



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS**  
**NATURALES Y DEL AMBIENTE**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TEMA:**

**“CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL CAFÉ (*Coffea canephora* Pierre et  
*Froehner*) VARIEDAD ROBUSTA, CULTIVADA EN LOS CANTONES  
CALUMA Y ECHEANDÍA – PROVINCIA BOLÍVAR”**

**Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniera  
Agroindustrial, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la  
Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente,  
Carrera de Ingeniería Agroindustrial**

**AUTORAS:**

**MAYRA MAGALY MAYORGA VERGARA**  
**MERCEDES MARIELA LLANOS GARCÍA**

**DIRECTOR:**

**ING. JUAN GAIBOR. MSc.**

**GUARANDA – ECUADOR**

**MAYO 2017**



**TEMA:**

**“CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL CAFÉ (*Coffea canephora* Pierre et  
*Froehner*) VARIEDAD ROBUSTA, CULTIVADA EN LOS CANTONES  
CALUMA Y ECHEANDÍA – PROVINCIA BOLÍVAR”.**

**REVISADO Y APROBADO POR:**

---

**ING. JUAN GAIBOR CHÁVEZ MSc.**

**DIRECTOR**

---

**ING. MARCELO GARCIA MUÑOZ. MSc.**

**BIOMETRISTA**

---

**Dr. C. OLMEDO ZAPATA ILLANES. PhD**  
**ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA**

## **CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, MAYORGA VERGARA MAYRA MAGALY con C.I. 120747439-4 y LLANOS GARCÍA MERCEDES MARIELA con C.I. 020220152-1, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

---

AUTORA  
MAYRA MAGALY MAYORGA  
VERGARA  
C.I. 120747439-4

---

AUTORA  
MERCEDES MARIELA LLANOS  
GARCÍA  
C.I. 020220152-1

---

ING. JUAN GAIBOR CHÁVEZ MSc.

C.I 0201051687

DIRECTOR

---

Dr. C. OLMEDO ZAPATA ILLANES. PhD

C.I 0200574515

ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitir conseguir mis objetivos, brindándome la salud con su infinito amor y bondad. A mi madre GLORIA ELISA VERGARA, por su apoyo incondicional, por enseñarme sus valores, consejos, motivándome a seguir siempre hacia adelante sin rendirme; permitiéndome ser una mujer de bien ante la sociedad. A mi padre PEDRO PABLO MAYORGA, que me a infundado la constancia y carácter para no rendirme ante cualquier adversidad.

A mis hermanos; Pablo, Alfredo, Silvia, Marcia, María, que a pesar de la distancia siempre han estado pendientes de cada paso que doy; que de una u otra forma han sido participes en mi formación académica, colaborándome con su granito de arena para sobresalir ante las adversidades que se presenta en el camino.

A mis tíos; Beatriz Vergara y Cesar Guevara, por brindarme sus consejos y motivación en mi formación académica y personal.

**Mayra Magaly**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por proporcionarme salud y vida; mil gracias por darme la dicha de tener con vida a mis padres Teresa García y Ángel Llanos, que son la razón de mi superación enseñándome que cada problema que se presenta en mi vida no es un obstáculo si no una razón más para continuar luchando por cada sueño y no desmayar en el intento.

A mi madre Teresa García, que ha sido un pilar fundamental en mi vida, inculcándome buenos valores, que me ha permitido ser una persona de bien y sobre todo mil gracias por estar ahí en los buenos y malos momentos motivándome a seguir adelante.

A mis hermanos Andrés Llanos y Joel Llanos, por brindarme una mano en los momentos que más lo necesita, les doy las gracias por estar presentes conmigo en las adversidades que se presentaron en el transcurso de mi vida.

A mis tíos Wilson García y Mélida García, quienes fueron un apoyo muy importante en el lapso de mi vida personal y estudiantil, por brindarme su apoyo incondicional.

A mi hija Angelina, que es el motor de mi vida, le doy gracias a Dios, por darme la oportunidad de conocer el verdadero amor, a mi princesa le dedico todas las bendiciones que están por llegar a nuestras vidas.

A Klever Castro, que ocupa un lugar muy importante en mi vida y en mi corazón, le doy las gracias por estar conmigo en los buenos y malos momentos apoyándome incondicionalmente.

**Mercedes Mariela**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por guiarme y darme la fortaleza en cada paso que doy, a mi madre GLORIA ELISA VERGARA y a mi padre PEDRO PABLO MAYORGA que hoy en vida no se encuentra entre nosotros; los cuales me han brindado su apoyo incondicional; velando por mi bienestar estudiantil y personal, gracias a sus consejos y dedicación que han puesto en mí he logrado estar donde estoy.

A los docentes que conforman la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar, por impartir sus conocimientos y experiencias para formarnos como personas excelentes en la vida profesional; en especial al Ing. Juan Gaibor en calidad de Director del proyecto de investigación quien ha sido mi guía para culminar y lograr alcanzar los objetivos de este trabajo, al Lcdo. Fabián Montes y la Blga. Isabel Paredes que siempre han estado prestos en colaborarme con alguna inquietud en el laboratorio.

A los miembros del tribunal: Ing. Juan Gaibor, Director; Ing. Marcelo García, Biometrista y PhD. Olmedo Zapata, Área de Redacción Técnica, que permitieron dar el realce y apertura para culminar con el proyecto de investigación.

A Mercedes Llanos; quien durante estos cinco años de formación académica me acompañado en la realización del proyecto de investigación para alcanzar la meta propuesta. Además, siendo amiga de confianza, lo que ha hecho más fácil sobrellevar los inconvenientes que se han presentado en el camino.

**Mayra Magaly**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por bendecirme y guiarme llevándome por el camino de bien, le doy mil gracias por cada bendición que llega a mi vida. A mi Madre Teresa García, quien ha dedicado su apoyo económico y moral, ofreciendo su amor, su paciencia, le estaré eternamente agradecida, ya que sin ella no sería posible que cumpla mis metas y que me convierta en una persona de bien útil para la Sociedad.

A los todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar; les agradezco por compartirme sus valiosos conocimientos; los mismos que me servirán para poner en práctica en la vida profesional.

A los miembros del tribunal de manera especial al Ing. Juan Gaibor Chávez, Director del Proyecto de investigación, quien ha sabido guiarme en cada uno de los procesos académicos, realizando las gestiones necesarias con el fin de hacer posible la realización del presente trabajo; Ing. Marcelo García, Biometrista y PhD. Olmedo Zapata, Área de Redacción Técnica, por colaborar con sus valiosos conocimientos, tiempo y por ayudarnos con las tramites necesarias para que se lleve a cabo este proyecto de investigación.

Al Lic. Fabián Montes y Blga. Isabel Paredes, por facilitarme los materiales y equipos necesarios del laboratorio para llevar a cabo los respectivos análisis; mil gracias por ofrecerme sus valiosos conocimientos e experiencia.

A Mayra Mayorga, compañera y amiga en el transcurso de los cinco años de vida estudiantil, y con quien he desarrollado el proyecto de investigación, le agradezco por compartir buenos y malos momentos, quien ha hecho que el camino recorrido sea más amigable en cada uno de los procesos que nos ha tocado realizar juntas y así lograr que este sueño se haga realidad.

**Mercedes Mariela**



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Nº	CONTENIDO	PAG.
	TEMA .....	I
	DECLARACIÓN.....	II
	CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA .....	III
	AGRADECIMIENTO .....	V
	ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	VII
	ÍNDICE DE CUADROS .....	XIV
	ÍNDICE DE TABLAS .....	XIV
	ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XIX
	ÍNDICE DE ANEXOS .....	XXII
<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>PROBLEMA. ....</b>	<b>4</b>
	2.1 Planteamiento del problema.....	4
	2.2 Formulación del problema .....	6
	2.3 JUSTIFICACIÓN .....	6
<b>III.</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
	3.1 GENERALIDADES DEL CAFÉ .....	7
	3.1.1 Café (Coffea).....	7
	3.1.2 Origen e Historia .....	8
	3.1.3 Taxonomía.....	8
	3.1.4 Morfología del café.....	9
	3.1.4.1 La raíz.....	9
	3.1.4.2 Tallo principal .....	9
	3.1.4.3 Yemas seriadas.....	10
	3.1.4.4 Ramas primarias.....	10

3.1.4.5 Hojas.....	11
3.1.4.6 Flores.....	11
3.1.4.7 Fruto.....	12
3.1.4.8 Semilla.....	12
3.2 Produccion del café.....	13
3.2.1 Producción Mundial.....	13
3.2.2 Producción Nacional.....	15
3.2.2.1 Zonas cafetaleras del Ecuador.....	15
3.3.3 Producción Regional.....	18
3.3.4 Producción Local.....	18
3.4 Variedades del café en el Ecuador.....	19
3.4.1 Café Arábigo ( <i>Coffea arabica L.</i> ).....	20
3.4.2 Café Robusta ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ).....	20
3.5 Cosecha de Café.....	21
3.5.1 Manejo de Poscosecha.....	21
3.6 Industrialización y proceso productivo del café.....	22
3.6.1 Introducción al proceso del café.....	22
3.6.2 Recepción y almacenamiento del café en grano.....	22
3.6.3 Limpieza del café en grano.....	22
3.6.4 Tostado y Molido del café en grano.....	23
3.6.5 Envasado del café.....	23
3.6.6 Conservación y Almacenaje.....	24
3.7 Propiedades Físicas del Café.....	24
3.7.1 Humedad.....	24
3.7.2 Tamaño.....	24
3.7.3 Defectos Físicos del Café Verde.....	25

3.7.4 Densidad de los Granos.....	25
3.8 Composición Químicas del café.....	26
3.8.1 Cafeína.....	26
3.8.2 Volátiles.....	27
3.8.2.1 Los volátiles en el café verde.....	27
3.8.3 Lípidos.....	29
3.8.4 Carbohidratos.....	29
3.8.5 Los aminoácidos y proteínas.....	30
3.8.6 Minerales.....	30
3.8.7 Compuestos nitrogenados.....	30
3.8.8 Polifenoles.....	30
3.9 Características organolépticas del café.....	31
3.9.1 Color de los Granos.....	31
3.9.2 Olor del Café Verde.....	32
3.10 Consumo del café.....	32
3.10.1 Aspectos Nutricionales.....	32
3.11 Metodología para determinar la composición físico química del café.....	32
3.11.1 Metodología para determinar compuestos volátiles en café.....	34
3.11.1.1 Destilación simultánea líquido-líquido (DS-LL) para la extracción de compuestos volátiles.....	34
3.11.2 Metodología para determinar el contenido de cafeína en café.....	35
3.11.2.1. Extracción de Cafeína líquido- líquido.....	35
3.11.2.2. Disolvente para la extracción de la Cafeína.....	36
3.11.2.3. Filtración.....	37
3.11.2.4. Evaporación.....	37
3.12 Plan Nacional del Buen Vivir.....	38

3.12.1 Impulsar la transformación de la matriz productiva .....	38
3.12.2 Promover la intensidad tecnológica en la producción primaria, de bienes intermedios y finales. ....	38
<b>IV. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>40</b>
4.1 MATERIALES: .....	40
4.1.1 Localización de la investigación .....	40
4.1.2 Zona de vida.....	44
4.1.3 Material experimental .....	44
4.1.4 Materiales de campo .....	44
4.1.5 Reactivos.....	45
4.1.6 Material de oficina .....	45
4.2 MÉTODOS.. .....	46
4.2.1 Factores de estudio.....	46
4.2.2 Tipo de diseño experimental o estadístico .....	46
4.2.3 Descripción de las características del Experimento.....	46
4.2.5 Método de Tukey .....	47
4.2.6 PROCEDIMIENTO .....	48
4.2.6.1 Preparación de la muestra para el análisis de laboratorio .....	48
4.2.7 TIPO DE ANÁLISIS .....	49
4.2.7.1 Análisis químicos.....	49
4.2.7.2 Análisis físicos .....	49
4.2.8 Métodos de evaluación y datos tomados.....	49
4.2.8.1 Clasificación de algunos defectos físicos del grano café robusta cereza ..	49
4.2.8.1.1 Color.....	49
4.2.8.1.2. Tamaño de los granos .....	49
4.2.8.2. Identificación de las principales propiedades físicas .....	49

4.2.8.2.1. Humedad .....	49
4.2.8.3. Identificación de los principales compuestos químicos .....	49
4.2.8.3.1. Cenizas .....	49
4.2.8.3.2. Cafeína .....	49
4.2.8.3.3. Volátiles .....	50
4.2.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	50
4.2.9.1 Registro de propiedades físicas y valoraciones de los granos defectuosos del café robusta recolectadas en los Cantones de Echeandia y Caluma. ....	50
4.2.9.2 Determinación del porcentaje (%) de humedad en el café Robusta en estado natural en los Cantones Echeandia y Caluma basándose en la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 0286 (2013).....	50
4.2.9.3 Determinación del porcentaje (%) de cenizas en el café Robusta en estado natural, tostado y molido de los Cantones Echeandia y Caluma basándose en la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2679:2013 .....	53
4.2.9.4 Tostado y molido del café robusta de una manera tradicional.....	54
4.2.9.5 Determinación del porcentaje (%) de humedad en el café robusta tostado y molido en los Cantones Echeandia y Caluma utilizando la Balanza Mettler Toledo. ....	54
4.2.9.6 Destilación simultanea líquido - líquido (DSL) para la extracción de compuestos volátiles .....	55
4.2.9.6.1 Diagrama de proceso para la extracción de compuestos volátiles en café robusta tostado y molido .....	56
4.2.9.7 Extracción de Cafeína utilizando el método de reflujo (Soxhlet).....	57
4.2.9.7.1 Diagrama de proceso para la extracción de cafeína en café robusta tostado y molido.....	59
4.2.9.7.2 Preparación de la solución patrón “A” .....	60
4.2.9.7.3 Preparación de las diferentes disoluciones a partir de la solución “B”..	60

4.2.9.7.4 Metodología para determinar cafeína por cromatografía líquida de ultra alta presión (UHPLC) .....	60
4.2.9.8 Metodología para determinar compuestos volátiles por Espectrómetro de Infrarrojo FTIR Spectrum 400 .....	62
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>63</b>
5.1. Resultados obtenidos de las propiedades físicas del café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía .....	63
5.2 Resultados obtenidos de la valoración de los granos defectuosos del café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía.....	65
5.3 Contenidos obtenidos del % de humedad del café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta, en estado natural cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía. ....	69
5.4 Contenido del % de cenizas en estado natural del café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía. ....	72
5.5 Resultados obtenidos del % de humedad en el café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía en café tostado y molido mediante el uso de la Balanza Mettler Toledo. ....	76
5.6 Resultados obtenidos del % de cenizas del café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía en café tostado y molido .....	79
5.7 Resultados obtenidos del extracto de volátiles a partir del café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía en café tostado y molido .....	82
5.8 Resultados obtenidos por UHPLC en el café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía, en los que se detalla, el peso obtenido de la cafeína extraída, los cromatogramas, concentración y porcentaje de cafeína en café tostado y molido. ....	83

5.9 Resultados obtenidos en el Espectrómetro de Infrarrojo FTIR Spectrum 400. .....	102
<b>VI. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....</b>	<b>114</b>
6.1. Hipótesis Nula.....	114
6.2. Hipótesis Alternativa.....	114
<b>VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>117</b>
7.1 CONCLUSIONES .....	117
7.2. RECOMENDACIONES .....	119
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>120</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>125</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO N°</b>	<b>DETALLE</b>	<b>PAG.</b>
<b>Cuadro N°1:</b>	Clasificación taxonómica del café .....	8
<b>Cuadro N°2:</b>	Producción Mundial de Café cosechadas desde el 2013 al 2015... ..	14
<b>Cuadro N°3:</b>	Superficie, producción y ventas del grano de café.....	15
<b>Cuadro N°4:</b>	Superficie Cafetalera del Ecuador y Área en producción efectiva, 2012.....	17
<b>Cuadro N°5:</b>	Encuesta de superficie y producción agropecuaria 2013 .....	18
<b>Cuadro N°6:</b>	Número de UPA's y superficie en Has/principales cultivos – Cantón Caluma.....	18
<b>Cuadro N°7:</b>	Estimación de hectáreas cultivadas y cosechas de la variedad de café robusta en el 2016.....	19
<b>Cuadro N°8:</b>	Compuestos Volátiles del café ( <i>Coffe arabiga L,</i> ) variedad Borbón de Masacota, Jalisco, Mexico.....	28
<b>Cuadro N°9:</b>	Composición química del grano de café verde (% en base seca) ..	31
<b>Cuadro N°10:</b>	Lugar de la Investigación. ....	40
<b>Cuadro N°11:</b>	Situación Geográfica y Climática. ....	40
<b>Cuadro N°12:</b>	Ubicación Territorial .....	41
<b>Cuadro N°13:</b>	Situación geográfica y climática .....	41
<b>Cuadro N°14:</b>	Ubicación Territorial .....	41
<b>Cuadro N°15:</b>	Situación geográfica y climática .....	42
<b>Cuadro N°16:</b>	Localidades de estudio del Cantón Caluma .....	42
<b>Cuadro N°17:</b>	Localidades de estudio del Cantón Echeandía .....	43



<b>Cuadro N°18:</b> Datos de GPS en el Cantón Echeandía .....	43
<b>Cuadro N°19:</b> Datos de GPS en el Cantón Caluma.....	43
<b>Cuadro N°20:</b> Comparación de la variedad Robusta en los dos Cantones.....	46
<b>Cuadro N°21:</b> Características del experimento .....	46
<b>Cuadro N°22:</b> Esquema del ANOVA para el diseño factorial A*B.....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA N°</b>	<b>DETALLE</b>	<b>PAG.</b>
<b>Tabla N°1:</b>	Datos de las Propiedades Físicas de café robusta en el Cantón Echeandía .....	63
<b>Tabla N°2:</b>	Datos de las Propiedades Físicas de las muestras de café robusta en el Cantón Caluma.....	63
<b>Tabla N°3:</b>	Análisis de varianza (ADEVA) para respuesta experimental de la Densidad de los granos de café robusta .....	64
<b>Tabla N°4:</b>	Porcentaje total de granos de café robusta defectuosos en el Cantón Caluma .....	66
<b>Tabla N°5:</b>	Porcentaje total de granos de café defectuosos en el Cantón Echeandía .....	67
<b>Tabla N°6:</b>	Análisis de varianza (ADEVA) para respuesta experimental de los defectos de los granos del café robusta. ....	68
<b>Tabla N°7:</b>	Determinación % humedad de café robusta en estado natural a las 6 horas .....	69
<b>Tabla N°8:</b>	Determinación % humedad de café robusta en estado natural 4 horas .....	70
<b>Tabla N°9:</b>	Promedio Total % humedad de café en estado natural a las 6 horas y 4 horas .....	71
<b>Tabla N°10:</b>	Análisis de varianza (ADEVA) para respuesta experimental del contenido de humedad del café robusta en estado natural. ....	72
<b>Tabla N°11:</b>	Determinación de porcentaje de cenizas en muestras de Café Robusta en estado natural en los Cantones de Echeandía y Caluma .....	73
<b>Tabla N°12:</b>	Promedio total del porcentaje de Cenizas en muestras de Café en estado natural Robusta en los Cantones de Echeandía y Caluma .....	74

<b>Tabla N°13:</b> Análisis de varianza (ADEVA) para respuesta experimental del contenido de cenizas del café robusta en estado natural. ....	75
<b>Tabla N°14:</b> Porcentaje de humedad del café tostado y molido del Cantón Caluma y Echeandía.....	76
<b>Tabla N°15:</b> Análisis de varianza (ADEVA) para respuesta experimental del contenido de humedad del café robusta tostado y molido .....	78
<b>Tabla N°16:</b> Determinación de porcentaje de cenizas en muestras de Café tostado y molido de los Cantones de Echeandía y Caluma .....	79
<b>Tabla N°17:</b> Promedio total del porcentaje de Cenizas en café tostado y molido de los Cantones de Echeandía y Caluma.....	80
<b>Tabla N°18:</b> Análisis de varianza (ADEVA) para respuesta experimental del contenido de cenizas del café robusta tostado y molido .....	81
<b>Tabla N°19:</b> Volumen del extracto de volátiles en café tostado y molido de los Cantones de Echeandía y Caluma.....	82
<b>Tabla N°20:</b> Determinación de la curva de calibrado de la cafeína patrón .....	86
<b>Tabla N°21:</b> Muestras de cafeína de café, área y tiempo de retención .....	88
<b>Tabla N°22:</b> Resumen de la concentración de cafeína presente en el café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta procedentes del Cantón Caluma y del Cantón Echeandía.....	96
<b>Tabla N°23:</b> Pesos obtenidos de la cafeína extraída del café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta.....	97
<b>Tabla N°24:</b> Resumen del porcentaje % de cafeína presente en el café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta procedentes del Cantón Caluma y del Cantón Echeandía.....	99
<b>Tabla N°25:</b> Análisis de varianza (ADEVA) para respuesta experimental del contenido de cafeína.....	101

<b>Tabla N°26:</b> Compuestos volátiles del café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ), variedad Robusta procedentes de los Cantones de Echeandía y Caluma. ....	103
<b>Tabla N°27:</b> Análisis de varianza (ADEVA) para respuesta experimental de los grupos funcionales. ....	112
<b>Tabla N°28:</b> Verificación de la hipótesis tomando en cuenta los análisis físicos y químicos .....	115

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRAFICO N°</b>	<b>DETALLE</b>	<b>PAG.</b>
<b>Grafico N°1:</b>	Porcentaje de granos de café defectuosos en el Cantón Caluma....	66
<b>Grafico N°2:</b>	Porcentaje de granos de café defectuosos en el Cantón Echeandía	67
<b>Grafico N°3:</b>	Promedio Total del % humedad de café robusta en estado natural a las 6 Horas y 4 Horas .....	71
<b>Grafico N°4:</b>	Promedio total del porcentaje de Cenizas de café Robusta.....	75
<b>Grafico N°5:</b>	Porcentaje de humedad del café tostado y molido del Cantón Caluma y Echeandía.....	77
<b>Grafico N°6:</b>	Porcentaje de cenizas en café tostado y molido del Cantón Caluma y Echeandía. ....	80
<b>Grafico N°7:</b>	Volumen del extracto de volátiles en café tostado y molido de los Cantones de Echeandía y Caluma. ....	82
<b>Grafico N°8:</b>	Cromatograma del estándar 1 de cafeína anhidra a 4 ppm .....	83
<b>Grafico N°9:</b>	Cromatograma del estándar 2 de cafeína anhidra a 8 ppm .....	84
<b>Grafico N°10:</b>	Cromatograma del estándar 3 de cafeína anhidra a 16 ppm .....	85
<b>Grafico N°11:</b>	Cromatograma del estándar 4 de cafeína anhidra a 24 ppm .....	85
<b>Grafico N°12:</b>	Cromatograma del estándar 5 de cafeína anhidra a 32 ppm .....	86
<b>Grafico N° 13:</b>	Curva de calibrado de la cafeína patrón .....	87
<b>Grafico N°14:</b>	Cromatograma del contenido de cafeína de la localidad de Piedra Grande del Cantón Echeandía.....	89
<b>Grafico N°15:</b>	Cromatograma del contenido de cafeína de la localidad de Tablas de la Florida del Cantón Caluma.....	90

<b>Grafico N°16:</b> Cromatograma del contenido de cafeína de la localidad de Sabanetillas del Cantón Echeandía .....	92
<b>Grafico N°17:</b> Cromatograma del contenido de cafeína de la localidad de Pitiamby del Cantón Echeandía .....	92
<b>Grafico N°18:</b> Cromatograma del contenido de cafeína de la localidad la Industria del Cantón Echeandía .....	93
<b>Grafico N°19:</b> Cromatograma del contenido de cafeína de la localidad de Yatuví del Cantón Caluma.....	94
<b>Grafico N°20:</b> Cromatograma del contenido de cafeína de la localidad de Pueblo Nuevo del Cantón Caluma .....	94
<b>Grafico N°21:</b> Cromatograma del contenido de cafeína de la localidad del Paraíso del Cantón Caluma.....	95
<b>Grafico N°22:</b> Concentración de la cafeína en el café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta procedentes del Cantón Caluma y Echeandía. ....	96
<b>Grafico N°23:</b> Resumen del porcentaje % de cafeína presente en el café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta procedentes del Cantón Caluma y del Cantón Echeandía.....	100
<b>Grafico N°24:</b> Componentes volátiles presentes en el café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta correspondiente a la localidad de Pueblo Nuevo del Cantón Caluma .....	104
<b>Grafico N°25:</b> Componentes volátiles presentes en el café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta correspondiente a la localidad de Tablas de la Florida del Cantón Caluma. ....	105
<b>Grafico N°26:</b> Componentes volátiles presentes en el café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta, correspondiente a la localidad el Paraíso del Cantón Caluma.....	106

<b>Grafico N°27:</b> Componentes volátiles presentes en el café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta, correspondiente a la localidad de Yatuví del Cantón Caluma.....	107
<b>Grafico N°28:</b> Componentes volátiles presentes en el café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta, correspondiente a la localidad de Sabanetillas del Cantón Echeandía .....	108
<b>Grafico N°29:</b> Componentes volátiles presentes en el café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta, correspondiente a la localidad de Pitiamby del Cantón Echeandía.....	109
<b>Grafico N°30:</b> Componentes volátiles presentes en el café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta, correspondiente a la localidad de Piedra Grande del Cantón Echeandía.....	110
<b>Grafico N°31:</b> Componentes volátiles presentes en el café ( <i>Coffea canephora Pierre et Froehner</i> ) variedad robusta, correspondiente a la localidad la Industria del Cantón Echeandía.....	111

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO N°</b>	<b>DETALLE</b>	<b>PAG.</b>
<b>Anexo N° 1:</b>	Mapa de la ubicación de la investigación en el Cantón Caluma ...	126
<b>Anexo N° 2:</b>	Mapa de la ubicación de la investigación en el Cantón Echeandía	127
<b>Anexo N° 3:</b>	Resultados de análisis físicos químicos.....	128
<b>Anexo N° 4:</b>	Base de datos .....	136
<b>Anexo N° 5:</b>	Ficha de recolección de datos.....	143
<b>Anexo N° 6:</b>	Fotografías .....	144
<b>Anexo N° 7:</b>	Glosario de términos .....	148



## RESUMEN Y SUMMARY

### RESUMEN

El trabajo de investigación; “caracterización química del café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía – Provincia Bolívar”, describe la determinación de compuestos químicos y algunas propiedades físicas más relevantes en el Café Robusta en 4 localidades perteneciente a Cantón Caluma y 4 localidades del Cantón Echeandía, Provincia Bolívar. Se describe todas las etapas; desde la cosecha, selección, despulpado, secado, pilado, tostado y molido, y la extracción de compuestos volátiles y cafeína en el café robusta mediante la utilización de equipos e instrumentos de laboratorio.

Una vez realizado los procesos anteriores del grano cereza de Café Robusta se definieron los parámetros físicos: temperatura, altura, humedad, boyado, defectos entre otros. Posteriormente se procede al despulpado, secado, tostado, extracción de volátiles y cafeína; estos últimos se emplearon varios químicos para facilitar su extracción y determinación.

Los equipos de elección fueron el Espectrómetro de Infrarrojo FTIR Spectrum 400, donde se identificaron alrededor de ocho grupos funcionales; entre los cuales están: Aromático-Alquilo, Cetenimina, Alcoholes y Fenoles, Alquenos, Haluros de Alquilo, Alquinos, Alcoholes-Éteres-Ácidos Carboxílicos y Esteres.

Además, se empleó un Cromatógrafo de líquidos de ultra alta presión (UHPLC) en el cual se analizó el contenido de Cafeína presente en las diferentes muestras de Café Robusta tostado, y la localidad de Yatuví presento un porcentaje de cafeína de 0,625%, que cumple con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1123 (2006), sobre los requisitos fisicoquímicos para el café tostado y molido menciona que el porcentaje mínimo de cafeína, para café sin descafeinar es de 0,75%.

Palabras claves: Café Robusta, cafeína, compuestos volátiles, propiedades físicas.

## SUMMARY

The Research work; "Chemical characterization of the coffee (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) robust variety, cultivated in the Cantones Caluma and Echeandía - Provincia Bolívar", describes the determination of chemical compounds and some more relevant physical properties in the Café Robusta in 4 localities belonging to Cantón Caluma and 4 localities of the Cantón Echeandía, Province Bolivar. All stages are described; from harvesting, selection, pulping, drying, piling, roasting and grinding, and the extraction of volatile compounds and caffeine in robust coffee using laboratory equipment and instruments.

After the previous processes of the coffee bean cherry of robusta the physical parameters were defined: temperature, height, humidity, boyado, defects among others. Subsequently proceed to the pulping, drying, roasting, extraction of volatiles and caffeine; the latter were used several chemicals to facilitate their extraction and determination.

The equipment of choice was the FTIR Spectrum 400 Infrared Spectrometer, where about eight functional groups were identified; Among which are: Aromatic-Alkyl, Cetenimine, Alcohols and Phenols, Alkenes, Alkyl Halides, Alkynes, Alcohols-Ethers-Carboxylic Acids and Esters.

In addition, an Ultra High Pressure Liquid Chromatograph (UHPLC) was used in which the content of Caffeine present in the different samples of Roasted Robusta Coffee was analyzed, and the Yatuví locality presented a percentage of caffeine of 0.625%, which complies With the INEN 1123 (2006), on the physico-chemical requirements for roasted and ground coffee, mentions that the minimum percentage of caffeine, for non-decaffeinated coffee, is 0.75%.

Key words: Robusta coffee, caffeine, volatile compounds, physical properties

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El café constituye uno de los principales cultivos a nivel mundial y está considerado como una bebida muy popular (Gareca Oblitas, Montilla, & Bianco Dugarte , 2011). Por tal razón en el transcurso de los tiempos ha tomado mayor posición en los diferentes mercados nacionales e internacionales; y está directamente relacionada con la economía de los diferentes países que se dedican a la producción y comercialización del mismo; los países con mayor producción a nivel mundial en el 2014 y 2015 están Brasil con 45.342 Tm seguido por Vietnam con 27.500 Tm; Colombia con 13.333 Tm e Indonesia con 10.365 Tm; variando sus cualidades organolépticas en función del clima, altura, tipo de suelo, humedad, diversidad entre las principales variedades.

La cosecha a nivel mundial en el año 2011-2012 de las variedades más importantes como: Café Arábigo (*Coffea arabica L.*), fue de 81.024 millones de sacos de 60 kilogramos que corresponde al 60,3% de la producción; mientras que el café Robusta (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) con una producción de 53.391 millones de sacos de 60 kilogramos que corresponde al 39,7 % (COFENAC, 2013).

En el Ecuador se producen dos especies de café; la variedad arábica y robusta (COFENAC, 2013). Menciona que la producción estimada es de 199.215 hectáreas, de las cuales 136.385 hectáreas corresponden a cafetales arábigos y 62.830 hectáreas a café robusta, estas dos variedades son reconocidas por su variación en el aroma y sabor.

La producción de las dos variedades está distribuida en las cuatro regiones del Ecuador, el café arábigo se adapta fácilmente en la Costa, Sierra, Amazonia y las Islas Galápagos a una altura de cultivo de 2000 msnm; las Provincias que se dedican a la producción de esta variedad son: Manabí, El Oro, Guayas, Loja. Mientras que el café robusta se adapta en zonas tropicales húmedas de la costa y

la Amazonía Ecuatoriana entre las principales Provincias que se dedican a la producción de esta variedad son: Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, Sucumbíos, Esmeraldas, Orellana y Napo, desde alturas cercanas a los 600 msnm (COFENAC, 2013).

El café además de ser una de las bebidas más populares en el mundo, es uno de los productos naturales de mayor complejidad, por su historia, su comercio y su riqueza química, conformada por ácidos Orgánicos, Aldehídos, Cetonas, Esteres, Hidrocarburos de bajo peso molecular, Aminoácidos, Cafeína, Carbohidratos, Proteínas, Trigonelina, Lípidos, Glucósidos y Minerales; cada uno de ellos contribuye con el sabor (más de cuatrocientos compuestos orgánicos e inorgánicos) y aroma característico (más de seiscientos compuestos) en su mayoría en concentraciones trazas (Puerta, 2011).

(Luiza & Col, 2011). Manifiestan que cuando se realiza un estudio amplio de la composición química de los granos de café y los aspectos que presenta sobre las características sensoriales, están relacionadas directamente con el contenido de humedad, actividad de agua, acidez; se conoce si estos componentes favorecen o perjudican. Químicamente el café está constituido de agua y materia seca; La materia seca de los granos de café está constituida por minerales y sustancias orgánicas en los que están presentes los carbohidratos, lípidos, proteínas alcaloides y compuestos volátiles que son los encargados de dar el aroma al café.

Al realizar la investigación a nivel de bases de datos y mediante ensayos de laboratorio; tuvo con objetivo identificar en que Cantón el café de la variedad Robusta (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) presenta un alto contenido de componentes en cuanto a su composición química y propiedades físicas.

Logrando identificar en qué localidad de los Cantones de Caluma y Echeandía de la Provincia Bolívar produce café de calidad; con el fin de potenciar y promover la producción y alternativas agroindustriales, contribuyendo de esta manera a la mejora de la economía del País.

En la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

Realizar la caracterización química del café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía - Provincia Bolívar.

Se plantearon como Objetivos Específicos:

Identificar la principal variedad de café que se cultiva en los Cantones Caluma y Echeandía de la Provincia Bolívar.

Caracterizar las propiedades físicas de la variedad seleccionada.

Identificar los principales compuestos químicos de los granos de café en la variedad seleccionada.

Comparar la composición de la variedad de los granos de café del Cantón Caluma y Echeandía con otras variedades de las regiones del Ecuador.

Identificar las potencialidades agroindustriales de la variedad de café seleccionada.

## CAPÍTULO II

### 2. PROBLEMA

#### 2.1 Planteamiento del problema

En el Ecuador prevalecen dos especies comerciales identificadas como café arábigo (*Coffea arabica L.*) y café robusta (*Coffea canephora Pierre et Froehner*). Para la investigación se ha tomado en cuenta el café robusta (*Coffea canephora Pierre et Froehner*); en el transcurso de los años ha disminuido la producción, debido a que son pocos los productores que se dedican al cultivo de esta variedad y por tal razón es necesario realizar un estudio físico, químico para determinar su composición.

La gran ventaja es que se pueden preparar como cafés corrientes o cafés especiales. Un café especial es aquel producto que se distingue de los demás por su particularidad característica de taza, zonas donde se cultiva, tecnología de producción y procesamiento que se emplea, aporte en la conservación de la biodiversidad, principios solidarios que lo sustentan o por preferencia de la demanda especializada. Cada tipo de café reúne un conjunto de características físicas de los granos y organolépticas de la bebida. Los atributos físicos y organolépticos del café dependen del genotipo (variedad, híbrido, clon), del ambiente donde se cultiva (suelo, clima, altitud) y del manejo de pre cosecha y pos cosecha (Duicela, Guamàn & Farfàn , 2015).

Existen variables que caracterizan a una variedad de café tales como la altitud, temperatura, el estado de maduración, contenidos de nutrientes en el suelo y así como también las prácticas culturales que se les aplica. Antes de ser la variedad de café sometida al proceso de beneficio, es necesario realizar una caracterización de sus componentes químicos y sus propiedades físicas, para conocer de esta manera como van a ser transformados los diferentes componentes, y dar el sabor y olor característico del café, y resaltan la zona donde se cultiva.

Existen normas establecidas para determinar las propiedades físicas contempladas en la norma INEN 286, tales como color de los granos, olor del café verde, forma de los granos, humedad del grano, tamaño, prueba de tamizaje, densidad del grano. La norma INEN ISO 10470 proporciona cinco categorías de defectos considerados como potencialmente presentes en el café verde comercializado en todo el mundo, cualquiera que sea la especie, variedad y tipo de beneficio. De igual forma existen metodologías para la determinación de su composición química. Se ha reportado datos sobre los principales compuestos químicos, en especial de las diferentes variedades de café alrededor del mundo (S Oestre-Janzen, CAFEA, Hamburg Germany , 2013).

(Rodrigues de Oliveira, 2014), habla acerca de las características químicas. Sin embargo, no existen informaciones científicas actualizadas, que den a conocer la composición química de las variedades de café cultivadas sobre los 1000 msnm en el Ecuador; tampoco existen estudios realizados en la Provincia de Bolívar, y en ninguno de sus Cantones sobre dicho tópico.

El no reportar datos actualizados sobre la composición química de las variedades de café que se cultivan en la provincia de Bolívar, Cantón Caluma y Echeandía tomando en consideración especialmente las variedades, altitud, temperatura, y, sobre todo la composición química del grano cereza; ocasiona una pérdida de oportunidad para dar a conocer las bondades de la variedad de café Robusta que se siembran, minimizando la importancia de este cultivo, y su potencial beneficio con la comercialización.

## **2.2 Formulación del problema**

Ante lo mencionado, se considera que la investigación debe abordar principalmente el estudio de la variedad de café robusta en las 4 localidades del Cantón Caluma y 4 localidades del Cantón Echeandía, para lo cual se plantea la siguiente pregunta directriz:

¿Cuál es la composición química y propiedades físicas del café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad Robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía – Provincia Bolívar?

## **2.3 JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación aborda el estudio de la composición química del café variedad robusta existente en los Cantones Caluma y Echeandía de la Provincia Bolívar. No existe datos acerca de la composición química y física reportados por la bibliografía científica, como revistas y libros; ni tampoco existen estudios científicos realizados sobre esta temática. Situación que convierte a este estudio en pionero y único al realizar la determinación de las propiedades físicas y químicas de la variedad en mención.

En el ámbito social productivo, es importante esta investigación porque aporta al conocimiento de las propiedades físicas y químicas de la variedad de esta zona, lo que estimula el cultivo y estudio de este café por parte de los productores y profesionales de esta área.

En la parte científica es importante debido a que, a través de los análisis físicos y químicos, se contribuye al conocimiento de la composición de esta variedad, aspecto que todavía no se encuentra reportado en la bibliografía científica existente.



## CAPÍTULO III

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 GENERALIDADES DEL CAFÉ

##### 3.1.1 Café (*Coffea*)

Los granos de café son provenientes de las plantas del género *Coffea*, los principales productos que se obtienen a partir de los granos son destinados al consumo humano (Duicela Guambi, Guamàn Agilar, & Farfan Talledo, 2015).

Existen dos principales especies de café en el mundo; como son el Arábigo y la Robusta, cada variedad con su propia ecología (S Oestre- Janzen, CAFEA, Hamburg Germany , 2013).

(El Congreso Científico Unachi, 2015). Manifiestan que los cafetos son arbustos que se adaptan perfectamente en regiones tropicales, existen aproximadamente 100 especies que pertenecen al género *coffea*, y solamente 2 de ellas se usan para la preparación de la bebida de café. La variedad *coffea arábica* representa el 75% de la producción a nivel mundial, esta variedad produce un café fino y muy aromático, a diferencia del *coffea canephora* que se caracteriza por ser un café fuerte, ácido y con un porcentaje muy bueno en cuanto a cafeína.

Las hojas del café son persistentes y opuestas que sirven de sombra, producen frutos carnosos en tonalidades purpuras, rojos y amarillo, conocidos como cerezas de café, se componen de dos núcleos, cada uno de ellos tiene un grano de café, que se encuentra cubierto con el pergamino que corresponde a la pared del núcleo. Una vez retirado, el grano de café verde se observa rodeado de una piel plateada adherida, que corresponde con el tegumento de la semilla. El café además de ser una de las bebidas más populares en el mundo, es uno de los productos naturales de mayor complejidad, por su historia, su comercio y su riqueza química, conformada por numerosos compuestos químicos que contribuyen con el sabor y aroma característico (Elias, 2013).

### 3.1.2 Origen e Historia

El café es un arbusto verde procedente de Etiopia; existen varias versiones de la aparición de este vegetal, en las cuales manifiestan que el café lo descubrieron unos monjes que empleaban para padecer insomnio en sus horas de oración nocturna. Sean o no verdad el café sin duda alguna tiene un gran valor en sus características físicas químicas y organolépticas; y hoy en día se ha convertido en un producto muy consumido (Mijael, 2014).

(Según Oestreich & Janzen, 2013). Manifiestan que los granos de café arábigo paleobotánica carbonizados fueron encontrados en 1997 en una excavación arqueológicos en el lado oriental de la Península Árabe, cerca de Omán, a principios del siglo XIII.

### 3.1.3 Taxonomía

**Cuadro N°1:** Clasificación taxonómica del café

<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>
<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Dicotiledónea
<b>Subclase:</b>	Asteridae
<b>Orden:</b>	Rubiales
<b>Familia:</b>	Rubiaceae
<b>Género:</b>	Coffea
<b>Nombre Científico:</b>	<i>Coffea</i>
<b>Nombre Común:</b>	Café, cafeto.

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### 3.1.4 Morfología del café

#### 3.1.4.1 La raíz

Es considerada como un órgano importante, por donde la planta absorbe agua y los nutrientes necesarios para desarrollar las diferentes partes como; las flores en la cual se generan los granos de café (Rodríguez, 2012).

La raíz del café es pivotante que puede llegar a más de un metro de profundidad (Arreola, 2015).

#### Imagen N°1: Raíz de café



Elaborado: Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

#### 3.1.4.2 Tallo principal

Da origen a las ramas plagiotropicas primarias; tienen una conexión vascular con el tallo desde el inicio (Arreola, 2015).

#### Imagen N°2: Tallo principal del café



Elaborado: Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### 3.1.4.3 Yemas seriadas

Dan origen a brotes o ramas que crecen verticalmente y conforma la hoja de la planta; su número puede aumentar con la edad del cafeto. (Arreola, 2015).

**Imagen N°3:** Yemas seriadas del café



Yemas seriadas

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### 3.1.4.4 Ramas primarias

Forman parte de ramas plagiotropicas que crecen en dirección horizontal, conforman las ramas secundarias y terciarias (Arreola, 2015).

**Imagen N°4:** Ramas primarias del café



Ramas Primarias

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### 3.1.4.5 Hojas

Considerada parte fundamental en el café y en todas las plantas gracias a la presencia de ellas se realiza la fotosíntesis, respiración y transcripción; su color es verde oscuro, brillante en la parte superior, verde oscuro en el interior y terminan en punta, sus bordes son ondulados (Arreola, 2015).

**Imagen N°5:** Hojas del café



**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### 3.1.4.6 Flores

Son las que dan origen al fruto, al inicio toman un color blanco intenso de 5 pétalos fusionados en su base, dando origen al tubo de la corola y posteriormente se vuelven un color café oscuro hasta que finalmente aparecen los granos de café; la formación de las flores se demora aproximadamente entre 4-5 meses. Las flores se localizan en las axilas de las hojas de las ramas plagiotropicas (Arreola, 2015).

**Imagen N°6:** Flores del café



**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### 3.1.4.7 Fruto

Presenta una superficie brillante y lisa. La pulpa es delgada y se desprende fácilmente del pergamino, los frutos cuando están maduros son rojos en algunos casos con dos semillas y otros son caracolillos porque uno de los óvulos se fecunda originando una semilla redonda. El café cereza presenta el pergamino y la pulpa; esta última está formada por el epicarpio o cascara con un 46% del fruto, el mesocarpio o mucílago con un 17 % (Arreola, 2015).

**Imagen N°7:** Forma del fruto

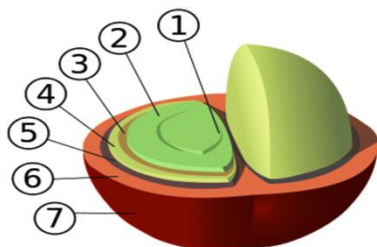


**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### 3.1.4.8 Semilla

Está constituida de la almendra y pergamino, son oblongas, plano convexas y representan del 35 % al 38 % del fruto de café; mientras que el endospermo contiene compuestos en los que destacan la cafeína, proteínas, ácido clorogenico entre otros (Arreola, 2015).

**Imagen N°8:** Estructura de los granos de café



- 1.- Corte central
- 2.- Grano de café (endospermo)
- 3.- Piel planteada (tegumento)
- 4.- Pergamino (endocarpio)
- 5.- Capa de pectina
- 6.-Pulpa (mesocarpio o mucilago)
- 7.- Piel exterior (epicarpio)

**Fuente:** (Vasquez, 2011)

## **3.2 Produccion del café**

### **3.2.1 Producción Mundial**

(Mijael R, 2011). Menciona que el café es uno de los productos más importantes y básico de la economía mundial, tras el petróleo; sin embargo, cifras considerables ha disminuido en los últimos años, debido al aumento de otros productos agrícolas, pero no ha perdido su participación en el mercado por su consumo en muchas familias. Se estima que 125 millones de personas viven del cultivo del café, incluyéndose pequeños productores; existen muchos intereses económicos y sociales por el consumo de millones de tazas de café.

Las estimaciones acerca de la producción mundial de café varían según las fuentes estadísticas, lo que ocasiona que existan diferencias entre una fuente y otra, pero algunas fuentes concuerdan con la producción mundial cosechada de café como es el caso de (OIC y USDA) donde manifiestan que en el 2014 al 2015 tuvo un rango de 2.30 % (OIC) y 5.21 % (USDA); esto quiere decir que la producción fue inferior al periodo anterior (Heredía, 2015).

**Cuadro N°2:** Producción Mundial de Café cosechadas desde el 2013 al 2015

<b>Producción de café en América del sur (Tm)</b>		
<b>País – Origen</b>	<b>2013-2014</b>	<b>2014-2015</b>
Brasil	49.152	45.342
Colombia	12.124	13.333
Perú	4.453	2.883
<b>Ecuador – Brasil (Robustas)</b>	<b>11.125</b>	<b>13.288</b>
<b>Producción de café en Asia y Oceanía (Tm)</b>		
Vietnam	27.500	27.500
Indonesia	11.449	10.365
India	5.121	5.517
<b>Producción de café en el Norte y Centro América (Tm)</b>		
Honduras	4.568	5.400
México	3.916	3.900
Guatemala	3.159	3.500
Nicaragua	1.941	2.050
Costa Rica	1.444	1.508
El Salvador	537	680
<b>África (Tm)</b>		
Etiopia	6.527	6.625
Uganda	3.602	3.800
Costa de Marfil	2.107	2.175

**Fuente:** Organización Internacional del café (OIC). 2016

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016



### 3.2.2 Producción Nacional

La producción en el año 2011 en el Ecuador fue de 23.829 T métricas, mientras que el café cosechado fue de 98.347 T métricas llegando a vender alrededor de 20.191 T métricas.

Estos valores dan a conocer que la producción y venta de café ha disminuido en comparación con el 2009, en donde hubo el mayor incremento de los últimos cuatro años con 33.624 Tm (COFENAC, 2013).

**Cuadro N°3:** Superficie, producción y ventas del grano de café.

<b>Superficie, Producción y Ventas de Café (Grano de Oro)</b>					
<b>Años</b>	<b>Plantada</b>	<b>En Edad Productiva</b>	<b>Cosechada</b>	<b>Producción</b>	<b>Ventas</b>
2008	191,189	182,433	168,479	32,096	29,98
2009	198,511	185,201	171,923	33,624	32,099
2010	191,08	163,13	144,931	31,347	29,101
2011	122,856	110,474	98,347	23,829	20,191

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

Uno de los problemas fundamentales de los cultivos de café es el rendimiento estimado entre 5 a 6 qq/ha al año, siendo los más bajos en comparación con otros países productores; debido al mal manejo de las plantaciones, falta de capacitación, uso de tecnología moderna, entre otros factores; aproximadamente el 90 % de la superficie de los cultivos de café es manejada bajo un sistema tradicional (COFENAC, 2013).

#### 3.2.2.1 Zonas cafetaleras del Ecuador

En el Ecuador las especies más importantes de café que predominan están: el café arábigo y café robusta, las cuales están distribuidas en las cuatro regiones geográficas como la Sierra, Costa, Oriente y las Islas Galápagos (COFENAC, 2013).

La variedad de café arábigo se adapta fácilmente hasta los 2000 msnm y que comprende (Caturra, Bourbón, Pacas, Catuaí, Típica, Catimor, Sarchimor) las Provincias que se dedican a la producción de esta variedad esta: Manabí, El Oro, Guayas, Loja. Así también está el café robusta que se adapta fácilmente a las zonas tropicales húmedas de la Costa y la Amazonia Ecuatoriana, especialmente en las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, Sucumbíos, Orellana y Napo; desde alturas cercanas al nivel del mar hasta los 600 msnm (COFENAC, 2013).

En los últimos años se está evaluando la posibilidad de producir café robusta usando irrigación en las zonas tropicales secas de Guayas y Santa Elena. La opción tecnológica recomendada para renovar las plantaciones de robusta es el empleo de clones de alta producción. Con este propósito, el INIAP y el COFENAC han seleccionado clones de alta producción que se están evaluando en varios agro ecosistemas del oriente y litoral ecuatoriano. La superficie cafetalera del Ecuador estimada por COFENAC en diciembre del 2012, es de 199.215 hectáreas, de las cuales 136.385 hectáreas corresponden a cafetales arábigos y 62.830 hectáreas a café robusta (COFENAC, 2013).

En consecuencia, se evidencia una reducción del área cafetalera total. La distribución de la superficie de café se detalla por provincia, estimada por el COFENAC, se expone en el cuadro N°4. Considerando que existen cafetales abandonados y otras áreas de cafetales en crecimiento, se estima que solo el 75% de la superficie total corresponde a cafetales en producción efectivamente cosechados. Al analizar la distribución de la superficie cafetalera por provincias se destaca que Manabí, Loja, Orellana y Sucumbíos tienen las mayores áreas cafetaleras (COFENAC, 2013).

**Cuadro N°4:** Superficie Cafetalera del Ecuador y Área en producción efectiva, 2012

Provincias	Café Arábigo		Café Robusta		Área Cafetalera Nacional	
	Superficie Total	Área en Producción	Superficie Total	Área en Producción	Superficie Total	Área en Producción
Esmeraldas	900	675	6.345	4.759	7.245	5.434
Manabí	70.050	52.538	0	0	70.050	52.538
Santa Elena	1.800	1.350	0	0	1.800	1.350
Guayas	6.355	4.766	425	319	6.780	5.085
Los Ríos	3.520	2.640	6.610	4.958	10.130	7.598
El Oro	9.730	7.298	0	0	9.730	7.298
Carchi	195	146	0	0	195	146
Imbabura	300	225	0	0	300	225
Pichincha	850	638	1.300	975	2.150	1.613
Santo Domingo	0	0	2.650	1.988	2.650	1.988
Cotopaxi	1.000	750	800	600	1.800	1.350
<b>Bolívar</b>	<b>3.410</b>	<b>2.558</b>	<b>2.580</b>	<b>1.935</b>	<b>5.900</b>	<b>4.493</b>
Chimborazo	650	488	0	0	650	488
Cañar	270	203	0	0	270	203
Azuay	230	173	0	0	230	173
Loja	29.345	22.009	0	0	29.345	22.009
Sucumbíos	0	0	17.320	12.990	17.320	12.990
Orellana	0	0	20.000	15.000	20.000	15.000
Napo	0	0	4.800	3.600	4.800	3.600
Pastaza	40	30	0	0	40	30
Morona Santiago	290	218	120	90	410	308
Zamora Chinchipe	6.350	4.763	0	0	6.350	4.763
Galápagos	1.100	825	0	0	1.100	825
<b>TOTAL</b>	<b>136385</b>	<b>102293</b>	<b>62950</b>	<b>47214</b>	<b>199245</b>	<b>149507</b>

Fuente: COFENAC, 2013

Elaborado: Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### 3.3.3 Producción Regional

En la provincia de Bolívar el cultivo de café es permanente lo cual resulta beneficioso ya que dichas plantaciones no se pierden y se sigue manteniendo el consumo. Según la última encuesta que se realizó en el 2013 por INEC los datos se encuentran detallados en el Cuadro N° 5 (MCPEC, 2011).

**Cuadro N°5:** Encuesta de superficie y producción agropecuaria 2013

<b>SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y VENTAS EN LA PROVINCIA BOLÍVAR</b>					
<b>CAFÉ (Grano oro)</b>					
<b>REGIÓN Y PROVINCIA</b>		<b>SUPERFICIE (Has.)</b>		<b>PRODUCCIÓN (Tm.)</b>	<b>VENTAS (Tm.)</b>
<b>BOLÍVAR</b>	<b>Solo</b>	732	642	146	138
	<b>Asociado</b>	2.398	2.182	303	282

Elaborado: Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### 3.3.4 Producción Local

En el Cantón Caluma la producción de café, es apreciado en el mercado nacional e internacional, ocupando el 13,6% de la superficie del suelo productivo, o sea 2.778 has (DIAGNÓSTICO, 2015). Los datos se muestran en el cuadro N°6

**Cuadro N°6:** Número de UPA's y superficie en Has/principales cultivos – Cantón Caluma.

		<b>Monocultivo</b>		<b>Cultivos asociados</b>		<b>Ambos tipos de cultivos</b>	
<b>N °</b>	<b>Tipo de cultivo</b>	<b>UPA"S</b>	<b>Superficie sembrada</b>	<b>UPA"S</b>	<b>Superficie sembrada</b>	<b>UPA"S</b>	<b>Superficie sembrada</b>
<b>1</b>	<b>CAFÉ</b>	-	-	352	2.778	352	2.778

Fuente: MAGAP, 2016

Elaborado: Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

En el Cantón Echeandía el sistema de hectáreas cultivadas y cosechadas de la variedad Robusta; según la investigación realizada por MAGAP en el 2016, se detalla en el siguiente cuadro N°7 la ubicación exacta, el nombre del productor, el área total cafetalera y la variedad que se cultiva en esta región (MAGAP, 2016).

**Cuadro N°7:** Estimación de hectáreas cultivadas y cosechas de la variedad de café robusta en el 2016

N °	Provincia	Cantón	Parroquia	Nombre del productor	Área total de Café (Ha)	Variedad
1	BOLÍVAR	ECHEANDIA	Pitiamby	Roldan Bianculli Luis Javier	2	Robusta
2			Naranjo Agrio	Leon Bracho Marco Vinicio	0.5	Robusta
3			Sabanetillas	Melendez Bonne Blanca Nieves	0.5	Robusta
4			Guamag Yacu	Alarcon Bonilla Maxtely Vinicio	2	Robusta
5			Piedra Grande	Paliz Gonzalez Albino Heriberto	0.5	Robusta
6			Estero De Damas	Muños Mariano	1	Robusta
<b>Total, de superficies plantadas</b>					6.05	Robusta

Fuente: MAGAP, 2016

Elaborado: Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### 3.4 Variedades del café en el Ecuador

Las principales variedades que prevalecen en el Ecuador es el: café Arábigo y el café Robusta esta última aporta mayor aroma, sabor, productividad y resistencia a plagas. Para su cultivo requiere de un clima cálido con una temperatura promedio de 20 °C y de un suelo rico en materia orgánica, para obtener una cosecha productiva (Vasquez, 2011).

### 3.4.1 Café Arábigo (*Coffea arabica* L.)

El café arábigo es un cultivo estacional que requiere de 180 a 200 días de lluvia (6 meses) para su completo desarrollo; cuando las precipitaciones disminuyen la producción es considerable, aunque el cafeto presenta cierta tolerancia a la sequía. Esta especie tiene una gran adaptabilidad a los distintos ecosistemas de las 4 regiones del Ecuador. Las principales variedades arábigos que se cultivan en el Ecuador son: Caturra, Bourbon, Catauí, Catimor, Típica y Sarchimor, de los cuales se produce café verde, tostado y soluble (Especialista sectorial del café , 2013).

#### Imagen N°9: Café arábigo



**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### 3.4.2 Café Robusta (*Coffea canephora* Pierre et Froehner)

El café robusta se diferencia del café arábigo porque requiere un clima tropical con altas precipitaciones o riego, en el Ecuador es la variedad más conocida que resiste a la lluvia, vientos porque los granos se adhieren al glomérulo; tradicionalmente en las provincias del Norte Amazónico se han cultivado café robusta y en períodos de bonanza fue un cultivo que permitió dinamizar la economía, aunque este cultivo ha mermado por el precio razón por la cual ha sido abandonado el cultivo (Especialista sectorial del café , 2013).

En nuestro país se produce las siguientes presentaciones de café:

Café verde,

Café tostado, en grano y/o molido

Café soluble o instantáneo (spray, aglomerado y liofilizado)

### **Imagen N°10: Café Robusta**



**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### **3.5 Cosecha de Café**

Es un proceso que se puede realizar de forma manual o mecánica con la ayuda de lonas, canastas, o sacos de yute hasta el lugar de acopio interno disminuyendo la alteración de los principales componentes químicos que dan origen al aroma y sabor propios del café; la recolección es la parte fundamental e importante ya que tiene como propósito lograr un producto de excelente calidad impidiendo pérdidas y el contacto con el suelo. Se debe tomar en consideración el estado de madurez de los granos que van desde una tonalidad roja a morados. El café robusta tiene mayor adherencia al glomérulo dependiendo del estado de madurez del fruto; se retira los frutos inmaduros, maduros, y secos; así como basuras, hojas y palos. Aun cuando se realiza la clasificación manual de los frutos se puede hacer el Boyad (Duicela Guambi, Guamàn Agilar, & Farfan Talledo, 2015).

#### **3.5.1 Manejo de Poscosecha**

La poscosecha también conocida en la práctica como la etapa del beneficio, el mismo que es un conjunto de operaciones donde el grano de café (cereza) pasa a convertirse en pergamino. Mayoritariamente el beneficio se lo realiza por la vía húmeda que comprende entre el despulpado, fermentado, lavado y secado (Escobar A, Minaya E, Schneider C, Moscoso D, 2014).

## **3.6 Industrialización y proceso productivo del café**

### **3.6.1 Introducción al proceso del café**

Con el transcurso de los años la tecnología cambia constantemente por lo cual cada vez aparecen nuevos diseños de equipos, maquinas que facilitan un mayor proceso de obtención de un producto determinado, simplificando y controlando todos las técnicas y procedimientos para garantizar la calidad y beneficio al consumidor y por ende a los diferentes mercados (Galindo, 2011).

### **3.6.2 Recepción y almacenamiento del café en grano**

El grano de café proviene de las principales zonas cafetaleras del mundo, estos son colocados en sacos de cabuya y son transportados en camiones en condiciones óptimas hasta llegar a la planta de procesamiento. Muchas empresas destinadas a al procesamiento de productos a partir del grano de café, realizan un control de calidad realizando un muestreo de la carga de forma aleatoria durante la descarga de los sacos de café; se recolectan las muestras y se lleva al laboratorio para un análisis completo para determinar las características del café y si es aceptable o rechazado del proceso (Galindo, 2011).

### **3.6.3 Limpieza del café en grano**

Consiste en eliminar las impurezas y sustancias extrañas como: piedras, hojas secas, palos, otros que pueden estar presentes en los granos de café garantizando la conservación. En las plantas de procesamiento de café utilizan maquinas como Estibadores que vacían los sacos en una tolva; que posee un tamiz evitando el paso de las cuerdas de cabuya. El café en grano es enviado por medio de un transportador de cangilones hasta una tolva (capacidad: 500 quintales) dividida en 2 secciones iguales, donde por acción de la gravedad, cae el grano en un tornillo sin fin que lo traslada hacia unas cribas o zarandas de diferentes tamaños para separarlo de las impurezas descritas anteriormente. Inmediatamente, el café en grano cae sobre una máquina despedradora separándolo por diferencia de densidades de las piedras y metales mezclados con el mismo, obteniendo al final un café limpio para ser procesado (Galindo, 2011).



### **3.6.4 Tostado y Molido del café en grano**

Actualmente y desde mucho tiempo atrás, el proceso de tostación no requiere de enormes estándares tecnológicos menos de calidad en relación a la transformación industrial, porque el cliente determina las condiciones óptimas del producto final, el mismo que debe mantenerse conservado en envases de alta calidad (Chavez A, 2015).

Además el proceso de tostado es donde se desarrolla el sabor y aroma por lo cual es considerado muy importante; el tostado de los granos de café en muchos hogares lo realizan en tiestos por continuar con las costumbre y tradiciones de nuestros antepasados, mientras que en las grande industrias el procesamientos de los granos de café se lo realiza en equipos donde consta de un sistema de tuberías por el cual es transportado el café, luego ingresa a un cilindro rotativo perforado donde circula gases calientes (combustión del diésel) perdiendo el café un 10 % de humedad; a una temperatura que van desde 245 °C y 250 °C durante 7 a 12 minutos. Cuando llega a una temperatura de 180 °C se produce un fenómeno químico del café llamado “pirolisis”. Luego de este proceso el café tostado es almacenado en silos hasta el momento de la molienda. El molido del café es una operación también importante, debido a que se debe en cuenta la granulometría del mismo; es decir si las partículas son demasiado pequeñas para un proceso de elaboración se expondrán en el área superficie de la “taza” produciendo un gusto amargo y áspero; mientras que si las partículas son demasiado grandes-gruesas, se obtendrá una “taza” débil, y falta de sabor (Galindo, 2011).

### **3.6.5 Envasado del café**

El envase en si es el primer contacto que tiene con el consumidor, además es el que va a proteger, contener, conservar, a un producto determinado con la finalidad de mantener el producto con excelente presentación; para el caso del café el envase debe ser de vidrio, fundas de alta calidad sellado al vacío que eviten el ingreso de humedad y de otros agentes extraños (Garcerant, 2014).

### **3.6.6 Conservación y Almacenaje**

La conservación debe ser en un lugar completamente seco, fresco, oscuro, evitando la proliferación de m/o y de hongos por la presencia de humedad y sobre todo alargar el tiempo de vida útil del producto terminado (R. López Alonso, 2015).

## **3.7 Propiedades Físicas del Café**

### **3.7.1 Humedad**

La humedad adecuada para mantener la calidad del café no se debe sobrepasar del 13 %; porque humedades elevadas al momento de almacenar o comercializar el café puede ocasionar la disminución de las características propias de la taza, aumenta el crecimiento de m/o (hongos, bacterias, mohos); la actividad fisiológica aumenta con mayor intensidad y el grano consume energía liberando calor. Mientras que al mantener a una humedad constante aumenta el tiempo de vida útil, las características de taza permanecerán hasta los 6 meses después de su elaboración (Becker y Freytag, 2010).

(Becker y Freytag, 2010). Manifiestan que existen alternativas tradicionales y comunes que muchos productores la emplean, ya que no cuentan con equipos ni instrumentos; para determinar la humedad utilizan los siguientes métodos.

Método de la navaja

Método del calor

Método de la consistencia del grano y el método del martillo

### **3.7.2 Tamaño**

La distribución del tamaño permite llegar a la conclusión de eventuales mezclas de café de diferentes procedencias. Una muestra de café de una sola procedencia se caracteriza por la homogeneidad de los granos; la homogeneidad del tamaño de los granos es un indicio en el café de calidad (Becker y Freytag, 2010).

### **3.7.3 Defectos Físicos del Café Verde**

Los defectos es un término que se les designa a los granos que carecen de las características físicas como materias extrañas no deseadas en el café verde. La Norma Técnica Ecuatoriana INEN ISO 10470 enlista cinco categorías de defectos considerados como potencialmente presentes en el café verde comercializado en todo el mundo; cualquiera que sea la especie, variedad. La influencia de los defectos físicos se da en dos aspectos: en la pérdida de masa y en el impacto sensorial, para lo cual se usan los coeficientes: 0 (Sin impacto); 0,5 (Mediano impacto) y 1 (Alto impacto). A cada defecto se le asigna uno de estos valores dependiendo de la gravedad con la que afecte las características antes mencionadas.

(NTE INEN 289, 1978). Menciona que para conocer los defectos físicos del café verde en grano, consiste en separar los granos defectuosos, materias extrañas, contar y anotar el resultado ya así asignar su respectivo puntaje que determinaran la calidad del café para su comercialización.

### **3.7.4 Densidad de los Granos**

(NTE INEN –ISO 666, 2013). Manifiesta que la densidad aparente del café es un indicativo muy importante para su comercialización ya que se determina el volumen ocupado por la masa de los granos de café, medir la densidad es un factor de gran importancia para el embalaje, almacenamiento y transporte. La densidad del café robusta tiende a ser más elevada que el café arábigo; pueden variar de acuerdo a la madurez de los granos al momento de la cosecha, del ataque de patógenos y alteraciones de los tejidos.

La densidad se expresa como la relación entre masa y unidad de volumen (g/l o kg/m<sup>3</sup>). El café de “cosecha actual” (INEN, 2006) tienen como característica un grano más denso comparada con el café de “cosecha vieja”. Las densidades de masa que sobrepasan los 645 g/l, representan una alta densidad de los granos del café (Becker y Freytag, 2010).

### 3.8 Composición Químicas del café

El café contiene miles de componentes químicos; a pesar de que es una de las plantas más estudiadas, todavía no se ha detectado el efecto de todas las sustancias presentes en los granos de café en los seres humanos. La composición química del grano de café depende de la especie y variedad cultivada, también de factores como la ubicación del cultivo, la altitud, la fertilidad del suelo, las condiciones atmosféricas, el grado de maduración y las condiciones de almacenamiento (Forero, 2010).

En el grano de café se puede encontrar compuestos solubles en agua como la sacarosa y otros oligosacáridos, ácido clorogénico y sus isómeros, ácidos no volátiles, incluyendo ácido cítrico, málico y tartárico; cafeína, trigonelia, proteínas y sustancias minerales; los compuestos insolubles en agua se incluyen celulosa, proteína y aceite (Forero, 2010).

#### 3.8.1 Cafeína

La cafeína es un alcaloide perteneciente al grupo de las xantinas, que funciona como una droga estimulante y psicoactiva. Se encuentra en muchas especies de plantas. La fuente habitual de cafeína es el café, pero también se encuentra en el té (teína), guaraná (guaranina), mate (mateína), cacao y refrescos de cola, entre otros. Las plantas producen cafeína como pesticida natural, a modo de protección mecánica a través de la cual logran paralizar y matar ciertos insectos que se alimentan de la planta (Becker y Freytag, 2010).

(Galindo, 2011). Manifiesta que la fórmula química de la cafeína es  $C_8H_{10}N_4O_2$ , con una masa molecular de 194,19 g/mol. Es una molécula química aquiral, y por lo tanto, no tiene enantiómeros ni tiene estereoisómeros. Su nombre sistemático es 1, 3,7-trimetilxantina, 1, 3, 7-trimetil-2, 6-dioxipurina o 3, 7-dihidro-1, 3, 7-trimetil-1H-purina-2, 6-diona. Algunos estudios afirman que puede crear dependencia si se la consume en exceso, aunque no está certificadamente comprobado, e interviene en la elaboración de fármacos para el tratamiento de jaquecas y contra el mareo.

Los granos de robusta contienen casi el doble de cafeína que los granos arábigos; la cafeína extraída de los granos de café descafeinados se usa para la producción de sodas o medicamentos. La cafeína es el constituyente amargo que proporciona al café y al té su efecto estimulante y diurética (Mijael, 2014).

(Cortijo, 2010). Manifiesta que se han ido descubriendo a través de los tiempos, que la cafeína se le siguen atribuyendo efectos como: buen estimulante de la circulación, la respiración y el sistema nervioso, disipador del sueño energético y afrodisiaco, disminuye la fatiga, alivia migrañas, facilita el trabajo psíquico, ayuda en la recuperación por intoxicación de alcohol.

### **3.8.2 Volátiles**

(Gonzales & Rosales, 2011). Manifiestan que la identificación de compuestos volátiles del café puede variar con base en su lugar de origen, la variedad botánica, el manejo agronómico, el tratamiento poscosecha y especialmente, el grado de tostado de los granos.

#### **3.8.2.1 Los volátiles en el café verde**

(Gonzales & Vásquez, 2013). Manifiestan que durante años varios estudios se han destinado en conocer la composición de la fracción aromática de este cultivo, con la finalidad de identificar a los compuestos que pueden ser considerados como constituyentes del aroma del café.

Se han encontrado diversas familias de compuestos volátiles, las cuales incluyen ácidos, aldehídos, alcanos, alquenos, ésteres, furanos, cetonas, lactonas, oxazoles, fenoles, piridinas, pirazinas, piroles y compuestos azufrados (Puerta Quintero, 2011).

**Cuadro N°8:** Compuestos Volátiles del café (*Coffe arabiga L.*) variedad Borbón de Masacota, Jalisco, Mexico.

Detalle	Área (%)	
	LLE	SDE
2- Butanona		0.32
2,3- Pentanodiona	0.14	0.33
1-Acetiloxi-2- Butanona	0.25	0.35
Acetaldehído		0.29
2- Butenal	0.34	0.36
2- Metilpropanal	0.29	0.4
2- Metilbutanal	0.3	0.59
2- Isononenal	0.24	0.51
Furano		0.41
2-Metilfurano	0.29	0.33
2- Vinilfurano	0.35	0.5
2- Furanocarboxaldeído	11.4	13.6
2,5-Dimetilfurano	0.56	0.9
Furfuril Alcohol	6.5	7.91
1-(2-Furanil) Etanona		0.7
5-Metilfurfural	8.5	8.99
2- Propilfurano	0.7	0.58
2- Pentilfurano	0.3	0.7
Furfuril Acetato	4.6	5.68
Bi-(2- Furil)- Metano	0.6	0.2
1-Metil-1h-Pirrol	0.53	0.7
2- Metilpirazina		5.75
Total de compuestos	17	22

**Fuente:** Gonzales, S. & Vásquez, E. 2013

**Elaborado:** Mercedes, Ll. & Mayra, M. 2016

### **3.8.3 Lípidos**

(Bolívar, 2010). Manifiesta que los lípidos son sustancias energéticas y protectoras de las células, son insolubles en agua y comprenden los ácidos grasos saturados e insaturados; los granos de café están compuestos de aceite presente principalmente en el endospermo, y de una pequeña cantidad de cera localizada en las capas externas del grano. El aceite es considerado como importante vehículo para el aroma del café tostado, pero es poco el que pasa al café soluble (1.5-1.6 0%).

Los lípidos saponificables de los cuales se puede elaborar jabón, como los triglicéridos (grasas), céridos (ceras) y fosfolípidos (lecitina), y los esfingolípidos de las membranas celulares. También incluyen los insaponificables como los monoterpenos del geraniol y limoneno, los diterpenos como el fitol, las vitaminas A, E, K, el cafestol y el kahweol, los triterpenos como el escualeno, los tetraterpenos de los carotenoides, licopenos y xantofila, los politerpenos del caucho, los esteroides de las hormonas corticoides y sexuales, los esteroles como el colesterol, los ácidos biliares, la vitamina D y además, las prostaglandinas (Puerta Quintero, 2011).

### **3.8.4 Carbohidratos**

(Puerta Quintero, 2011). Manifiesta que los glúcidos son la principal fuente de energía de todos los seres vivos; en su estructura contienen varios grupos hidroxilo (-OH) y un grupo carbonilo aldosa (-CHO) o uno cetosa (C=O).

(Bolívar, 2010). Manifiesta que los carbohidratos son los principales constituyentes de los granos de café verde, estos participan como precursores del aroma, mejoran la calidad organoléptica de la bebida de café contribuyendo a su viscosidad y espesor.

### **3.8.5 Los aminoácidos y proteínas**

El contenido de aminoácidos libres de los granos de café verde muestra una amplia gama, desde 0,001% de la metionina en Robusta a 0,1% para el ácido glutámico en Arábigo. Para la mitad de los aminoácidos libres, Arábigo y Robusta judías verdes difieren significativamente; el contenido total de proteínas es similar entre las especies de café y están conformadas por 50% de albúminas que son solubles en agua y 50% de globulinas insolubles (Puerta Quintero, 2011).

### **3.8.6 Minerales**

En el grano de café se encuentran pequeñas cantidades de potasio, calcio, fósforo y magnesio (Bollo, 2010).

### **3.8.7 Compuestos nitrogenados**

El nitrógeno constituye entre el 1,30% y el 3,23% del peso seco del grano de café almendra cultivado en Colombia, con un promedio del 2,05%, y en el café tostado del 1,51% a 2,14%, con un promedio del 2,10%. En los granos de café almendra de las cosechas del 2005, 2006 y 2007, de los departamentos de Antioquia, Quindío, Caldas, Cesar, Santander, Huila y Tolima, se encontraron los mayores valores de nitrógeno en los granos provenientes de las unidades de suelos Malabar, Quindío, Chinchiná y Suroreste, y los menores en las variedades Maragogipe, Típica y Tabi, de Antioquia y la Sierra Nevada, y no hubo diferencias entre los rangos de altitud del cultivo (Puerta Quintero, 2011).

### **3.8.8 Polifenoles**

Los Polifenoles tienen dos principales componentes como: son los flavonoides y los ácidos fenólicos. Una ingesta dietaria total de Polifenoles se relaciona directamente al consumo de frutas, verduras y bebidas de consumo común como el café, té, chocolate, jugos y el vino tinto. El café es una fuente dietaria de Polifenoles (Reyes, 2012).



**Cuadro N°9:** Composición química del grano de café verde (% en base seca)

COMPONENTES	Café Arábica	Café Robusta
	Verde	Verde
Minerales	3.0 – 4.2	4.0 – 4.5
Cafeína	0.9 – 1.2	1.6 – 2.4
Lípidos	12.0 – 18.0	9.0 – 13.0
Total, de ácidos clorogénico	5.5 - 8.0	7.0 – 10.0
Oligosacáridos	6.0 – 8.0	5.0 – 7.0
Total de polisacáridos	50.0 – 55.0	37.0 – 47.0
Aminoácidos	2.0	2.0
Proteínas	11.0 – 13.0	11.0 – 13.0

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### **3.9 Características organolépticas del café**

La calidad organoléptica del café es el conjunto de atributos sensoriales que se manifiesta tanto en el grano y en la taza de café (producto final), tiene relación con la aceptación de los consumidores (Duicela Guambi, Guamàn Agilar, & Farfan Talledo, 2015).

Las principales características organolépticas del café son:

#### **3.9.1 Color de los Granos**

El color varía en función de la especie, altitud; pudiendo ser modificados por el envejecimiento, rehumedecimiento, secado y contaminaciones. Un café de altura o de estricta altura (arábigos) tiende a presentar un color verde gris-azulado; mientras que el café de zona baja, tiene un color verde grisáceo o verde claro a fuerte. Estos tonos de color en el café arábigo, son las características del café fresco. Con el envejecimiento progresivos de los granos, el color empieza a cambiar hacia un color pálido y continua hacia un color “amarillento”, “amarillo paja”, amarillo pálido” y blanqueado (Becker & Freytag, 2010).

### **3.9.2 Olor del Café Verde**

El café limpio y fresco tiene un olor intenso y agradable. Con el envejecimiento de los granos; las características aromáticas del café se van desvaneciendo, hasta percibir únicamente un olor similar a la madera. Todos los olores ajenos al olor característico al café producen una pérdida de calidad; como el almacenamiento o transporte de los granos del café junto con agroquímicos y otros contaminantes (Becker & Freytag, 2010).

## **3.10 Consumo del café**

### **3.10.1 Aspectos Nutricionales**

(Galindo, 2011). Manifiesta que el café es una de las bebidas estimulantes, que sobresalen entre las más importantes están el té, café y cacao. La denominación de estimulantes se debe a que contienen alcaloides del grupo de metilxantina, cafeína, teofilina y teobromina, de las cuales la más activa desde el punto de vista de la estimulación del sistema nervioso central es la cafeína. Un mecanismo de acción de las bases xánticas citadas es a través de la inhibición de fosfodiesterasas, aumentando así los niveles de AMPc, el cual es el responsable de muchos o de todos los efectos atribuidos a aquéllas, sobre el sistema nervioso, músculo esquelético y cardíaco, diuresis, glucogenólisis y lipólisis. Las tres bases xánticas presentan efectos cuantitativamente distintos sobre los sistemas y vías metabólicas. El café representa una de las fuentes más ricas de ácido clorogénico; el contenido de ácido clorogénico en una taza de 200 ml de café ha sido reportado en el rango entre 70 – 350mg, lo cual provee alrededor de 35 – 175mg de ácido cafeico.

### **3.11 Metodología para determinar la composición físico química del café**

Para determinar la calidad del café es muy importante la utilización de equipos de alta tecnología como se detalla a continuación:

Según el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición de Madrid. Manifiesta que para la identificación de componentes volátiles es una gran opción la utilización del Espectrómetro de Infrarrojo FTIR Spectrum 400, porque tiene la función cualitativa y cuantitativa de identificar grupos funcionales presentes en una molécula, lo más importante para hacer análisis en este equipo es necesario que en la muestra este el mínimo porcentaje de agua. Para la identificación de compuestos volátiles se emplea el equipo que se muestra a continuación.

**Imagen N°11:** Espectrómetro Infrarrojo FTIR Spectrum 400



**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

(Hedgepeth, 2013). Menciona que para la determinación de compuestos orgánicos presente en una muestra; la cromatografía líquida de ultra alta eficacia (UHPLC), tiene la función de disminuir los tiempos de análisis de una muestra hasta 10 veces y además reduce el consumo de la fase móvil hasta el 90%, incrementando la productividad, disminuyendo el consumo de la fase móvil y además reduciendo el tiempo. Las utilidades que se puede obtener con el uso del UHPLC son:

Los datos de producibilidad en condiciones UHPLC superan a las HPLC convencionales que se están utilizando.

Las columnas que se emplean son del tamaño de una partícula de 1,5  $\mu\text{m}$  y proporcionan un rendimiento muy eficaz.

Con el aumento de la temperatura proporciona beneficios como acelerar los tiempos de análisis sin pérdida del rendimiento.

(Rubiano Jesús A, Zuluaga Domínguez Carlos Mario). Manifiesta que para la cuantificación de cafeína es recomendable realizar la extracción líquido-líquido. Para conocer la cantidad de cafeína presente en el café se emplea el equipo que se muestra a continuación.

**Imagen N°12:** Cromatógrafo de ultra alta presión (UHPLC)



**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### **3.11.1 Metodología para determinar compuestos volátiles en café**

#### **3.11.1.1 Destilación simultánea líquido-líquido (DS-LL) para la extracción de compuestos volátiles**

Las semillas de café se deshidratan en un secador de charolas a 90°C, hasta alcanzar una humedad de 12% con el fin de realizar la eliminación del pergamino o endocarpio y proceder con el tostado y molido de una manera tradicional. Para envasar inmediatamente en envases de vidrio sin dejar espacios de aire manteniendo sus características en cuanto al aroma y color; luego se procede a almacenar a temperatura ambiente hasta el momento de la extracción (Humberto, 2013).

Se realiza una destilación simultánea líquido-líquido (DS-LL), que consiste en mezclar 20 g de café con 150 ml de agua desionizada en un matraz redondo el mismo que se conecta a un primer tubo lateral que se conecta con el otro matraz redondo que contiene 150 ml de Diclorometano-Éter (3:1), el cual se conecta a un segundo tubo lateral del mismo equipo y al final un balón donde se recolecta el reactivo de Diclorometano-Éter (Humberto, 2013).

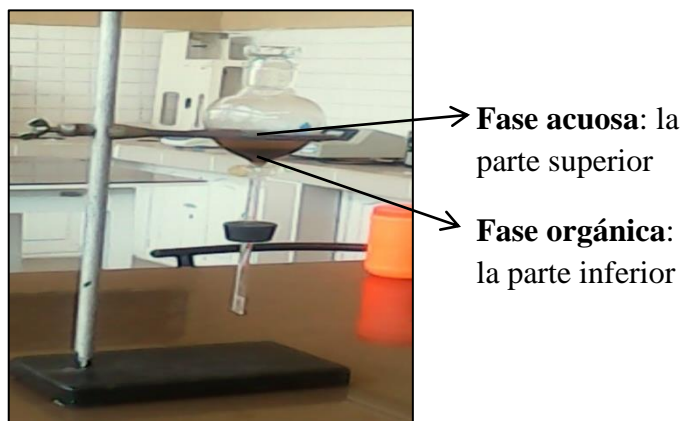
El primer matraz se calentó a 92°C y el segundo matraz se mantiene a una temperatura de 45° C, el líquido que contiene los volátiles se recolecta aproximadamente en 1 h. La fase orgánica obtenida se filtra en caliente, se deja reposar y se envasa inmediatamente en un frasco de vidrio color ámbar y se conserva en refrigeración a 4°C hasta el momento de los análisis respectivos (Humberto, 2013).

### 3.11.2 Metodología para determinar el contenido de cafeína en café

#### 3.11.2.1. Extracción de Cafeína líquido- líquido

El caso más frecuente es la extracción de una disolución acuosa con un disolvente orgánico. Los disolventes orgánicos utilizados en extracción deben tener baja solubilidad en agua, alta capacidad de solvatación hacia la sustancia que se va a extraer y bajo punto de ebullición para facilitar su eliminación posterior. A nivel de laboratorio el proceso se desarrolla en un embudo de decantación. La extracción nunca es total, pero se obtiene más eficacia cuando la cantidad del segundo disolvente se divide en varias fracciones y se hacen sucesivas extracciones que cuando se añade todo de una vez y se hace una única extracción (Calle, 2011).

**Imagen N°13:** Extracción de cafeína del Café Robusta en tostado y molido



**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### 3.11.2.2. Disolvente para la extracción de la Cafeína

La cafeína es bastante más soluble en un disolvente orgánico que en agua; así que, agitando el filtrado en contacto con un cierto volumen de disolvente en el embudo de decantación, la cafeína pasa mayoritariamente a la fase orgánica. Se utilizó cloroformo por la gran solubilidad en el mismo de la mayor parte de los compuestos orgánicos y por su bajo punto de ebullición (62°C). El disolvente orgánico es más denso que el agua, formará la capa inferior, que se podrá recoger separada simplemente abriendo la llave del embudo. La glucosa se separa de la cafeína extrayendo ésta en el disolvente orgánico, en el que la glucosa no es soluble. La extracción líquido-líquido con ayuda del embudo no puede ser demasiado vigorosa, para evitar la formación de emulsiones que retardan drásticamente la definición de las dos fases. Una emulsión es una dispersión de gotas muy finas de un líquido en otro inmiscible, y en los procesos de extracción puede causar tropiezos (Calle, 2011).

**Imagen N°14:** Extracción de cafeína líquido- líquido con un embudo de decantación en el que se ve la fase orgánica (parte inferior) y la fase acuosa (parte superior).



**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### 3.11.2.3. Filtración

Las filtraciones que se realizan en la separación de la cafeína se hacen con la solución caliente para evitar la formación de cristales y obtener un rendimiento óptimo. Esta operación debe efectuarse con mucho cuidado y rápidamente, con un mínimo de evaporación en el embudo y provisto de un filtro de pliegues para aumentar la velocidad de filtración (Calle, 2011).

**Imagen N°15:** Filtración de cafeína a través de papel filtro



**Elaborado:** Mercedes, Ll. & Mayra, M. 2016

### 3.11.2.4. Evaporación

El objetivo de esta operación es concentrar una solución que consta de un soluto no volátil y un disolvente volátil. Se lleva a cabo vaporizando una parte del disolvente con el fin de obtener una solución concentrada. (Calle, 2011)

**Imagen 16:** Evaporación de la solución acuosa para obtener en polvo.



**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### **3.12 Plan Nacional del Buen Vivir**

En base al objetivo 10 del plan nacional del buen vivir se da a conocer cuáles son los principales propósitos:

#### **3.12.1 Impulsar la transformación de la matriz productiva**

Los desafíos que existen en la actualidad deben orientar la conformación de nuevas industrias y la promoción de nuevos sectores con alta productividad los mismos que deben ser: competitivos, sostenibles, sustentables y diversos, con una visión territorial y de inclusión económica. Para que apliquen adecuadamente el objetivo 10 es necesaria la intervención de los siguientes aspectos (PNBV, 2013).

#### **3.12.2 Promover la intensidad tecnológica en la producción primaria, de bienes intermedios y finales.**

Articular la investigación científica, tecnológica y la educación superior con el sector productivo, para una mejora constante de la productividad y competitividad sistémica, en el marco de las necesidades actuales y futuras del sector productivo y el desarrollo de nuevos conocimientos (PNBV, 2013).

Tecnificar los encadenamientos productivos en la generación de materias primas y la producción bienes de capital, con mayor intensidad tecnológica en sus procesos productivos (PNBV, 2013).

Crear y fortalecer incentivos para fomentar la inversión privada local y extranjera que promueva la desagregación, transferencia tecnológica y la innovación (PNBV, 2013).

Implementar mecanismos de reactivación y utilización óptima de la capacidad instalada del Estado en actividades de producción y de generación de trabajo (PNBV, 2013).



Fomentar la sustitución selectiva de importaciones, considerando la innovación y tecnología como componentes fundamentales del proceso productivo, con visión de encadenamiento de industrias básicas e intermedias (PNBV, 2013).

Asegurar que los encadenamientos productivos de las industrias estratégicas claves, los sectores prioritarios industriales y de manufactura, generen desagregación y transferencia tecnológica en sus procesos productivos (PNBV, 2013).

Articular los programas de innovación participativa en el sector rural, en sistemas formales e informales, con acceso y uso de TIC para incrementar la cobertura de los servicios y fomentar el intercambio de conocimientos entre actores (PNBV, 2013).

## CAPITULO IV

### MARCO METODOLÓGICO

#### 4.1 MATERIALES:

##### 4.1.1 Localización de la investigación

La presente investigación se realizó, en los Cantones de Caluma y Echeandía; y los análisis correspondientes en el Laboratorio General de la Universidad Estatal de Bolívar.

**Cuadro N°10:** Lugar de la Investigación.

UBICACIÓN	LOCALIDAD
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Veintimilla
Sector	Granja Laguacoto II de la Universidad Estatal de Bolívar
Dirección	Km 1,5. Vía Guaranda San Simón.

**Fuente:** (Estación Meteorológica. Universidad Estatal de Bolívar. Laguacoto II, 2016)

**Cuadro N°11:** Situación Geográfica y Climática.

PARAMETROS CLIMATICOS	VALOR
Altitud	2622 msnm
Longitud	78° 59' 54" W
Latitud	1° 36' 52" S
Temperatura Media Anual	14.4 °C
Temperatura Máxima	21°C
Temperatura Mínima	7 °C
Heliofania media anual	900/h/1/año
Humedad relativa media anual	70 %
Velocidad promedio anual de viento	6 m/s

**Fuente:** (Estación Meteorológica. Universidad Estatal de Bolívar. Laguacoto II, 2016)

**Cuadro N°12:** Ubicación Territorial

<b>UBICACIÓN</b>	<b>LOCALIDAD</b>
Provincia	Bolívar
Cantón	Echeandía

**Fuente:** Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Echeandía, 2011.

**Cuadro N°13:** Situación geográfica y climática

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DATOS</b>
Altitud	600 msnm
Longitud	78°, 16'30" W
Latitud	01° 25'58"
Temperatura media anual	23°C
Temperatura máxima	30°C
Temperatura mínima	16°C
Humedad relativa (%)	90%

**Fuente:** Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Echeandía, 2011.

**Cuadro N°14:** Ubicación Territorial

<b>UBICACIÓN</b>	<b>LOCALIDAD</b>
Provincia	Bolívar
Cantón	Caluma

**Elaborado:** Mercedes, Ll. & Mayra, M. 2016

**Cuadro N°15:** Situación geográfica y climática

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DATOS</b>
Altitud	210 a 1.000 msnm.
Longitud	79° 13' 55,56"
Latitud	1° 39' 21,6"
Temperatura media anual	24°C
Temperatura máxima	28°C
Temperatura mínima	20°C
Humedad relativa (%)	90%

**Fuente:** Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Caluma, 2014.

**Cuadro N°16:** Localidades de estudio del Cantón Caluma

<b>Comunidades</b>	<b>Propietario</b>	<b>Fecha</b>
Sabanetillas	Melédez Bonne Blanca Nieves	12/08/2016
Piedra Grande	Ayala Montenegro Miguel de los Santos	12/08/2016
Pitiamby	Roldan Bianculli Luís Javier	12/08/2016
Industria	Troya Peralta Antolina	12/08/2016

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**Cuadro N°17:** Localidades de estudio del Cantón Echeandía

<b>Comunidades</b>	<b>Propietario</b>	<b>Fecha</b>
Paraíso	Ángel Euclides Bermeo Calero	19/08/2016
Yatuví	Pedro Isaías Navarro Salazar	19/08/2016
Pueblo Nuevo	Santillán Vaca Eulalia Mercedes	19/08/2016
Tablas de la Florida	Vergara Puma Gloria Elisa	19/08/2016

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**Cuadro N°18:** Datos de GPS en el Cantón Echeandía

	<b>Sabanetillas</b>	<b>Piedra Grande</b>	<b>Pitiamby</b>	<b>Industria</b>
<b>GPS</b>	17M0687401	17M0683366	17M0694846	17M0688661
	UTM 9836842	UTM 9839036	UTM 9841635	UTM 9827819
	GPS 7 m	GPS 3 m	GPS 3 m	GPS 3 m
	Altura: 211 m	Altura: 155 m	Altura: 386 m	Altura: 268 m

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**Cuadro N°19:** Datos de GPS en el Cantón Caluma

	<b>Paraíso</b>	<b>Yatuví</b>	<b>Pueblo Nuevo</b>	<b>Tablas Florida</b>
<b>GPS</b>	17M0694872	17M0688954	17M0691115	17M0694800
	UTM 9821261	UTM 982242	UTM 9816127	UTM 9815348
	GPS 3 m	GPS 3 m	GPS 3 m	GPS 3 m
	Altura: 404 m	Altura: 201 m	Altura: 208 m	Altura: 403 m

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

#### **4.1.2 Zona de vida.**

La localidad en estudio de acuerdo a la zona de vida de Holdridge L. citadas por Cañadas (1999), se encuentran en el Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB).

La zona de vida del Cantón Echeandía en el que se llevó a cabo el experimento corresponde a: Bosque Húmedo Pre-Montano (bhPM) o Región Subtropical. Los límites latitudinales de este piso son entre 300 a 2000 m.s.n.m. que abarcan temperaturas de 18° a 22° C. (Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Echeandía, 2011).

Zona de vida del Cantón Caluma está ubicada en una zona de características topográficas irregulares con alturas que fluctúan entre 210 a 1.874 msnm. El clima es variado debido a sus zonas que van desde el frío de los páramos hasta el calor de las zonas subtropicales, con temperaturas que varían entre los 20°C a 24°C.

#### **4.1.3 Material experimental**

Variedad Café Robusta (*Coffe Canephora Pierre et Froehner*)

#### **4.1.4 Materiales de campo**

Cromatógrafo de líquidos de ultra alta presión (UHPLC)

Espectrómetro de Infrarrojo FTIR Spectrum 400

GPS

Estufa

Mufla

Equipo de extracción simultanea

Balanza analítica

Molino manual y eléctrico

Vasos de precipitación

Embudo de separación

Crisoles porosos

Planchas de calentamiento

Probetas

Papel filtro  
Fundas de plástico herméticas  
Envases de vidrio color ámbar  
Viales para UHPLC  
Filtros para UHPLC  
Jeringas desechables

#### **4.1.5 Reactivos**

Diclorometano  
Metanol  
Éter  
Bicarbonato de sodio anhidro  
Cafeína anhidra  
Cloroformo  
Sulfato de sodio anhidra  
Ácido Clorhídrico  
TFA (Ácido Trifluoroacético)

#### **4.1.6 Material de oficina**

GPS  
Computadora  
Libreta de apuntes  
Esferográficos  
Cámara digital  
Calculadora  
Memoria portátil

## 4.2 MÉTODOS

### 4.2.1 Factores de estudio

**Cuadro N°20:** Comparación de la variedad Robusta en los dos Cantones

Factor	Código	Niveles
Cantón	A	a1. Caluma a2. Echeandía

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### 4.2.2 Tipo de diseño experimental o estadístico

El diseño es mono-factorial; debido a que se hace mayor enfoque en la composición química y propiedades físicas de la variedad robusta de los dos Cantones.

### 4.2.3 Descripción de las características del Experimento

**Cuadro N°21:** Características del experimento

Detalle	
Factor en estudio (FE)	1
Tratamiento (t)	2
Repeticiones (r)	3
Unidad experimental ( $t^x r$ )	6
Tamaño de unidad experimental	1000 g

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016



#### 4.2.4 Modelo matemático

$$Y_{ijk} = u + A_i + E_i$$

$Y_{ijk}$  = La enésima observación

$u$  = media general

$A_i$  = Es el efecto del nivel  $i$ -ésimo del factor A.

$E_i$  = Error experimental o efecto aleatorio de muestreo.

**Cuadro N°22:** Esquema del ANOVA para el diseño factorial A\*B

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>
<b>Factor A</b>	$SC_A$	$a-1$	$CM_A = SC_A / a-1$	$FA = \frac{CMA}{CME}$
<b>Residual</b>	$SC_E$	$ab(n-1)$	$CM_E = SC_E / ab(n-1)$	
<b>Total</b>	$SCT$	$abn-1$		

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

#### 4.2.5 Método de Tukey

Un método más conservador para comparar pares de medias de tratamientos es el método de Tukey, que consiste en comparar las diferencias entre medias muestrales con el valor crítico dado por:

$$T\alpha = q\alpha(k, N-k)S\bar{y}_i$$

$S\bar{y}_i = \sqrt{CM_E / n}$  se obtiene de la tabla de ANOVA, en función del cuadrado medio del error y  $n$  es el número de observaciones por tratamiento,  $k$  es el número de tratamiento,  $N-k$  es igual a los grados de libertad para el error,  $\alpha$  es el nivel de significancia prefijado y el estadístico  $q\alpha(k, N-k)$  son puntos porcentuales de la distribución del rango estudentizado.

## **4.2.6 PROCEDIMIENTO**

### **4.2.6.1 Preparación de la muestra para el análisis de laboratorio**

Determinado el estado de madurez óptima, se procedió a la recolección de los granos de café cereza (maduro) en los lugares de producción; que se mencionó en los cuadros N° 16 y N° 17.

Para lo cual se recolecto aproximadamente 1.000 g. del total del predio, mediante los siguientes lineamientos.

Se identificó los granos de café robusta de tonalidad rojiza - cereza.

Se recolecto manualmente los granos de café robusta cereza, para no alterar la estructura física del grano.

Se colocó en fundas herméticas, para evitar alteraciones químicas de volátiles propios del café.

Se pesó las muestras de los granos de café robusta cereza.

Se introdujeron los granos de café robusta cereza cosechados en un balde con aproximadamente 20 litros de agua.

Se observó el número de granos de café robusta cereza que permanece en el fondo del balde, y el número de granos que flota (Boyado).

Se pesó los granos de café robusta cereza de las diferentes localidades de los dos Cantones.

Se retiró la corteza de los granos de café robusta cereza.

Se determinó la densidad de cada muestra café robusta cereza recolectada de las comunidades identificadas en los Cantones de Echeandía y Caluma

Se sometió a secado en una estufa a 60 °C el café despulpado hasta que se establezca el peso.

Se introdujeron en fundas herméticas para conservar las características físicas y químicas propias del café.

## **4.2.7 TIPO DE ANÁLISIS**

### **4.2.7.1 Análisis químicos**

### **4.2.7.2 Análisis físicos**

## **4.2.8 Métodos de evaluación y datos tomados**

### **4.2.8.1 Clasificación de algunos defectos físicos del grano café robusta cereza**

Se determinó de acuerdo a la norma NTE INEN 285:2006

#### **4.2.8.1.1 Color**

Se determinó de acuerdo a la norma NTE INEN 285:2006

#### **4.2.8.1.2. Tamaño de los granos**

Se determinó de acuerdo a la norma internacional ISO 4150 (2011)

### **4.2.8.2. Identificación de las principales propiedades físicas**

#### **4.2.8.2.1. Humedad**

Se determinó de acuerdo a la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 0286 (2013)

### **4.2.8.3. Identificación de los principales compuestos químicos**

#### **4.2.8.3.1. Cenizas**

Se determinó de acuerdo a la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2679:2013

#### **4.2.8.3.2. Cafeína**

Se determinó basándose en el artículo científico: “Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales” (2011)

#### **4.2.8.3.3. Volátiles**

Se determinó basándose en el artículo científico: “Caracterización de compuestos volátiles de *Coffea arábica* L. variedad Borbón” (2013)

#### **4.2.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

##### **4.2.9.1 Registro de propiedades físicas y valoraciones de los granos defectuosos del café robusta recolectadas en los Cantones de Echeandia y Caluma.**

Para la valoración de los granos defectuosos se basó en la norma NTE INEN 0285 (2006), siguiendo el siguiente procedimiento:

Los granos defectuosos y las materias extrañas que se encontraron en la muestra, fueron expresados en porcentaje. Se procedió de la siguiente manera, se realizó un conteo de los diferentes granos defectuosos, se anotó la cantidad en la columna “cantidad”, luego se calculó el “valor por defectos” según la columna de conversión indicada la norma antes mencionada, utilizando el factor de conversión multiplicado por la cantidad de defectos. Una vez anotados todos los valores se procedió a sumarlos y colocarlos en el total.

##### **4.2.9.2 Determinación del porcentaje (%) de humedad en el café Robusta en estado natural en los Cantones Echeandia y Caluma basándose en la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 0286 (2013)**

###### **Preparación de la muestra**

Se homogenizó el recipiente que contenía la muestra en un ángulo de 90°; la cantidad de muestra empleada fue de 30 g.

###### **Procedimiento**

Para determinar el % de humedad se realizó por sobre la misma muestra preparada.

Sobre la cápsula vacía, previamente pesada se pesó aproximadamente 5 g de muestra preparada. Esta porción de ensayo fue repartida de una manera uniforme en el interior de la capsula de porcelana.

**Primer período de calentamiento.** Se colocó la cápsula junto con su contenido, durante 6 horas  $\pm$  15 minutos, en la estufa a 130°C. A continuación, se dejó enfriar hasta temperatura ambiente en el desecador y peso.

**Segundo período de calentamiento.** Se volvió a colocar la cápsula junto con su contenido, durante 4 horas  $\pm$  15 minutos, en la estufa a 130°C. A continuación, se dejó enfriar hasta temperatura ambiente en el desecador y peso.

### **Cálculos**

Para conocer la pérdida de masa en el primer periodo se aplicó la siguiente ecuación:

$$P1 = (m0 - m1) x$$

**Dónde:**

**P1** = pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa, en el primer período de calentamiento, en g.

**m0** = masa de la cápsula con la muestra, antes del calentamiento, en g.

**m1** = masa de la cápsula con la muestra, después del calentamiento de seis horas, en g.

La pérdida de masa durante el segundo período de calentamiento se calcula mediante la ecuación siguiente.

$$P2 = (m0 - m2) x$$

**Dónde:**

**P2** = pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa, en el segundo período de calentamiento, en g.

**m0** = masa de la cápsula y la muestra, antes del calentamiento, en g.

**m2** = masa de la cápsula con la muestra, después del calentamiento de cuatro horas, en g.

La pérdida por calentamiento en la muestra es igual a la pérdida en masa, observada después del primer período de calentamiento, más la mitad de la pérdida de masa complementaria, observada después del segundo período de calentamiento; se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$P = P1 + \frac{P2}{2}$$

**Dónde:**

**P** = pérdida por calentamiento, en % de masa en g

**P1** = pérdida por calentamiento, en % de masa, en el primer periodo de calentamiento en g.

**P2** = pérdida por calentamiento, en % de masa, en el segundo periodo de calentamiento en g.

#### **4.2.9.3 Determinación del porcentaje (%) de cenizas en el café Robusta en estado natural, tostado y molido de los Cantones Echeandia y Caluma basándose en la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2679:2013**

##### **Preparación de la muestra**

Se homogenizo el recipiente que contenía la muestra en un ángulo de 90°, tanto para el café en estado natural así como para el café tostado y molido. Se realizó tres repeticiones.

##### **Procedimiento**

En un crisol poroso se pesó alrededor de 4 g de café tanto para el café en estado natural así como para el café tostado y molido.

Se colocó el crisol poroso con muestra sobre la flama del mechero y se realizó la respectiva incineración lentamente, evitando la proyección de la muestra fuera del crisol. Se calentó la muestra hasta que ya no desprendía humo y quedo completamente carbonizada.

Se colocó la cápsula con su contenido, cerca de la puerta de la mufla abierta y mantuvo allí durante unos minutos para evitar pérdidas por proyección de material.

Se colocó la cápsula en la mufla a  $525^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón, lo que se logra aproximadamente a las 5 h cuando las cenizas tienen una coloración gris claro.

Una vez que estaba totalmente frio, se sacó la cápsula (con las cenizas), y se llevó a la estufa y finalmente se pesó.

##### **Cálculos**

El contenido de cenizas totales del café tostado molido se calcula mediante la ecuación siguiente:

En donde:

$$C = \frac{m1 - m}{m2 - m} * 100$$

**C** = cantidad de cenizas en el café tostado molido, en porcentaje de masa;

**m** = masa de la cápsula vacía, en g;

**m1** = masa de la cápsula con el producto (después de la incineración), en g;

**m2** = masa de la cápsula con el producto (antes de la incineración), en g.

#### **4.2.9.4 Tostado y molido del café robusta de una manera tradicional**

##### **Procedimiento**

Una vez secado en la estufa el café hasta llegar a un peso estable con una humedad del 15 % se procedió a tostar en un tiesto de barro hasta conseguir que todos los granos tomen una coloración café oscuro, seguidamente se dejó enfriar.

Una vez frío se procedió a moler y a colocar inmediatamente en envases de vidrio para mantener sus propiedades organolépticas en cuanto al aroma y color.

#### **4.2.9.5 Determinación del porcentaje (%) de humedad en el café robusta tostado y molido en los Cantones Echeandia y Caluma utilizando la Balanza Mettler Toledo.**

##### **Procedimiento**

Se pesó 3 g de café tostado y molido en la balanza Mettler, se tapó y se esperó alrededor de 20 a 30 minutos hasta que indique el % de humedad; tales datos fueron comparados con norma NTE INEN 1123 (2006), requisitos para café tostado y molido.



#### **4.2.9.6 Destilación simultanea líquido - líquido (DSL) para la extracción de compuestos volátiles**

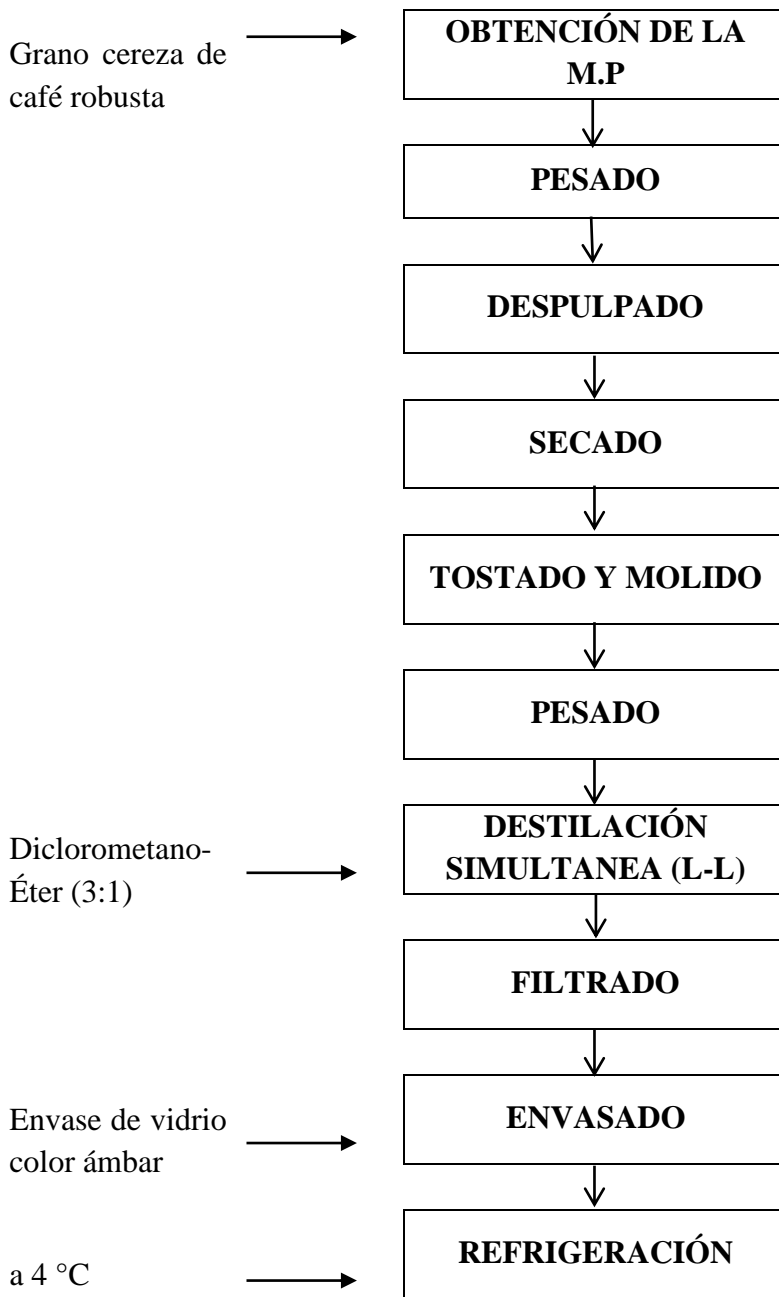
##### **Procedimiento**

Al café despulpado se realizó un tostó y molido de una manera tradicional, se envaso en envases de vidrio sin dejar espacios de aire para mantener sus características en cuanto a aroma y color y se almacenaron a temperatura ambiente hasta el momento de la extracción.

Se realizó destilación simultanea (DS), que consistió en mezclar 20 g de café con 150 ml de agua desionizada en un matraz redondo el mismo que se conectaba al primer tubo lateral que se conecta con el otro matraz redondo que contiene 150 ml de Diclorometano-Éter (3:1), el cual se conecta a un segundo tubo lateral del mismo equipo y al final un balón donde se recolecta el reactivo de Diclorometano-Éter.

El primer matraz se calentó a 92°C y el segundo matraz se mantuvo a una temperatura de 45° C, el líquido que contenía los volátiles se recolecto aproximadamente en 1 h. La fase orgánica obtenida se filtró y se envaso inmediatamente en un frasco de vidrio color ámbar y se conservó en refrigeración a 4°C hasta el momento de los análisis respectivos.

#### 4.2.9.6.1 Diagrama de proceso para la extracción de compuestos volátiles en café robusta tostado y molido



**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2016

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

#### **4.2.9.7 Extracción de Cafeína utilizando el método de reflujo (Soxhlet)**

##### **Procedimiento**

Se pesaron 300 mg de la muestra de café tostado y molido y se llevaron a reflujo con 200 ml de agua Milli-Q durante 15 minutos o se esperó a que se hagan los dos primeros reflujos. A continuación, se filtró la solución en caliente y se añadieron 5 g de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Carbonato de sodio anhidro), con una ayuda de una barrilla se agito hasta su totalidad disolución.

Se dejó enfriar y se incorporó 15 ml de cloroformo, y se agito suavemente durante unos minutos; se abrió la llave el embudo de separación para permitir que se eliminen los gases que se acumulan por la agitación; la operación antes mencionada se repitió una vez más con el fin de extraer más contenido de cafeína.

En un soporte universal se dejó reposar el embudo de separación por unos 10 minutos con el fin de lograr la separación de la fase orgánica y la fase acuosa, se recolecto la fase orgánica y se incorporó pequeñas cantidades de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (Sulfato de sodio anhidro), con el fin de absorber el agua retenida, se filtró la fase clorofórmica con la ayuda de papel filtro hacia un vaso de precipitación y se llevó a un baño maría para evaporar hasta sequedad.

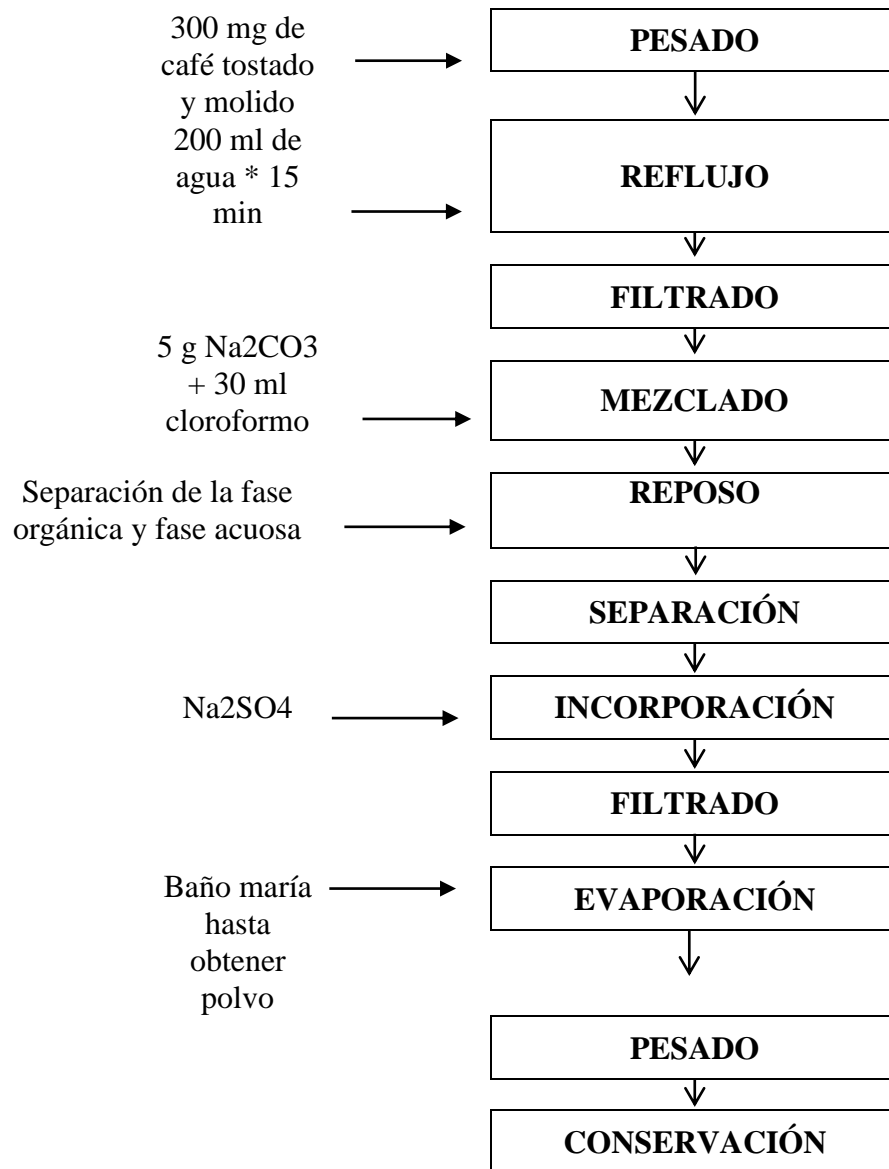
Una vez eliminado la fase clorofórmica, se agregó al vaso de precipitación 50 ml de agua Milli-Q y se disuelve hasta su totalidad con la ayuda de un embudo y un filtro, se realizó un nuevo filtrado y se depositó la solución en un matraz aforado de 100 ml y se realiza el respectivo aforado.

De la solución anteriormente preparada, se tomaron 10 ml, se añaden 1 ml de ácido clorhídrico 0,01 M y se aforo a 25 ml, con agua Milli-Q.

Una vez eliminado la fase clorofórmica, se preparó una “*Solución A*” para lo cual se añadió al vaso de precipitación 50 ml de agua Milli-Q y se disolvió hasta su totalidad con la ayuda de un embudo y un filtro, se realiza un nuevo filtrado y se trasvaso la solución a matraz aforado de 100 ml y se aforo.

De la solución anteriormente preparada se toman 10 ml, se añaden 1 ml de ácido clorhídrico 0,01 M y se en afora a 25 ml, con agua Milli-Q a la que le llamaremos “*Solución B*”.

#### 4.2.9.7.1 Diagrama de proceso para la extracción de cafeína en café robusta tostado y molido



**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2016

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

#### **4.2.9.7.2 Preparación de la solución patrón “A”**

Para preparar la solución patrón se pesaron 40 mg de cafeína anhidra

Se preparó la solución “A”; en la que se agregó los 40 mg de cafeína anhidra y se aforo con agua Milli-Q a 100 ml.

Posteriormente se preparó la solución “B”; para lo cual se pipeteo 10 ml de la solución patrón A y se aforo con agua Milli-Q a 100 ml, que tiene una concentración de 39.90 ppm.

#### **4.2.9.7.3 Preparación de las diferentes disoluciones a partir de la solución “B”**

ml de la solución patrón B + 2 ml de solución HCl 0.01 M / 50 ml agua Milli-Q = 3,99 ppm

ml de la solución patrón B + 1 ml de solución HCl 0.01 M / 25 ml agua Milli-Q = 7,98 ppm

10 ml de la solución patrón B + 1 ml de solución HCl 0.01 M / 25 ml agua Milli-Q = 15,96 ppm

15 ml de la solución patrón B + 1 ml de solución HCl 0.01 M / 25 ml agua Milli-Q = 23,94 ppm

20 ml de la solución patrón B + 1 ml de solución HCl 0.01 M / 25 ml agua Milli-Q = 31,92 ppm

#### **4.2.9.7.4 Metodología para determinar cafeína por cromatografía líquida de ultra alta presión (UHPLC)**

##### **Programación del sistema UHPLC**

Encendemos la bomba para que purgue aproximadamente unos 15 min, también se realiza una purga manual con la aguja de una jeringa.

Ingresamos al software del equipo

Fijamos todas las condiciones de temperatura, tiempo, longitud de onda, porcentaje de fase móvil (agua-metanol) flujo, inyección.

Colocamos como fase móvil agua y metanol en una relación 70-30 en las botellas que están identificados dentro del programa como A (Agua) y B (Metanol).

Guardamos el método con todas las condiciones antes mencionadas.

Ajustamos en Sequence Run para hacer el corrido de varios viales; donde contabilizamos los viales y nombramos nuestras muestras.

Guardamos la secuencia para proceder a realizar la corrida de las muestras.

Una vez realizado los pasos anteriores se procede a inyectar las diferentes muestras.

**Se trabajó bajo las siguientes condiciones:**

Se utilizó una columna Poroshell 120 EC- C18 4.6\*50mm 2.7 Micrómetros

Detector: longitud de onda 274 nm.

Flujo: 1.5 ml/min

T: 30 °C

Tiempo: 2 min

Volumen de inyección: 10 µl

Pasión de las botellas: A =Agua 70% +0,27% de TFA y B= 30% Metanol + 0,37 de TFA.

#### **4.2.9.8 Metodología para determinar compuestos volátiles por Espectrómetro de Infrarrojo FTIR Spectrum 400**

##### **Programación del sistema FTIR**

Encendemos el equipo y abrimos el software

Clic en Fondo para realizar un barrido

Con la ayuda de una toalla y metanol limpiamos el plato donde se coloca la muestra analizar.

Colocamos una pequeña gota del analito (compuestos volátiles del café), en el centro del plato.

Ajustamos con el regulador manualmente hasta hacer contacto con la muestra.

Se identifica los compuestos volátiles (grupos funcionales) en el monitor, figurándose los cromatogramas.

Guardamos los cromatogramas en el software y se rotula los grupos funcionales.



## CAPITULO V

### 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Resultados obtenidos de las propiedades físicas del café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía

**Tabla N°1:** Datos de las Propiedades Físicas de café robusta en el Cantón Echeandía

Comunidades	Peso inicial	Boyado # de granos flotantes	Diámetro del grano	Densidad del café robusta
Sabetillas	1 kg	87 granos	1 cm – 1.1 cm	610 g/l
Piedra Grande	1 kg	26 granos	1 cm – 1.3 cm	640 g/l
Pitiamby	1 kg	60 granos	1 cm – 1.2 cm	600 g/l
Industria	1 kg	38 granos	1 cm – 1.3 cm	652 g/l

**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2016

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**Tabla N°2:** Datos de las Propiedades Físicas de las muestras de café robusta en el Cantón Caluma

Comunidades	Peso inicial	Boyado # de granos flotantes	Diámetro del grano	Densidad del café robusta
Paraíso	1 kg	104 granos	1 cm – 1.2 cm	620 g/l
Yatuví	1 kg	28 granos	1 cm – 1.3 cm	680 g/l
Pueblo Nuevo	1 kg	154 granos	1 cm – 1.1 cm	630 g/l
Tablas de la Florida	1 kg	32 granos	1 cm – 1.2 cm	660 g/l

**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2016

**Elaborado:** Mercedes, Ll. & Mayra, M. 2016

### **Interpretación:**

Se realizó las propiedades físicas del café a nivel de laboratorio, en los que consto, un boyado, el diámetro del grano y la densidad del grano correspondiente a cada una de las localidades del Cantón Caluma y Echeandía como se detalla en la tabla N°1 y N°2.

Se identificó algunas propiedades físicas donde se encontró a simple vista que en las muestras recolectadas de las diferentes comunidades existía granos con broca, mordidos, caracolillos; siendo el primero el mayor perjudicial en la producción de café robusta; ya que esta plaga se introduce en el interior del grano provocando la pérdida de peso y sobre todo tomando un color negro. Existieron notablemente las diferencias de cada una de las muestras recolectadas en los dos Cantones.

**Tabla N°3:** Análisis de varianza (ADEVA) para respuesta experimental de la Densidad de los granos de café robusta

<b>Origen de la variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>Fc</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Ft</b>
FACTOR	968,00	1,00	968,00	1,42	0,28	5,99
ERROR	4078,00	6,00	679,67			
Total	5046,00	7,00				

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

La tabla ADEVA para la respuesta experimental de densidad de los granos de café robusta muestra la probabilidad de 0,28 establece que no existe diferencia estadística significativa sobre la densidad al 95% del nivel de confianza, en vista que el P-valor obtenido es de 0,55 en comparación con la P de 0,05. Esto demuestra que los valores de densidad del café de la variedad robusta de los dos Cantones son iguales. Los valores de densidad reportados en la investigación están entre 620 a 680g/l; de acuerdo a las investigaciones realizadas por Zambrano (2014), menciona que la densidad de los granos de café se encuentra en un rango de 742,54 a 801,14 g/l en café robusta.

## **5.2 Resultados obtenidos de la valoración de los granos defectuosos del café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía.**

En las tablas 4 y 5 se detallan la valoración de los granos defectuosos del café de la variedad robusta que produce en las 4 localidades del Cantón Caluma y 4 localidades del cantón Echeandía.

Se le realizó una valoración de los granos defectuosos con 100 g de muestra de café; y para realizar dicha valoración se basó en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 285 (2006) donde los resultados de las 8 localidades se encuentran en un rango del número de defectos que va de 27,3% a 41,3% se comparó con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 289 (1978-2) para café en grano, que menciona que en una muestra de 300 g deben encontrarse 13 defectos que corresponde a un café tipo 3-5 con una puntuación de + 45puntos.

Con los valores obtenidos en la investigación se establece que el café robusta que se produce en las localidades del Cantón Caluma y Echeandía, puede ser comercializado pero con una valoración de – 45 puntos ya que la norma INEN 289 establece que mientras menos defectos exista en una muestra mayor será la puntuación a obtener pero si existe mayor número de defectos el puntaje ira aumentando negativamente, ya que para poder comercializar en cualquier puerto ecuatoriano, el café verde en grano debe ser el tipo 4 como base.

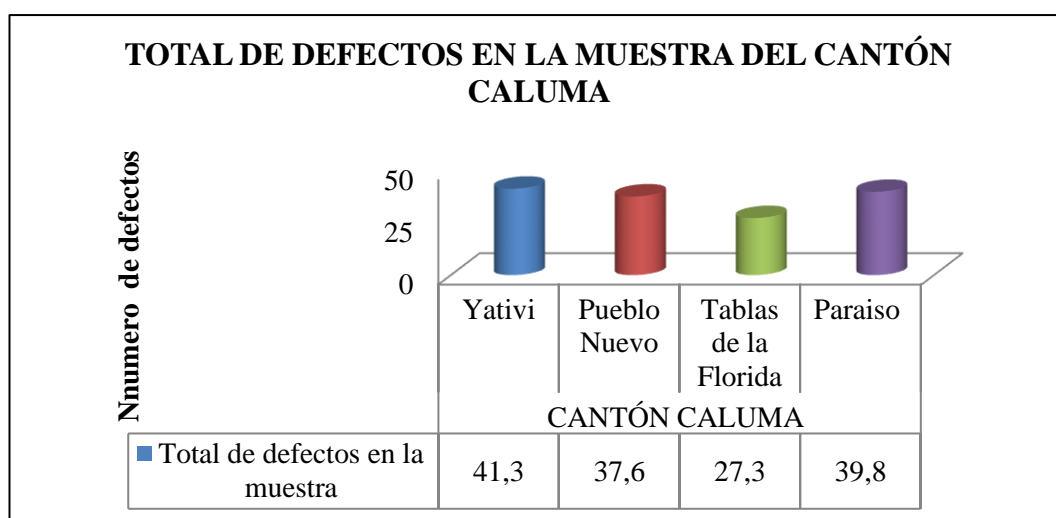
**Tabla N°4:** Porcentaje total de granos de café robusta defectuosos en el Cantón Caluma

Detalle	CANTÓN CALUMA			
	Yatuví	Pueblo Nuevo	Tablas de la Florida	Paraíso
% Total de defectos en la muestra	41,3	37,6	27,3	39,8

Fuente: Datos de investigación de campo, 2016

Elaborado: Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**Gráfico N°1:** Porcentaje de granos de café defectuosos en el Cantón Caluma



Fuente: Datos de investigación de campo, 2016

Elaborado: Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**Interpretación:**

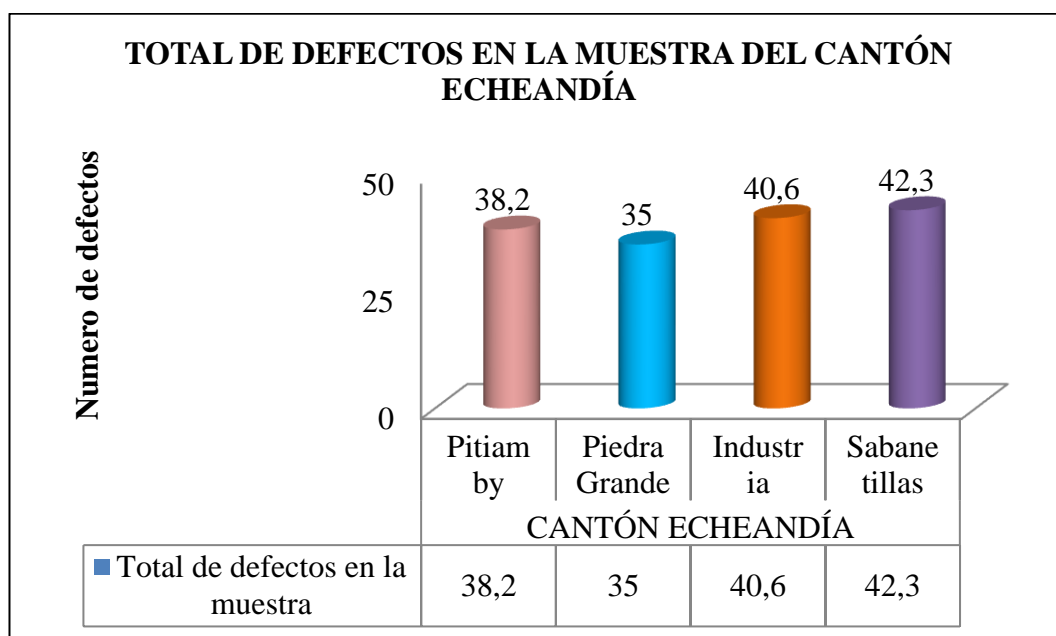
En la localidad de Yatuví predomina el número de granos de café defectuosos con un porcentaje de **41,3 %** esto se debe a las condiciones de cosecha ya que debe ser cosechado en estado pintón; a diferencia de la localidad de Tablas de la Florida con un **27,3 %** esto se debe que en el momento de cosecha se encontraba en óptimas condiciones.

**Tabla N°5:** Porcentaje total de granos de café defectuosos en el Cantón Echeandía

Detalle	CANTÓN ECHEANDÍA			
	Pitiamby	Piedra Grande	Industria	Sabanetillas
% Total de defectos en la muestra	38,2	35	40,6	42,3

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**Grafico N°2:** Porcentaje de granos de café defectuosos en el Cantón Echeandía



**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2016

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**Interpretación:**

En las 4 localidades (Pitiamby, Piedra Grande, Industria, Sabanetillas) del cantón Echeandía el % de granos defectuosos se encuentra en un rango que va desde 35 a 42,3 % esto se debe a un inadecuado manejo del cultivo.

**Tabla N°6:** Análisis de varianza (ADEVA) para respuesta experimental de los defectos de los granos del café robusta.

<b>Origen de la variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>Fc</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Ft</b>
FACTOR	12,75	1,00	12,75	0,51	0,50	5,99
ERROR	149,87	6,00	24,98			
Total	162,62	7,00				

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

La tabla ADEVA para la respuesta experimental de los defectos de los granos del café robusta muestra la probabilidad de 0,50 establece que no existe diferencia estadística significativa sobre los defectos al 95% del nivel de confianza, en vista que el P-valor obtenido es de 0,55 en comparación con la P de 0,05. Esto demuestra que los defectos del café de los dos Cantones son iguales.

(Quiliguango R, 2013). Manifiesta que en estudios realizados sobre la calidad física y organoléptica en el Café Arábigo en 300 g de muestra de café por el método de beneficio de vía seca, presenta un total de 41,50 g (13.83%) de granos defectuosos; con estos datos se establece que el café que produce la localidad de Tablas de la Florida con un 27,3 % de granos defectuosos, es un café que se asemeja a las condiciones de calidad mientras que la localidad de Piedra Grande se aleja en relación al estudio antes mencionado con un 30 % de defectos.

**5.3 Contenidos obtenidos del % de humedad del café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta, en estado natural cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía.**

**Tabla N°7:** Determinación % humedad de café robusta en estado natural a las 6 horas

Lugar	Muestra	Cris,	Cris + m	P,cris+m seca	% H	Promedio
<b>Pueblo nuevo</b>	T1R1	49,658	60,147	58,751	15,352	<b>15,232</b>
	T1R2	50,776	62,246	60,724	15,300	
	T1R3	50,224	63,064	61,385	15,043	
<b>Pitiamby</b>	T2R1	52,600	63,628	62,116	15,889	<b>15,182</b>
	T2R2	49,576	64,134	62,164	15,650	
	T2R3	44,362	64,612	62,124	14,007	
<b>Sabanetillas</b>	T3R1	17,468	23,851	23,161	12,120	<b>11,509</b>
	T3R2	23,123	28,416	27,916	10,432	
	T3R3	21,305	27,477	26,817	11,974	
<b>Paraíso</b>	T4R1	22,195	29,211	28,424	12,634	<b>12,799</b>
	T4R2	25,219	32,978	32,114	12,531	
	T4R3	21,922	27,895	27,197	13,232	
<b>Tablas de la Florida</b>	T5R1	23,619	30,724	29,823	14,523	<b>13,270</b>
	T5R2	23,138	30,323	29,491	13,096	
	T5R3	25,144	30,739	30,131	12,192	
<b>Yatuví</b>	T6R1	42,160	52,439	51,204	13,655	<b>13,353</b>
	T6R2	46,253	55,309	54,272	12,932	
	T6R3	22,607	30,507	29,569	13,473	
<b>P, Grande</b>	T7R1	42,486	50,205	49,262	13,917	<b>13,377</b>
	T7R2	41,976	52,658	51,349	13,966	
	T7R3	42,613	55,983	54,524	12,249	
<b>Industria</b>	T8R1	17,464	23,268	22,684	11,188	<b>12,436</b>
	T8R2	23,119	29,458	28,765	12,274	
	T8R3	21,306	29,906	28,860	13,847	

**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2016

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**Tabla N°8:** Determinación % humedad de café robusta en estado natural 4 horas

Lugar	Muestra	Crisol	Cris +m	P,c + m seca	% H	Promedio
<b>Pueblo nuevo</b>	T1R1	49,658	60,147	58,783	14,948	<b>14,741</b>
	T1R2	50,776	62,246	60,742	15,091	
	T1R3	50,224	63,064	61,469	14,184	
<b>Pitiamby</b>	T2R1	52,600	63,628	62,155	15,416	<b>14,414</b>
	T2R2	49,576	64,134	62,267	14,711	
	T2R3	44,362	64,612	62,264	13,116	
<b>Sabanetillas</b>	T3R1	17,368	23,851	23,163	11,872	<b>11,000</b>
	T3R2	23,123	28,416	27,920	10,340	
	T3R3	21,305	27,477	26,876	10,788	
<b>Paraíso</b>	T4R1	22,195	29,211	28,443	12,292	<b>12,119</b>
	T4R2	25,219	32,978	32,198	11,176	
	T4R3	21,922	27,895	27,213	12,890	
<b>Tablas de la Florida</b>	T5R1	23,619	30,724	29,856	13,917	<b>12,663</b>
	T5R2	23,138	30,323	29,551	12,038	
	T5R3	25,144	30,739	30,138	12,034	
<b>Yatuví</b>	T6R1	42,160	52,439	51,267	12,869	<b>12,609</b>
	T6R2	46,253	55,309	54,356	11,761	
	T6R3	22,607	30,507	29,586	13,197	
<b>Piedra Grande</b>	T7R1	42,486	50,205	49,375	12,048	<b>12,107</b>
	T7R2	41,976	52,658	51,452	12,727	
	T7R3	42,603	55,983	54,598	11,546	
<b>Industria</b>	T8R1	17,464	23,268	22,697	10,912	<b>11,971</b>
	T8R2	23,119	29,458	28,789	11,799	
	T8R3	21,306	29,906	28,903	13,203	

**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2016

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016



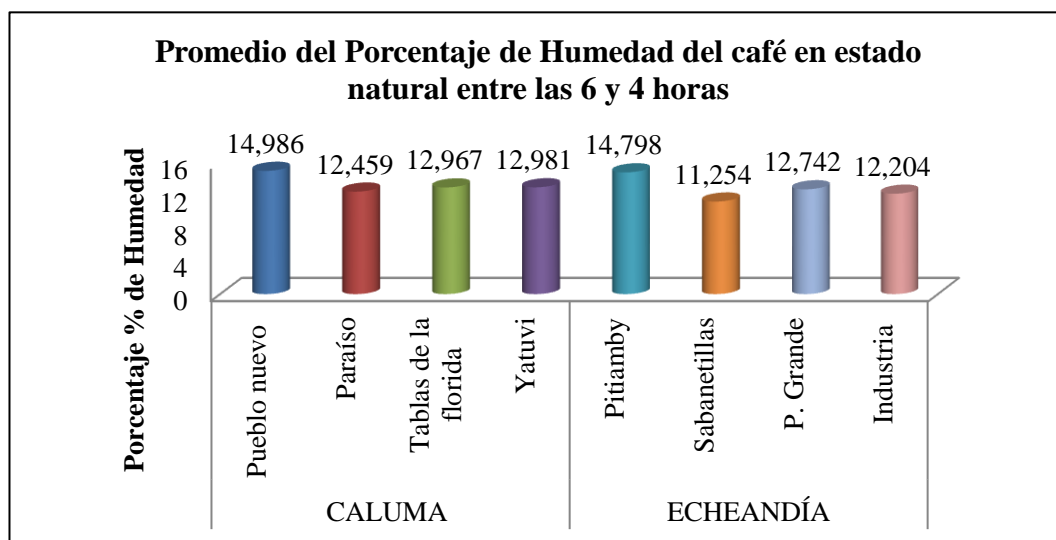
**Tabla N°9:** Promedio Total % humedad de café en estado natural a las 6 horas y 4 horas

Detalle	Lugar	% H en 6 horas	% H en 4 horas	% H promedio total
<b>CALUMA</b>	<b>Pueblo Nuevo</b>	15,232	14,741	14,986
	<b>Paraíso</b>	12,799	12,119	12,459
	<b>Tablas de la florida</b>	13,270	12,663	12,967
	<b>Yatuví</b>	13,353	12,609	12,981
<b>ECHEANDÍA</b>	<b>Pitiamby</b>	15,182	14,414	14,798
	<b>Sabanetillas</b>	11,509	11,000	11,254
	<b>P, Grande</b>	13,377	12,107	12,742
	<b>Industria</b>	12,436	11,971	12,204

**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2016

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**Grafico N°3:** Promedio Total del % humedad de café robusta en estado natural a las 6 Horas y 4 Horas



**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2016

**Elaborado:** Mercedes, Ll. & Mayra, M. 2016

### Interpretación:

Según los datos obtenidos y tabulados en cuanto a la determinación de humedad del café robusta en estado natural; la localidad de Pueblo Nuevo perteneciente al Cantón Caluma tiene un porcentaje mayor de humedad del 14,986 % de H; con relación Sabanetillas perteneciente al Cantón Echeandía que presenta un porcentaje inferior de humedad de 11,254%.

**Tabla N°10:** Análisis de varianza (ADEVA) para respuesta experimental del contenido de humedad del café robusta en estado natural.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	Fc	Probabilidad	Ft
FACTOR	0,72	1,00	0,72	0,41	0,55	5,99
ERROR	10,48	6,00	1,75			
Total	11,20	7,00				

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

La tabla ADEVA para la respuesta experimental del contenido de humedad del café robusta en estado natural, muestra la probabilidad de 0,55 establece que no existe diferencia estadística significativa sobre la humedad al 95% del nivel de confianza, en vista que el P-valor obtenido es de 0,55 en comparación con la P de 0,05. Esto demuestra que humedad del café robusta en estado natural de los dos Cantones son iguales.

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0286, establece que el porcentaje de humedad debe estar en un rango de 11 al 13% para el tipo de café grado 1,2 y 3; y en las localidades de Sabanetillas, Paraíso, Tablas de la florida, Piedra Grande, Yatuví, Industria cumple con la norma antes mencionada; a diferencia de Pueblo Nuevo con un 14,986 % de H; y la localidad de Pitiamby con un 14,798 % de H.

**5.4 Contenido del % de cenizas en estado natural del café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía.**

**Tabla N°11:** Determinación de porcentaje de cenizas en muestras de Café Robusta en estado natural en los Cantones de Echeandía y Caluma

LUGAR	MUESTRA	PCV	PC+MS	PC+CZ	% C SECA	PROMEDIO
<b>Pueblo Nuevo</b>	T1R1	18,737	23,857	18,938	3,926	<b>4,152</b>
	T1R2	18,347	24,995	18,628	4,227	
	T1R3	19,696	25,553	19,948	4,303	
<b>Pitiamby</b>	T2R1	19,733	25,828	19,989	4,200	<b>3,767</b>
	T2R2	18,8	24,909	19,046	4,027	
	T2R3	20,095	26,863	20,303	3,073	
<b>Sabanetillas</b>	T3R1	19,811	24,555	19,998	3,942	<b>3,998</b>
	T3R2	19,964	24,781	20,158	4,027	
	T3R3	19,562	25,126	19,786	4,026	
<b>Paraíso</b>	T4R1	19,672	25,395	19,92	4,333	<b>4,392</b>
	T4R2	19,605	25,748	19,872	4,346	
	T4R3	18,607	24,057	18,852	4,495	
<b>Tablas Florida</b>	T5R1	19,57	25,411	19,79	3,766	<b>3,765</b>
	T5R2	18,724	24,777	18,954	3,800	
	T5R3	18,619	23,793	18,812	3,730	
<b>Yatuví</b>	T6R1	19,676	25,883	19,935	4,173	<b>4,190</b>
	T6R2	19,61	25,617	19,861	4,178	
	T6R3	19,565	24,971	19,793	4,218	
<b>Piedra Grande</b>	T7R1	19,813	24,243	20,027	4,831	<b>4,957</b>
	T7R2	18,61	24,238	18,891	4,993	
	T7R3	18,726	24,571	19,021	5,047	
<b>Industria</b>	T8R1	18,621	22,862	18,81	4,456	<b>4,451</b>
	T8R2	19,573	24,143	19,776	4,442	
	T8R3	19,968	26,254	20,248	4,454	

Fuente: Datos de investigación de campo, 2016

Elaborado: Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**NOTA:** A continuación, se detalla el significado de las siglas de la tabla N°11

**PCV**= peso del crisol vacío

**PC+MS**= peso del crisol más la muestra de café

**PC+CZ** = peso del crisol más la muestra de café en cenizas

**% C SECA**= porcentaje de cenizas

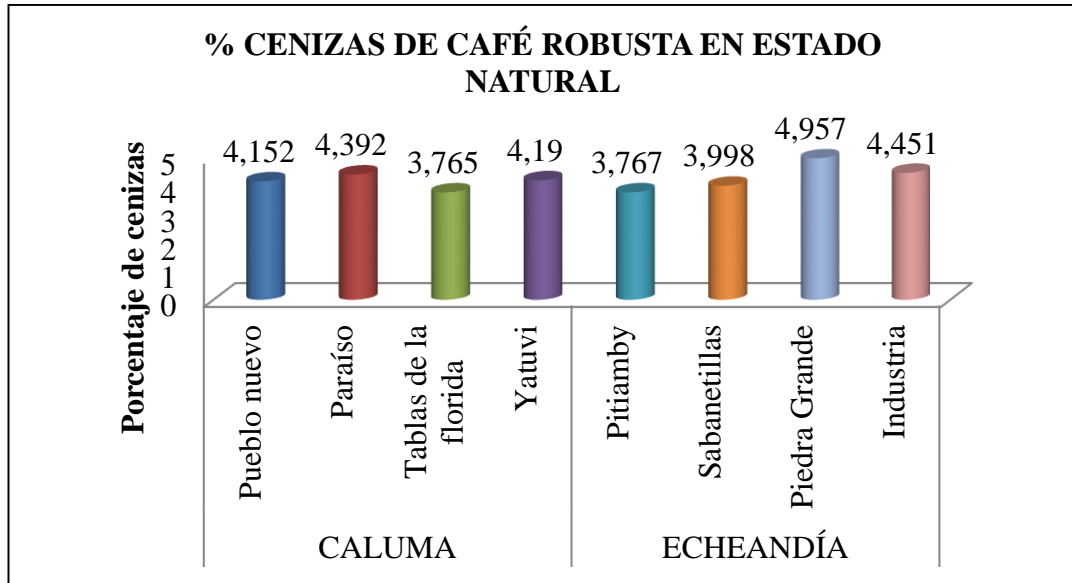
**Tabla N°12:** Promedio total del porcentaje de Cenizas en muestras de Café en estado natural Robusta en los Cantones de Echeandía y Caluma

	<b>LUGAR</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>CALUMA</b>	Pueblo Nuevo	4,152
	Paraíso	4,392
	Tablas de la Florida	3,765
	Yatuví	4,190
<b>ECHEANDÍA</b>	Pitiamby	3,767
	Sabanetillas	3,998
	Piedra Grande	4,957
	Industria	4,451

**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2016

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**Grafico N°4:** Promedio total del porcentaje de Cenizas de café Robusta



**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2016

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**Interpretación:**

La localidad de Piedra Grande perteneciente al Cantón Echeandía, presenta un mayor contenido de cenizas con un 4.957 % mientras que la localidad de tablas de la Florida perteneciente al Cantón de Caluma contiene menor contenido de cenizas con un 3.765 %.

**Tabla N°13:** Análisis de varianza (ADEVA) para respuesta experimental del contenido de cenizas del café robusta en estado natural.

Origen de la variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	Fc	Probabilidad	Ft
FACTOR	0,06	1,00	0,06	0,33	0,59	5,99
ERROR	1,04	6,00	0,17			
Total	1,09	7,00				

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

La tabla ADEVA para la respuesta experimental del contenido de cenizas del café robusta en estado natural muestra la probabilidad de 0,59 establece que no existe diferencia estadística significativa sobre las cenizas al 95% del nivel de confianza, en vista que el P-valor obtenido es de 0,59 en comparación con la P de 0,05. Esto demuestra que las cenizas del café robusta en estado natural de los dos Cantones son iguales.

En cuanto a la determinación de cenizas en café en estado natural; de las diferentes localidades se encuentran dentro del rango según la norma NTE INEN 1123 (2006) que manifiesta que el porcentaje de cenizas es del 5% como máximo.

**5.5 Resultados obtenidos del % de humedad en el café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía en café tostado y molido mediante el uso de la Balanza Mettler Toledo.**

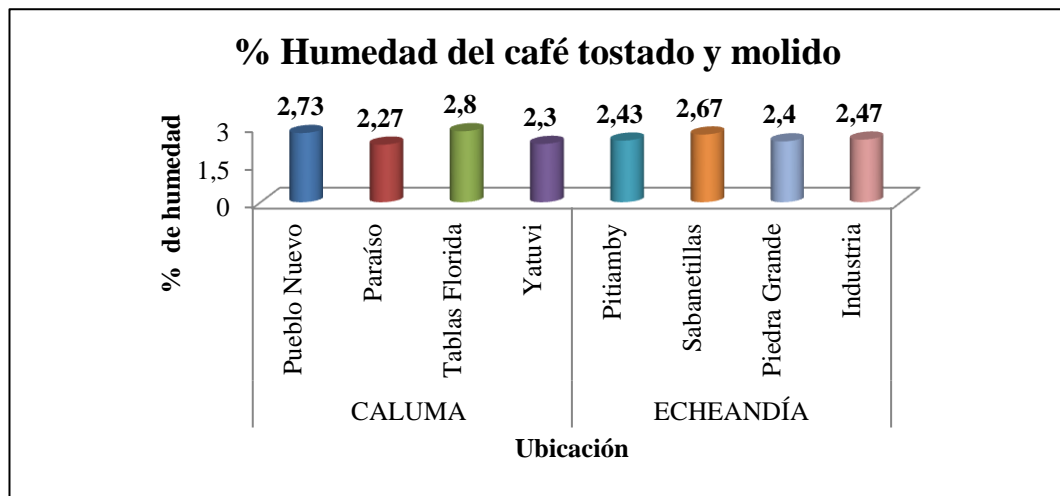
**Tabla N°14:** Porcentaje de humedad del café tostado y molido del Cantón Caluma y Echeandía.

CANTÓNES	Determinación de Humedad				
	Localidades	T. Máx. °C	T. Equilibrio °C	Tiempo Minutos	% Humedad
CALUMA	Pueblo Nuevo	131	101	20	2,73
	Paraíso	131	101	20	2,27
	Tablas Florida	130	101	25	2,8
	Yatuví	131	101	22	2,3
ECHEANDÍA	Pitiamby	130	101	28	2,43
	Sabanetillas	131	101	30	2,67
	Piedra Grande	131	101	25	2,4
	Industria	130	101	23	2,47

**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2016

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**Grafico N°5:** Porcentaje de humedad del café tostado y molido del Cantón Caluma y Echeandía.



**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2016

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**Interpretación:**

El porcentaje de humedad del café tostado y molido de la localidad de Tablas de la Florida perteneciente al cantón Caluma presenta una humedad superior de 2,80 % con relación a las demás localidades; mientras que en la localidad del Paraíso el café tostado y molido presenta una humedad inferior de 2,27% H, con relación a las demás localidades.

**Tabla N°15:** Análisis de varianza (ADEVA) para respuesta experimental del contenido de humedad del café robusta tostado y molido

<b>Origen de la variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>Fc</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Ft</b>
FACTOR	0,00	1,00	0,00	0,05	0,84	5,99
ERROR	0,28	6,00	0,05			
Total	0,28	7,00				

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

La tabla ADEVA para la respuesta experimental del contenido de humedad del café robusta tostado y molido muestra la probabilidad de 0,84 establece que no existe diferencia estadística significativa sobre el contenido de humedad al 95% del nivel de confianza, en vista que el P-valor obtenido es de 0,84 en comparación con la P de 0,05. Esto demuestra que la humedad del café robusta tostado y molido de los dos Cantones es igual.

En la norma NTE INEN 1123 (2006) Café tostado y molido, establece un 5 % del porcentaje de humedad; comparando con datos obtenidos que es de 0,27 % a 0,80 % se encuentra dentro del rango que manifiesta la norma antes mencionada.



**5.6 Resultados obtenidos del % de cenizas del café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía en café tostado y molido**

**Tabla N°16:** Determinación de porcentaje de cenizas en muestras de Café tostado y molido de los Cantones de Echeandía y Caluma

<b>Determinación de Cenizas</b>						
<b>Lugar</b>	<b>Muestra</b>	<b>PC (g)</b>	<b>PCM (g)</b>	<b>PCM ceniza (g)</b>	<b>% Ceniza</b>	<b>Promedio</b>
<b>Pueblo Nuevo</b>	T1R1	19,6724	22,3830	19,8034	4,8329	4,3528
	T1R2	22,4041	24,8936	22,5082	4,1816	
	T1R3	22,1424	24,3160	22,2303	4,0440	
<b>Pitiamby</b>	T2R1	38,4122	41,1632	38,5309	4,3148	4,6908
	T2R2	43,4654	46,5683	43,6101	4,6634	
	T2R3	41,9000	45,3000	42,0732	5,0941	
<b>Sabanetillas</b>	T3R1	39,6756	42,9278	39,8123	4,2033	4,7343
	T3R2	40,8762	43,9642	41,0367	5,1975	
	T3R3	44,9657	47,8186	45,1027	4,8021	
<b>Paraíso</b>	T4R1	22,2495	25,3872	22,4107	5,1375	4,9741
	T4R2	23,7751	26,8078	23,9187	4,7351	
	T4R3	22,7387	25,9627	22,9015	5,0496	
<b>Tablas Florida</b>	T5R1	21,5978	24,5900	21,7431	4,8560	4,9469
	T5R2	18,2742	21,2767	18,4291	5,1590	
	T5R3	22,8130	25,6230	22,9486	4,8256	
<b>Yatuví</b>	T6R1	22,2780	25,0381	22,422	5,2172	4,9765
	T6R2	20,0181	24,8824	20,2414	4,5906	
	T6R3	38,2340	42,7207	38,4638	5,1218	
<b>Piedra Grande</b>	T7R1	38,2676	41,9268	38,4451	4,8508	4,7049
	T7R2	41,9152	44,6823	42,0408	4,5390	
	T7R3	43,5045	46,1310	43,6286	4,7249	
<b>Industria</b>	T8R1	39,6243	42,5460	39,7659	4,8465	4,8208
	T8R2	43,1457	46,8795	43,3358	5,0913	
	T8R3	41,2056	44,3043	41,3458	4,5245	

Fuente: Datos de investigación de campo, 2016

Elaborado: Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**NOTA:** A continuación, se detalla el significado de las siglas de la tabla N° 16

**PCV**= peso del crisol vacío

**PC+MS**= peso del crisol más la muestra de café

**PC+CZ** = peso del crisol más la muestra de café en cenizas

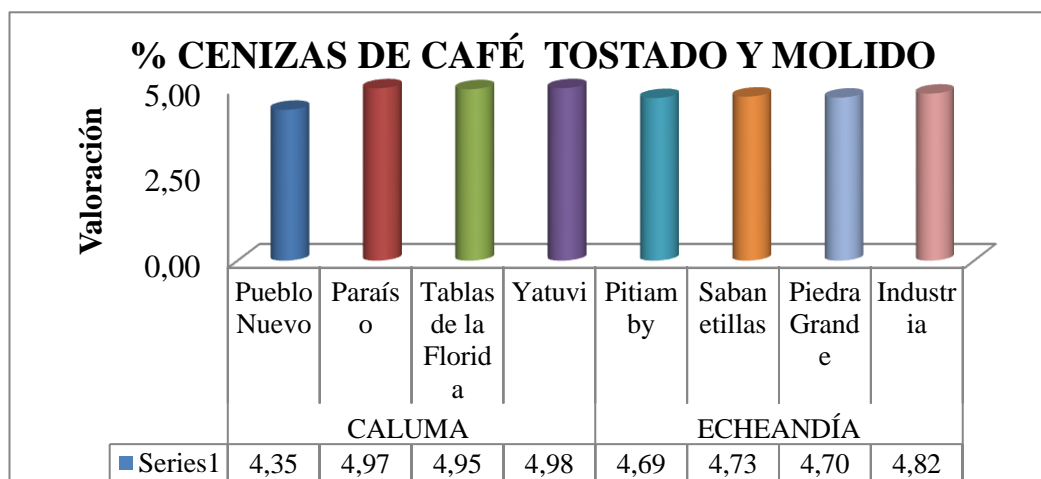
**% C SECA**= porcentaje de cenizas

**Tabla N°17:** Promedio total del porcentaje de Cenizas en café tostado y molido de los Cantones de Echeandía y Caluma

Detalle	Promedio de Cenizas de Café tostado y molido	
<b>CALUMA</b>	<b>Pueblo Nuevo</b>	4,35
	<b>Paraíso</b>	4,97
	<b>Tablas de la Florida</b>	4,95
	<b>Yatuví</b>	4,98
<b>ECHEANDÍA</b>	<b>Pitiamby</b>	4,69
	<b>Sabanetillas</b>	4,73
	<b>Piedra Grande</b>	4,70
	<b>Industria</b>	4,82

Elaborado: Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**Grafico N°6:** Porcentaje de cenizas en café tostado y molido del Cantón Caluma y Echeandía.



Fuente: Datos de investigación de campo, 2016

Elaborado: Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

### Interpretación:

En cuanto a la determinación de cenizas realizadas a las muestras de café Robusta tostado y molido. El contenido de cenizas de la localidad de Paraíso perteneciente al Cantón Caluma es de 4.97%; en cuanto el contenido de cenizas de la localidad de Pueblo Nuevo perteneciente al Cantón Caluma es de 4.35%.

**Tabla N°18:** Análisis de varianza (ADEVA) para respuesta experimental del contenido de cenizas del café robusta tostado y molido

Origen de la variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	Fc	Probabilidad	Ft
FACTOR	0,01	1,00	0,01	0,23	0,65	5,99
ERROR	0,29	6,00	0,05			
Total	0,30	7,00				

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

La tabla ADEVA para la respuesta experimental del contenido de cenizas del café robusta tostado y molido muestra la probabilidad de 0,65 establece que no existe diferencia estadística significativa sobre el contenido de cenizas al 95% del nivel de confianza, en vista que el P-valor obtenido es de 0,65 en comparación con la P de 0,05. Esto demuestra que las cenizas del café robusta tostado y molido de los dos Cantones son iguales.

El contenido de cenizas del café robusta tostado y molido mencionados anteriormente se encuentran dentro del rango según la norma NTE INEN 1123 (2006) que manifiesta que el máximo es el 5%.

(Quinteros, 2011) Menciona que el contenido de cenizas en el café robusta tostado y molido presenta un 3.96 % relacionando con el contenido de cenizas del café analizado es inferior; por tanto, nuestro café está dentro del rango y es aceptable.

**5.7 Resultados obtenidos del extracto de volátiles a partir del café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía en café tostado y molido**

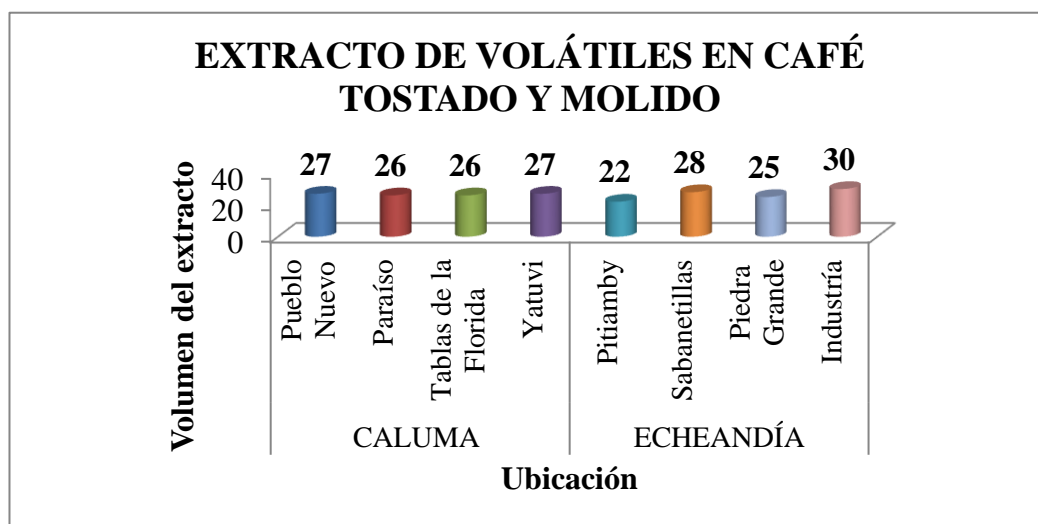
**Tabla N°19:** Volumen del extracto de volátiles en café tostado y molido de los Cantones de Echeandía y Caluma

Detalle	Extracto de volátiles en café tostado y molido	
	Localidad	MI
<b>CALUMA</b>	Pueblo Nuevo	27
	Paraíso	26
	Tablas de la Florida	26
	Yatuví	27
<b>ECHEANDÍA</b>	Pitiamby	22
	Sabanetillas	28
	Piedra Grande	25
	Industria	30

**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2016

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

**Grafico N°7:** Volumen del extracto de volátiles en café tostado y molido de los Cantones de Echeandía y Caluma.



**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2016

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2016

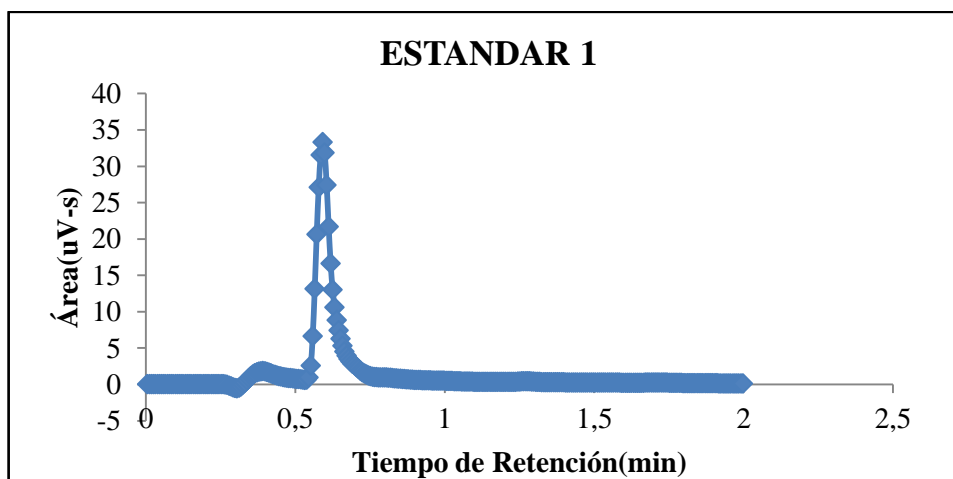
### Interpretación:

Para la extracción de volátiles en café tostado y molido el proceso de destilación simultánea líquido-líquido se demoró aproximadamente una hora; en donde presentaba el aroma concentrado a café y se eliminaba la mayor parte de Diclorometano y éter (3:1). En el cantón Echeandía de la localidad la Industria se extrajo un volumen de 30 ml superior a las demás localidades a diferencia de la localidad de Pitiamby con un volumen de 22 ml inferior a las demás localidades.

### 5.8 Resultados obtenidos por UHPLC en el café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta, cultivada en los Cantones Caluma y Echeandía, en los que se detalla, el peso obtenido de la cafeína extraída, los cromatogramas, concentración y porcentaje de cafeína en café tostado y molido.

Para la identificación de cafeína, la fase móvil empleada fue agua y metanol en una relación 70-30 %. Se inyectaron las soluciones de cafeína patrón a un volumen de 10µl para las 5 soluciones patrón que se prepararon en las siguientes concentraciones 4,00 ppm, 8,00 ppm, 16,00 ppm, 24,00 ppm y 32,00 ppm y se obtuvieron los siguientes cromatogramas.

**Grafico N°8:** Cromatograma del estándar 1 de cafeína anhidra a 4 ppm



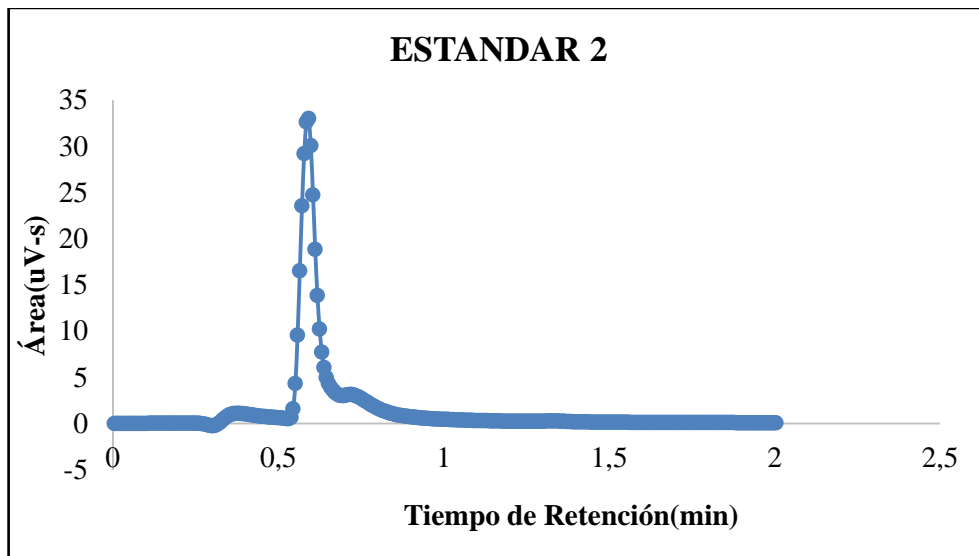
**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

**Interpretación:**

De acuerdo al gráfico del estándar 1; se tiene un área de 65,5, con un tiempo de retención de 0,577 y con un volumen de inyección de 10  $\mu$ L. valores que corresponde a la cafeína.

**Gráfico N°9:** Cromatograma del estándar 2 de cafeína anhidra a 8 ppm



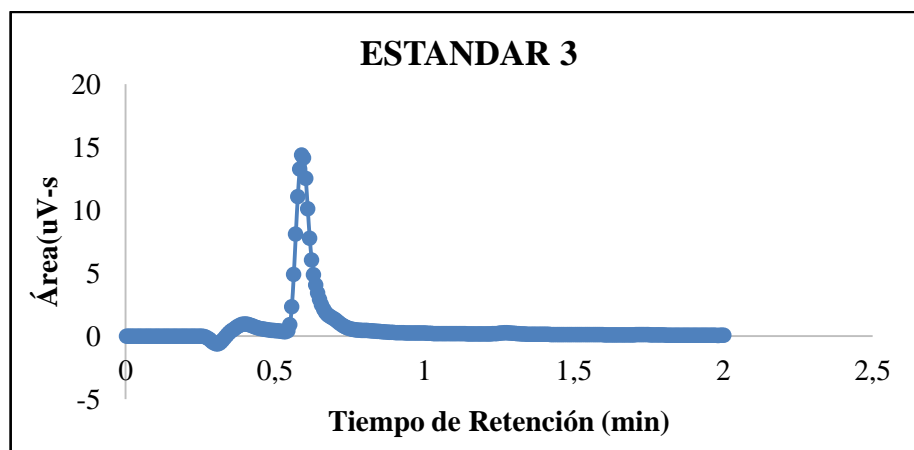
**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

**Interpretación:**

De acuerdo al gráfico del estándar 2 se obtiene un área de 135,2 con un tiempo de retención de 0.576 y un volumen de inyección de 10  $\mu$ L.

**Grafico N°10:** Cromatograma del estándar 3 de cafeína anhidra a 16 ppm



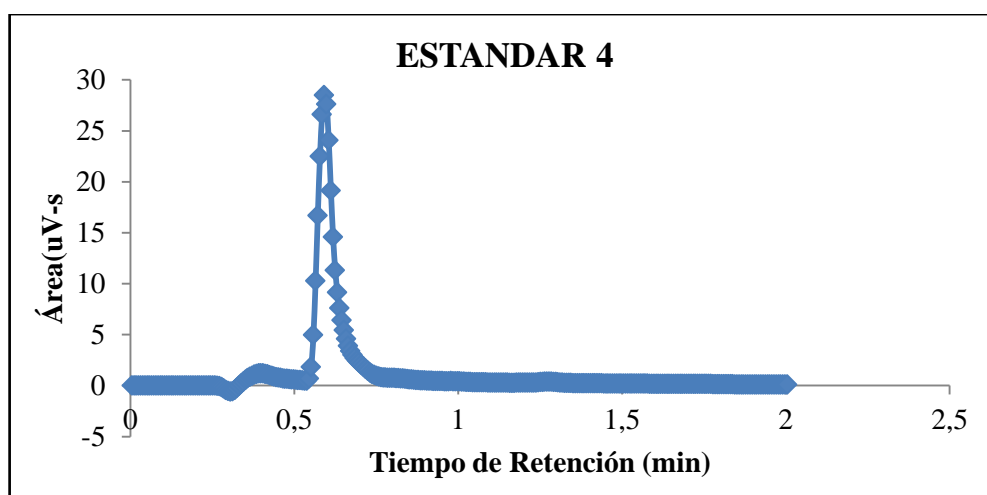
**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

**Interpretación:**

De acuerdo al gráfico del estándar 3 se obtuvo un área de 256.7 con un tiempo de retención de 0.576 y un volumen de inyección de 10  $\mu$ L.

**Grafico N°11:** Cromatograma del estándar 4 de cafeína anhidra a 24 ppm



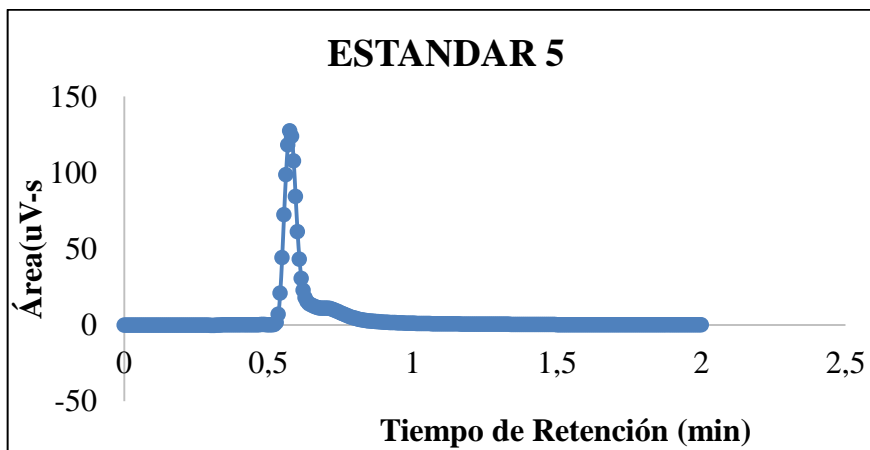
**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

**Interpretación:**

De acuerdo al gráfico del estándar 4 se obtuvo un área de 399.3 con un tiempo de retención de 0.575 y un volumen de inyección de 10  $\mu$ L.

**Grafico N°12:** Cromatograma del estándar 5 de cafeína anhidra a 32 ppm



**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

**Interpretación:**

De acuerdo al gráfico del estándar 5 se obtuvo un área de 530.7 con un tiempo de retención de 0.575 y un volumen de inyección de 10  $\mu$ L.

**Tabla N°20:** Determinación de la curva de calibrado de la cafeína patrón

Codificación	Concentración (ppm)	Área	Tiempo de retención
Patrón 1	3,99	65,5	0,577
Patrón 2	7,98	135,2	0,576
Patrón 3	15,96	256,7	0,576
Patrón 4	23,94	399,3	0,575
Patrón 5	31,92	530,7	0,575

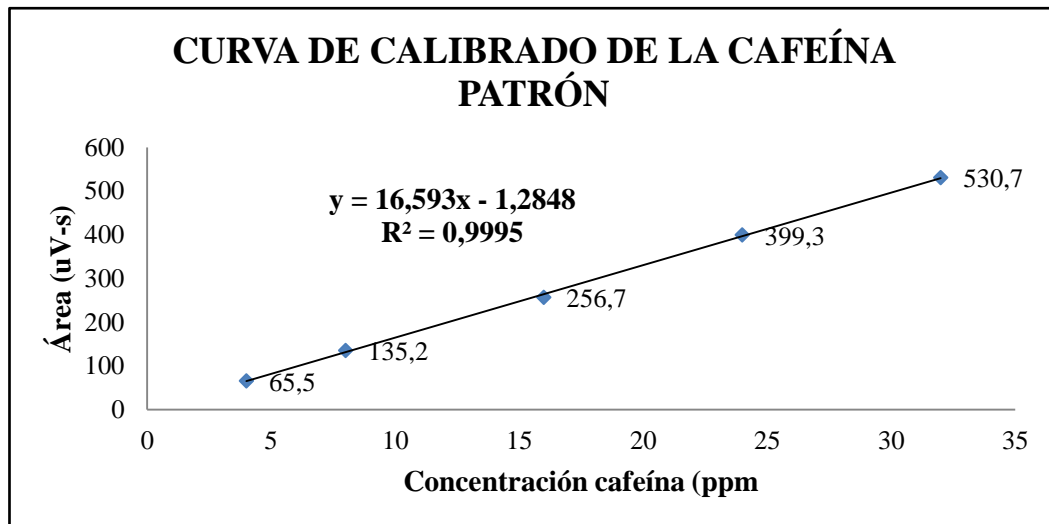
**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017



Para la determinación de la recta de calibrado de la cafeína patrón se empleó las concentraciones de las 5 disoluciones patrón versus las áreas obtenidas en el UHPLC, tal como se muestra en la siguiente gráfica.

**Grafico N° 13:** Curva de calibrado de la cafeína patrón



**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### **Interpretación:**

Para la determinación de la concentración de cafeína; presente en el café tostado y molido de 4 localidades pertenecientes al Cantón Caluma (Paraíso, Yatuví, Pueblo Nuevo y Tablas de la Florida) y 4 localidades que corresponden al Cantón Echeandía (Sabanetillas, Piedra Grande, Pitiamby e Industria); es necesario la regresión lineal de la curva de calibrado de la cafeína patrón, que fue la siguiente:

$$Y = 16,593 * x - 1,2848$$

$$R^2 = 0,9995$$

La ecuación obtenida por regresión lineal queda de la siguiente manera.

$$Y = m * x + b$$

**Dónde:**

$Y$ = Área

$M$ = Pendiente de la curva de calibrado.

$X$ = Concentración de cafeína de las muestras inyectadas en estudio.

$b$ = Ordenada en el origen de la curva de calibrado.

**Tabla N°21:** Muestras de cafeína de café, área y tiempo de retención

CANTÓN	Comunidades	Área	Tiempo de retención
ECHEANDÍA	Piedra Grande	172,4	0,576
	Sabanetillas	435,9	0,576
	Pitiamby	420	0,571
	Industria	379,4	0,57
CALUMA	Tablas de la Florida	89,9	0,607
	Yatuví	130,1	0,606
	Pueblo Nuevo	117,4	0,578
	Paraíso	168,6	0,578

**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

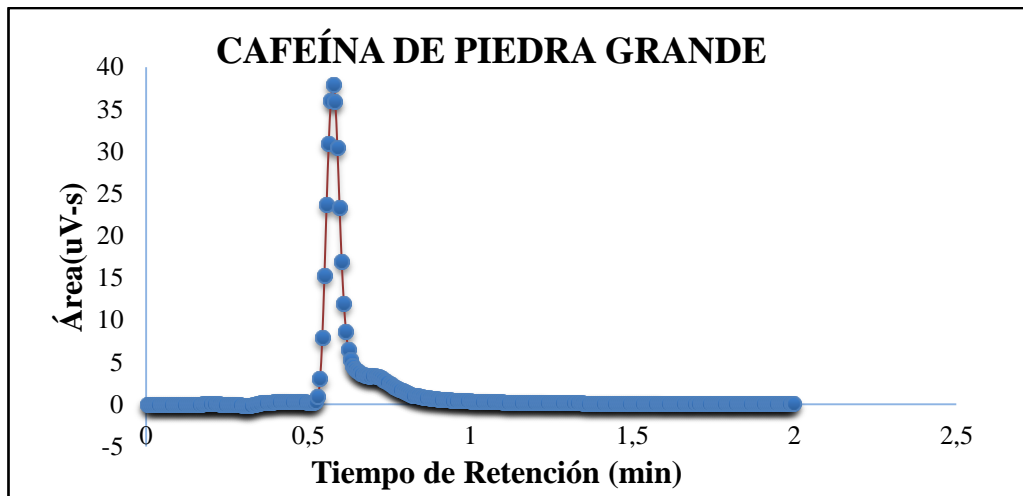
**Interpretación:**

Los cromatogramas obtenidos en el a partir de la cafeína anhidra, tiene un área que va desde 65.5 a 530.7 con un tiempo de retención que va desde 0.575 a 0.577 y un volumen de inyección de 10  $\mu$ L; estos datos se comparan con el contenido de cafeína del café robusta de las diferentes localidades, los cuales están dentro del rango establecido.

**Discusión:**

(Carrera, 2007) Menciona que el tiempo de retención que obtuvieron va desde 5.964 a 6.20 dichos datos se alejan mucho del tiempo de retención que se obtuvo; esto se debe a que empleamos el equipo UHPLC; el cual se obtiene los resultados en menor tiempo, que va desde 0.571 a 0.607 facilitando y reduciendo el trabajo del operador.

**Grafico N°14:** Cromatograma del contenido de cafeína de la localidad de Piedra Grande del Cantón Echeandía



**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### **Interpretación:**

Se obtuvo un gráfico de cafeína del café robusta perteneciente a la localidad de Piedra Grande del Cantón Echeandía; presenta un área de 172.4 con un tiempo de retención 0.576 mientras que se inyectó en el UHPLC con un volumen de 10 µL. Para determinar la concentración de cafeína del café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta procedente de la localidad de Piedra Grande perteneciente al Cantón Echeandía.

Se toman los datos de las áreas de los cromatogramas obtenidos en el UHPLC y con la ecuación de la regresión lineal se procede de la siguiente manera.

$$Y = 16,593 * x - 1,2848$$

**Área obtenida:** 172,4

Se reemplaza la Y por el valor del área obtenida.

$$172,4 = 16,593 * x - 1,2848$$

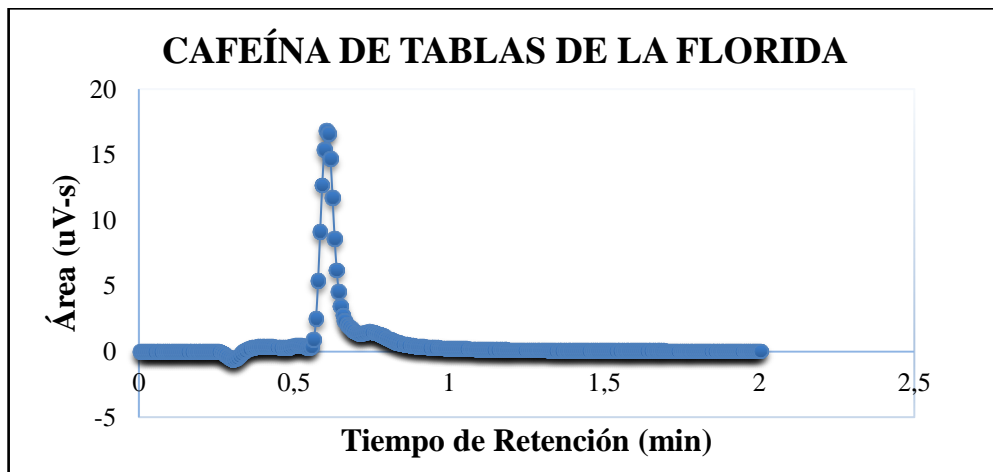
Se despeja X (Concentración), para determinar la concentración de la cafeína y la ecuación queda de la siguiente manera.

$$X = \frac{172,4 - 1,2848}{16,593}$$

La concentración de cafeína del café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta, procedente de la localidad de Piedra Grande perteneciente al Cantón Echeandía es la siguiente:

$$X = 10,312 \text{ ppm} = 10,312 \text{ mg/L}$$

**Grafico N°15:** Cromatograma del contenido de cafeína de la localidad de Tablas de la Florida del Cantón Caluma



**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### **Interpretación:**

Se obtuvo un gráfico de cafeína del café robusta en la localidad de la Tablas de la Florida perteneciente al Cantón Caluma; se obtiene un tiempo de retención de 0.607 con un área de 89,9 y se inyectó un volumen de 10 µL. Para determinar la concentración de cafeína del café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta procedente de la localidad de Tablas de la Florida del Cantón Caluma.

Se toman los datos de las áreas de los cromogramas obtenidos en el UHPLC y con la ecuación de la regresión lineal se procede de la siguiente manera.

$$Y = 16,593 * x - 1,2848$$

**Área obtenida:** 89,9

Se reemplaza la Y por el valor del área obtenida.

$$89,9 = 16,593 * x - 1,2848$$

Se despeja X (Concentración), para determinar la concentración de la cafeína y la ecuación queda de la siguiente manera.

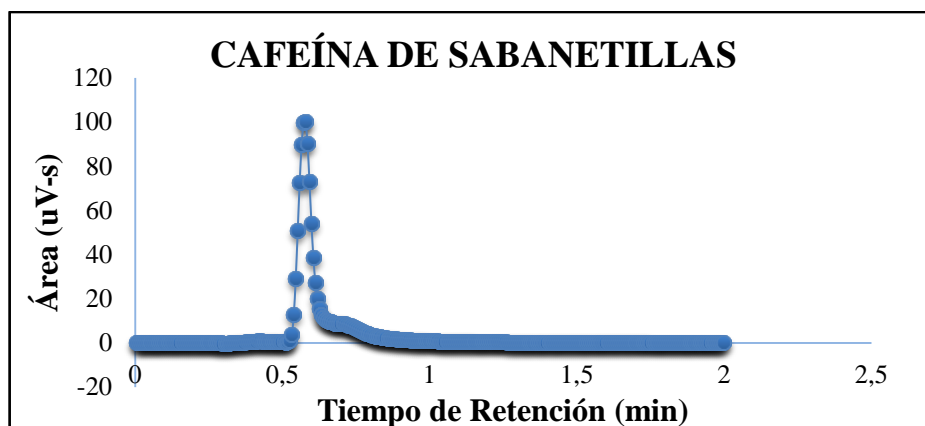
$$X = \frac{89,9 - 1,2848}{16,593}$$

La concentración de cafeína del café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta, procedente de la localidad de Tablas de la Florida del Cantón Caluma es la siguiente:

$$X = 5,341 \text{ ppm} = 5,341 \text{ mg/L}$$

**Nota:** Para determinar la concentración de cafeína del café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta de las demás localidades se aplica el procedimiento anteriormente indicado.

**Grafico N°16:** Cromatograma del contenido de cafeína de la localidad de Sabanetillas del Cantón Echeandía



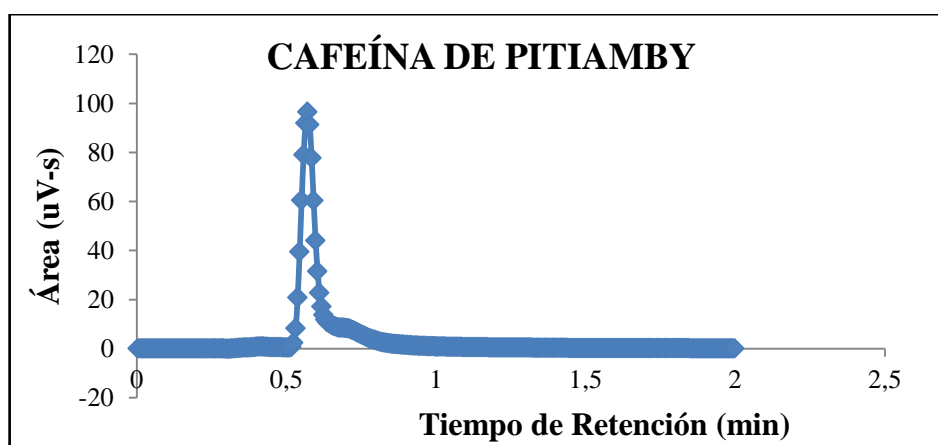
**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

**Interpretación:**

Se obtuvo un gráfico de cafeína del café robusta perteneciente a la localidad de Sabanetillas del Cantón Echeandía; presenta un tiempo de retención de 0.576 con una de 435.9 y se inyectó en el UHPLC un volumen de 10 µL. Determinándose el contenido de cafeína con una concentración de 26,193 ppm o mg/L.

**Grafico N°17:** Cromatograma del contenido de cafeína de la localidad de Pitiamby del Cantón Echeandía



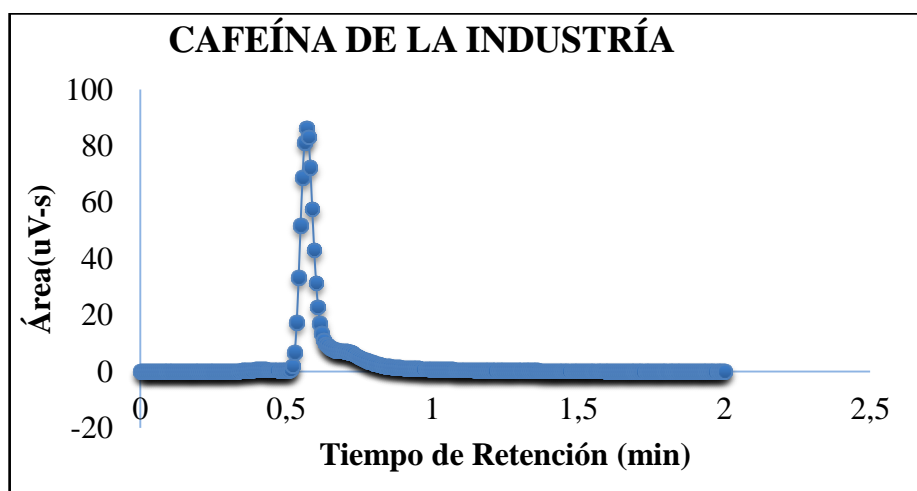
**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### Interpretación:

Se obtuvo un gráfico de cafeína del café robusta en la localidad de Pitiamby Cantón Echeandía; se obtiene un tiempo de retención de 0.571 con un área de 420 y se inyectó un volumen de 10  $\mu\text{L}$ . Aplicando los cálculos anteriormente mencionados para la determinación de cafeína tiene una concentración de 25,234 ppm o mg/l.

**Grafico N°18:** Cromatograma del contenido de cafeína de la localidad la Industria del Cantón Echeandía



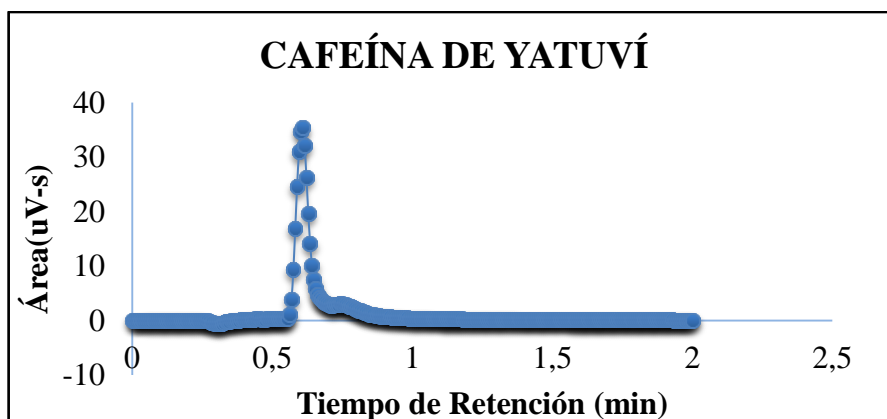
**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### Interpretación:

Se obtuvo un gráfico de cafeína del café robusta en la localidad de Pitiamby Cantón Echeandía; se obtiene un tiempo de retención de 0.571 con un área de 420 y se inyectó un volumen de 10  $\mu\text{L}$ . Aplicando los cálculos anteriormente mencionados para la determinación de cafeína tiene una concentración de 22,788 ppm o mg/l.

**Grafico N°19:** Cromatograma del contenido de cafeína de la localidad de Yatuví del Cantón Caluma



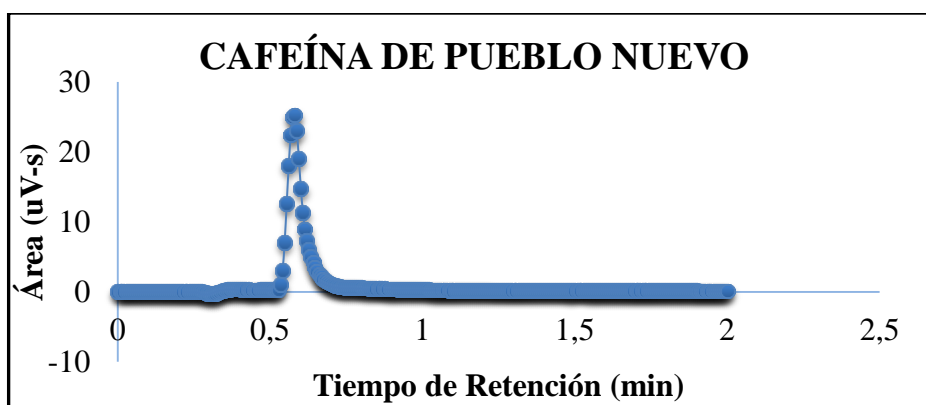
**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

**Interpretación:**

Se obtuvo un gráfico de cafeína del café robusta en la localidad de Yatuví perteneciente al Cantón Caluma; se obtiene un tiempo de retención de 0.606 con un área de 130.1 y se inyectó un volumen de 10  $\mu$ L. Aplicando los cálculos anteriormente mencionados para la determinación de cafeína tiene una concentración de 7,763 ppm o mg/l.

**Grafico N°20:** Cromatograma del contenido de cafeína de la localidad de Pueblo Nuevo del Cantón Caluma



**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

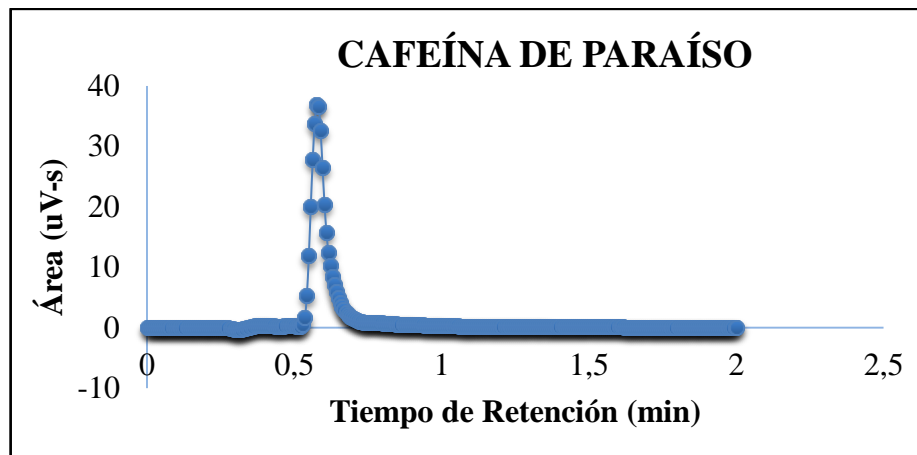
**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017



### Interpretación:

Se obtuvo un gráfico de cafeína del café robusta en la localidad de Pueblo Nuevo perteneciente al Cantón Caluma; se obtiene un tiempo de retención de 0.578 con un área de 117.4 y se inyectó un volumen de 10  $\mu$ L. Aplicando los cálculos anteriormente mencionados para la determinación de cafeína tiene una concentración de 6,998 ppm o mg/l.

**Grafico N°21:** Cromatograma del contenido de cafeína de la localidad del Paraíso del Cantón Caluma



**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### Interpretación:

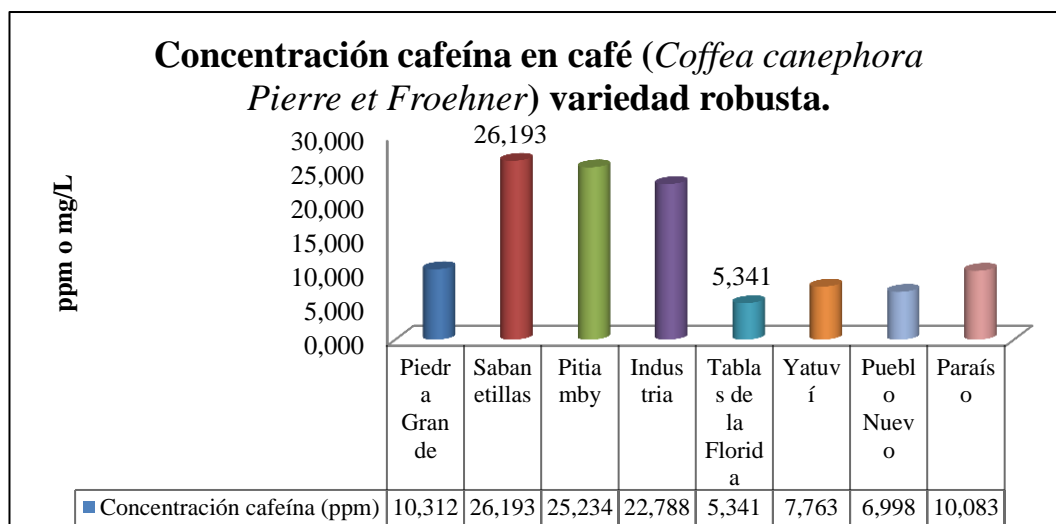
Se obtuvo un gráfico de cafeína del café robusta en la localidad de Paraíso perteneciente al Cantón Caluma; se obtiene un tiempo de retención de 0.578 con un área de 168.6 y se inyectó un volumen de 10  $\mu$ L. Aplicando los cálculos anteriormente mencionados para la determinación de cafeína tiene una concentración de 10,083 ppm o mg/l.

**Tabla N°22:** Resumen de la concentración de cafeína presente en el café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta procedentes del Cantón Caluma y del Cantón Echeandía.

Detalle	Comunidades	Concentración de cafeína (ppm o mg/L)
<b>CALUMA</b>	Piedra Grande	10,312
	Sabanetillas	26,193
	Pitiamby	25,234
	Industria	22,788
<b>ECHEANDÍA</b>	Tablas de la Florida	5,341
	Yatuví	7,763
	Pueblo Nuevo	6,998
	Paraíso	10,083

Elaborado: Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

**Gráfico N°22:** Concentración de la cafeína en el café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta procedentes del Cantón Caluma y Echeandía.



Fuente: Datos de investigación de campo, 2017

Elaborado: Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### **Interpretación:**

Con la ayuda del (UHPLC) Cromatógrafo líquido de ultra alta presión, se obtuvieron los respectivos datos de área y con la concentración de los 5 estándares se obtuvo la ecuación de la regresión lineal, con datos de las áreas de los cromatogramas obtenidos de cada muestra en estudio. Se determinó la concentración de la cafeína; donde la localidad de Tablas de la Florida del Cantón Caluma, presenta una concentración inferior de 5,341 ppm en comparación con la localidad de Sabanetillas del Cantón Echeandía, que tiene una concentración superior de 26,193 ppm.

**Los cálculos para la determinación del porcentaje de cafeína presente en el café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta de la localidad de Paraíso, Yatuví, Pueblo Nuevo y Tablas de la Florida del Cantón Caluma y la localidad de Sabanetillas, Piedra Grande, Pitiamby e Industria del Cantón Echeandía.**

**Tabla N°23:** Pesos obtenidos de la cafeína extraída del café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta

<b>Detalle</b>	<b>Comunidades</b>	<b>mg de cafeína extraída</b>
<b>CALUMA</b>	Piedra Grande	25,800
	Sabanetillas	22,900
	Pitiamby	24,400
	Industria	12,400
<b>ECHEANDÍA</b>	Tablas de la Florida	16,500
	Yatuví	7,500
	Pueblo Nuevo	9,200
	Paraíso	12,400

**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### **Interpretación:**

Con los pesos obtenidos en mg de cafeína extraída la Tabla N°23, se determinó el porcentaje de cafeína presente en el café robusta de las diferentes localidades en estudio. Inicialmente se pesa 300 mg de café tostado y molido procedente de la localidad de Piedra Grande perteneciente al Cantón Echeandía, el proceso de extracción se explica en la metodología del manejo del experimento denominado como “*extracción de Cafeína utilizando el método de reflujo (Soxhlet)*”; y finalmente se obtuvo un rendimiento de 25.8 mg con el cual se preparó una “*Solución A*”/100 ml agua Milli-Q; De la solución anteriormente preparada se toman 10 ml, se añaden 1 ml de ácido clorhídrico 0,01 M y se en afora a 25 ml, con agua Milli-Q a la que le llamaremos “*Solución B*”.

### **Datos:**

**Peso del café inicial:** 300 mg

**Peso final:** 25.8 mg

**Solución A:** 25.8 mg/100 ml agua Milli-Q

**Solución B:** 10 ml de la solución A/25 ml agua Milli-Q

$$\% \text{ De cafeína} = 100 \text{ ml sol(A)} * \frac{25 \text{ ml sol(B)}}{10 \text{ ml sol(A)}} * \frac{25.8 \text{ mg de cafeína extraída}}{1000 \text{ ml sol(B)}}$$

$$\% \text{ De cafeína} = 2,150$$

### **Proceso:**

Inicialmente se pesó 300 mg de café tostado y molido procedente de Tablas de la Florida perteneciente al Cantón Caluma, el proceso de extracción se explica en la metodología del manejo del experimento denominado como “*extracción de Cafeína utilizando el método de reflujo (Soxhlet)*”; y finalmente se obtuvo un rendimiento de 16,5 mg con el cual se preparó una “*Solución A*” /100 ml agua Milli-Q.

La solución anteriormente preparada se toman 10 ml, se añaden 1 ml de ácido clorhídrico 0,01 M y se en afora a 25 ml, con agua Milli-Q a la que le llamaremos “Solución B”.

**Datos:**

**Peso del café inicial:** 300 mg

**Peso final:** 16,5 mg

**Solución A:** 25.8 mg/100 ml agua Milli-Q

**Solución B:** 10 ml de la solución A/25 ml agua Milli-Q

$$\% \text{ De cafeína} = 100 \text{ ml sol(A)} * \frac{25\text{ml sol(B)}}{10\text{ml sol(A)}} * \frac{16,5\text{mg de cafeína extraída}}{1000\text{ml sol(B)}}$$

$$\% \text{ De cafeína} = 1,375$$

**Nota:** Para determinar el porcentaje de cafeína del café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta de las demás localidades se aplica el procedimiento anteriormente indicado.

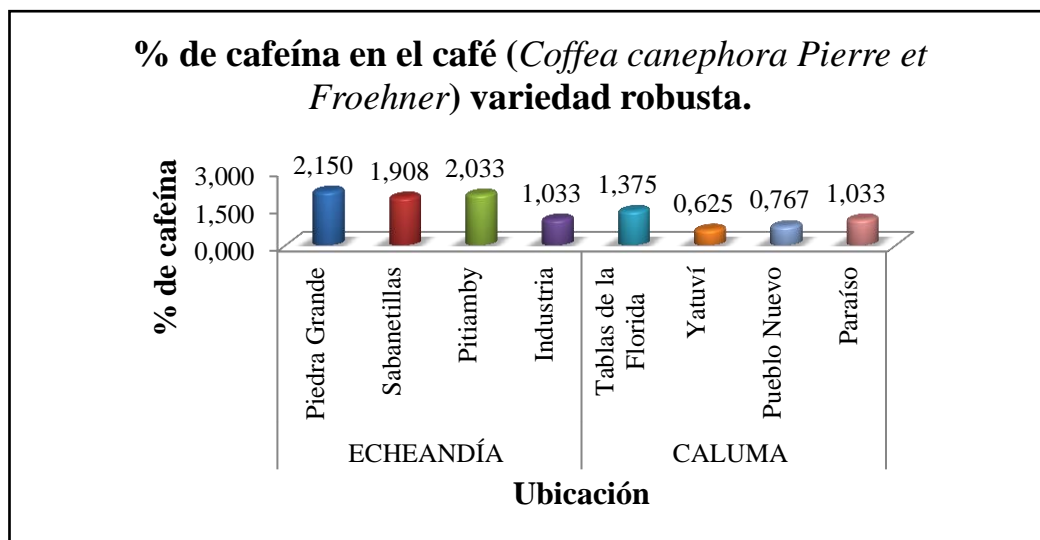
**Tabla N°24:** Resumen del porcentaje % de cafeína presente en el café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta procedentes del Cantón Caluma y del Cantón Echeandía.

Detalle	Comunidades	% de cafeína
<b>CALUMA</b>	Piedra Grande	2,150
	Sabanetillas	1,908
	Pitiamby	2,033
	Industria	1,033
<b>ECHEANDÍA</b>	Tablas de la Florida	1,375
	Yatuví	0,625
	Pueblo Nuevo	0,767
	Paraíso	1,033

**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

**Grafico N°23:** Resumen del porcentaje % de cafeína presente en el café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta procedentes del Cantón Caluma y del Cantón Echeandía.



**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### **Interpretación:**

Se determinó el porcentaje de cafeína presente en el café tostado y molido de la variedad robusta procedente de las diferentes localidades correspondientes al Cantón Caluma y Echeandía; donde la localidad de Yatuví del Cantón Caluma, presenta un porcentaje inferior de 0,625 % en comparación con la localidad de Piedra Grande del Cantón Echeandía, que tiene un porcentaje superior de 2,150 % de cafeína.

**Tabla N°25:** Análisis de varianza (ADEVA) para respuesta experimental del contenido de cafeína.

<b>Origen de la variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>Fc</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Ft</b>
FACTOR	1,38	1,00	1,38	7,52	0,03	5,99
ERROR	1,10	6,00	0,18			
Total	2,48	7,00				

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

La tabla ADEVA para la respuesta experimental del contenido de cafeína muestra la probabilidad de 0,03 establece que existe diferencia estadística significativa sobre el contenido de cafeína al 95% del nivel de confianza, en vista que el P-valor obtenido es de 0,03 siendo menor en comparación con la P de 0,05. Esto demuestra que la cafeína de dos cantones en estudio es diferente; por tal razón hay evidencia estadística significativa para rechazar la hipótesis nula (Ho) y aceptar la hipótesis alternativa (Hi).

Según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1123 (2006) sobre los requisitos fisicoquímicos para el café tostado y molido menciona que el porcentaje mínimo de cafeína, para café sin descafeinar es de 0,75%, y la localidad de Yaturví cumple con los requisitos establecidos para la norma antes mencionada con un porcentaje de cafeína de 0,625%.

Según la Norma Técnica Colombiana, NTC 4159, menciona que el porcentaje de cafeína máximo para café soluble es de 2,2%, según normas internacionales el porcentaje de cafeína presente en el café robusta procedente de las localidades tanto del Cantón Caluma como de Echeandía se encuentran aptos para el consumo.

Según estudios realizados por Eva Carral (2011). Menciona que el porcentaje de cafeína en café robusta está en rango de 2 a 3,5% y las muestras estudiadas están en un rango que van 0,625 a 2,150 del porcentaje de cafeína, en consecuencia, se encuentran dentro del rango.

(Health Canadá, 2012). Dio a conocer públicamente que la ingesta diaria de cafeína de 400 mg/ día en adultos, no se asocia con efectos adversos; ya que una taza de café tostado y molido, percolado de 237 ml contiene una cantidad de 118 mg aproximadamente de cafeína.

(Carrera, 2007). Menciona que la concentración de cafeína obtenida va desde 1.0 % a 1.3 % mientras que la concentración de cafeína que obtuvimos es de 0,625 % a 2.150 %; esto se debe a los diferentes factores, como la variedad, manejo de cultivo y cosecha del café robusta en las localidades señaladas; en consecuencia, el porcentaje de cafeína obtenido es aceptable y mejor en relación con el estudio antes mencionado.

#### **5.9 Resultados obtenidos en el Espectrómetro de Infrarrojo FTIR Spectrum 400.**

Con el extracto obtenido del café tostado y molido se procedió a determinar los componentes volátiles presentes en el café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta procedentes de las diferentes localidades del Cantón Caluma y del Cantón Echeandía.



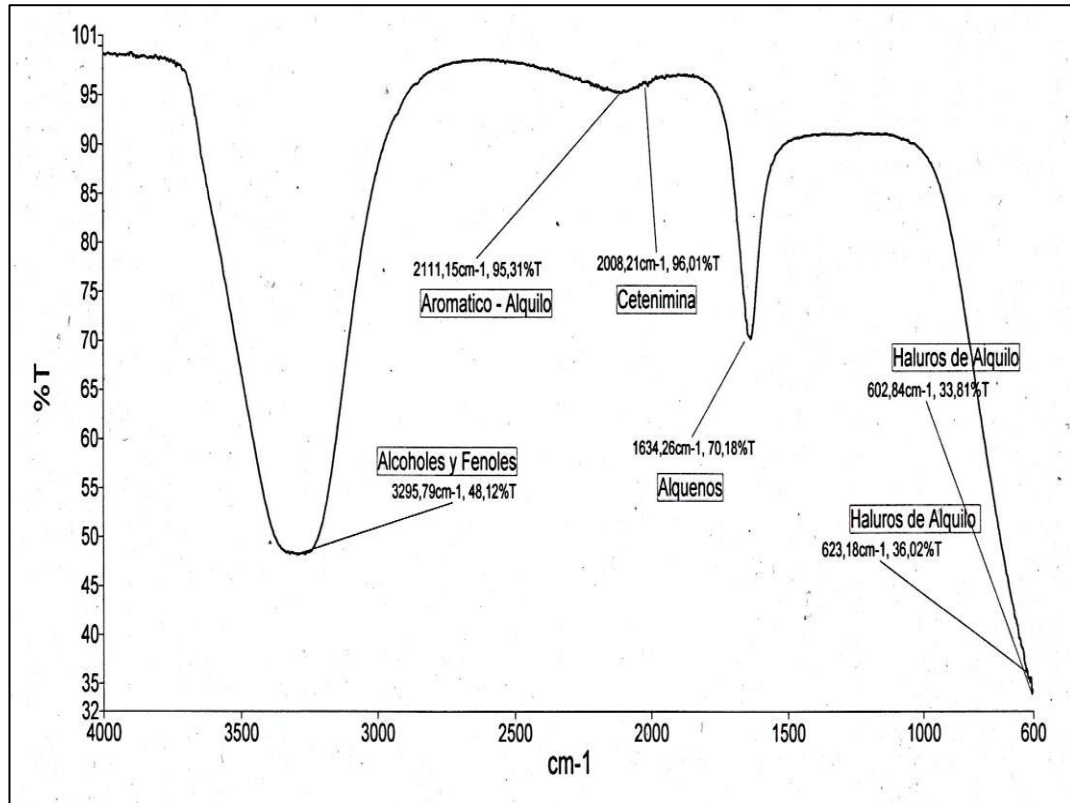
**Tabla N°26:** Compuestos volátiles del café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*), variedad Robusta procedentes de los Cantones de Echeandía y Caluma.

CANTÓN	LOCALIDAD	ALCOHOLES Y FENOLES	CETENIMINA	AROMÁTICO-ALQUILO	ALQUENOS	ALQUINOS	ALQUILOS	ALCOHOLES-ÉTERES-ÁCIDOS CARBOXILICOS Y ESTERES	HALUROS DE ALQUILO
ECHEANDÍA	Sabanetillas	3274.06			1634.78	2121.09		1044.88	607.19 – 627.00
	Piedra Grande	3294.66			1634.62	2171.92 – 2115.37		1045.81	610.88
	Pitiamby	3285.44	2096.14		1634.68				605.69 – 615.01
	Industria	3292.98			1634.73	2118.11			615.26
CALUMA	Paraíso	3275.18			1634.82		2115,82	1044.18	610.58 – 626.95
	Yatuví	3272.21			1634.57	2102.55		1038.25	605.97
	Pueblo Nuevo	3295.79	2008.21	2111.15	1634.26				602. 84- 623.18
	Tablas de la Florida	3291.1			1634.63	2115.95		1033.04	615.26 - 628.01

**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

**Grafico N°24:** Componentes volátiles presentes en el café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta correspondiente a la localidad de Pueblo Nuevo del Cantón Caluma



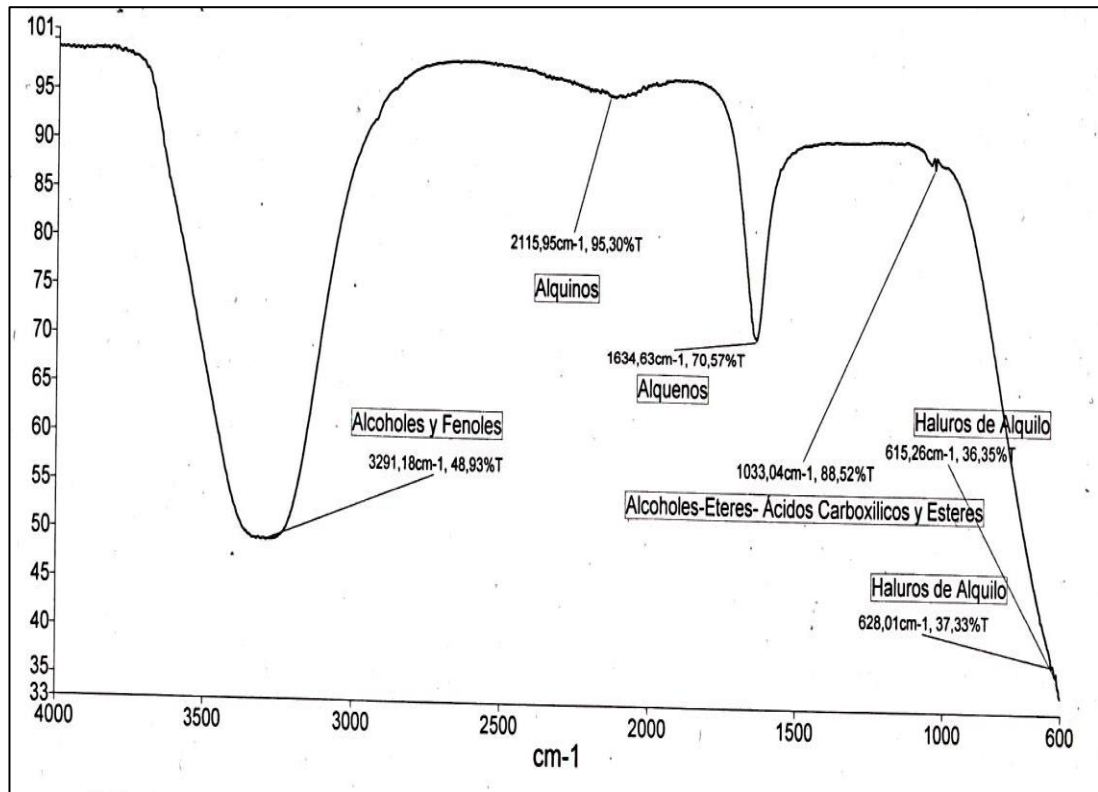
Fuente: Datos de investigación de campo, 2017

Elaborado: Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### Interpretación:

En el grafico se puede apreciar la determinación de Componentes volátiles mediante el uso del Espectrómetro de Infrarrojo FTIR Spectrum 400 en el cual se identificaron los siguientes: Alcoholes y Fenoles (3295.79 cm<sup>-1</sup>), Cetenimina (2008.21 cm<sup>-1</sup>), Aromático-Alquilo (2111.15 cm<sup>-1</sup>), Alquenos (1634.26 cm<sup>-1</sup>), Haluros de Alquilo (602.84- 623.18cm<sup>-1</sup>).

**Grafico N°25:** Componentes volátiles presentes en el café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta correspondiente a la localidad de Tablas de la Florida del Cantón Caluma.



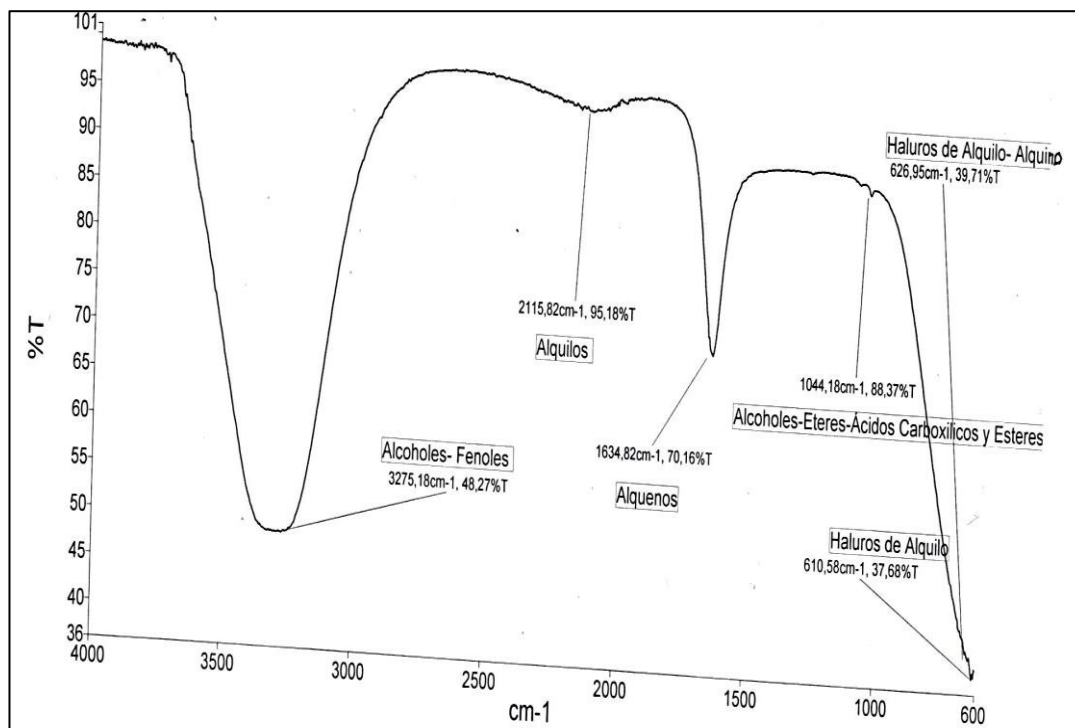
**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### **Interpretación:**

En el grafico se puede apreciar la determinación de Componentes volátiles mediante el uso del Espectrómetro de Infrarrojo FTIR Spectrum 400 en el cual se identificaron los siguientes: Alcoholes y Fenoles (3291.1 cm-1); Alquinos (2115.95 cm-1), Alquenos (1634.63 cm-1), Alcoholes-Éteres-Ácidos Carboxílicos y Esteres (1033.04 cm-1), Haluros de Alquilo (615.26 - 628.01cm-1)

**Grafico N°26:** Componentes volátiles presentes en el café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta, correspondiente a la localidad el Paraíso del Cantón Caluma



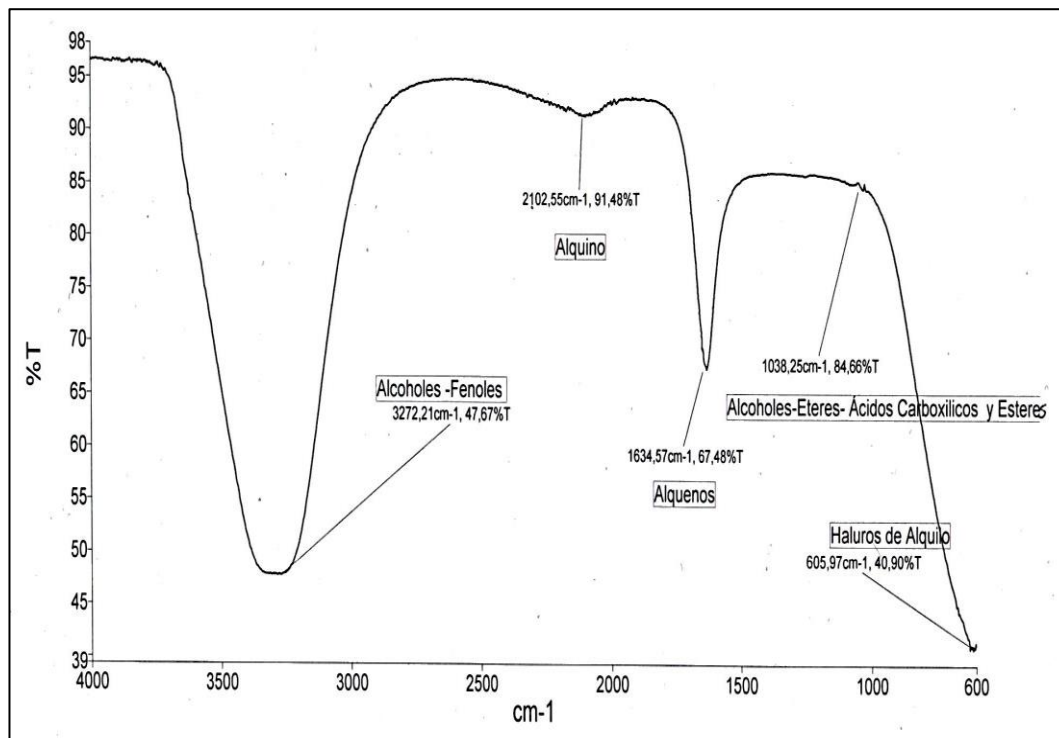
Fuente: Datos de investigación de campo, 2017

Elaborado: Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### Interpretación:

En el grafico se puede apreciar la determinación de Componentes volátiles mediante el uso del Espectrómetro de Infrarrojo FTIR Spectrum 400 en el cual se identificaron los siguientes: Alcoholes y Fenoles (3275.18 cm-1); Alquilos (2115.82 cm-1), Alquenos (1634.82 cm-1), Alcoholes-Éteres-Ácidos Carboxílicos y Esteres (1044.18 cm-1), Haluros de Alquilo (610.58 – 626.95 cm-1).

**Grafico N°27:** Componentes volátiles presentes en el café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta, correspondiente a la localidad de Yatuví del Cantón Caluma



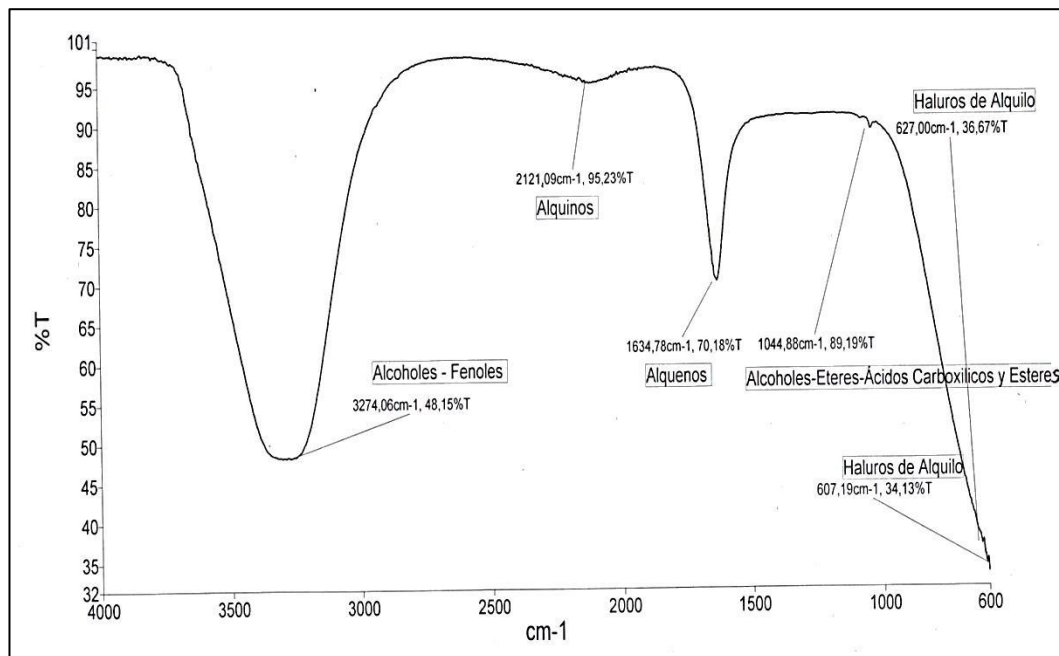
**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### **Interpretación:**

En el grafico se puede apreciar la determinación de Componentes volátiles mediante el uso del Espectrómetro de Infrarrojo FTIR Spectrum 400 en el cual se identificaron los siguientes: Alcoholes y Fenoles (3272.21 cm-1); Alquino (2102.55 cm-1), Alquenos (1634.57 cm-1), Alcoholes-Éteres-Ácidos Carboxílicos y Esteres (1038.25 cm-1), Haluros de Alquilo (605.97 cm-1).

**Grafico N°28:** Componentes volátiles presentes en el café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta, correspondiente a la localidad de Sabanetillas del Cantón Echeandía



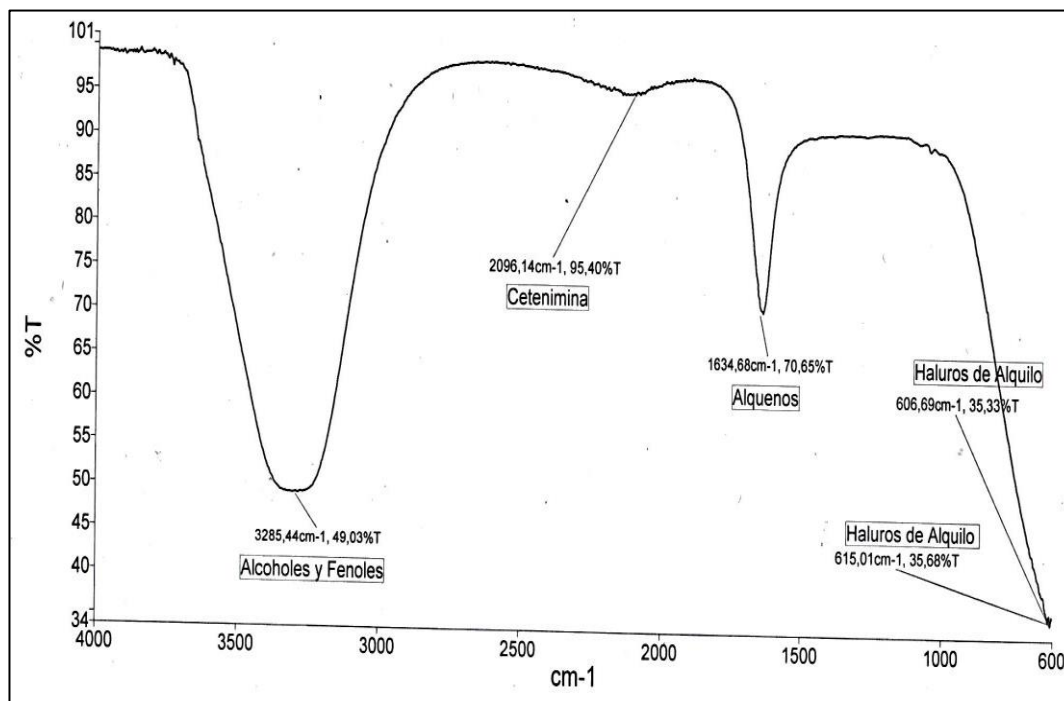
**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### **Interpretación:**

En el grafico se puede apreciar la determinación de Componentes volátiles mediante el uso del Espectrómetro de Infrarrojo FTIR Spectrum 400 en el cual se identificaron los siguientes: Alcoholes y Fenoles (3274.06 cm-1); Alquinos (2121.09 cm-1), Alquenos (1634.78 cm-1), Alcoholes-Éteres-Ácidos Carboxílicos y Esteres (1044.88 cm-1), Haluros de Alquilo (607.19 – 627.00 cm-1).

**Grafico N°29:** Componentes volátiles presentes en el café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta, correspondiente a la localidad de Pitiamby del Cantón Echeandía



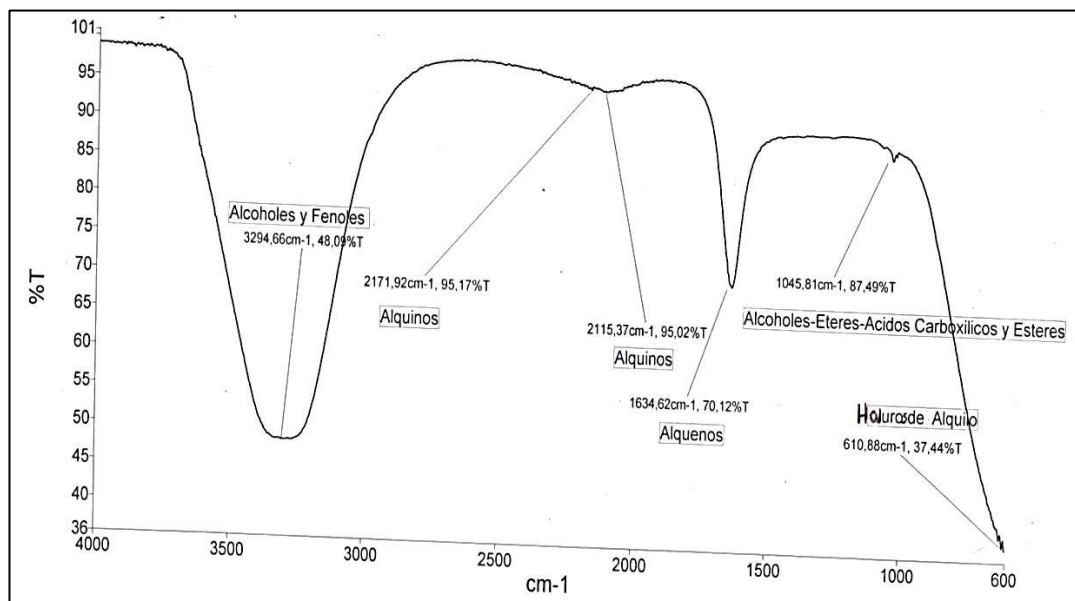
**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### **Interpretación:**

En el grafico se puede apreciar la determinación de Componentes volátiles mediante el uso del Espectrómetro de Infrarrojo FTIR Spectrum 400 en el cual se identificaron los siguientes: Alcoholes y Fenoles (3285.44 cm-1), Cetenimina (2096.14 cm-1), Alkenos (1634.68 cm-1), Haluros de Alquilo (605.69 – 615.01 cm-1).

**Grafico N°30:** Componentes volátiles presentes en el café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta, correspondiente a la localidad de Piedra Grande del Cantón Echeandía.



**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

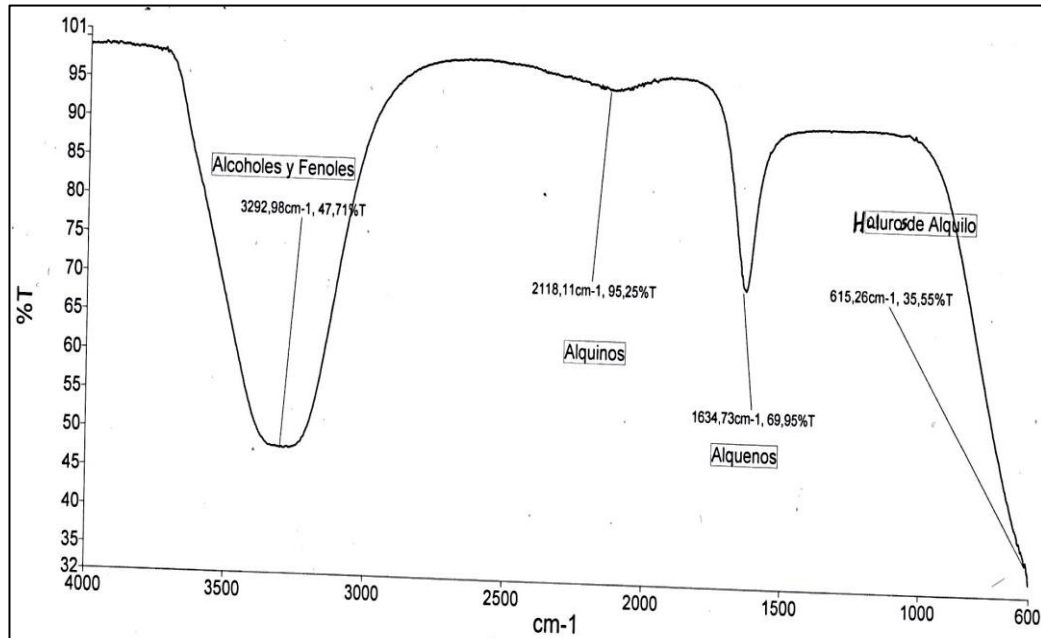
**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### **Interpretación:**

En el grafico se puede apreciar la determinación de Componentes volátiles mediante el uso del Espectrómetro de Infrarrojo FTIR Spectrum 400 en el cual se identificaron los siguientes: Alcoholes y Fenoles (3294.66 cm-1); Alquinos (2171.92 – 2115.37 cm-1), Alquenos (1634.62 cm-1), Alcoholes-Éteres-Ácidos Carboxílicos y Esteres (1045.81 cm-1), Haluros de Alquilo (610.88 cm-1).



**Grafico N°31:** Componentes volátiles presentes en el café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta, correspondiente a la localidad la Industria del Cantón Echeandía



**Fuente:** Datos de investigación de campo, 2017

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

### **Interpretación:**

En el grafico se puede apreciar la determinación de Componentes volátiles mediante el uso del Espectrómetro de Infrarrojo FTIR Spectrum 400 en el cual se identificaron los siguientes: Alcoholes y Fenoles (3292.98 cm<sup>-1</sup>); Alquinos (2118.11 cm<sup>-1</sup>), Alquenos (1634.73 cm<sup>-1</sup>), Haluros de Alquilo (615.26 cm<sup>-1</sup>).

**Tabla N°27:** Análisis de varianza (ADEVA) para respuesta experimental de los grupos funcionales.

<b>Origen de la variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>Fc</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Ft</b>
FACTOR	17475,97	1,00	17475,97	3,60	0,11	5,99
ERROR	29148,08	6,00	4858,01			
Total	46624,05	7,00				

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

La tabla ADEVA para la respuesta experimental del contenido de grupos funcionales muestra la probabilidad de 0,11 establece que no existe diferencia estadística significativa sobre el contenido de grupos funcionales al 95% del nivel de confianza, en vista que el P-valor obtenido es de 0,11 en comparación con la P de 0,05. Esto demuestra que los grupos funcionales de los dos Cantones son iguales.

Los componentes volátiles encontrados en el café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta, en las localidades correspondientes al Cantón Caluma y Echeandía, se empleó el método de destilación simultánea líquido - líquido y analizados en el Espectrómetro de Infrarrojo FTIR Spectrum 400, donde se encontraron alrededor de ocho componentes volátiles, tales compuestos contribuyen con el aroma y el sabor del café.

(Humberto, L 2013). Menciona que empleo el método de destilación extracción simultánea (SDE) y fue analizado en un Cromatógrafo de gases acoplado a un detector selectivo de masas (GC-MS) encontrándose alrededor de 22 componentes volátiles en café (*Coffe arábica L. var. Borbón*).

(González M, 2011). Menciona que se empleó el método de microextracción en fase solida (SPME) y fue analizado en un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrofotómetro de masas (GC-MS), encontrándose 64 componentes volátiles en café (*C. arabica*, var. *Borbón*).

Las variaciones en cuanto al contenido de componentes volátiles en el café se debe a varios factores como: la variedad de café, región de cultivo, la altura, las condiciones agronómicas que se aplican, el método de extracción y finalmente equipo en el cual se analiza.

## CAPITULO VI

### COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Las hipótesis planteadas en esta investigación fueron

#### 6.1. Hipótesis Nula

**Ho:** La composición química, y propiedades físicas del café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta que se cultiva en los cantones Caluma y Echeandía de la Provincia de Bolívar, no presenta diferencias en sustancias responsables del aroma y sabor, en relación con otros cafés del Ecuador.

#### 6.2. Hipótesis Alternativa

**Hi:** La composición química, y propiedades físicas del café (*Coffea canephora Pierre et Froehner*) variedad robusta que se cultiva en los cantones Caluma y Echeandía de la Provincia de Bolívar, presentan diferencias en sustancias responsables del aroma y sabor, en relación con otros cafés del Ecuador.

Para verificar la hipótesis se tomó en cuenta los análisis físicos y químicos realizados al café.

**Tabla N°28:** Verificación de la hipótesis tomando en cuenta los análisis físicos y químicos

<b>Características del café robusta</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
Densidad	1,42	5,99
Defectos del café	0,51	5,99
Humedad en estado natural	0,41	5,99
Cenizas en estado natural	0,33	5,99
Humedad en estado tostado y molido	0,05	5,99
Cenizas en estado tostado y molido	0,23	5,99
<b>Cafeína</b>	<b>7,52</b>	<b>5,99</b>
Grupos funcionales	3,60	5,99

**Elaborado:** Llanos, M. & Mayorga, M. 2017

Para establecer si la hipótesis nula se acepta o se rechaza es conveniente establecer las características a través de las cuales se aceptaría o se rechazaría la misma por ello es necesario plantear una regla de decisión como se detalla a continuación.

“Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  si el valor estadístico de la prueba F de Fisher calculado es mayor que el valor estadístico F teórico”

Según los resultados representados en la tabla N°28, se observa que los valores “F” calculados son menores que los “F” teóricos obtenidos de tabla al 95 % del nivel de confianza, a excepción del contenido de cafeína donde “Fc” es de 7,52 en comparación con “Ft” que es de 5,99 en tal sentido:

En vista que la mayoría de componentes físicos y químicos son iguales estadísticamente en los dos cantones en estudio, se acepta la hipótesis nula  $H_0$  que dice “La composición química, y propiedades físicas del café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta que se cultiva en los Cantones Caluma y Echeandía de la Provincia de Bolívar, no presenta diferencias en sustancias responsables del aroma y sabor, en relación con otros cafés del Ecuador”

A diferencia del contenido de cafeína donde se acepta la hipótesis alterna  $H_1$  que dice “La composición química, y propiedades físicas del café (*Coffea canephora* Pierre et Froehner) variedad robusta que se cultiva en los cantones Caluma y Echeandía de la Provincia de Bolívar, presentan diferencias en sustancias responsables del aroma y sabor, en relación con otros cafés del Ecuador”. Esta variación se debe a factores como el proceso de tostado donde se produce varias reacciones como la Millard. En estudios realizados por Coffee Emerging Health Effects and Disease Prevention (2012). Menciona que en el café verde de la variedad robusta el contenido de cafeína va de 1.5 - 2.0 y en café tostado tiene 2.4 - 2.5 lo que resulta que supera el contenido de cafeína en el café tostado.

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1 CONCLUSIONES**

Se identificó la principal variedad que se produce en la Provincia Bolívar, en el Cantón Caluma y Echeandía.

Mediante la investigación realizada en la Provincia Bolívar específicamente en los Cantones de Caluma y Echeandía, la principal variedad que sobresale en el cultivo y cosecha en los cantones antes mencionados, es el café robusta; por la razón muchos agricultores siguen manteniendo las costumbres y tradiciones de unos de los cultivos autóctonos de la región.

Algunas de las propiedades físicas del café robusta de los cantones de Caluma y Echeandía; es el boyado, mediante el cual se logra identificar los granos defectuosos, los que presentan broca y residuos de la cosecha; además se determinó la humedad parámetro importante en conservar el grano de café ya que debe estar en óptimas condiciones antes de realizar las posteriores operaciones. Así mismo, el porcentaje de cenizas se determinó con la finalidad de conocer con que contenido de cenizas estamos trabajando.

Los principales compuestos químicos identificados a partir del café robusta tostado y molido son ocho compuestos volátiles; conformados por los grupos funcionales: Aromático-Alquilo, Cetenimina, Alcoholes y Fenoles, Alquenos, Haluros de Alquilo, Alquinos, Alcoholes-Éteres-Ácidos Carboxílicos y Esteres; y el compuesto cafeína que se logró extraer en una concentración de 0.625 % a 2.150 % cuyos porcentajes son tolerables porque se encuentran dentro del rango establecido.

Luego de realizar una búsqueda exhaustiva en la bibliografía científica tanto en medios físicos y electrónicos del Ecuador; se evidencia escasa y casi nula información sobre la composición físico química de granos de café de la variedades robusta. Situación que permitió comparar con bibliografía Colombiana donde presta un aproximado del contenido de cafeína en café robusta de 2.20% mientras que el contenido de cafeína extraído de las diferentes localidades están bajo este rango; de 0.625 % a 2.150 %. En cuanto al contenido de componentes volátiles en un estudio realizado por (Humberto, L 2013). Menciona que se encontraron alrededor de 22 componentes volátiles; en comparación con los componentes volátiles encontrados en las localidades correspondientes al Cantón Caluma y Echeandía, se hallaron ocho componentes volátiles, tales compuestos contribuyen con el aroma y el sabor del café.

Luego de realizar el estudio del café robusta se incentiva potencializar la materia prima para obtener algunas alternativas agroindustriales como (bombones, galletas, cremas, licores, entre otros). Además diferentes presentaciones de café como café soluble, café instantáneo, etc.; así como la producción de café orgánico como fuente de conservar el medio ambiente, ya que es cultivado por diferentes métodos de conservación, la producción de biogás, abono orgánico, hongos comestibles (como el *Pleurotus Ostreatus* para obtener una carne vegetal con alto contenido de proteínas), alcohol, carbón activado, a partir de la pulpa de café; mientras que del mucilago se emplea en la alimentación de porcinos, pectinas.



## **7.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda lo siguiente:

Capacitar a la población en la producción agrícola, tomando más énfasis en productos de la región como es el café robusta, manteniendo las costumbres y tradiciones y no depender de otras naciones al momento de consumirlo.

Capacitar y desarrollar estrategias de mejoramiento en el control de plagas, manejo de cultivo, manejo de suelos, etc. Para optimizar recursos y evitar pérdidas en el producto final; con el fin de cumplir los requisitos físicos que exige la norma técnica ecuatoriana para comercializar.

Caracterizar los compuestos volátiles del café robusta tomando como referencia los grupos funcionales que obtuvimos mediante el Espectrómetro Infrarrojo (FTIR), los cuales se pueden analizar por Cromatografía de Gases (GC); con esta tecnología se lograra identificar detalladamente los compuestos volátiles presentes en el café robusta.

Realizar estudios acerca de la utilización de residuos agroindustriales empleando el HPLC; para la obtención de antioxidantes (compuestos fenólicos, carotenos, flavonoides, etc.); ya que es considerado dentro de los alimentos funcionales y farmacéutica que podría tratar enfermedades neurodegenerativas.

Dar valor agregado al café robusta que se produce en los cantones de Caluma y Echeandía; contribuyendo al cambio de la matriz productiva del País.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Azúcares y polisacáridos.2012. Obtenido de Aroma de café. Disponible en <http://www.aromadecafe.es/noticias/algunos-componentes-quimicos-del-cafe>
2. AGROPECUARIO, I. C. 2011. Agendas para la Transformación Productiva Territorial. Bolívar, 26 p.
3. ARREOLA, I. C. 2015. Características morfológicas y fenológicas del cafeto. Consultado 5 Mayo del 2016. Disponible en <http://www.fundesyam.info/biblioteca.php?id=1686>
4. Aznar, S. 2011. Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales (81-91). Barcelona
5. Barber. 2011. La competitividad del país. Científica , 1 p.
6. Bollo, B. 2010. Curiosidades sobre el café. Consultado 6 de mayo del 2016 . Disponible en <https://uncafetito.com/2010/03/26/composicion-quimica-de-un-grano-de-cafe/>
7. Barrera, G. S., & Losada, J. D. L. (2013). Caracterización vibracional por espectroscopia Raman del grano de Café tipo comercial. *Scientia et Technica*, 18(1), 275–279.
8. Borbón, L., Humberto, L., Cambero, R., & Borbón, L. (2016). Caracterización de compuestos volátiles de, (April 2013).
9. Calle, S. (2011). Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales. *Universidad Politecnica de Cataluña*, 3, 138.

10. COFENAC(Consejo Cafetalero Nacional) . 2013. Distribución cafetalera por provincias. En Cofenac, Situación del sector Cafetalero Ecuatoriano (pág. 22). Portoviejo.
11. COFENAC(Consejo Cafetalero Nacional). 2013. Producción mundial del café. Situación del sector cafetalero Ecuatoriano, 8 p.
12. COFENAC(Consejo Cafetalero Nacional). 2013. Producción nacional de café en Ecuador. En Cofenac, Análisis sectorial del café (págs. 8-9). Guayaquil; Quito .
13. Col, L. 2011. Composición química de los granos del café. Composición química del café, 11-12.
14. Calle, S. (2011). Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales. *Universidad Politécnica de Cataluña*, 3, 138.
15. Cristina, E. (2011). *Tesis Doctoral. In Vitro*.
16. DIAGNÓSTICO 2014-2020.2015. Producción de café en el Cantón Caluma. En Á. P. LLumiguano. Caluma.
17. Díaz Noguera, A. L., & Perdomo Reyes, A. M. (2015). Caracterización físico-química y sensorial de dos variedades de café (*Coffea arabica*) del occidente de Honduras.
18. Duicela Guambi, L.A; Guamán Agilar, J. E; & Farfan Talledo, D. S. 2015. POSCOSECHA Y CALIDAD DEL CAFÈ. Guayaquil: CGRAF, Manta - Ecuador.
19. Guamán & Farfán . 2015. Características Organolépticas del Cafè. Cafè. 11 p.

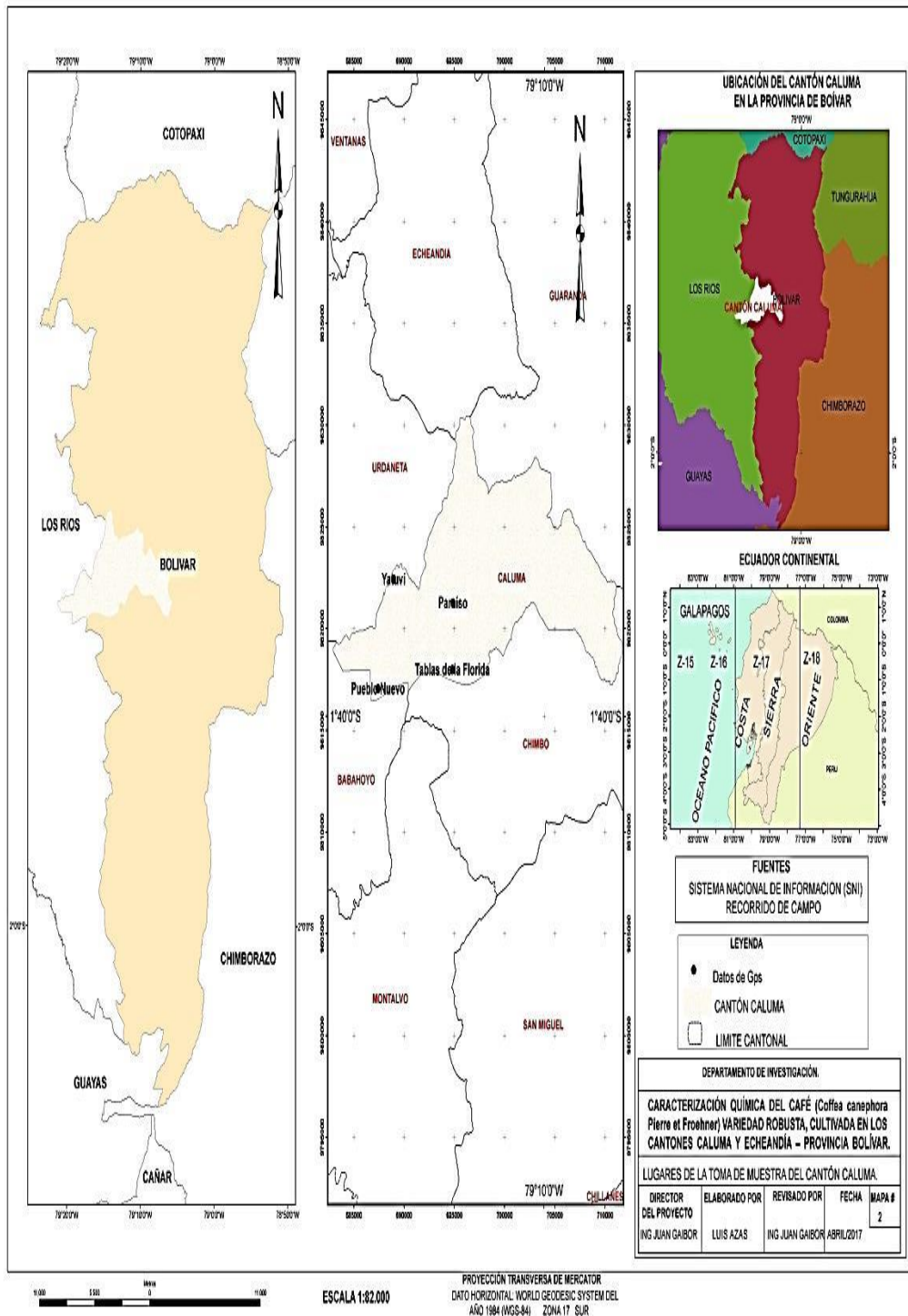
- 20.** Dupuis. 2013. Coffea. Cultivo de café, 20-24.
- 21.** Díaz Noguera, A. L., & Perdomo Reyes, A. M. (2015). Caracterización físico-química y sensorial de dos variedades de café (Coffea arabica) del occidente de Honduras. En, P., Región, L. A., Sus, D. D. E., Productivos, S., Ronaldo, E., & Burgos, A. (2003).
- 22.** Elias, R. L. 2013. Tecnología del Cafè. Tecnología del Cafè, 38.
- 23.** Especialista sectorial del café , P.E. 2013. Variedades del café . Análisis sectorial del café, 6.
- 24.** Forero, C. P. 2010. Monografía sobre el Galactomanano del Grano de café y su importancia en el procesamiento para la obtención de café. TESIS DE GRADO. Pereira.
- 25.** Gareca Oblitas, S; Montilla, G. & Bianco Dugarte , H. 2011. Café y sus características sensoriales. Estado Lara- Venezuela: agro2011\_2012.
- 26.** Heredia. 2015. Disponible en [http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/informacion\\_mercado/informes\\_actividad/actual/Informe\\_ActividadCafetalera.pdf](http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/informacion_mercado/informes_actividad/actual/Informe_ActividadCafetalera.pdf)
- 27.** Heredia, & Delegados del café XLI. 2015. Produccion mundial del café . Informe sobre la actividad cafetalera de Costa Rica , 5-6 .
- 28.** [http://cunori.edu.gt/descargas/DETERMINACION\\_DE\\_LOS\\_TIPOS\\_DE\\_CAF\\_Coffea\\_arabica\\_QUE\\_SE\\_PRODUCEN\\_EN\\_LA\\_REGIN\\_DEL\\_TRIFINIO-GUATEMALA\\_Y\\_DESCR.pdf](http://cunori.edu.gt/descargas/DETERMINACION_DE_LOS_TIPOS_DE_CAF_Coffea_arabica_QUE_SE_PRODUCEN_EN_LA_REGIN_DEL_TRIFINIO-GUATEMALA_Y_DESCR.pdf)
- 29.** [http://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras\\_publicaciones/avances\\_tecnicos/publicaciones\\_avt0414composicion\\_quimica\\_de\\_una\\_taza\\_de\\_cafe](http://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/avances_tecnicos/publicaciones_avt0414composicion_quimica_de_una_taza_de_cafe)

30. [http://www.icafe.go.cr/sector\\_cafetalero/estadsticas/infor\\_activ\\_cafetal/actual/InformeActividadCafetalera.pdf](http://www.icafe.go.cr/sector_cafetalero/estadsticas/infor_activ_cafetal/actual/InformeActividadCafetalera.pdf)
31. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (2003). Manual de Técnicas Analíticas Para La Determinación de Parámetros Físicoquímicos Y Contaminantes Marinos, 148.
32. Instituto Del Café De Costa Rica. (2015). Informe Sobre La Actividad Cafetalera De Costa Rica, 69. Retrieved from
33. Luiza , & Col. 2011. Composición química de los granos café. Agro 2011\_2013
34. MCPEC(Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad). 2011. Producción de café en la Provincia Bolívar. Agendas para la Transformación, Productiva Territorial, Provincia Bolívar (págs. 26-27). Guaranda.
35. Mijael, R. 2008. Evaluación Agronómica y Productiva del Cultivo de Café. Tesis de Grado, 7. Guaranda , Bolívar.
36. Oblitas, S. G., Laurimar, B., Gloria, M., & Hugo, B. (n.d.). Evaluación de las características físico-químicas de calidad del café verde y molido, (1).
37. Oestreich, S. 2013. Los volátiles presentes en el café.
38. Oliveira, A. P. L. R., Corrêa, P. C., Reis, E. L., & de Oliveira, G. H. H. (2014). Comparative Study of the Physical and Chemical Characteristics of Coffee and Sensorial Analysis by Principal Components. *Food Analytical Methods*, (January 2016), 1303–1314.

39. Puerta, G. (2011). Composición química de una taza de café. *Avances En Química*, (414), 1–12.
40. PNBV(Plan nacional del buen vivir). 2013. Impulsar la transformación de la matriz productiva. En Desarrollo, Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (pág. 2). Quito.
41. Puerta. 2011. Caracterización física- química de las variedades de Cafe. Científica, 8-10 p.
42. Puerta Quintero, G. I. 2011. Composición química del café. Avances técnicos Cenicafé, 2-6 p.
43. Reyes, E. 2012. Polifenoles. ANTIOXIDANTES, 5 p.
44. Rodrigues de Oliveira, A. 2014. Comparative Study of the Physical and Chemical Characteristics. *Food Anal. Methods*, 1-2 p.
45. S Oestreich - Janzen .2013. Química del Cafè. *Chemistry of Coffe*, 1-2 p.
46. Vasquez, A. 2011. El cafè: nuevas aplicaciones en 15 recetas de sal y dulce.
47. Monografía previa a la obtención del título de Licenciada en Gastronomía y Servicios de Alimentos y Bebidas (pág. 27). Cuenca.
48. Vasquez, A. 2011. Variedades de Café. Universidad de Cuenca, 11 p.
49. Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention, First Edition. Edited by Yi-Fang Chu.C \_2012 John Wiley & Sons, Inc.

# **ANEXOS**

# Anexo N° 1: Mapa de la ubicación de la investigación en el Cantón Caluma



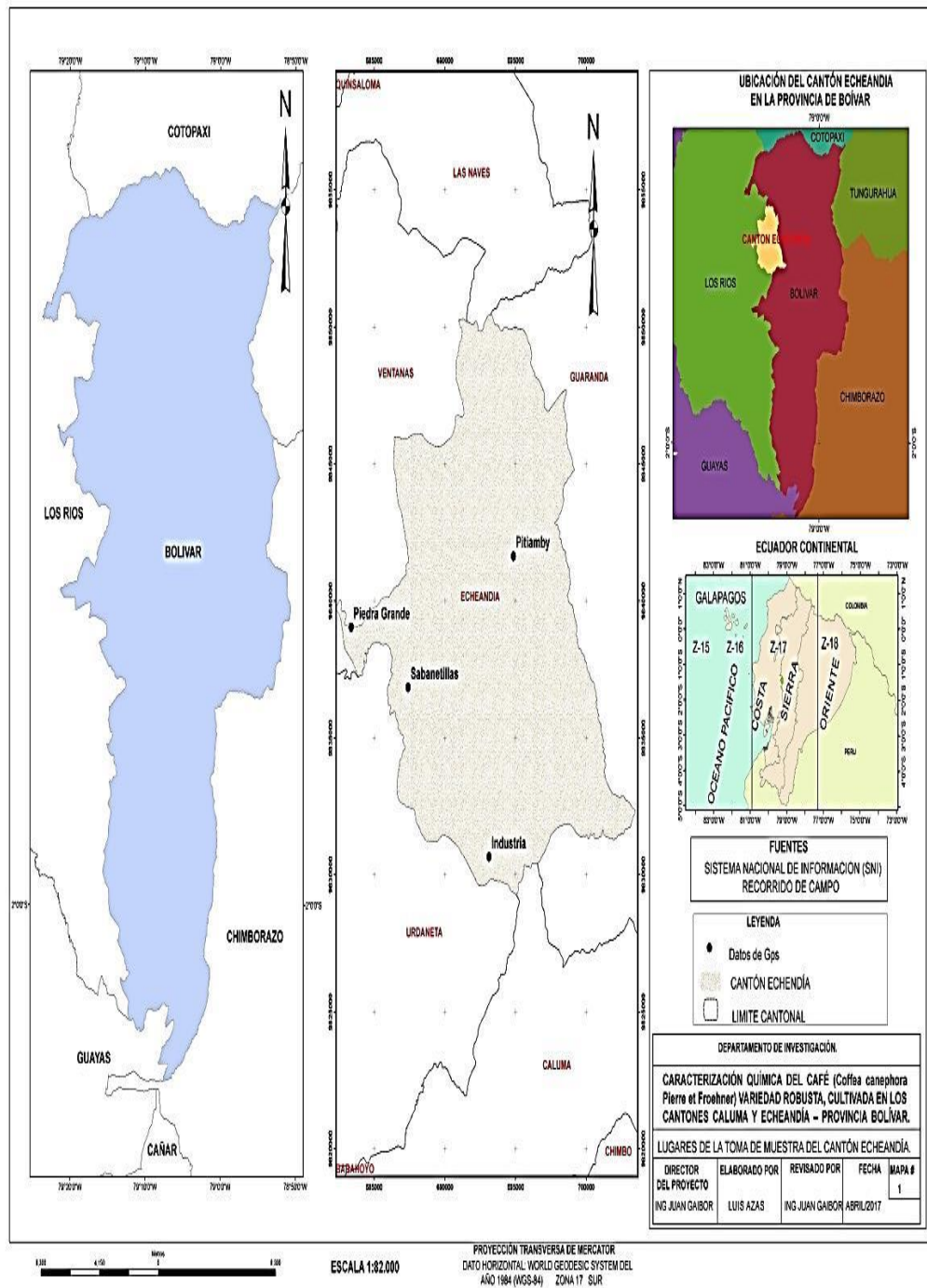
1:000 2:000 3:000 4:000 5:000

ESCALA 1:82.000

PROYECCIÓN TRANSVERSA DE MERCATOR  
DATO HORIZONTAL WORLD GEODESIC SYSTEM DEL AÑO 1984 (WGS-84) ZONA 17 SUR



## Anexo N° 2: Mapa de la ubicación de la investigación en el Cantón Echeandía



Anexo N° 3: Resultados de análisis físicos químicos

Promedio general de la densidad de los granos de café robusta

			
LABORATORIO INSTRUMENTAL			
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE DENSIDAD			
FECHA/HORA DE INGRESO AL LABORATORIO:		17-10-2016	
SOLICITANTE		Ing. Juan Gaibor	
MUESTRA		Café	
PROCEDENCIA		Caluma- Echeandía	
MUESTREADOR		Mayra Mayorga y Mercedes Llanos	
FECHA DE ANÁLISIS:		18/10/2016	
ID DE LA MUESTRAS	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
Sabanetillas	VOLUMETRICO	g/l	610
Piedra Grande	VOLUMETRICO	g/l	640
Pitiamby	VOLUMETRICO	g/l	600
Industria	VOLUMETRICO	g/l	652
Paraíso	VOLUMETRICO	g/l	620
Yatuví	VOLUMETRICO	g/l	680
Pueblo Nuevo	VOLUMETRICO	g/l	630
Tablas de la Florida	VOLUMETRICO	g/l	660
 Ing. Marcelo Vilcacundo, Msc DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION			
			
 Bga Isabel Paredes TECNICO			

**Promedio general de los defectos de los granos de café robusta**

			
<p align="center"><b>LABORATORIO INSTRUMENTAL</b></p>			
<p align="center"><b>RESULTADOS DE ANÁLISIS DE DEFECTOS DE GRANOS</b></p>			
FECHA/HORA DE INGRESO AL LABORATORIO:	26-10-2016		
SOLICITANTE	Ing. Juan Gaibor		
MUESTRA	Café Robusta		
PROCEDENCIA	Caluma- Echeandía Mayra Mayorga y Mercedes Llanos		
MUESTREADOR			
FECHA DE ANÁLISIS:	26/10/2016		
ID DE LA MUESTRAS	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
Sabanetillas	NTE INEN 285:2006	%	42,3
Piedra Grande	NTE INEN 285:2007	%	35
Pitiamby	NTE INEN 285:2008	%	38,2
Industria	NTE INEN 285:2009	%	40,6
Paraíso	NTE INEN 285:2010	%	39,8
Yatuví	NTE INEN 285:2011	%	41,3
Pueblo Nuevo	NTE INEN 285:2012	%	37,6
Tablas de la Florida	NTE INEN 285:2013	%	27,3
  			
<p align="center">Ing. Marcelo Vilcacundo, Msc <b>DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION</b></p>		<p align="center">Biga Isabel Paredes <b>TECNICO</b></p>	




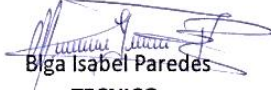
**Promedio general de la humedad del café robusta en estado natural**

					
LABORATORIO INSTRUMENTAL					
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE HUMEDAD					
FECHA/HORA DE INGRESO AL LABORATORIO:		22-11-2016			
SOLICITANTE		Ing. Juan Gaibor			
MUESTRA		Café Robusta en estado natural			
PROCEDENCIA		Caluma- Echeandía			
MUESTREADOR		Mayra Mayorga y Mercedes Llanos			
FECHA DE ANÁLISIS:		22/11/2016			
ID DE LA MUESTRAS	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS		
			6 horas	4 horas	Total
Sabanetillas	NTE INEN 0286 (2013)	%	11,509	11,000	11,254
Piedra Grande	NTE INEN 0286 (2013)	%	13,377	12,107	12,742
Pitiamby	NTE INEN 0286 (2013)	%	15,182	14,414	14,798
Industria	NTE INEN 0286 (2013)	%	12,436	11,971	12,204
Paraíso	NTE INEN 0286 (2013)	%	12,799	12,119	12,459
Yatuví	NTE INEN 0286 (2013)	%	13,353	12,609	12,981
Pueblo Nuevo	NTE INEN 0286 (2013)	%	15,232	14,741	14,986
Tablas de la Florida	NTE INEN 0286 (2013)	%	13,27	12,663	12,967
 Ing. Marcelo Vilcacundo, Msc DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION					
 Biga Isabel Paredes TECNICO					


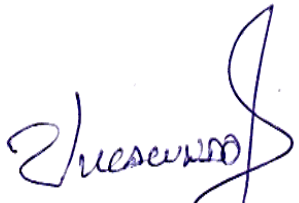

Promedio general de la humedad del café robusta en estado tostado y molido

			
LABORATORIO INSTRUMENTAL			
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE HUMEDAD			
FECHA/HORA DE INGRESO AL LABORATORIO:		08-12-2016	
SOLICITANTE		Ing. Juan Gaibor	
MUESTRA		Café Robusta Tostado - molido	
PROCEDENCIA		Caluma- Echeandía	
MUESTREADOR		Mayra Mayorga y Mercedes Llanos	
FECHA DE ANÁLISIS:		08/12/2016	
ID DE LA MUESTRAS	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
Sabanetillas	NTE INEN 0286 (2013)	%	2,67
Piedra Grande	NTE INEN 0286 (2013)	%	2,40
Pitiamby	NTE INEN 0286 (2013)	%	2,43
Industria	NTE INEN 0286 (2013)	%	2,47
Paraíso	NTE INEN 0286 (2013)	%	2,27
Yatuví	NTE INEN 0286 (2013)	%	2,30
Pueblo Nuevo	NTE INEN 0286 (2013)	%	2,73
Tablas de la Florida	NTE INEN 0286 (2013)	%	2,80
 Ing. Marcelo Vilcacundo, Msc DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION		 Biga Isabel Paredes TECNICO	


**Promedio general de cenizas del café robusta en estado natural**

			
LABORATORIO INSTRUMENTAL			
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CENIZA			
FECHA/HORA DE INGRESO AL LABORATORIO:	21-12-2016		
SOLICITANTE	Ing. Juan Gaibor		
MUESTRA	Café Robusta en estado natural		
PROCEDENCIA	Caluma- Echeandía		
MUESTREADOR	Mayra Mayorga y Mercedes Llanos		
FECHA DE ANÁLISIS:	21/12/2016		
ID DE LA MUESTRAS	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
Sabanetillas	NTE INEN 2679:2013	%	3,998
Piedra Grande	NTE INEN 2679:2014	%	4,957
Pitiamby	NTE INEN 2679:2015	%	3,767
Industria	NTE INEN 2679:2016	%	4,451
Paraíso	NTE INEN 2679:2017	%	4,392
Yatuví	NTE INEN 2679:2018	%	4,190
Pueblo Nuevo	NTE INEN 2679:2019	%	4,152
Tablas de la Florida	NTE INEN 2679:2020	%	3,765
  			
<b>Ing. Marcelo Vilcacundo, Msc</b> <b>DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION</b>		<b>Bga Isabel Paredes</b> <b>TECNICO</b>	

**Promedio general de cenizas del café robusta em estado tostado y molido**

			
LABORATORIO INSTRUMENTAL			
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CENIZA			
FECHA/HORA DE INGRESO AL LABORATORIO:	14-12-2016		
SOLICITANTE	Ing. Juan Gaibor		
MUESTRA	Café Robusta Tostado - molido		
PROCEDENCIA	Caluma- Echeandía		
MUESTREADOR	Mayra Mayorga y Mercedes Llanos		
FECHA DE ANÁLISIS:	14-12-2016		
ID DE LA MUESTRAS	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
Sabanetillas	NTE INEN 2679:2013	%	4,7343
Piedra Grande	NTE INEN 2679:2014	%	4,7049
Pitiamby	NTE INEN 2679:2015	%	4,6908
Industria	NTE INEN 2679:2016	%	4,8208
Paraíso	NTE INEN 2679:2017	%	4,9741
Yatuví	NTE INEN 2679:2018	%	4,9765
Pueblo Nuevo	NTE INEN 2679:2019	%	4,3528
Tablas de la Florida	NTE INEN 2679:2020	%	4,9469
 Ing. Marcelo Vilcacundo, Msc DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION			
 Bga Isabel Paredes TECNICO			

Compuestos volátiles del café robusta tostado y molido

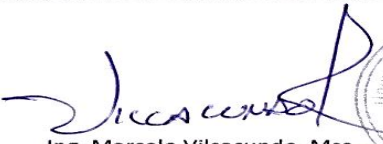


**LABORATORIO INSTRUMENTAL**


**RESULTADOS DE ANÁLISIS DE GRUPOS FUNCIONALES (FTIR)**

FECHA/HORA DE INGRESO AL LABORATORIO:							09-01-2017	
SOLICITANTE							Ing. Juan Gaibor	
MUESTRA							Café Tostado	
PROCEDENCIA							Caluma- Echeandía	
MUESTREADOR							Mayra Mayorga y Mercedes Llanos	
FECHA DE ANÁLISIS:							09/01/2017	

ID DE LA MUESTRAS	ALCOHOLES Y FENOLES	CETENIMINA	AROMÁTICO-ALQUILO	ALQUENOS	ALQUINOS	ALQUILOS	ALCOHOLES-ÉTERES-ÁCIDOS CARBOXILICOS Y ESTERES	HALUROS DE ALQUILO
Sabanetillas	3274.06			1634.78	2121.09		1044.88	607.19 – 627.00
Piedra Grande	3294.66			1634.62	2171.92 – 2115.37		1045.81	610.88
Pitiamby	3285.44	2096.14		1634.68				605.69 – 615.01
Industria	3292.98			1634.73	2118.11			615.26
Paraíso	3275.18			1634.82		2115,82	1044.18	610.58 – 626.95
Yatuví	3272.21			1634.57	2102.55		1038.25	605.97
Pueblo Nuevo	3295.79	2008.21	2111.15	1634.26				602. 84- 623.18
Tablas de la Florida	3291.1			1634.63	2115.95		1033.04	615.26 - 628.01




Ing. Marcelo Vilcacundo, Msc  
DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION



Biga Isabel Paredes  
TECNICO



## Contenido de cafeína en café robusta en estado tostado y molido



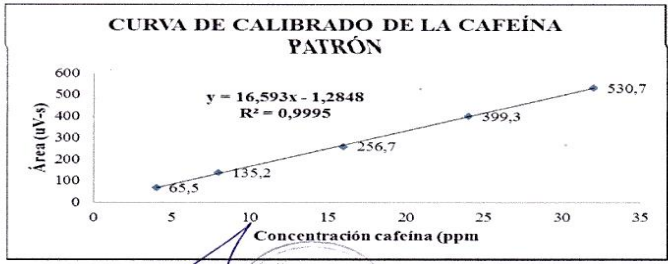
**LABORATORIO INSTRUMENTAL**

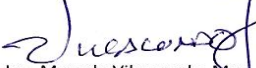
**RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CAFEINA**

FECHA/HORA DE INGRESO AL LABORATORIO:	13-03-2017
SOLICITANTE	Ing. Juan Gaibor
MUESTRA	Café Robusta
PROCEDENCIA	Caluma- Echeandía
MUESTREADOR	Mayra Mayorga y Mercedes Llanos
FECHA DE ANÁLISIS:	22/03/2017


ID DE LA MUESTRAS	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS
Sabanetillas	CAFEINA	%	1,908
Piedra Grande	CAFEINA	%	2,15
Pitiamby	CAFEINA	%	2,033
Industria	CAFEINA	%	1,033
Paraíso	CAFEINA	%	1,033
Yatuví	CAFEINA	%	0,625
Pueblo Nuevo	CAFEINA	%	0,767
Tablas de la Florida	CAFEINA	%	1,375

Estándares de cafeína anhidra	Tiempo de retención (min)	Área (uV-s)	Concentración (ppm)
Estándar 1	0.577	65.5	3,99
Estándar 2	0.576	135.2	7,98
Estándar 3	0.576	256.7	15,96
Estándar 4	0.575	399.3	23,94
Estándar 5	0.575	530.7	31,92





Ing. Marcelo Vilcacundo, Msc  
**DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION**



Biga Isabel Paredes  
**TECNICO**

Anexo N° 4: Base de datos

Valoración de los granos defectuosos del café robusta en el Cantón Caluma

Detalle		CANTÓN CALUMA										
		Conversión			Yatavi		Pueblo Nuevo		Tablas de la Florida		Paraíso	
		(D)	(V)	(V/D)	Cantidad (C) Granos o materias extrañas	Valor por defectos (V/D) C	Cantidad (C) Granos o materias extrañas	Valor por defectos (V/D) C	Cantidad (C) Granos o materias extrañas	Valor por defectos (V/D) C	Cantidad (C) Granos o materias extrañas	Valor por defectos (V/D) C
Tipo de efecto	Estimación	Defecto	Vale	Factor	Cantidad (C) Granos o materias extrañas	Valor por defectos (V/D) C	Cantidad (C) Granos o materias extrañas	Valor por defectos (V/D) C	Cantidad (C) Granos o materias extrañas	Valor por defectos (V/D) C	Cantidad (C) Granos o materias extrañas	Valor por defectos (V/D) C
Grano negro	Primario	1	1	(1/1)	3	3	4	4	3	3	4	4
Grano parcialmente negro	Primario	2	1	(1/2)	1	0,5	6	3	4	2	3	1,5
Grano quebrado	Secundario	5	1	(1/5)	2	0,4	1	0,2	3	0,6	2	0,4
Grano ámbar	Primario	2	1	(1/2)	1	0,5	12	6	4	2	2	1
Grano opaco	Secundario	5	1	(1/5)	3	0,6	5	1	2	0,4	1	0,2
Grano vetado	Secundario	5	1	(1/5)	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2
Grano pálido o semipálido	Secundario	5	1	(1/5)	4	0,8	3	0,6	7	1,4	1	0,2
Grano manchado	Secundario	10	1	(1/10)	2	0,2	2	0,2	12	1,2	5	0,5
Grano inmaduro	Secundario	5	1	(1/5)	4	0,8	1	0,2	1	0,2	2	0,4
Grano fermentado o pestilente	Primario	1	1	(1/1)	0	0	1	1	0	0	0	0
Grano mohoso	Primario	2	1	(1/2)	0	0	0	0	0	0	0	0
Grano deforme o anormal	Secundario	5	1	(1/5)	2	0,4	1	0,2	3	0,6	3	0,6
Grano vano	Secundario	5	1	(1/5)	2	0,4	8	1,6	7	1,4	3	0,6
Bola seca (cereza seca)	Secundario	1	1	(1/1)	1	1	1	1	3	3	1	1
Fragmento grande de cáscara	Secundario	1	1	(1/1)	1	1	1	1	3	3	2	2
Fragmento mediano de cáscara	Secundario	2	1	(1/2)	2	1	2	1	2	1	1	0,5
Fragmento pequeño de cáscara	Secundario	5	1	(1/5)	1	0,2	1	0,2	4	0,8	1	0,2
Grano con pergamino	Secundario	2	1	(1/2)	8	4	5	2,5	5	2,5	7	3,5
Fragmento grande de pergamino	Secundario	1	1	(1/1)	5	5	1	1	1	1	3	3
Fragmento mediano de pergamino	Secundario	5	1	(1/5)	4	0,8	2	0,4	3	0,6	6	1,2
Fragmento pequeño de pergamino	Secundario	10	1	(1/10)	5	0,5	1	0,1	2	0,2	2	0,2
Grano partido	Secundario	5	1	(1/5)	0	0	3	0,6	3	0,6	3	0,6
Grano mordido	Secundario	5	1	(1/5)	0	0	4	0,8	2	0,4	4	0,8
Grano aplastado	Secundario	5	1	(1/5)	0	0	1	0,2	0	0	1	0,2
Grano cristalizado o vidrioso	Secundario	5	1	(1/5)	0	0	1	0,2	0	0	0	0
Grano brocado o picado	Secundario	5	1	(1/5)	0	0	12	2,4	6	1,2	5	1
Orejas y/o conchas	Secundario	5	1	(1/5)	0	0	0	0	0	0	0	0
Palo o piedra grande	Primario	1	5	(5/1)	3	15	1	5	0	0	3	15
Palo o piedra mediana (o)	Primario	1	2	(2/1)	2	4	1	2	0	0	0	0
Palo o piedra pequeña (o)	Primario	1	1	(1/1)	1	1	1	1	0	0	1	1
<b>Total de defectos en la muestra</b>						<b>41</b>		<b>37,6</b>		<b>27,3</b>		<b>39,8</b>

## Valoración de los granos defectuosos del café robusta en el Cantón Echeandía

Detalle		CANTÓN ECHEANDÍA										
		Conversión			Pitiamby		Piedra		Industria		Sabane tillas	
Tipo de efecto	Estimación	Defecto (D)	Vale (V)	Factor (V/D)	Cantidad (C) Granos o materias extrañas	Valor por defectos (V/D) C	Cantidad (C) Granos o materias extrañas	Valor por defectos (V/D) C	Cantidad (C) Granos o materias extrañas	Valor por defectos (V/D) C	Cantidad (C) Granos o materias extrañas	Valor por defectos (V/D) C
		Grano negro	Primario	1	1	(1/1)	3	3	1	1	0	0
Grano parcialmente negro	Primario	2	1	(1/2)	2	1	1	0,5	3	1,5	8	4
Grano quebrado	Secundario	5	1	(1/5)	1	0,2	1	0,2	3	0,6	3	0,6
Grano ámbar	Primario	2	1	(1/2)	2	1	1	0,5	0	0	2	1
Grano opaco	Secundario	5	1	(1/5)	4	0,8	1	0,2	5	1	7	1,4
Grano veteadado	Secundario	5	1	(1/5)	1	0,2	1	0,2	2	0,4	2	0,4
Grano pálido o semipálido	Secundario	5	1	(1/5)	2	0,4	1	0,2	2	0,4	3	0,6
Grano manchado	Secundario	10	1	(1/10)	5	0,5	1	0,1	3	0,3	4	0,4
Grano inmaduro	Secundario	5	1	(1/5)	2	0,4	1	0,2	1	0,2	2	0,4
Grano fermentado o pestilente	Primario	1	1	(1/1)	0	0	1	1	0	0	1	1
Grano mohoso	Primario	2	1	(1/2)	0	0	0	0	1	0,5	0	0
Grano deforme o anormal	Secundario	5	1	(1/5)	4	0,8	0	0	2	0,4	3	0,6
Grano vano	Secundario	5	1	(1/5)	3	0,6	0	0	4	0,8	8	1,6
Bola seca (cereza seca)	Secundario	1	1	(1/1)	2	2	1	1	2	2	2	2
Fragmento grande de cáscara	Secundario	1	1	(1/1)	3	3	2	2	5	5	2	2
Fragmento mediano de cáscara	Secundario	2	1	(1/2)	2	1	1	0,5	2	1	1	0,5
Fragmento pequeño de cáscara	Secundario	5	1	(1/5)	5	1	1	0,2	1	0,2	1	0,2
Grano con pergamino	Secundario	2	1	(1/2)	13	6,5	7	3,5	7	3,5	4	2
Fragmento grande de pergamino	Secundario	1	1	(1/1)	6	6	3	3	5	5	3	3
Fragmento mediano de pergamino	Secundario	5	1	(1/5)	2	0,4	2	0,4	6	1,2	2	0,4
Fragmento pequeño de pergamino	Secundario	10	1	(1/10)	4	0,4	1	0,1	2	0,2	2	0,2
Grano partido	Secundario	5	1	(1/5)	3	0,6	2	0,4	2	0,4	4	0,8
Grano mordido	Secundario	5	1	(1/5)	2	0,4	1	0,2	2	0,4	8	1,6
Grano aplastado	Secundario	5	1	(1/5)	1	0,2	0	0	1	0,2	2	0,4
Grano cristalizado o vidrioso	Secundario	5	1	(1/5)	0	0	0	0	0	0	1	0,2
Grano brocado o picado	Secundario	5	1	(1/5)	9	1,8	3	0,6	6	1,2	20	4
Orejas y/o conchas	Secundario	5	1	(1/5)	0	0	0	0	1	0,2	0	0
Palo o piedra grande	Primario	1	5	(5/1)	1	5	3	15	2	10	1	5
Palo o piedra mediana (o)	Primario	1	2	(2/1)	0	0	1	2	1	2	1	2
Palo o piedra pequeña (o)	Primario	1	1	(1/1)	1	1	2	2	2	2	1	1
<b>Total de defectos en la muestra</b>						<b>38,2</b>		<b>35</b>		<b>40,6</b>		<b>42,3</b>

**Valores medidos de humedad de café robusta en estado natural a las 6 horas**

<b>Lugar</b>	<b>Muestra</b>	<b>Cris,</b>	<b>Cris + m</b>	<b>P,cris+m seca</b>	<b>% H</b>	<b>Promedio</b>
<b>Pueblo nuevo</b>	T1R1	49,658	60,147	58,751	15,352	<b>15,232</b>
	T1R2	50,776	62,246	60,724	15,300	
	T1R3	50,224	63,064	61,385	15,043	
<b>Pitiamby</b>	T2R1	52,600	63,628	62,116	15,889	<b>15,182</b>
	T2R2	49,576	64,134	62,164	15,650	
	T2R3	44,362	64,612	62,124	14,007	
<b>Sabanetillas</b>	T3R1	17,468	23,851	23,161	12,120	<b>11,509</b>
	T3R2	23,123	28,416	27,916	10,432	
	T3R3	21,305	27,477	26,817	11,974	
<b>Paraíso</b>	T4R1	22,195	29,211	28,424	12,634	<b>12,799</b>
	T4R2	25,219	32,978	32,114	12,531	
	T4R3	21,922	27,895	27,197	13,232	
<b>Tablas de la Florida</b>	T5R1	23,619	30,724	29,823	14,523	<b>13,270</b>
	T5R2	23,138	30,323	29,491	13,096	
	T5R3	25,144	30,739	30,131	12,192	
<b>Yatuví</b>	T6R1	42,160	52,439	51,204	13,655	<b>13,353</b>
	T6R2	46,253	55,309	54,272	12,932	
	T6R3	22,607	30,507	29,569	13,473	
<b>P, Grande</b>	T7R1	42,486	50,205	49,262	13,917	<b>13,377</b>
	T7R2	41,976	52,658	51,349	13,966	
	T7R3	42,613	55,983	54,524	12,249	
<b>Industria</b>	T8R1	17,464	23,268	22,684	11,188	<b>12,436</b>
	T8R2	23,119	29,458	28,765	12,274	
	T8R3	21,306	29,906	28,860	13,847	

**Valores medidos de humedad de café robusta en estado natural 4 horas**

<b>Lugar</b>	<b>Muestra</b>	<b>Crisol</b>	<b>Cris +m</b>	<b>P,c + m seca</b>	<b>% H</b>	<b>Promedio</b>
<b>Pueblo nuevo</b>	T1R1	49,658	60,147	58,783	14,948	<b>14,741</b>
	T1R2	50,776	62,246	60,742	15,091	
	T1R3	50,224	63,064	61,469	14,184	
<b>Pitiamby</b>	T2R1	52,600	63,628	62,155	15,416	<b>14,414</b>
	T2R2	49,576	64,134	62,267	14,711	
	T2R3	44,362	64,612	62,264	13,116	
<b>Sabanetillas</b>	T3R1	17,368	23,851	23,163	11,872	<b>11,000</b>
	T3R2	23,123	28,416	27,920	10,340	
	T3R3	21,305	27,477	26,876	10,788	
<b>Paraíso</b>	T4R1	22,195	29,211	28,443	12,292	<b>12,119</b>
	T4R2	25,219	32,978	32,198	11,176	
	T4R3	21,922	27,895	27,213	12,890	
<b>Tablas de la Florida</b>	T5R1	23,619	30,724	29,856	13,917	<b>12,663</b>
	T5R2	23,138	30,323	29,551	12,038	
	T5R3	25,144	30,739	30,138	12,034	
<b>Yatuví</b>	T6R1	42,160	52,439	51,267	12,869	<b>12,609</b>
	T6R2	46,253	55,309	54,356	11,761	
	T6R3	22,607	30,507	29,586	13,197	
<b>Piedra Grande</b>	T7R1	42,486	50,205	49,375	12,048	<b>12,107</b>
	T7R2	41,976	52,658	51,452	12,727	
	T7R3	42,603	55,983	54,598	11,546	
<b>Industria</b>	T8R1	17,464	23,268	22,697	10,912	<b>11,971</b>
	T8R2	23,119	29,458	28,789	11,799	
	T8R3	21,306	29,906	28,903	13,203	

**Promedio Total % humedad de café en estado natural a las 6 horas y 4 horas**

<b>Detalle</b>	<b>Lugar</b>	<b>% H en 6 horas</b>	<b>% H en 4 horas</b>	<b>% H promedio total</b>
<b>CALUMA</b>	<b>Pueblo Nuevo</b>	15,232	14,741	14,986
	<b>Paraíso</b>	12,799	12,119	12,459
	<b>Tablas de la florida</b>	13,270	12,663	12,967
	<b>Yatuví</b>	13,353	12,609	12,981
<b>ECHEANDÍA</b>	<b>Pitiamby</b>	15,182	14,414	14,798
	<b>Sabanetillas</b>	11,509	11,000	11,254
	<b>P, Grande</b>	13,377	12,107	12,742
	<b>Industria</b>	12,436	11,971	12,204

**Determinación de la curva de calibrado de la cafeína patrón**

<b>Codificación</b>	<b>Concentración (ppm)</b>	<b>Área</b>	<b>Tiempo de retención</b>
Patrón 1	3,99	65,5	0,577
Patrón 2	7,98	135,2	0,576
Patrón 3	15,96	256,7	0,576
Patrón 4	23,94	399,3	0,575
Patrón 5	31,92	530,7	0,575

**Valores medidos de cenizas en muestras de Café Robusta en estado natural en los Cantones de Echeandía y Caluma**

LUGAR	MUESTRA	PCV	PC+MS	PC+CZ	% SECA	C PROMEDIO
<b>Pueblo Nuevo</b>	T1R1	18,737	23,857	18,938	3,926	<b>4,152</b>
	T1R2	18,347	24,995	18,628	4,227	
	T1R3	19,696	25,553	19,948	4,303	
<b>Pitiamby</b>	T2R1	19,733	25,828	19,989	4,200	<b>3,767</b>
	T2R2	18,8	24,909	19,046	4,027	
	T2R3	20,095	26,863	20,303	3,073	
<b>Sabanetillas</b>	T3R1	19,811	24,555	19,998	3,942	<b>3,998</b>
	T3R2	19,964	24,781	20,158	4,027	
	T3R3	19,562	25,126	19,786	4,026	
<b>Paraíso</b>	T4R1	19,672	25,395	19,92	4,333	<b>4,392</b>
	T4R2	19,605	25,748	19,872	4,346	
	T4R3	18,607	24,057	18,852	4,495	
<b>Tablas Florida</b>	T5R1	19,57	25,411	19,79	3,766	<b>3,765</b>
	T5R2	18,724	24,777	18,954	3,800	
	T5R3	18,619	23,793	18,812	3,730	
<b>Yatuví</b>	T6R1	19,676	25,883	19,935	4,173	<b>4,190</b>
	T6R2	19,61	25,617	19,861	4,178	
	T6R3	19,565	24,971	19,793	4,218	
<b>Piedra Grande</b>	T7R1	19,813	24,243	20,027	4,831	<b>4,957</b>
	T7R2	18,61	24,238	18,891	4,993	
	T7R3	18,726	24,571	19,021	5,047	
<b>Industria</b>	T8R1	18,621	22,862	18,81	4,456	<b>4,451</b>
	T8R2	19,573	24,143	19,776	4,442	
	T8R3	19,968	26,254	20,248	4,454	

**Valores medidos de cenizas en muestras de Café tostado y molido de los Cantones de Echeandía y Caluma**

<b>Determinación de Cenizas</b>						
<b>Lugar</b>	<b>Muestra</b>	<b>PC (g)</b>	<b>PCM (g)</b>	<b>PCM ceniza (g)</b>	<b>% Ceniza</b>	<b>Promedio</b>
<b>Pueblo Nuevo</b>	T1R1	19,6724	22,3830	19,8034	4,8329	4,3528
	T1R2	22,4041	24,8936	22,5082	4,1816	
	T1R3	22,1424	24,3160	22,2303	4,0440	
<b>Pitiamby</b>	T2R1	38,4122	41,1632	38,5309	4,3148	4,6908
	T2R2	43,4654	46,5683	43,6101	4,6634	
	T2R3	41,9000	45,3000	42,0732	5,0941	
<b>Sabanetillas</b>	T3R1	39,6756	42,9278	39,8123	4,2033	4,7343
	T3R2	40,8762	43,9642	41,0367	5,1975	
	T3R3	44,9657	47,8186	45,1027	4,8021	
<b>Paraíso</b>	T4R1	22,2495	25,3872	22,4107	5,1375	4,9741
	T4R2	23,7751	26,8078	23,9187	4,7351	
	T4R3	22,7387	25,9627	22,9015	5,0496	
<b>Tablas Florida</b>	T5R1	21,5978	24,5900	21,7431	4,8560	4,9469
	T5R2	18,2742	21,2767	18,4291	5,1590	
	T5R3	22,8130	25,6230	22,9486	4,8256	
<b>Yatuví</b>	T6R1	22,2780	25,0381	22,422	5,2172	4,9765
	T6R2	20,0181	24,8824	20,2414	4,5906	
	T6R3	38,2340	42,7207	38,4638	5,1218	
<b>Piedra Grande</b>	T7R1	38,2676	41,9268	38,4451	4,8508	4,7049
	T7R2	41,9152	44,6823	42,0408	4,5390	
	T7R3	43,5045	46,1310	43,6286	4,7249	
<b>Industria</b>	T8R1	39,6243	42,5460	39,7659	4,8465	4,8208
	T8R2	43,1457	46,8795	43,3358	5,0913	
	T8R3	41,2056	44,3043	41,3458	4,5245	



**Anexo N° 5:** Ficha de recolección de datos



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**  
**FICHA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRA**

<b>N°</b>	<b>HORA</b>	<b>FECHA</b>	<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
1	10:30	12/08/2016	1000 g de café robusta	En la localidad de Sabanetillas
2	12:45	12/08/2016	1000 g de café robusta	En la localidad de Piedra Grande
3	13:45	12/08/2016	1000 g de café robusta	En la localidad de Pitiamby
4	15:15	12/08/2016	1000 g de café robusta	En la localidad de la Industria
5	10:20	19/08/2016	1000 g de café robusta	En la localidad de Paraíso
6	11:50	19/08/2016	1000 g de café robusta	En la localidad de Yatuví
7	13:15	19/08/2016	1000 g de café robusta	En la localidad de Pueblo Nuevo
8	15:00	19/08/2016	1000 g de café robusta	En la localidad de Tablas de la Florida

\_\_\_\_\_  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO

\_\_\_\_\_  
 MERCEDES MARIELA LLANOS

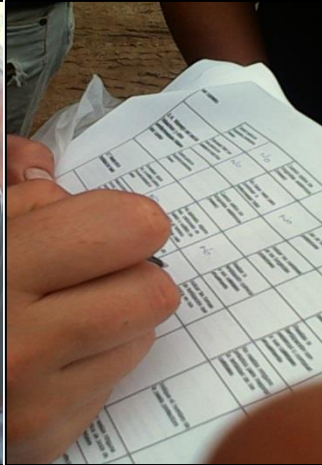
\_\_\_\_\_  
 MAYRA MAGALY MAYORGA

**Anexo N° 6: Fotografías**

**Visita a los propietarios de los cultivos de los dos Cantones**



**Encuesta a los propietarios de los cultivos de café Robusta**



**Registro de Datos de GPS**



**Café Robusta**



**Cosecha de café robusta**



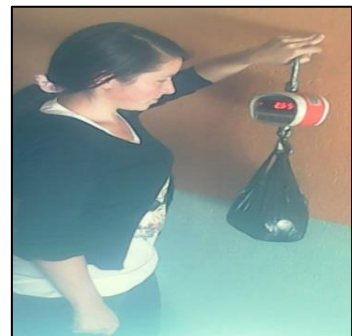
**Recolección del grano de café robusta**



**Selección de los granos de café**



**Pesado de los granos de café**



**Boyado de cada muestra de Café Robusta**



**Café Robusta brocado**



**Café Robusta mordido**



**Café Robusta despulpado seco**



**VALORACION DE LOS GRANOS DEFECTUOSOS DE CAFÉ ROBUSTA**

**Café Robusta brocado o picado**



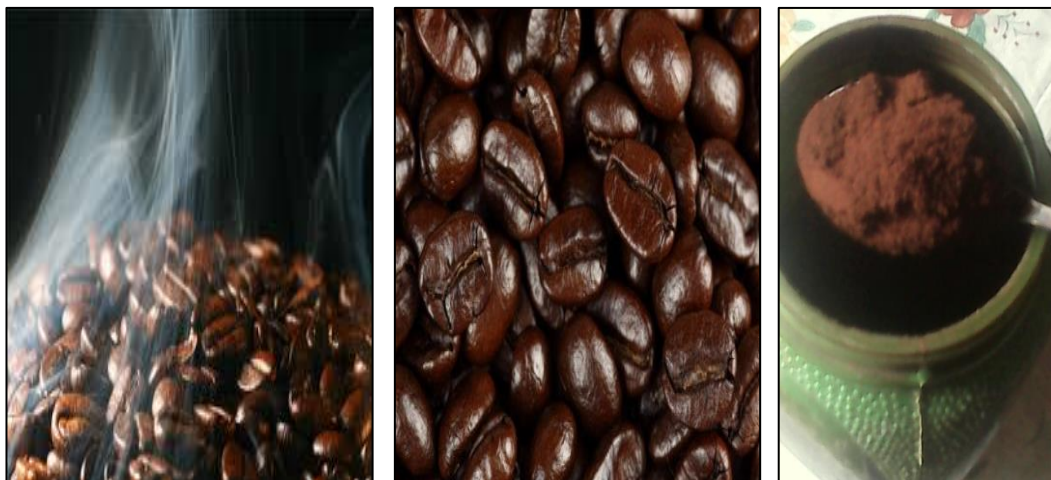
**Café Robusta mordido**



**Café color ámbar**



## TOSTADO Y MOLIDO DEL CAFÉ ROBUSTA



### DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y CENIZAS DE CAFÉ ROBUSTA TOSTADO

**Humedad**



**Cenizas**



### DESTILACION SIMULTANEA DEL CAFÉ ROBUSTA TOSTADO PARA LA EXTRACCION DE COMPUESTOS VOLATILES



## EXTRACCIÓN DE CAFEÍNA DE LAS DIFERENTES LOCALIDADES



## DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS VOLÁTILES EN FTIR



## DETERMINACIÓN DE CAFEÍNA EN EL UHPLC



## **Anexo N° 7:** Glosario de términos

**Broca.** - plagas que ataca al grano de café especialmente en estado maduro, provocando pérdida de peso y baja producción.

**Café Arábigo.**- Esta variedad tiene una gran adaptabilidad a los distintos ecosistemas de las 4 regiones del Ecuador, se cultivan desde altitudes cercanas al nivel del mar hasta los 2000 msnm. Entre las especies del café arábigo esta (Caturra, Bourbon, Pacas, Catuaí, Típica, Catimor, Sarchimor).

**Café Robusta.**- Es la variedad más cultivada en el Ecuador; requiere un clima tropical con altas precipitaciones o riego, es resistente a vientos porque los glomérulos se adhieren al racimo.

**Cafeína.**- Es un alcaloide perteneciente al grupo de las xantinas, que funciona como una droga estimulante y psicoactiva. Se encuentra en muchas especies de plantas. La fuente habitual de cafeína es el café, pero también se encuentra en el té (teína), guaraná (guaranina), mate (mateína), cacao y refrescos de cola, entre otros.

**Caracolillo.**- Grano pequeño de café en forma de un caracol, que afecta en la producción y procesamiento.

**Cloroformo.**- Compuesto químico se emplea en la extracción de cafeína presente en el café.

**COFENAC.**- Consejo Cafetalero Nacional; es el ente regulador que inspecciona la producción del café en el Ecuador.

**Compuestos volátiles.**- Forman parte de la composición en plantas, frutos y algunos vegetales.

**Diclorometano.**- Compuesto químico regulado por la SETED para la extracción de compuestos volátiles presentes en el café.

**Filtros para HPLC.**- Se utiliza para filtrar las disoluciones de las muestras con la finalidad de evitar el paso de residuos para lograr obtener resultados sin interferencia de otros compuestos.

**FTIR.**- Espectrofotómetro Infrarrojo; se emplea en la determinación de grupos funcionales a partir de compuestos volátiles de una muestra.

**Humedad.**- Propiedad física que se determina mediante la utilización de equipos como la estufa; para mantener las condiciones de la muestra analizar.

**Molido.**- Operación que consiste en la disminución de la granulometría del grano.

**MCPEC.**- Ministerio Coordinador de Producción Empleo y Productividad.

**NTE INEN.**- Norma Técnica Ecuatoriana del Instituto Ecuatoriano de Normalización.

**Pulpa de café.**- Subproducto con fines agroindustriales para la alimentación animal y obtención de combustible como el biogás.

**SETED.**- Secretaria Técnica de Drogas, esta institución se encarga de otorgar los permisos correspondientes para adquirir y poder utilizar ciertos compuestos químicos que están bajo control por esta entidad.

**TFA.**- Compuesto químico conocido como Ácido Trifluoroacético, utilizado para la solubilización en disolventes orgánicos.

**Tostado.**- Operación donde se desarrolla el sabor y aroma del café; se emplea el tiesto y en las fábricas de procesamientos utilizan un sistema de tostado.

**UHPLC.**- Cromatografía de líquidos de ultra alta presión; se emplea en la determinación de compuestos químicos de una muestra determinada para identificar: proteínas, cafeína, antioxidantes, hidrolizados, entre otros.

**Viales.** - Recipientes que se utiliza para colocar el analito; vienen en diferentes presentaciones que van desde el color ámbar hasta transparente.