrera.

Departamentos: Cundinamarca y Tolima.

Área total del ecotopo: 52.213 ha.

### **- Clima:**

La precipitación es de 1.300-1.600mm.

Rango cafetero altitudinal entre 1.400-1.900 m.s.n.m.

Meses de menor lluvia: Diciembre-Febrero, Julio-Septiembre.

Con déficit en Enero, Febrero, Julio y Agosto.

### **- Suelos:**

Zona de influencia coluvial de areniscas de grano medio: Unidad Guadalupe.

Areniscas y arcillolitas: Unidad Guaduas.

Sectores dispersos cenizas volcánicas. (Troporthents, Dystropepts, Hapludands).

Arcillosos; presencia de pedregosidad sobre y a través del perfil; en general

escaso contenido de materia orgánica; en los sectores coluvioaluviales tienen medio a alto contenido de materia orgánica donde está la mayor concentración de café; pH de 4,5 - 5,5; topografía plana (12% pendiente), fuertemente ondulados (25% y 50%), disectados por áreas abruptas (100% pendiente); suelos altamente susceptibles a la erosión.

### **- Caficultura:**

Áreas en café: 16.461 ha.

Sistema de cultivo recomendado: Sombrío.



Meses de cosecha: Principal: Abril a Junio.




Mitaca: Octubre a Noviembre.

### **- Alternativas de uso:**

Caña, tomate, guanábana, pimentón, arveja, maíz, frijol, banano, pastos, bosques comerciales y proteccionistas.

**ANEXO 14. Tabla clasificación de defectos de granos FNC, 2010**

<b>DEFECTOS DEL CAFÉ</b>	
	<p><b>1. Negro total o parcial</b></p> <p><b>Descripción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grano con coloración del pardo al negro</li> <li>• Encogido</li> <li>• Arrugado</li> <li>• Cara plana hundida</li> <li>• Hendidura muy abierta</li> </ul> <p><b>Causas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de agua durante el desarrollo del fruto</li> <li>• Fermentaciones prolongadas</li> <li>• Cerezas sobremaduras recogidas del suelo</li> <li>• Malos secados o rehumedecimientos</li> </ul>
	<p><b>2. Cardenillo</b></p> <p><i>Descripción</i></p> <p>Grano atacado por hongos, recubierto de polvillo amarillo o amarillo rojizo</p> <p><b>Causas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fermentaciones prolongadas</li> <li>• Interrupciones largas del proceso de secado</li> <li>• Almacenamiento húmedo del producto</li> </ul>

	<p>3. <i>Vinagre o parcialmente vinagre</i></p> <p><i>Descripción</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grano con coloración del crema al carmelita oscuro</li> <li>• Hendidura libre de tegumentos</li> <li>• Película plateada puede tender a coloraciones pardo rojizas</li> </ul> <p><b>Causas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retrasos entre la recolección y el despulpado</li> <li>• Fermentaciones demasiado prolongadas</li> <li>• Uso de aguas sucias</li> <li>• Almacenamiento húmedo del café</li> </ul>
	<p>4. <i>Cristalizado</i></p> <p><i>Descripción</i></p> <p>Grano de color gris azuloso; frágil y quebradizo</p> <p><i>Causas</i></p> <p>Altas temperaturas en el secado (más de 50°C)</p>
	<p>5. <i>Decolorado veteado</i></p> <p><i>Descripción</i></p> <p>Grano con vetas blancas</p> <p><i>Causas</i></p> <p>Rehumedecimiento después del proceso de secado</p>



### 6. *Decolorado reposado*

#### *Descripción*

Grano con alteraciones en su color normal, presenta colores que van desde el blanqueado, crema, amarillo hasta el carmelita.

#### *Causas*

- Almacenamiento prolongado
- Malas condiciones de almacenamiento



### 7. *Decolorado ámbar o mantequilla*




#### *Descripción*



Grano de color amarillo traslúcido



#### *Causas*

Deficiencia de hierro en el suelo



	<p>8. <i>Decolorado sobresecado</i></p> <p><i>Descripción</i></p> <p>Grano de color ámbar o ligeramente amarillento</p> <p><i>Causas</i></p> <p>Demasiado tiempo o temperatura en el secado</p>
	<p>9. <i>Mordido o cortado</i></p> <p><i>Descripción</i></p> <p>Grano con una herida o cortada y oxidado</p> <p><i>Causas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desulpado con máquina mal ajustada o camisa defectuosa</li> <li>• Recolección de cerezas verdes</li> </ul>
	<p>10. <i>Picadura de insectos</i></p> <p><i>Descripción</i></p> <p>Grano con pequeños orificios</p> <p><i>Causas</i></p> <p>Ataque de insectos como el gorgojo y la broca</p>

	<p>11. <i>Averanado o arrugado</i></p> <p><i>Descripción</i></p> <p>Grano con estrías</p> <p><b>Causas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo pobre del cafeto por sequía</li> <li>• Debilidad del cafeto por falta de fertilizantes</li> </ul>
	<p>12. <i>Inmaduro y/o paloteado</i></p> <p><i>Descripción</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grano de color verdoso o gris claro</li> <li>• La cutícula no desprende</li> <li>• Superficie marchita</li> <li>• Tamaño menor que el normal</li> <li>• En este grupo se incluye el grano del paloteo</li> </ul> <p><i>Causas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección de granos verdes o pintones.-inmaduro-</li> <li>• Cultivo en zonas marginales</li> <li>• Falta de Abono</li> <li>• Roya -sequía</li> </ul>

	<p>13. <i>Aplastado</i></p> <p><i>Descripción</i></p> <p>Grano aplanado con fracturas parciales</p> <p><i>Causas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pisar el café durante el proceso de secado</li> <li>• Trilla de café humedecido</li> </ul>
	<p>14. <i>Flojo</i></p> <p><i>Descripción</i></p> <p>Grano de color gris oscuro y blando</p> <p><i>Causas</i></p> <p>Falta de secamiento</p>

**ANEXO 15. Tabla de requerimientos del cultivo de café**

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S	B	Zn	Mn	Cu	Fe
Kg/ha						g/ha				
30,94	2,26	36,92	4,26	2,26	1,21	49	18	61	33	107

Extracción por tonelada de c.p.s.

## **ANEXO 16. FICHA TECNICA NUTRILIFE**

### **REGISTRO DE VENTA ICA: N° 5206**

NUTRILIFE es un fertilizante liquido, organico-mineral de nueva generacion obtenido tras una rigurosa y estesa inverstigacion. Sus resultados han sido ampliamente comprobados en cultivos anuales y perennes; algodón, arroz, café, flores, hortalizas, leguminosas, maiz, papa, soya, tomate, pastos y forrajes. En el se combina la accion del extracto de algas marinas, acidos humicos y fulvicos, nutrientes y bioestimulantes de alta calidad.

### **CARACTERISTICAS**

NUTRILIFE provee beneficios comprobados al ser aplicado al suelo y por via foliar. Las aplicaciones foliares de nutriline aumentan el vigor y la sanidad de las plantas en terminos generales. Este producto no es toxico, es biodegradable, tiene un pH neutro y se puede mezclar con la mayoria de los productos fitosanitarios convencionales.

NUTRILIFE aumenta significativamente el rendimiento de la mayoria de los cultivos en un promedio del 10% al 20%, siempre y cuando las necesidades nutricionales del cultivo esten satisfechas.

### **BENEFICIOS**

En el suelo

- Ayuda en la descomposicion de la materia organica
- Acelera el crecimiento y formacion de raices
- Mejora la estructura fisica (descompacta)
- Optimiza la disponibilidad de nutrientes
- Estimula la actividad microbial

En a parte foliar

- Implementa el crecimeinto y vigor a la planta
- Incrementa el tamaño y la calidad estructural de almacenamiento (frutos, tuberculos, etc.)

- Mejora la resistencia en el manejo post cosecha
- En el arroz, incrementa el macollaje
- Incrementa el numero de brotes
- Evita el envejecimiento y baneamiento
- Estimula la division celular creando tejidos mas fuertes
- Incrementa la resistencia a condiciones de estrés
- En general, favorece el desarrollo de la planta haciendola mas fuerte, saludable, y con mejores rendimientos

#### COMPOSICIÓN

Nitrogeno Total (N).....	80.00 g/l.
Fósforo asimilable.....	100.00 g/l.
Potasio soluble en agua (K..O).....	27.00 g/l.
Calcio (CaO).....	0.13 g/l.
Magnesio (MgO).....	0.71 g/l.
Boro (B).....	4.13 g/l.
Hierro (Fe).....	0.64 g/l.
Molibdeno (Mo).....	0.82 g/l.
Carbono del extracto húmico total (CEHT).....	12.00 g/l.
Carbono de ácidos húmicos (CAH).....	6.00 g/l.
Carbono de ácidos fúmicos.....	5.00 g/l.
pH.....	6.87 en solución al 10%

#### BIOESTIMULANTES

Ácido indoeacético (I.A.A.)	Ácido gibelérico
Ácido indolbutírico	Ácido Absicico
Citoquininas	Extracto de algas marinas

## ANEXO 17. FICHA TECNICA ASCOFOL

**ASCOFOL<sup>®</sup>**: Es un activador orgánico con un EXTRACTO DE ALGAS MARINAS (Ascophillum nodosum), en mezcla con alta concentración citoquininas orgánicas en un balance hormonal. Esta enriquecido con micronutrientes. Produce efectos como Activador Natural en las plantas bajo condiciones de estrés fisiológico en sus etapas iniciales de crecimiento.

En aplicaciones radiculares, estimula en forma rápida la división celular, obteniendo un desarrollo radicular más rápido lo que conlleva a una mayor asimilación de nutrientes presentes en el suelo.

**REGISTRO DE VENTA ICA: N° 5302**

### COMPOSICION:

ELEMENTO	CONTENIDO (gramos/litro)
Nitrogeno total	45.0
Nitrogeno Organico (N)	45.0
Calcio (Ca)	2.5
Magnesio (MgO)	7.0
Boro (B)	38.0
Hierro (Fe)	2.0
Manganeso (Mn)	11.0
Zinc (Zn)	6.5
Material Orgánico	38.0
Regulador de crecimiento vegetal (fitohormonas naturales)	Auxina, Gibberilina y Betaina

**PRESENTACION:** 1 lt y 4 lt.

### USOS:

- Incrementar los procesos de división celular.
- Aumentar los procesos de diferenciación celular.
- Generar efectos sobre metabolismo secundarios (antocianinas, fitoalexinas).
- Mejoramiento de calidad: aumento en tamaño de flor, fruto y/o area foliar
- Aumento de productividad por la disminución de tallos improductivos o de abortos florales.

- Activación de yemas dormantes a yemas productivas

Frutales: Inmediatamente después de la diferenciación del fruto.

Hortalizas de Hoja: Después del primer mes.

Papa: Al Inicio de floración (70 días después de siembra)

Ornamentales: 20 días luego de poda tres aplicaciones una cada 15 días intercalada con AMINO.

La dosis recomendada es de 2 ml/l

**RECOMENDACIONES:** Consulte al Ingeniero agrónomo que le asiste técnicamente su cultivo, para estimar los requerimientos nutricionales de cada uno de sus cultivos, y programar un completo plan de fertilización.

Tiene el sello orgánico europeo ORGANIC FARMING de Alemania.