



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
Facultad De Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales Y Del
Ambiente
Carrera De Ingeniería Agroindustrial

TEMA:

CARACTERIZACIÓN FÍSICO- QUÍMICA DE CINCO ESPECIES DE CAFÉ ARÁBIGO (*coffea arábica l.*), CULTIVADAS EN EL CANTÓN CALUMA – 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

AUTOR:

KATTY PAOLA CARRILLO REA

DIRECTOR:

ING. JUAN ALBERTO GAIBOR CHÁVEZ. PhD.

Guaranda – Ecuador

Julio 2018

TEMA:
“CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE CINCO ESPECIES DE CAFÉ ARABIGO (*coffea arabica l.*), CULTIVADAS EN EL CANTÓN CALUMA – PROVINCIA BOLÍVAR”

REVISADO Y APROBADO POR:

Ing. JUAN ALBERTO GAIBOR CHÁVEZ PhD.

DIRECTOR

Lcdo. JUAN ELOY BONILLA Mg.

BIOMETRISTA

Ing. JOSÉ LUIS ALTUNA VÁSQUEZ. MSc.

ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, KATTY PAOLA CARRILLO REA con C.I. 0202131258-3 declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido presentado para ningun 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
KATTY PAOLA CARRILLO REA
C.I. 0202312583

ING. JUAN ALBERTO GAIBOR CHÁVEZ PhD.
C.I 0201051687
DIRECTOR

ING. JOSÉ LUIS ALTUNA VÁSQUEZ MSc.
C.I 1802538056
ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

DEDICATORIA

A dios por permitirme seguir con vida y cumpliendo mis sueños a mi madre MIRIAN DEL CARMEN CARRILLO REA por su apoyo constante en mi vida por sus consejos diarios para seguir adelante por sus valores inculcados por su confianza por su amor infinito.

A mis abuelitos GUILLERMO Y DELIA por su compañía y amor constante durante toda mi vida.

A mis hermanos CRISTHIAN, TYRONE, FERNANDA Y KAREN por su apoyo por sus consejos su cariño por siempre estar junto a mí.

A mi tía LAURA ANALUISA por ser mi segunda madre mi apoyo constante.

A mi esposo e hijo por ser la motivación de seguir adelante todos los días.

Y a toda mi familia les dedico con todo mi amor este gran sueño que junto a ustedes he podido conseguir.

KATTY PAOLA

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser el creador de la vida por ser quien me permite conseguir mis objetivos por la familia maravillosa que me dio por la salud, el trabajo el amor. A mi madre MIRIAN DEL CARMEN CARRILLO REA por ser el pilar fundamental de mi vida por su apoyo incondicional, por sus enseñanzas, valores, consejos y sobre todo por su amor infinito.

A mis abuelitos GUILLERMO Y DELIA quienes siempre estuvieron a mi lado apoyándome para cumplir mi meta.

A mi tía y hermanos por permanecer siempre junto a mí apoyándome con un consejo o una palabra de aliento para no desmayar y conseguir mis objetivos.

A mi compañero de vida y a mi ángel IVAN Y PAULITO por su paciencia comprensión, amor y sobre todo a mi ángel guardián por caminar siempre junto a mí. A mis sobrinos por su amor y cariño. A toda mi familia que de una u otra manera han sido parte de mi vida. Gracias familia maravillosa por nunca soltar mi mano y caminar junto a mí en presencia del señor.

A la UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR que me abrió las puertas para mi formación profesional a mis maestros por los conocimientos impartidos durante mi vida estudiantil.

Al Ing. JUAN GAIBOR de la misma manera al Lcdo. JUAN ELOY BONILLA e Ing. JOSE LUIS ALTUNA por su colaboración, orientación, paciencia y sobre todo por el apoyo brindado durante la realización del proyecto para cumplir este gran sueño.

Al laboratorio de investigación por permitirme formar parte de esa gran familia por su ayuda, colaboración, dedicación y sobre todo por su paciencia para lograr este gran objetivo.

KATTY PAOLA

INDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
TEMA	II
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
INDICE DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE CUADROS	XIII
INDUCE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVI
ÍNDICE DE ANEXOS	XVIII
RESUMEN	XIX
SUMARY	XX
CAPÍTULO I	
1.INTRODUCCION	1
CAPITULO II	
2. PROBLEMA	3
2.1 Planteamiento del problema	3
2.2 Formulación del problema	4
2.3 Justificación	4
CAPITULO III	
3. MARCO TEORICO	5
3.1 Generalidades Del Café	5
3.1.1 Café (<i>Coffea</i>)	5
3.1.2 Origen e Historia	5

3.1.3 Taxonomía	6
3.1.4 Morfología del café	7
3.1.4.1 La raíz	7
3.1.4.2 Tallo principal	7
3.1.4.3 Yemas seriadas	8
3.1.4.4 Ramas primarias	8
3.1.4.5 Hojas	9
3.1.4.6 Flores	9
3.1.4.7 Fruto	10
3.1.4.8 Semilla	10
3.2 Producción del café	11
3.2.1 Producción Mundial	11
3.2.2 Producción Nacional	12
3.2.2.1 Zonas cafetaleras del Ecuador	12
3.2.3 Producción Regional	14
3.2.4 Producción Local	15
3.3 Variedades del café en el Ecuador	15
3.3.1 Café Arábigo (<i>Coffea arabica</i> L.)	15
3.3.1.1 Especies de café arábigo	18
3.3.1.1.1 Bourbon	18
3.3.1.1.2 Catucai	19
3.3.1.1.3 Catimor	20
3.3.1.1.4 Sarchimor	21
3.3.1.1.5 Caturra	22
3.4 Cosecha de Café	22

3.4.1 Manejo de Poscosecha	23
3.4.1.1 Beneficio Por Vía Húmeda	23
3.4.1.1.1 Despulpado	24
3.4.1.1.2 Fermentado	24
3.4.1.1.3 Lavado	24
3.4.1.1.4 Secado	24
3.4.1.2 Beneficio Por Vía Seca	25
3.5 Industrialización y proceso productivo del café	25
3.5.1 Introducción al proceso del café	25
3.5.2 Recepción y almacenamiento del café en grano	25
3.5.3 Limpieza y selección del café en grano	25
3.5.4 Tostado del café en grano	26
3.5.5 Enfriado del café en grano	26
3.5.6 Molido del café en grano	26
3.5.7 Envasado del café	27
3.5.8 Conservación y Almacenaje	27
3.6 Propiedades Físicas del Café	27
3.6.1 Humedad	27
3.6.2 Densidad de los Granos	28
3.6.3 Rendimiento de café	28
3.6.4 Tamaño	28
3.6.5 Forma	28
3.6.6 Color	29
3.6.7 Uniformidad	29
3.7 Composición Químicas del café	29

3.7.1 Carbohidratos	30
3.7.2 Lípidos	30
3.7.3 Aminoácidos y proteínas	31
3.7.4 Minerales	31
3.7.5 Compuestos nitrogenados	31
3.7.6 Cafeína	31
3.7.7 Volátiles	33
3.8 Características Organolépticas	34
3.8.1 Aroma del café	34
3.8.2 Sabor del café	35
3.8.3 Acidez del café	35
3.8.4 Cuerpo del café	35
3.9 Metodología para determinar los compuestos volátiles en el café	36
3.9.1 Microextracción en fase sólida (SPME) para la extracción de compuestos volátiles	36
3.9.1.1 Preparación de muestras de café para la determinación de compuestos volátiles	37
3.10 Metodología para determinar el contenido de cafeína en el café	38
3.10.1 Preparación de muestras de café para el análisis de cafeína	38
CAPÍTULO IV	
4. MARCO METODOLOGICO	40
4.1 Materiales	40
4.1.1 Localización de la investigación	40
4.1.2 Zona de vida	41
4.1.3 Material experimental	41
4.1.4 Equipos e Instrumentos de Laboratorio	42

4.1.5 Reactivos	43
4.1.6 Material de oficina	43
4.2 Métodos	43
4.2.1 Factores De Estudio	43
4.2.2 Tipo de diseño experimental o estadístico	44
4.2.3 Descripción de las características del Experimento	44
4.2.4 Modelo matemático	44
4.2.5 Método Diferencia Mínima Significativa	45
4.2.6 Procedimiento	46
4.2.6.1 Preparación de la muestra para el análisis de laboratorio	46
4.2.7.1 Análisis Químicos y Físicos	47
4.2.8.1 Identificación de las principales propiedades físicas	48
4.2.8.1.1 Humedad	48
4.2.8.2. Identificación de los principales compuestos químicos	48
4.2.8.2.1. Cenizas	48
4.2.8.2.2. Cafeína	48
4.2.8.2.3. Compuestos Volátiles	49
4.2.9 Metodología	49
4.2.9.1 Preparación de la muestra para análisis de Cafeína.	49
4.2.9.1.1 Preparación de la solución patrón	49
4.2.9.2 Metodología para determinar cafeína por cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC)	50
4.2.9.3 Preparación de muestras para determinar compuestos volátiles.	50
4.2.9.4 Metodología para determinar compuestos volátiles en el Cromatógrafo de Gases Acoplado a un Espectrómetro de Masas.	51

CAPITULO V

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
5.1. Resultados obtenidos de las propiedades físicas de las especies de café arabigo (<i>coffea arabica l.</i>), cultivada en el Canton Caluma.	52
5.1.1 Porcentaje % de humedad de café arabigo (<i>coffea arabica l.</i>) natural despulpado cultivado en el Canton Caluma	52
5.1.2 Porcentaje % de humedad de café arabigo (<i>coffea arabica l.</i>) natural lavado cultivado en el Canton Caluma	55
5.1.3 Porcentaje % de humedad de café arabigo (<i>coffea arabica l.</i>) tostado y molido cultivado en el Canton Caluma	57
5.1.4 Porcentaje % de cenizas de café arabigo (<i>coffea arabica l.</i>) natural despulpado cultivado en el Canton Caluma	59
5.1.5 Porcentaje % de cenizas de café arabigo (<i>coffea arabica l.</i>) natural lavado cultivado en el Canton Caluma	61
5.1.6 Porcentaje % de cenizas de café arabigo (<i>coffea arabica l.</i>) tostado y molido cultivado en el Canton Caluma	64
5.1.7 Propiedades físicas de las especies de café arabigo (<i>coffea arabica l.</i>), cultivada en el Cantón Caluma	66
5.1.8 Defectos de los granos de café arabigo (<i>coffea arabica l.</i>), cultivadas en el Canton Caluma	66
5.2 Resultados obtenidos por Cromatografía Liquida de Alta eficacia (HPLC) de café tostado y molido de las especies de café arabigo (<i>coffea arabica l.</i>), cultivadas en el Canton Caluma, en los que se detalla, los cromatogramas, concentración y porcentaje de cafeína	70
5.2.1 Porcentaje de cafeína presente en las especies de café arábigo (<i>coffea arábica l.</i>) cultivadas en el Cantón Caluma	79
5.3 Resultados obtenidos por cromatografía de gases acoplado a un espectrómetro de masas (CG-MS) de las especies de café arábigo (<i>coffea arábica l.</i>), cultivadas en el Cantón Caluma, en	82

los que se detalla los cromatogramas y compuestos volátiles presentes en cada especie.

CAPITULO VI

6. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	98
6.1. Hipótesis Nula (H_0)	98
6.2. Hipótesis Alternativa (H)	98

CAPITULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
7.1 Conclusiones	99
7.2. Recomendaciones	101
BIBLIOGRAFÍA	102
ANEXOS	106

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Descripción	Pág.
1	Clasificación taxonómica del café	6
2	Producción mundial por regiones en miles de sacos, 2013-2016.	12
3	Superficie, producción y ventas del grano de café.	12
4	Tipos de café y sus zonas de producción	13
5	Superficie Cafetalera del Ecuador y Área en producción efectiva, 2012	13
6	Encuesta de superficie y producción agropecuaria 2013	14
7	Número de UPA's y superficie en Has/principales cultivos – Cantón Caluma.	15
8	Principales variedades de café arábigo que se cultiva en Ecuador.	17
9	Características Físicas del Bourbon	19
10	Características Físicas de la Variedad Catucaí	20
11	Características Físicas de la variedad Catimor	21
12	Características Físicas de la Variedad Sarchimor	22
13	Características Físicas de la Variedad Caturra.	22
14	Composición Química Según Las Variedades En Base Seca	30
15	Principales Fuentes De Cafeína	32
16	Compuesto Volátiles Identificados En El Café	33
17	Lugar de la Investigación.	40
18	Situación Geográfica y Climática.	40
19	Características del experimento	44
20	Esquema del ANOVA para el diseño factorial A*B	45

INDICE DE TABLAS

Tabla N°	Descripción	Pág.
1	Determinación % humedad de café arábigo estado natural despulpado	52
2	Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental del contenido de humedad del café arábigo en estado natural despulpado.	53
3	Determinación % humedad de café arábigo estado natural lavado	55
4	Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental del contenido de humedad del café arábigo en estado natural lavado	56
5	Determinación % humedad de café arábigo tostado y molido	57
6	Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental del contenido de humedad del café arábigo tostado y molido.	58
7	Determinación de porcentaje de cenizas en de Café arábigo en estado natural despulpado del Cantón Caluma	59
8	Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental del contenido de cenizas del café arábigo en estado natural despulpado	60
9	Determinación de porcentaje de cenizas en de Café arábigo en estado natural lavado del Cantón Caluma	61
10	Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental del contenido de cenizas del café arábigo en estado natural lavado.	62
11	Determinación de porcentaje de cenizas en de Café arábigo tostado y molido del Cantón Caluma.	64
12	Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental del contenido de cenizas del café arábigo en estado natural lavado	65

13	Datos de las Propiedades Físicas de las especies de café arábigo en el Cantón Caluma	66
14	Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental de la Densidad de los granos de café robusta	67
15	Porcentaje de los granos defectuosos del café arábigo	68
16	Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental a los defectos de los granos del café arábigo	69
17	Determinación de la curva de calibrado de la cafeína patrón	70
18	Muestras de café, área y tiempo de retención	72
19	Concentración de cafeína presente en las especies de café arábigo (coffea arábica l.) cultivadas en el Cantón Caluma.	78
20	Porcentaje % de cafeína presente en las especies de café arábigo (coffea arábica l.) cultivada en el Cantón Caluma.	79
21	Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental del porcentaje de cafeína.	80
22	Compuestos volátiles reportados en el café arábigo especie Sarchimor T-5296	84
23	Compuestos volátiles reportados en el café arábigo especie Catimor T-8667.	87
24	Compuestos volátiles reportados en el café arábigo especie Catucaí Amarillo.	89
25	Compuestos volátiles reportados en el café arábigo especie Caturra.	92
26	Compuestos volátiles reportados en el café arábigo especie Bourbon Rojo.	95

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°	Descripción	Pág.
1	% Humedad de café arábigo en estado natural despulpado	53
2	% Humedad de café arábigo en estado natural lavado	55
3	Porcentaje de Humedad de café arábigo tostado y molido	58
4	Porcentaje de Cenizas de café arábigo en estado natural despulpado.	60
5	Porcentaje de Cenizas de café arábigo en estado natural lavado	62
6	Porcentaje de Cenizas de café arábigo tostado y molido.	64
7	Densidad de los granos de café arábigo	66
8	Porcentaje Defectos de los granos de café	68
9	Cromatograma del contenido de cafeína del café arábigo Sarchimor T-5296.	73
10	Cromatograma del contenido de cafeína del café arábigo Catimor T- 8667.	74
11	Cromatograma del contenido de cafeína del café Catucaí Amarillo	75
12	Cromatograma del contenido de cafeína de café arábigo caturra	76
13	Cromatograma del contenido de cafeína de café arábigo bourbon	77
14	Concentración de cafeína en las especies de café arábigo	78
15	Porcentaje % de cafeína presente en las especies de café arábigo (<i>coffea arábica l.</i>) cultivada en el Cantón Caluma.	80
16	Cromatograma de compuestos volátiles presente en el café arábigo especie Sarchimor T-5296.	83

17	Cromatograma de compuestos volátiles presente en el café arábigo especie Catimor T-8667.	86
18	Cromatograma de compuestos volátiles presente en el café arábigo especie Catucaí Amarillo	89
19	Cromatograma de compuestos volátiles presente en el café arábigo especie Caturra	92
20	Cromatograma de compuestos volátiles presente en el café arábigo especie Bourbon Rojo	95

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°	Descripción	Pág.
1	Mapa de la ubicación de la investigación en el Cantón Caluma	106
2	Resultados de análisis físicos químicos	107
3	Base de datos	131
4	Ficha de recolección de datos	140
5	Fotografías	141
6	Glosario de términos	147

RESUMEN

El presente trabajo de titulación “Caracterización físico- química de cinco especies de café arábigo (*coffea arábica .L*) cultivados en el Cantón Caluma Provincia Bolívar” detalla las principales características físicas y composición química de las cinco especies de café arábigo que se cultivan en el Cantón Caluma. Se trabaja desde la identificación de las especies que se cultivan en el cantón Caluma, seguido con un proceso de cosecha y beneficio de los granos de café hasta la obtención de café tostado y molido. Las propiedades físicas se realizaron mediante Norma Técnica Ecuatoriana. La determinación del contenido de cafeína mediante HPLC obteniendo resultados entre 0,81% y 0,97% de acuerdo a las especies sabiendo que la variedad arábigo tienen un porcentaje menor de cafeína en comparación con la variedad robusta. Se identificó los compuestos volátiles mediante GC-MS utilizando como método de extracción SPME donde se identificaron entre 28 y 43 compuestos de acuerdo a las especies estudiadas, destacando los compuestos mayoritarios el 2 Furancarboxaldehído o (Furfural), 5 Metilfurfural, Furfuryl Alcohol, 2Furanometanolacetato o (Furfuryl Acetate) y Caffeine compuestos importantes para el aroma y sabor del café. Cabe mencionar que todos los compuestos identificados pertenecen a la familia o grupos funcionales de las cetonas, aldehídos, furanos, pirroles, piridinas, pirazinas, compuestos fenólicos, alcoholes, ésteres, hidrocarburos, tiofenos, tiazoles, oxazoles, compuestos azufrados, compuestos bencénicos, ácidos carboxílicos, terpenos, lactonas y aminas, que no se consideran como mayoritarios pero contribuyen en el aroma y sabor al café.

Palabras claves: SPME, HPLC, GC-MS, cafeína, compuestos volátiles, propiedades físicas.

SUMARY

The present work of qualification "Physical-chemical characterization of five arabica coffee species (*arabica coffea* L.) cultivated in Canton Caluma Province Bolivar" details the main physical characteristics and chemical composition of the five arabica coffee species grown in the canton Caluma. We work from the identification of the species that are grown in the canton Caluma, followed by a process of harvesting and benefiting coffee beans to obtain roasted and ground coffee. The physical properties were made using the Ecuadorian Technical Standard. The determination of the caffeine content by means of HPLC obtaining results between 0.81% and 0.97% according to the species, knowing that the arabic variety has a lower percentage of caffeine in comparison with the robust variety. The volatile compounds were identified by GC-MS using the SPME extraction method where 28 to 43 compounds were identified according to the species studied, most notably the 2 Furancarboxaldehyde (Furfural), 5 Methylfurfural, Furfuryl Alcohol, 2Furanometanolacetato or (Furfuryl Acetate) and Caffeine important compounds for the aroma and flavor of coffee. It should be mentioned that all the compounds identified belong to the family or functional groups of ketones, aldehydes, furans, pyrroles, pyridines, pyrazines, phenolic compounds, alcohols, esters, hydrocarbons, thiophenes, thiazoles, oxazoles, sulfur compounds, benzene compounds, acids carboxylic, terpenes, lactones and amines, which are not considered as major but contribute to the aroma and flavor of coffee.

Keywords: SPME, HPLC, GC-MS, caffeine, volatile compounds, physical properties.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCION

El café constituye un importante producto básico y de mayor preferencia a nivel mundial. En nuestro país se lo conoce desde 1830 año en que se estima esta especie ingreso como cultivo en la zona de jipijapa provincia de Manabí. En la actualidad la importancia del café en la economía no puede subestimarse pues durante años ha sido el segundo rubro detrás del petróleo a escala mundial sin contar con los millones de personas que de forma directa o indirecta sobreviven gracias al cultivo y beneficio del café. (González, 2007)

Ecuador es un país productor de café *Coffea arábica* L, y *Coffea canephora* Pierre exA. Froehner variedad robusta ya que son las especies principales para la elaboración de café debido a que aportan mayor aroma, sabor, productividad y resistencia a plagas, distribuida en las cuatro regiones geográficas del país Costa, Sierra, Amazonia y Región Insular debido a la ubicación geográfica del Ecuador su café es de los mejores producidos en América del Sur y más deseados en Europa y Estados Unidos .(Ponce et al, 2016)

La producción de arábigo considerado de mejor calidad se encuentra especialmente en Manabí, la provincia de Loja y las estribaciones de la cordillera Occidental de los Andes en tanto que el robusta se cultiva en la amazonia es decir Sucumbíos y Orellana en su mayor porcentaje. (PROECUADOR, 2013)

La Provincia Bolívar tiene una alta potencialidad para la producción de café en las estribaciones y la parte baja hacia el litoral estimándose una superficie de café arábigo de 3.410 hectáreas. (Zapata et al. 2015)

El café está compuesto químicamente por agua y materia seca dentro de esta tenemos minerales y sustancia orgánica como carbohidratos, lípidos, proteínas alcaloides y compuestos volátiles los mismo que varían según la

especie, la madurez, la fermentación, el secado y almacenado dando la calidad del sabor, acidez, cuerpo, amargo, dulzor y aroma.(Puerta 2011)

Los atributos más importantes del café son su aroma y sabor estas cualidades sensoriales tan particulares y agradables son producidas por mezclas de numerosos compuestos volátiles que se determinan más de 800 componentes sin embargo no todos dan la característica del aroma y sabor (Gonzalez et al. 2011)

Al efectuar la investigación mediante bases de bases de datos y análisis de laboratorio; se tuvo con objetivo identificar que especie de Café Arábigo (*coffea arábica l.*) presenta una alta composición química y mejores propiedades físicas.

Logrando identificar qué en Cantón Caluma de la Provincia Bolívar se produce café de calidad; con el fin de favorecer e impulsar la producción y transformación de materia prima en productos agroindustriales de calidad, aportando de esta manera a la economía de las familias dedicadas a la agricultura del cantón y a la economía del País.

En la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

Realizar la caracterización físico-química de cinco especies de café arábigo (*coffea arábica l.*), cultivadas en el Cantón Caluma - Provincia Bolívar.

Objetivos Específicos:

- Caracterizar las propiedades físicas de las especies seleccionadas.
- Identificar los principales compuestos químicos de los granos de café tostados y molidos de las especies seleccionadas.
- Comparar las propiedades físicas y composición química de los granos de café arábigo seleccionados del Cantón Caluma con los de otras localidades.

CAPITULO 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 cinco especies de café arábigo (*Coffea arabica L.*).

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. 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 et al, 2015).

El Instituto Ecuatoriano de Normalización ha establecido normas para determinar las propiedades físicas tales como color de los granos, olor del café verde, forma de los granos, humedad del grano, tamaño, densidad del grano contemplado en la norma INEN 285. De manera existen metodologías para la determinación de su composición química.

No existen información científica en los últimos años, que den a conocer la composición química de Café Arábigo y sus especies cultivadas en el Ecuador; tampoco existen estudios realizados en la Provincia Bolívar, y en ningún Cantón.

Al no existir datos sobre la composición físico-química del café arábigo cultivado en la Provincia Bolívar, Cantón Caluma teniendo en cuenta la

variedad, la altitud, temperatura y composición del grano de café se ocasiona la pérdida de competir en el mercado con variedades de calidad que se siembran en nuestra provincia.

2.2 Formulación del problema

Ante lo mencionado, se considera que la investigación debe abordar principalmente el estudio de las especies de café arábigo en el Cantón Caluma para lo cual se plantea la siguiente pregunta directriz:

¿Cuál es la composición química y propiedades físicas de las especies de café arábigo (*Coffea arábica L.*) cultivadas en el Cantón Caluma – Provincia Bolívar?

2.3 Justificación

La presente investigación aborda el estudio de la composición química de las especies de café arábigo existentes en el Cantón Caluma de la Provincia Bolívar. No existen datos acerca de la composición química y física reportados por la bibliografía científica, como revistas y libros; en la Universidad Estatal de Bolívar existe un estudio realizado en esta temática pero con diferente variedad de café. Motivo por el cual este estudio sería el pionero y único al realizarse la determinación de las propiedades físicas y químicas de las especies de café arábigo.

En el ámbito socio-productivo, es importante esta investigación porque aporta al conocimiento de las propiedades físico-químicas de las especies de café arábigo de esta zona, lo que ayuda y favorece al conocimiento de los agricultores para extender sus cultivos y tener mejor rentabilidad económica y a su vez estimula al estudio de estas especies producidas en nuestra provincia por profesionales de esta área.

El conocer la calidad de cada una de las especies cultivadas en el Cantón Caluma daría un realce a la comercialización con precios justos y productos de calidad.

CAPITULO III

3. MARCO TEORICO

3.1 Generalidades Del Café

3.1.1 Café (*Coffea*)

El cafeto fue incorporado por Linneo en la familia rubiácea y Jussieu creó el género *Coffea*. Este género comprende dos especies distintas que son las más comerciales: la Arábica y la Robusta, la cual es conocida científicamente con el nombre de *Canephora*. El cafeto es un arbusto de aspecto elevado, que alcanza en su madurez los 12 metros de altura para los robusta y 5 o 6 en el caso de los arábica, pero cultivado se poda de 2 a 2,50 metro. El arbusto vive unos 50 años. A lo largo del tronco principal crecen las ramas primarias opuestas unas a otras en un mismo plano; cada nivel está a unos 15cm del siguiente, estas ramas primarias no se pueden renovar, si una de ellas desaparece accidentalmente no será sustituida. Las ramas secundarias que crecen en las primarias pueden renovarse y por consiguiente cortarse para fortalecer el arbusto. Pueden aparecer ramas terciarias pero el desarrollo no va más allá de esta. (Vazquez 2011)

3.1.2 Origen e Historia

Debido a la estricta política árabe que prohibía la exportación de semillas fértiles, no fue hasta 1616 que los holandeses llevaron algunos árboles de café y consiguieron multiplicarlos en viveros. Años más tarde, también de manos de los holandeses, se introdujo el cultivo de café en Asia, en Batavia, Java (actual Indonesia). Actualmente, Indonesia es el cuarto mayor país productor de café del mundo. (González 2007)

Aproximadamente en la misma época, los mercaderes venecianos introdujeron el café en Europa, a la vez que también se introducían como bebidas calientes el chocolate y el té.

En torno a 1720 se introdujo el cultivo de café en América, debido sobre todo al aumento de la demanda en Europa, aunque la primera referencia de café bebido en Norteamérica data de 1668 y un poco más tarde, se abrieron cafeterías en New York, Philadelphia, Boston y otras grandes ciudades.(González 2007)

La introducción del café en América se realizó de forma paulatina, empezando por la colonia holandesa de Surinam, en 1718 y seguida por plantaciones en la Guyana Francesa y la parte norte del departamento de Pará (Brasil). En 1730, los británicos introdujeron el café en Jamaica, y posteriormente, se extendió al resto de Sur y Centroamérica (ICO, 2006) (González 2007)

3.1.3 Taxonomía

Cuadro N° 1: Clasificación taxonómica del café

Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Asteridae
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Genero	Coffea
Especie	Arábica
Nombre científico	<i>Coffea arábica</i>
Nombre común	Café, Cafeto

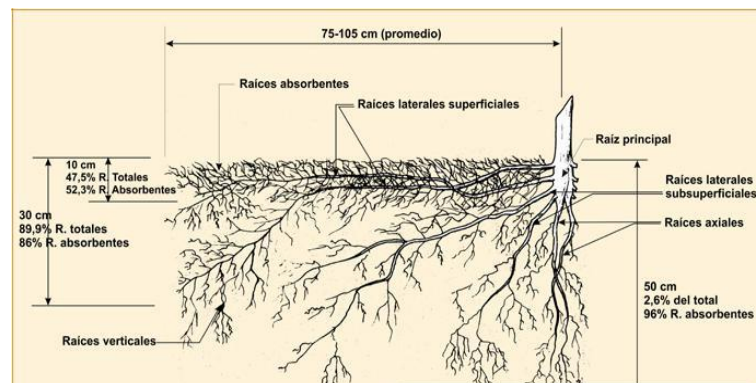
Elaborado: Carrillo, K.2017

3.1.4 Morfología del café

3.1.4.1 La raíz

El sistema radicular es superficial estando el 60% en los primeros 30 centímetros de profundidad y la raíz pivotante puede llegar a más de un metro de profundidad. (Rodríguez et al, 2009)

Imagen N°1: Raíz de café



Fuente: (Arcila 2007)

3.1.4.2 Tallo principal

Yemas cabeza de serie. Dan origen a ramas plagiotropicas primarias solamente. Tienen conexión vascular con el tallo desde el principio. (Rodríguez et al, 2009)

Imagen N°2: Tallo principal del café



Fuente: (Arcila 2007)

3.1.4.3 Yemas seriadas

Originan brotes ortotropicos solamente su número puede aumentar con la edad del cafeto. (Rodriguez et al, 2009)

Imagen N°3: Yemas seriadas del café



Fuente: (Arcila 2007)

3.1.4.4 Ramas primarias

Forman ramas plagiotropicas secundarias solamente. Yemas seriadas, originan de 2 a 4 inflorescencias y cada inflorescencia tendrá 4-5 yemas florales. También pueden originar ramas plagiotropicas pero nunca darán origen naturalmente a ramas ortotropicas. (Rodriguez et al, 2009)

Imagen N°4: Ramas primarias del café



Fuente: (Arcila 2007)

3.1.4.5 Hojas

Son opuestas y alternas en el tallo ortotropico y en ramas plagiotropicas son opuestas. Son de color verde oscuro y brillante en la parte superior y verde claro en el interior ovales y terminan en punta, sus bordes son ondulados. Las hojas nuevas presentan una coloración bronceada o verde claro y después toman su coloración definitiva. (Rodriguez et al, 2009)

Imagen N°5: Hojas del café



Fuente: (Arcila 2007)

3.1.4.6 Flores

Se localizan en las axilas de las hojas de las ramas plagiotropicas. La corola es blanca y formada por 5 pétalos fusionados en su base, dando origen al tubo de la corola; el cual se encuentra inserto en la parte superior del ovario. El ovario, normalmente con dos lóculos, contiene un ovulo por lóculo tiene cinco estambres con antenas, de color blanco y bifurcado en el estigma. (Rodriguez et al, 2009)

Imagen N°6: Flores del café



Fuente: (Arcila 2007)

3.1.4.7 Fruto

El fruto es una drupa de superficie lisa y brillante, de pulpa delgada fácilmente desprendible del pergamino. Cuando maduran los frutos son rojos o amarillos, con dos semillas. En ocasiones solo uno de los óvulos se fecunda y se desarrolla originando una semilla de forma redonda que se le conoce como café caracol. El café cereza se compone de la pulpa y café pergamino. La pulpa está formada por el epicarpio o cáscara o pellejo correspondiendo al 46% del fruto. El mesocarpio o mucílago miel corresponde al 17.18%. El café pergamino está constituido por el endocarpio o pajilla que representa el 18-20%. El espermodermo o película plateada representa el 0.2% y el café verde se encuentra en 17-18% del fruto. (Rodríguez et al, 2009)

Imagen N°7: Forma del fruto



Fuente: (Arcila 2007)

3.1.4.8 Semilla

Son oblongas, plano convexas, representan del 35 al 38% del fruto del café, están constituidas por el endocarpio o pergamino, una película plateada o perisperma, endosperma cotiledón o embrión. El endospermo contiene muchos compuestos, entre los que destacan la cafeína, proteínas, aceites, azúcares, dextrina, celulosa, hemicelulosa, acidoclorogénico y minerales entre otros (Rodríguez et al, 2009)

Imagen N°8: Estructura de los granos de café



Fuente: (Paucar, 2014)

3.2 Producción del café

3.2.1 Producción Mundial

El cálculo inicial de la producción mundial de café en 2016/17 sugiere que el total se mantendrá relativamente estable y será de 151,6 millones de sacos, lo que representa un aumento del 0,1%. La producción de Arábica podría llegar a un nivel récord de 93,5 millones de sacos, ya que se esperan cosechas abundantes en Brasil, Colombia y Honduras. Las perspectivas con respecto a la oferta de Robusta, en cambio, son menos positivas, y se esperan cosechas más bajas en la mayoría de los principales países de origen. Esas noticias se reflejaron recientemente en los precios en los mercados de futuros, puesto que los precios del Robusta se reforzaron en general y los del Arábica se vieron presionados, lo que llevó a que se redujese el arbitraje entre los dos. (OIC 2016)

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. (Mijael, 2014)

Cuadro N°2: Producción mundial por regiones en miles de sacos, 2013-2016.

Regiones	2013	2014	2015	2016
África	16.243	15.987	16.229	16.353
Asia & Oceanía	46.461	45.666	48.967	43.110
México& América Central	16.598	17.116	17.291	17.740
Suramérica	72.826	69.954	68.951	79.420
Total (en miles desacos)	152.130	148.724	151.438	151.524

Fuente: (OIC 2017)

3.2.2 Producción Nacional

En el 2011 la producción total de café en el Ecuador fue de 23,829 toneladas métricas (Tm.) y las ventas fueron de 20,191 Tm. Las hectáreas plantadas fueron de 110,474 y las cosechadas es de 98,347. Estas cifras revelan que ha habido una disminución en la producción y ventas del producto en comparación con anteriores, donde se puede ver que en el 2009 fue el año de mayor producción de los últimos 4 años con 33,624 Toneladas métricas de producción

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

SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y VENTAS DE CAFÉ					
Años	Plantada	Productividad	Cosechada	Producción	Ventas
2008	191,189	182,433	168,479	32,096	29,980
2009	198,511	185,201	171,923	33,624	32,099
2010	191,080	163,130	144,931	31,347	29,101
2011	122,856	110,474	98,347	23,829	20,191

Fuente: (PROECUADOR 2013)

3.2.2.1 Zonas cafetaleras del Ecuador

En el Ecuador se produce las especies de café arábigo y robusto, distribuidas en las cuatro regiones geográficas.

Cuadro N° 4: Tipos de café y sus zonas de producción

Especies	Zonas
Arábigo Lavado	Loja, Zamora Chinchipe, Manabí, El Oro, Imbabura, Carchi y Galápagos
Arábigo Natural	Loja, Manabí, Zamora Chinchipe, El Oro, Imbabura, Carchi y Galápagos.
Robusta	Sucumbíos, Orellana, Napo, Pichincha, Los Ríos y Guayas.
Industrializado	Guayas y Manabí.

Fuente: (PROECUADOR 2013)

Cuadro N° 5: 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 D	0	0	2650	1.988	2.650	1.988
Cotopaxi	1.000	750	800	600	1.800	1.350
Bolívar	3.410	2.558	2.580	1.935	5.900	4.493
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

Provincias	Café Arábigo	Café Robusta	Área Cafetalera Nacional			
	Superficie Total	Área en Producción	Superficie Total	Área en Producción	Superficie Total	Área en Producción
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 S	290	218	120	90	410	308
Zamora Ch	6.350	4.763	0	0	6.350	4.763
Galápagos	1.100	825	0	0	1.100	825
TOTAL	136385	102293	62950	47214	199245	149507

Fuente:(PROECUADOR 2013)

3.2.3 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.

Cuadro N° 6: Encuesta de superficie y producción agropecuaria 2013

Superficie, Producción Y Ventas En La Provincia Bolívar					
Café (Grano oro)					
Provincia		Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)
Bolívar	Solo	732	642	146	138
	Asociado	2.398	2.182	303	282

Fuente: MAGAP, 2016

3.2.4 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).

Cuadro N°7: Número de UPA's y superficie en Has/principales cultivos – Cantón Caluma.

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

Fuente: MAGAP, 2016

3.3 Variedades del café en el Ecuador

Ecuador es un país productor de las especies de café *Coffea arábica* L. y *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner, distribuidas en las cuatro regiones geográficas del país (Costa, Sierra, Amazonía y región Insular). (Ponce Vaca et al. 2016)

3.3.1 Café Arábigo (*Coffea arabica* L.)

Es la especie más importante del género *Coffea* y responde por cerca del 70% del café comercializado mundialmente. Es nativa de las tierras altas de Etiopía, antigua Abisinia, y actualmente se cultiva en el continente americano, en África y en Asia. Se presenta bebida de calidad superior, de aroma marcante y sabor adolecido, siendo ampliamente difundida en el mundo, consumida pura o en mezclas con otras especies de cafés. (Souza et al. 2004)

En cuanto al modo de reproducción, Café arábigo es autógama, lo que significa que su reproducción ocurre, principalmente por medio de

autofecundación, llegando a tener el 90% de sus flores fertilizadas por la unión de polen y óvulo oriundos de la misma planta.(Souza et al. 2004)

Las plantas de café arábigo son arbustos monocaules, con hasta 4,0 m de altura. Las hojas son ovaladas o sublanceoladas, los bordes son ondulados, y generalmente miden alrededor de 10 cm a 15 cm de largo por 4 cm a 6 cm de ancho. La coloración predominante es de color verde oscuro y la epidermis superior presenta un aspecto brillante. En los vértices formados entre las nervaduras secundarias y la principal, generalmente ocurren minúsculas cavidades denominadas domácias. Las flores son hermafroditas y agrupadas en conjuntos de 8 a 15, formando inflorescencias denominadas glomérulos. La base de cada flor está compuesta por un pedicelo de 1mm a 3 mm de largo y un cáliz corto. Los pétalos, generalmente en número de cinco, son soldados formando la corola que mide cerca de 8 mm a 10 mm longitudinales. A partir de cada pétalo aparece un filete corto, en cuyo extremo se fijan anteras lineales de 6 mm a 8 mm. El pistilo está constituido por un tubo largo (12 mm a 15 mm) que se proyecta, desde el ovario hasta la corola, culminando con un estigma bifido. El fruto es una drupa ovoide bilocular, que cuando madura puede presentar coloración roja o amarilla. Debido a la poca importancia del endocarpio, a menudo se considera baya. Las semillas, generalmente en número de dos, están envueltas por el endocarpio, que se llama pergamino y recubiertas por un periesperma delgado, conocido como película plateada. El grano es comercialmente conocido como faba y se compone principalmente del endospermo, que presenta coloración verde azulado. El endospermo es rico en polisacáridos (50% a 55% de la materia seca del grano), lípidos (12% - 18%) y proteínas (11% - 13%). Estas características están estrechamente relacionadas con el desarrollo de sabores y aromas y pueden variar en función de la localización del cultivo, control fitosanitario, procesamiento agrícola y ocurrencia de defectos.(Souza et al. 2004)

En el Ecuador se cultivan las variedades arábicas: Típica, Bourbon, Caturra, Pacas, Mundo Novo, Catucaí, Villalobos, San Salvador, Pache y Geisha

Cuadro N°8: Principales variedades de café arábigo que se cultiva en Ecuador.

Variedad	Origen genealógico	Porte de la planta	Reacción frente a la roya	Potencial productivo
Typica	C. arabica var. Typica	Alto	Susceptible	Bajo
Bourbón rojo	C. arabica var. Bourbón	Alto	Susceptible	Mediano – alto
Bourbón amarillo	C. arabica var. Bourbón	Alto	Susceptible	Mediano – alto
Catucaí rojo	Mutación de Bourbón	Bajo	Susceptible	Alto
Catucaí amarillo	Mutación de Bourbón	Bajo	Susceptible	Alto
Catucaí rojo	Mundo Novo x Caturra rojo	Bajo	Susceptible	Alto
Catucaí amarillo	Mundo Novo x Caturra amarillo	Bajo	Susceptible	Alto
Pacas	Mutación de Bourbón	Bajo	Susceptible	Alto
Sarchimor	Villa Sarchi x Híbrido de Timor	Bajo	Resistentes	Alto
Catimor	Caturra x Híbrido de Timor	Bajo	Resistentes	Alto
Cavimor	Catuaí x Catimor	Bajo	Resistentes	Alto

Fuente: (Cumbicus y Jiménez 2012)

3.3.1.1 Especies de café arábigo

Imagen N°9: Café arábigo



Fuente: Datos de investigación

Las variedades de café arábigo tienen características morfológicas de un arbusto, normalmente de copa piramidal, de hojas elípticas, oblongas y a veces lanceoladas. La inflorescencia comprende de dos a tres cimas por axila. Los frutos son drupas de forma elipsoidal. La floración y producción tienden a ser estacionarias. La naturaleza genética de la especie arábigo se caracteriza por ser auto compatible (autogama), tetraploide y de número cromosómico $2n = 44$. El uso de variedades mejoradas y la aplicación de tecnologías apropiadas de manejo, permite obtener rendimientos que superan los 1500kilos de café oro/ha/año, a nivel de las fincas de los caficultores. En consecuencia en el Ecuador existen posibilidades ciertas de elevar la productividad de la caficultura.

3.3.1.1.1 Bourbon

El bourbon es una selección de la Isla Reunión, antes llamada Bourbon situada cerca de Madagascar al Sur Este de África. Por el color de los frutos en su estado de madurez, se clasifica en: Bourbon rojo y Bourbon amarillo. Es una variedad susceptible a la roya del cafeto. Del Bourbon se ha derivado otras variedades como caturra rojo, caturra amarillo y pacas fue introducido al Ecuador en 1956. (Zapata et al, 2015)

Muy diseminada, apropiada para regiones bajas con intensa sombra. De alto crecimiento, se comporta bastante bien en los cortes, no es exigente,

es poco alterable. Madura antes que Típica, tienen granos más pequeños pero de calidad aceptable. (Zapata et al, 2015)

Cuadro N° 9: Características Físicas del Bourbon

Características	Bourbon
Tipo de planta	Es un arbusto ligeramente cónica en su parte intermedia de alto mide de 10 a 12 pies de altura.
Ramas laterales	Forman ángulos de 45 grados respecto al eje ortotrópico.
Color de brotes	Los brotes tiernos son de color verde.
Entrenudos	Los entrenudos del tallo y las ramas son más cortos en comparación con la Típica por lo que su capacidad de producción es mayor.
Hojas	Son anchas y de borde rizado. El color de las hojas viejas es verde pálido y las nuevas verdes claro.
Fruto	El fruto es más pequeño y corto en comparación con la Típica, pero son mayor en número tienden a caerse con lluvias abundantes en cosecha.

Fuente: (Zapata et al. 2015)

3.3.1.1.2Catucai

Esta variedad es originaria de Brasil y tiene como base genética una hibridación artificial entre Mundo Novo (Sumatra x Bourbon) y Caturra (Mutación de Bourbon). Comprende dos cultivares comerciales: Catucai rojo y Catucai amarillo. Esta variedad es susceptible a la roya del café. El genoplasma identificado como Catucai amarillo UFV 2237-377, se

considera promisorio para algunas zonas, cafetaleras del Ecuador. (Zapata et al, 2015)

Cuadro N°10: Características Físicas de la Variedad Catucaí

Características	Catucaí
Tipo de planta	La planta es de porte bajo mediano, vigorosas y compactas tiende a ser de mayor diámetro (ancho) que el Caturra.
Sistema radical	Pivolante
Tallo	Tallo principal grueso
Ramas laterales	Las ramas forman un ángulo de 45° con relación al eje ortotrópico. Ramas laterales abundantes las cuales son prolíficas en ramas secundarias lo que le da una gran capacidad productiva.
Entrenudos	Sus entrenudos son cortos y los brotes nuevos de color verde.
Hojas	De color verde claro
Fruto	Los frutos son difícil de desprenderse de las ramas de acuerdo al color de los frutos hay catucaí rojo y amarillo.
Rendimiento del grano	Bueno así como la calidad de la bebida.

Fuente: (Zapata et al. 2015)

3.3.1.1.3 Catimor

El Catimor se originó del cruce entre la variedad Caturra rojo CIF. 19/1 y la planta híbrido de Timor CIF.832/1, este cruzamiento dio origen plantas

denominadas Hw26, en el Ecuador se han seleccionado líneas de Catimor que se caracterizan por el porte bajo de la planta, la alta producción, el bajo índice de frutos vanos y la resistencia a la roya del cafeto, los brotes tiernos pueden tener color verde o bronceado, en diferentes tonalidades. (Zapata et al, 2015)

Cuadro N°11: Características Físicas de la variedad Catimor

Características	Catimor
Tipo de planta	Arbusto bajo y alta producción
Brotes	La guía es de color rojo y los brotes terminales son de color bronce rojizo.
Frutos	De color rojo y bajo índice de frutos vanos su tamaño es relativamente grande.
Entrenudos	Distancia corta
Tolerancia	Es tolerante a la roya y tiene una alta producción en granos

Fuente: (Zapata et al. 2015)

3.3.1.1.4 Sarchimor

Se originó del cruzamiento de las variedades Villa Sarchi CIFIC 971/10 x Híbrido de Timor CIFIC 832/2, desarrollado en el Centro de Investigaciones de las royas del cafeto, Oeiras, Portugal. Al Ecuador se introdujeron en 1985 las líneas Sarchimor C- 1669 y Sarchimor C- 4260, seleccionadas en el Instituto Agronómico de Campiñas. (Zapata et al, 2015)

El híbrido Sarchimor C- 1669 tiene una amplia adaptabilidad, principalmente en las zonas secas de las provincias de Manabí, El Oro y Loja: se caracteriza por el porte de las plantas, brotes de color bronceado, alta productividad, reducido índice de frutos vanos y resistencia a la roya anaranjada. (Zapata et al, 2015)

Cuadro N° 12: Características Físicas de la Variedad Sarchimor

Características	Sarchimor
Tipo de planta	Arbusto bajo y alta productividad
Brotes	Color bronceado
Potencial productivo	Muy alto
Resistencia	A la roya anaranjada
Frutos	Bajo índice de frutos vanos.

Fuente: (Zapata et al. 2015)

3.3.1.1.5 Caturra

Es una variedad de alta producción y buena calidad de taza, requiere buen manejo cultural y adecuada fertilización se adapta bien en todos los rangos altitudinales.(CEDICAFE 2014)

Cuadro N°13: Características Físicas de la Variedad Caturra.

Características	Caturra
Tipo de planta	Arbusto muy bajo
Entrenudos	Son cortos y abundante follaje, termina en una copa muy plana.
Hojas	Terminales de color bronce.
Ramas	Forman Angulo de 60° con el eje principal.
Brotes	Los brotes tiernos pueden ser de color verde o bronceado.
Fruto	Son rojos y de tamaño grande.

Fuente: (Zapata et al. 2015)

3.4 Cosecha de Café

El café es un cultivo permanente producido por el árbol de cafeto. Estos arbustos requieren una temperatura elevada (20° a 25°C) y una humedad atmosférica importante. Es una planta de semi- sombra que hay que proteger de los vientos y de las temperaturas bajas.

La primera cosecha de un árbol de café se produce alrededor de los 2 años tomando aun hasta 2 o 3 años más que el árbol alcance su producción normal. Los arboles pueden producir frutos de calidad hasta 20 años posteriormente la calidad del fruto declinara.

La cosecha de café es altamente intensiva en mano de obra porque crece en zonas montañosas y porque en las mismas ramas de un árbol maduro hay capullos, frutos verdes, amarillos y maduros floreciendo todos al mismo tiempo. Cuando se cosecha toda la cereza, madura, verde y seca la calidad del grano obtenido es de inferior calidad, aunque el costo de recolección es menor.(Agrobanco 2007)

Gran parte de la calidad de bebida que se obtenga dependiendo del tipo de grano que se cosecha. Es recomendable que los frutos se encuentren completamente maduros para facilitar un adecuado beneficio lo que posteriormente dará lugar a una bebida de calidad con sabor y aroma agradable. (Carvajal y Carrillo 2001)

3.4.1 Manejo de Poscosecha

La poscosecha también conocida en la práctica como la etapa del beneficio, luego de ser cosechado el café es necesario realizar un adecuado beneficio ya sea por vía húmeda o vía seca. Si se realiza el beneficio por vía seca se obtienen los cafés: Corrientes, Naturales o Fuertes, si se lo realiza por vía húmeda se obtienen los denominados cafés: Lavados, Pergaminos o Suaves. (Carvajal y Carrillo 2001)

3.4.1.1 Beneficio Por Vía Húmeda

Este sistema exige un tratamiento rápido debido que después se aceleran procesos químicos muy fuertes en la cereza y parte viscosa que rodea los granos, que a medida que transcurre las horas se van haciendo más intensos y acaban por demeritar la calidad del producto. (Ortiz 2007)
Cumpliendo las siguientes etapas:

- Despulpado
- Fermentado
- Lavado
- Secado

3.4.1.1.1 Despulpado

Consiste en eliminar la pulpa de los frutos maduros cosechados mediante maquinas despulpadoras o manualmente hasta obtener el café en baba este procedimiento se lo debe realizar inmediatamente después de la cosecha ya que si no se lo realiza existe un recalentamiento que produce una sobre fermentación.

3.4.1.1.2 Fermentado

En el proceso de fermentación actúan varios microorganismos como levaduras, hongos y bacterias que se alimentan de azúcar del mucilago. El propósito de la fermentación es remover el mucilago adherido al pergamino, asiéndose áspero al tacto lo cual indica que se debe lavar inmediatamente el fermentado dura de 14 a 20 horas.

3.4.1.1.3 Lavado

El lavado del café se realiza para eliminar por completo el mucilago del pergamino después de la óptima fermentación. Para un buen lavado se debe utilizar agua limpia, restregar bien el café fermentado y cambiar el agua las veces que sean necesarias hasta obtener el pergamino limpio.

3.4.1.1.4 Secado

Tiene como propósito disminuir el contenido de humedad del grano hasta obtener un rango entre 10% y 12%. El café pergamino húmedo requiere aproximadamente de 40 a 50 horas de exposición al sol.

3.4.1.2 Beneficio Por Vía Seca

Es más simple y menos costosa este método adquiere una calidad inferior al procesado por vía húmeda porque el grano con la cereza adherida se operan procesos químicos muy fuertes que le dan al café un sabor muy intenso y amargo y se traduce en una calidad inferior y precios más bajos.(Ortiz 2007). El proceso de beneficio por vía húmeda es muy sencillo los frutos recolectado directamente del árbol se proceden a secar directamente al sol con la cereza o pulpa que rodea a los granos

3.5 Industrialización y proceso productivo del café

3.5.1 Introducción al proceso del café

En la actualidad la tecnología cambia constantemente con el tiempo donde nuevos equipos y maquinas contribuyen a manufacturar con mayor rapidez y eficiencia permitiendo simplificar y controlar de la mejor manera los procesos, procedimientos y elaboración de productos de calidad sin perder las características de aroma, aspecto físico, propiedades químicas y sobre todo garantizar la conservación del medio ambiente. Día a día las empresas dedicadas a la producción de café industrializado han desarrollados mejores procesos para la fabricación de sus productos y la satisfacción de sus clientes. (Galindo 2011)

3.5.2 Recepción y almacenamiento del café en grano

Se receipta el café en grano una vez sometido al proceso de beneficio del café cereza el almacenamiento del café en grano o café oro se lo realiza en sacos en un lugar fresco y con las condiciones atmosféricas décadas.

3.5.3 Limpieza y seleccion 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. También se realiza una adecuada selección por tamaño ya sea de forma manual o con zarandas dejando un conjunto

de granos parcialmente homogéneos que permiten obtener un buen tostado (Carvajal y Carrillo 2001)

3.5.4 Tostado del café en grano

El tostado del café es un proceso que mediante la aplicación de calor permite que se acentúen o que se formen químicamente las sustancias o compuestos orgánicos que originan el aroma y sabor característico de la bebida. Esto se produce al calentar los granos a temperatura promedio de 200°C por tiempos variables entre 12 y 18 min.

El grado de tostación puede ser claro o bajo, medio u oscuro o alto se utiliza de acuerdo a el tipo de bebida. El tiempo requerido varía de acuerdo al grado que se quiere obtener.(Carvajal y Carrillo 2001)

3.5.5 Enfriado del café en grano

Una vez que el grano de café ha alcanzado el grado de tostamiento, se deposita y esparce en forma homogénea sobre una mesa o superficie durante 15 min para el enfriamiento y eliminación de gases especialmente gas carbónico que se encuentra atrapado en los granos de café. Durante este tiempo se realiza movimiento constante para acelerar el proceso debido a que si el tiempo se prolonga el grano absorbe humedad.(Carvajal y Carrillo 2001)

3.5.6 Molido del café en grano

Se lo realiza en un molino ya sea manual o eléctrico donde se extrae el café se forma de partículas finas y homogéneas.

Este proceso nos permite realizar de manera más eficiente la extracción de los sólidos solubles en agua existentes en el café tostado como aroma y sabor.

3.5.7 Envasado del café

El envasado se realiza inmediatamente después de la molienda ya que se encuentra en contacto con el aire donde al transcurso de las horas se da la pérdida de aromas.

Otro factor que afecta es la humedad que causa moho y pone en peligro la conservación. (Carvajal y Carrillo 2001)

Las funciones del empaquetado son:

- Mantener la cantidad exhibida.
- Preservar durante el tiempo máximo posible.
- Prevenir contaminaciones físicas.
- Prevenir que el producto se dañe con olores extraños del medio ambiente.(Galindo 2011)

3.5.8 Conservación y Almacenaje

Para conservar la calidad del producto debe tomarse cuidados especiales en el almacenamiento como mantener en ambientes totalmente seco y temperaturas reducidas para asegurar la vida útil del producto, el envase debe ser seguro e impermeable para evitar la entrada de oxígeno que acelera la pérdida de calidad del producto.(Carvajal y Carrillo 2001)

3.6 Propiedades Físicas del Café

3.6.1 Humedad

La humedad es una propiedad física muy importante ya que esta se relaciona con la calidad final del producto en el proceso de secado se reduce el contenido de humedad del café desde 53% base húmeda hasta un rango de comercialización entre 10% y 12% con el fin de obtener un producto estable que conserve su calidad física, organoléptica, e inocuidad por amplios periodos en condiciones naturales de almacenamiento.(Oliveros et al. 2010)

La determinación técnica de la humedad se realiza mediante los métodos llamados directos e indirectos. El método directo consume muchas horas pero la humedad obtenida se considera exacta, mientras que el método indirecto es sumamente rápido pero la humedad obtenida es menor. (Jimenez y Buigarelli 1992)

3.6.2 Densidad de los Granos

La densidad aparente se define con la relación masa sobre el volumen ocupado (g/l o Kg/m³) la densidad aparente determinada de esta forma puede variar según su masa, tamaño, forma de los granos, la especie, y el grado de madurez del grano. Saber la densidad aparente favorece a la comercialización ya que se determina el volumen ocupado por una masa de granos favoreciendo en el embalaje, almacenado y transporte. (INEN 2013)

3.6.3 Rendimiento de café

El rendimiento es la transformación de café pergamino seco a café oro se debe entender por rendimiento, el índice de merma de una materia a otra para expresar el rendimiento se relaciona la cantidad de café a transformar y la cantidad de café oro. (Quilliguango 2013)

3.6.4 Tamaño

El tamaño de los granos de café depende de la especie del cafeto que los produzca existen granos gigantes, medianos, pequeños y enanos. Por lo general siempre se debe clasificar los café por su tamaño para lograr una homogeneidad y mantener la calidad del producto final. (Quilliguango 2013)

3.6.5 Forma

El café verde tiene diferentes formas que se pueden clasificar en granos normales y anormales, los granos normales tienen la forma plano-convexa y ranura recta en estos pueden haber granos lagos y cortos dependiendo de la variedad. Los granos anormales se clasifican en granos caracoles o

caracolillos, triángulos o triangulares y monstruos o elefantes. (Quilliguango, 2013)

3.6.6 Color

Un café limpio y fresco tiene un color intenso y agradable. Cuando hay deficiencia de hierro en el cafetal se observa un color ámbar y la presencia de enfermedades fungosas provocan ennegrecimiento de los granos. (Quilliguango 2013)

3.6.7 Uniformidad

Está relacionada con la homogeneidad en su tamaño y en la apariencia la falta de esta indica un deficiente manejo de la plantación, mezclas de los cafés verde, maduro y sobre maduro en la cosecha, mala calibración de la despulpadora, presencia de hongos o ataque de insectos en la fase de producción y postcosecha. (Quilliguango, 2013)

3.7 Composición Químicas del café

El café químicamente se compone de agua y materia seca. La materia seca está constituida por minerales y por sustancias orgánicas como los carbohidratos, lípidos, proteínas, alcaloides como la cafeína y la trigonelina así también ácidos carboxílicos y fenólicos y por compuestos volátiles que dan el aroma. La especie, la madurez, la fermentación, el secado, el almacenamiento, la tostación y el método de preparación de la bebida influyen en la composición química y en la calidad del sabor, acidez, cuerpo, amargo, dulzor aromas. (Puerta 2011)

Cuadro N°14: Composición Química Según Las Variedades En Base Seca

Composición química	Arábica (%)	Robusta (%)
Polisacáridos	50,8	56,40
Sacarosa	8,00	4,00
Azucares reductores	0,10	0,40
Proteínas	9,80	9,50
Aminoácidos	0,50	0,80
Cafeína	1,20	2,20
Trigonelina	1,00	0,70
Lípidos	16,20	10,00
Ácidos alifáticos	1,10	1,20
Ácidos clorogenicos	6,90	10,40
Minerales	4,20	4,40
Compuestos aromáticos	Trazas	Trazas

Fuente: (Puerta 2011)

3.7.1 Carbohidratos

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).

Los principales carbohidratos de los granos de café son polisacáridos como el manano o galactomanano que constituye el 50% de los polisacáridos, el arabinogalactano un 30% la celulosa un 15% y las sustancias pépticas un 5%. La diferencia principal de la composición de carbohidratos entre especies de café es el mayor contenido de sacarosa en arábica (6% a9%) y en robusta (3% a 7%)(Puerta 2011)

3.7.2 Lípidos

El café Arábica contiene menos ácido grasos libres que el café Robusta y en algunos almacenado hay más ácidos graso libres que los frescos. Los

triglicéridos contienen principalmente ácidos linoleico y palmítico y forman el 75% de los lípidos del café. La materia insaponificable constituye el 20% al 25% de los lípidos del café y en los diterpanos predomina el ácido palmítico. Los esteroides conforman el 2.2% de los lípidos del café de ambas especies. El colesterol constituye el 0.11% del peso seco del grano y en el 0.044% en el café Robusta. (Puerta 2011)

3.7.3 Aminoácidos y proteínas

El contenido de proteína es similar entre las especies de café y están conformadas por 50% de albuminas que son solubles en agua y el 50% de globulinas insolubles. El contenido total de aminoácidos libres es mayor en granos maduros que en inmaduros y en Robusta que en Arábica. En granos de café almacenados a altas temperaturas se presenta mayor contenido de aminoácidos libres. (Puerta 2011)

3.7.4 Minerales

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

3.7.5 Compuestos nitrogenados

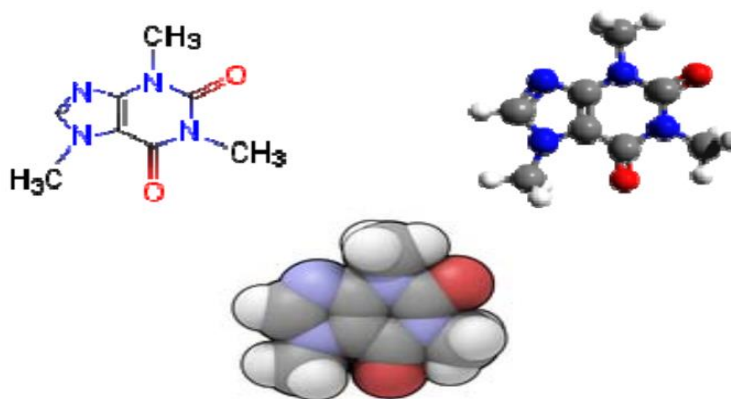
El nitrógeno constituye entre el 1.30% y el 3.23% del peso seco del grano de café en Colombia con un promedio del 2.05% y en el café tostado del 1.51% a 2.14% con un promedio del 2.10%. (Puerta 2011)

3.7.6 Cafeína

La cafeína es un alcaloide, un compuesto que contiene nitrógeno, que presenta propiedades básicas. Se trata de una clase de compuestos de ocurrencia natural llamada xantina. Posteriormente, las xantinas son los estimulantes más antiguos conocidos, siendo que, en este contexto, la cafeína es uno de los más potentes. (Brenelli 2003)

La cafeína ingrediente activo del café esta presente en hojas y bayas de mas de 60 especies vegetales.

Imagen N° 12: Esquema Molecular De La Cafeína



Fuente: (Calle, 2011)

Su fórmula química es C₈H₁₀N₄O₂ su nombre sistemático es 1,3,7-trimetilxantina o 3,7-dihidro- 1,3,7- trimetil- 1H- purina-2,6-diona.

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).

Cuadro N°15: Principales Fuentes De Cafeína

Fuente	Volumen/ peso	Contenido de cafeína (rango)	Contenido de cafeína (promedio)
Café			
Tostado	150ml	64-124mg	83mg
Instantáneo	150ml	40-108mg	59mg
Tostado descafeinado	150ml	2-5mg	3mg

Instantáneo descafeinado	150ml	2-8mg	4mg
Tostado de goteo	150ml	37-148mg	84mg
Todos los cafés excepto descafeinados	150ml	29-176mg	

Fuente: (Lozano et al. 2007)

3.7.7 Volátiles

La mayor parte de los volátiles del café se derivan de compuestos no volátiles presentes en el grano crudo pero mediante el tueste diferentes reacciones químicas son posibles a temperaturas elevadas. Entre estas se presentan: reacción de Maillard, degradación de Strecker formando pirazinas y oxazoles, degradación de trigonelina, degradación de ácidos fenólicos, degradación de lípidos, degradación de azúcares entre otras. Es decir que las interacciones de dichos componentes forman una mezcla compleja formando el aroma y sabor característico del café. (Rojas 2005)

La composición final de los componentes volátiles del café tostado depende de varios factores estos incluyen la especie y variedad de café, condiciones climáticas y suelo durante el crecimiento, almacenamiento, temperatura de tueste. (Rojas 2005)

Cuadro N°16: Compuesto Volátiles Identificados En El Café

Grupo	Numero de compuestos
Acetales	1
Ácidos	22
Alcoholes	20
Aldehídos	29
Compuestos alifáticos nitrogenados	22
Compuestos alifáticos azufrados	17
Anhídridos	3
Bezofuranos	3
Benzoxazoles	5
Benzopirazinas	11

Grupo	Numero de compuestos
Benzopirroles	5
Benzotiazoles	1
Benzotiofenos	1
Esteres	29
Éteres	2
Furanos	112
Hidrocarburos	72
Cetonas	68
Lactonas	9
Oxazoles	28
Fenoles	40
Piranos	2
Pirazinas	81
Piridinas	15
Pirones	4
Pirroles	67
Tiazoles	26
Tiofenos	30
Total	729

Fuente (Illy et al., 1995)

3.8 Características Organolépticas

La variedad arábigo se caracteriza por la calidad de la bebida del café está determinada por sus características organolépticas: acidez, aroma, cuerpo y sabor. El deterioro de la calidad organoléptica del café puede ser por varias causas inapropiado manejo de cultivo, inadecuada postcosecha, contaminación en el secado, almacenamiento o transporte, defectos en el proceso de tostado y molido.(Quilliguango 2013)

3.8.1 Aroma del café

El aroma describe la impresión olfativa general de las sustancias volátiles de un café. Esta cualidad se relaciona con los olores que se desprenden de la bebida. Un aroma delicadamente fino y penetrante es la manifestación de un buen café. (Quilliguango, 2013)

El aroma esta dado especialmente por el contenido de aceites y más de setecientas sustancias como aldehídos, cetonas, esterés e hidrocarburos de bajo peso molecular. Un defectuoso beneficiado y un inadecuado almacenado provocan alteraciones en el aroma. (Quilliguango, 2013; Duicela, 2004)

3.8.2 Sabor del café

El sabor describe la combinación de los atributos gustativos y olfativos percibidos en la bebida es una sensación propia del café que se percibe en la boca. Se aprecia una distorsión del sabor cuando se cosecha los frutos inmaduros o verdes, defectos en el proceso de secado y almacenamiento. (Quilliguango, 2013)

3.8.3 Acidez del café

Es una característica que describe la impresión gustativa causada por soluciones diluidas de la mayoría de ácidos como el cítrico y el tartárico así como de ciertos ácidos orgánicos presentes en infusiones. La acidez contribuye a la dulzura de un café a la sensación de la fruta fresca y madura.(Quilliguango 2013, Puerta 1999)

La acidez es modificada por el grado de madurez de los frutos cosechados el grado de acidez se clasifica en alta, media , ligera, escasa y carencia absoluta de acidez.(Quilliguango 2013)

3.8.4 Cuerpo del café

El cuerpo está determinada por la naturaleza y el contenido de solidos solubles de la infusión la caracterización del cuerpo es el resultado de la combinación de varias percepciones captadas durante la evaluación sensorial, como la sensación de plenitud y consistencia del café en la boca así como la viscosidad, peso y grosor con que es percibido en la lengua esto puede oscilar de ligero a fuerte.

3.9 Metodología para determinar los compuestos volátiles en el café

Los métodos analíticos para la identificación y cuantificación de fracciones volátiles en productos son muy importantes por lo que la cromatografía de gases- espectrometría de masas ha sido establecida como una de las más importantes.(González, 2011)

Las muestras deben prepararse mediante un método de extracción de compuestos volátiles con el fin de conseguir una muestra concentrada y libre de otras sustancias que puedan interferir durante el análisis cromatografico.(González, 2011)

Imagen N°13: Cromatógrafo de Gases – Espectrômetro de Masas



Fuente: Laboratorio de investigación UEB

SPME microextracción en fase solida ha sido seleccionada por ser un excelente método para la preparación de muestras ya que extrae y concentra los analitos de la muestra, es un método simple, rápido y efectivo muy utilizado en estudios relacionados con el aroma del café.

3.9.1 Microextracción en fase solida (SPME) para la extracción de compuestos volátiles

Este método permite separar los analitos de una muestra liquida o gaseosa a una fase estacionaria inmovilizada para realizar una desorción en el puerto de inyección del cromatògrafo de gases para el análisis. (Gonzalez et al. 2011)

3.9.1.1 Preparación de muestras de café para la determinación de compuestos volátiles

Los granos de café recolectados tuvieron un proceso de beneficio húmedo, hasta alcanzar una humedad de 12% y proceder con el tostado y molido de una manera tradicional. Las muestras tostadas y molidas se envasaron inmediatamente en frascos de vidrio sin dejar espacios de aire se taparon y se sellaron. Los frascos con la muestra se almaceno a temperatura ambiente hasta el momento del análisis.

En el aislamiento de los compuestos volátiles del café se trabajó con una fibra Assembly Carboxen/DVB/PDMS la cual se acondiciono de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Se colocó 5g de café tostado y molido y 10 ml de agua Milli-Q en un vial de 50ml tapa rosca. El vial con la muestra se agito y se calentó a 60°C en un baño maría (WNB 10 Memmert). Transcurridos los primeros 5min se introduce en el espacio de cabeza la fibra para su exposición durante 30 minutos. Una vez concluida la exposición de la fibra se procede a la inyección y desorción de los analitos en el cromatógrafo de gases.

Imagen °N14: Inyección y Desorción de los Analitos



Fuente: Laboratorio de investigación UEB

3.10 Metodología para determinar el contenido de cafeína en el café

Una de las técnicas de separación más utilizada en la actualidad es la cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) por su sensibilidad, su fácil adaptación a las técnicas cuantitativas precisas, su idoneidad para la separación de especies no volátiles o termolábiles y sobre todo por la aplicabilidad a sustancias de interés en la industria.(Calle 2011)

La cromatografía líquida consiste en una fase móvil que fluye a través de la columna que contiene una fase estacionaria. Esto se lleva a cabo dentro de una columna en la que se coloca la muestra y se hace fluir la fase móvil a través de la columna por medio de la gravedad el fluido que entra en la columna se llama eluyente , el que sale por el extremo de la columna se llama eluato.(Calle 2011)

Imagen °N15: Cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC)



Fuente: Laboratorio de investigación UEB

3.10.1 Preparación de muestras de café para el análisis de cafeína

Se pesó 1g de café tostado y molido y 50 ml de agua Milli-Q en un vaso de precipitación de 250ml se puso a hervir durante 5min con agitación constante. Se deja enfriar a temperatura ambiente y se coloca en un balón de 100ml y se afora, se filtra la solución y se conserva en refrigeración hasta su análisis.

Imagen °N16: Muestras Preparadas



Fuente: Carrillo, K 2017

CAPÍTULO IV

4. MARCO METODOLOGICO

4.1 Materiales:

4.1.1 Localización de la investigación

La presente investigación se realizó, en el Cantón Caluma Granja el Triunfo para obtención de materias primas; y los análisis correspondientes en el Laboratorio General de la Universidad Estatal de Bolívar.

Cuadro N°17: Lugar de la Investigación.

UBICACIÓN	LOCALIDAD
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Gabriel Ignacio de Veintimilla
Sector	Laguacoto II
Lugar Experimental	Laboratorio de Análisis del Departamento de Investigación UEB.

Fuente: (Estación Meteorológica. Universidad Estatal de Bolívar. Laguacoto II, 2017)

Cuadro N°18: Situación Geográfica y Climática.

PARAMETROS CLIMATICOS	VALOR
Altitud	2622 metros sobre el nivel del mar
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/l/año
Humedad relativa media anual	70 %
Velocidad promedio anual de viento	6 m/s

Fuente: (Estación Meteorológica. Universidad Estatal de Bolívar. Laguacoto II, 2017)

Cuadro N°19: Localidad de estudio del Cantón Caluma

Localidad	Granja el Triunfo
Altitud	350 msnm
Latitud	01°37'40"S
Longitud	79°15' 25"W
Temperatura media anual	22.5°C
Temperatura máxima	28°C
Temperatura mínima	17°C
Precipitación media anual	1100mm
Heliofania media anual	720 horas/luz/año
Humedad relativa	80%

4.1.2 Zona de vida.

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 arábigo (*Coffe arabica l.*)

Especies (Sarchimor T-5296, Catimor T-8667, Catucaí Amarillo, Caturra, Bourbon Rojo)

4.1.4 Equipos e Instrumentos de Laboratorio

- Cromatógrafo Líquido de Alta Eficacia (HPLC) Agilent Technologys Serie 1200 Infinity
- Cromatógrafo de Gases Acoplado a un Espectrómetro de Masas (GS/MSD) Agilent Technologies 7890^a System.
- Analizador Elemental (Elementar, vario MACROcubo)
- Estufa
- Mufla
- Baño maría
- Centrifuga
- Agitador de tubos Vortex
- Planchas de calentamiento
- Balanza analítica
- Molino eléctrico
- Vasos de precipitación
- Crisoles porosos
- Probetas
- Pipetas
- Piseta
- Espátula
- Gradilla
- Tubos tapa rosca
- Papel filtro
- Fundas de plástico herméticas
- Envases de vidrio color ámbar
- Viales para HPLC
- Filtros para HPLC
- Jeringas desechables
- Tubos eppendorf

4.1.5 Reactivos

- Cafeína anhidra
- Metanol grado masas 99.9%
- Agua Milli-Q
- Helio

4.1.6 Material de oficina

- Computadora
- Libreta de apuntes
- Esferográficos
- Cámara digital
- Calculadora
- Memoria portátil

4.2 Métodos

4.2.1 Factores De Estudio

Cuadro N°20: Comparación de las especies de arábigos en el Cantón Caluma

Factor	Código	Niveles
Especies	A	a1. Sarchimor T-5296 a2. Catimor T- 8667 a3. Catucaí Amarillo a4. Caturra a5. Borbón Rojo

Elaborado: Carrillo, K. 2017

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 las sub-variedades arábigos del Cantón Caluma.

4.2.3 Descripción de las características del Experimento

Cuadro N°19: Características del experimento

Detalle	
Factor en estudio (FE)	1
Tratamiento (t)	5
Repeticiones (r)	3
Unidad experimental (txr)	15
Tamaño de unidad experimental	2 Kg

Elaborado: Carrillo, K. 2017

4.2.4 Modelo matemático

$$Y_{ij} = u + A_i + E_{ij}$$

Y_{ijk} = La i -ésima observación

u = media general

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

E_{ij} = Error experimental o efecto aleatorio de muestreo.

Cuadro N°20: Esquema del ANOVA para el diseño factorial A*B

Fuentes Variabilidad	Suma Cuadrados	Grados Libertad	Cuadrados Medios	F	p-Valor
Factor A	SC _A	a-1	CM _A = SC _A / a-1	$\frac{FA}{\frac{CMA}{CME}}$	p _A
Residual	SC _E	ab (n – 1)	CM _E = SC _E / ab (n – 1)		
Total	SCT	abn – 1			

Elaborado: Carrillo, K. 2017

4.2.5 Método Diferencia Mínima Significativa

Es el primer método de comparación múltiples que se va utilizar consiste en una prueba de hipótesis por parejas basada en la distribución t. este método se aplica cuando previamente se ha rechazado la hipótesis nula del test F del análisis de la varianza. Para ello se determina el siguiente estadístico

$$t = \frac{\bar{y}_i - \bar{y}_j}{\sqrt{\widehat{S}^2 R \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}}$$

que por las hipótesis del modelo de ecuación(?), sigue una distribución t de student con N- 1 grados de libertad.

Por lo tanto se concluye que la pareja de medias μ_i y μ_j son estadísticamente diferentes si

$$|\bar{y}_i - \bar{y}_j| > LSD$$

Donde la cantidad LSD denominada mínima diferencia significativa viene dada por:

$$LSD = t_{\alpha/2; N-1} \sqrt{\widehat{S}_R^2 \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

Siendo:

n_i y n_j el número de observaciones correspondiente a cada media

$N - 1$ el número de grados de libertad de la varianza residual

$t_{\alpha/2; N-1}$ el valor crítico de la distribución t con $N - 1$ grados de libertad que deja una probabilidad a su derecha igual a $\alpha/2$.

Si el diseño es balanceado el valor de LSD se reduce a

$$LSD = t_{\alpha/2; N-1} \sqrt{\frac{2\widehat{S}_R^2}{n}}$$

El procedimiento LSD es sencillo de utilizar se puede aplicar tanto en modelos equilibrados como no- equilibrados. Además proporciona también intervalos de confianza para diferencia de medias. Dichos intervalos son de la forma:

$$\left((\bar{y}_i - \bar{y}_j) - LSD, (\bar{y}_i - \bar{y}_j) + LSD \right)$$

Análisis de resultados

Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico Statgraphics y se representó los resultados por medio de tablas y gráficos.

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 el lugar de producción Granja “El Triunfo” Cantón Caluma.

Para lo cual se recolecto aproximadamente 3.000 g. del total del predio, mediante los siguientes lineamientos.

Se identificó los granos de café de las diferentes especies arábigos de tonalidad rojiza - cereza.

Se recolecto manualmente los granos de café de las especies arábigos a estudiar, 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 de las especies arábigos a estudiar.

Se introdujeron los granos de café de las especies arábigos cosechados en un balde con aproximadamente 20 litros de agua.

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

Se pesó los granos de café de las especies arábigos de la Granja “El Triunfo” del Cantón Caluma.

Inmediatamente se realizó el proceso de beneficio húmedo en el que consta despulpado, fermentado, lavado y secado.

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 y Físicos

- Humedad
- Densidad
- Defecto de los granos

- Cenizas
- Compuestos volátiles
- Cafeína

4.2.8 Métodos de evaluación y datos tomados

4.2.8.1 Identificación de las principales propiedades físicas

4.2.8.1.1 Humedad

Determinación de pérdida por calentamiento de acuerdo a la NTE INEN 286 (1978-02)

4.2.8.1.2 Densidad

Determinación de densidad aparente de granos enteros por el método de caída libre NTE INEN- ISO (6669:2013)

4.2.8.1.3 Clasificación de algunos defectos físicos del grano café arábigo

Café verde en grano clasificación y requisitos NTE INEN (285:2006)

4.2.8.2. Identificación de los principales compuestos químicos

4.2.8.2.1. Cenizas

Se determinó de acuerdo a la NTE INEN (2679:2013)

4.2.8.2.2. Cafeína

Se determinó de acuerdo al estudio por Silvia Calle Aznar: “Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales” (2011) con modificaciones.

4.2.8.2.3. Compuestos Volátiles

Se determinó de acuerdo al estudio realizado por Hector Gonzalez, Salvador Gonzalez, y Tabata Rosales “Café (*Coffea arabica* L.) Compuestos volátiles relacionados con el aroma y sabor” (2011) con modificaciones.

4.2.9 Metodología

4.2.9.1 Preparación de la muestra para análisis de Cafeína.

Se pesó 1 gr de café en un vaso de precipitación de 250ml y se agregaron 50ml de agua Milli-Q y se puso a hervir durante 5 min con agitación constante. Se deja enfriar a temperatura ambiente se procede a filtrar y colocar en un balón de 100ml y se afora con agua Milli-Q a la que llamaremos “solución A se conserva en refrigeración a 4°C.

Una vez preparada la solución A se toma 2ml y se coloca en tubos eppendorf para centrifugar durante 10min una vez centrifugado se realiza un filtrado utilizando filtros para Cromatógrafo Liquido de Alta Eficacia (HPLC) hasta llenar los viales para realizar las inyecciones.

4.2.9.1.1 Preparación de la solución patrón

Se preparó la solución Patrón “A”; en la que se pesó 40 mg de cafeína anhidra y se afora con agua Milli-Q a 100 ml, obteniendo una concentración de 400pm.

Luego se prepara la solución Patrón “B” tomando 10 ml de la solución Patron “A” y se coloca en un balón de 100ml y se procede aforar con agua Milli-Q y se obtiene una concentración de 39.90 ppm.

Se preparó la solución Patrón adicional en la que se pesó 10 mg de cafeína anhidra y se afora con agua Milli-Q a 100 ml, obteniendo una concentración de 100pm.

Preparación de las diferentes disoluciones a partir del patrón.

5ml de la solución patrón A /50 ml agua Milli-Q = 3,99ppm

5ml de la solución patrón A / 25 ml agua Milli-Q = 7,98ppm

10ml de la solución patrón A / 25 ml agua Milli-Q = 15,96ppm

15ml de la solución patrón A/ 25 ml agua Milli-Q = 23,94ppm

20ml de la solución patrón A/ 25 ml agua Milli-Q = 31,92ppm

4.2.9.2 Metodología para determinar cafeína por cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC)

Se trabajó bajo las siguientes condiciones analíticas:

- Se analizó las muestras de café en un HPLC Agilent Technologys 1200 infinity, una bomba G1311B y detector DAD (diode array detector) G4212B.
- Se utiliza una columna Poroshell 120 EC –C18 (4.6 * 50mm, 2.7 µm de tamaño de partícula).
- Se utiliza una fase móvil agua metanol (70:30 V/V).
- T columna: 30 °C± 5
- T muestra: 15°C
- Volumen de inyección: 20 µl
- Flujo: 1ml/min
- Longitud de onda: 273nm
- Pasi3n de las botellas: C = Metanol y A= Agua

4.2.9.3 Preparacion de muestras para determinar compuestos volátiles.

Para la determinaci3n de compuestos volátiles en el café tostado y molido se realizó por microextracci3n en fase solido (SPME) utilizando la fibra Assembly Carboxen/DVB/PDMS. Se pesa 5gr de café tostado y molido se coloca en un tubo tapa rosca se agrega 10ml de agua Milli-Q se agita durante 1min en un Vortex Mixer (Model: VM-300), se calienta en Baño

Maria Memmert (Model: WNB 10) a 60°C durante 5min donde transcurrido el tiempo se introduce en el espacio de cabeza la fibra durante 30 min para la absorción de vapores o gases emanados de la muestra. Una vez transcurrido el tiempo se retira la fibra y se la lleva al equipo para la inyección y desorción térmica de los analitos durante 15min.

4.2.9.4 Metodología para determinar compuestos volátiles en el Cromatógrafo de Gases Acoplado a un Espectrómetro de Masas.

Se trabajó bajo las siguientes condiciones cromatográficas:

Se utiliza una columna DB- WAX DE 30m Length 0,250mm Diam 0.25 µm Film

Se utiliza una fibra Fiber Assembly Carboxen® / DVB/PDMS (2cm), 50/30 µm, Stableflex™, 24 Ga, Manual, 3/ pk (notched gray).

Un Liner Ultra Inert Liner Straingt SPME taper, 0.75 mm de DI

Gas portador: helio

Presión del gas portador: 14.94psi

Velocidad de flujo de gas portador: 1.8539 mL/min

Temperatura del horno: 40°C durante 5min; incrementar de 40 hasta 180°C a razón de 3°C por min; incrementar de 180 a 240 °C con rampa a razón de 8°C por min durante 2min.

Temperatura del horno después de la corrida: (pos run) 250°C durante 0,5min

Inyección: modo splitless, 200°C. Flujo de purga 15mL/ min

Detector: espectrómetro de masas (Agilent Technologies 5977AMSD)
Temperatura: 250°C; modo usado: full scan con un rango de masas de 20 a 300 AMO

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Resultados obtenidos de las propiedades físicas de las especies de café arábigo (*coffea arabica l.*), cultivada en el Canton Caluma.

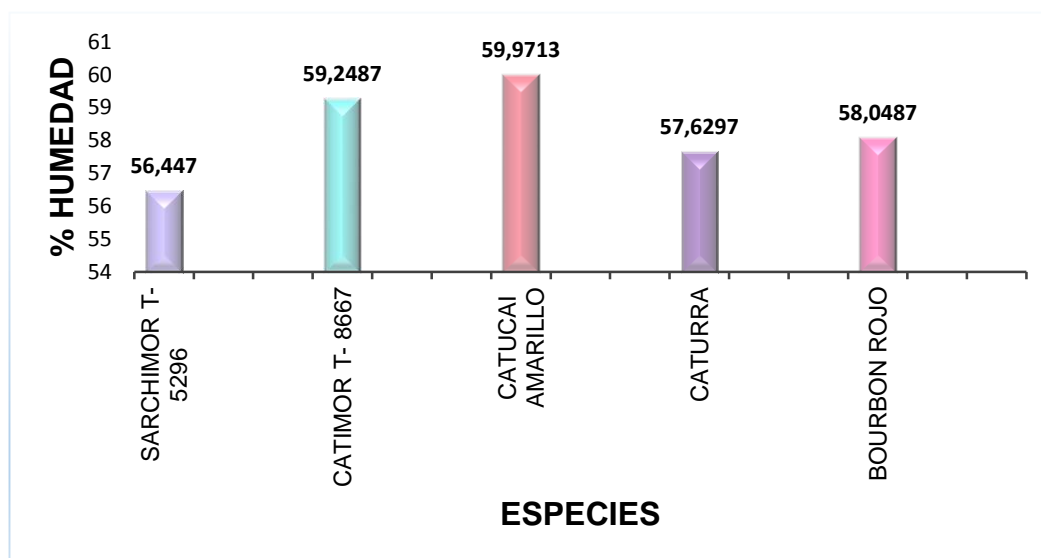
5.1.1 Porcentaje % de humedad de café arábigo (*coffea arabica l.*) natural despulpado cultivado en el Canton Caluma

Tabla °N 1: Determinación % humedad de café arábigo estado natural despulpado.

Especies	Muestra	%H	Promedio
Sarchimor T-5296	T1R1	56,2040	56,4470
	T1R2	55,3700	
	T1R3	57,7670	
Catimor T-8667	T2R1	54,8380	59,2487
	T2R2	64,3760	
	T2R3	58,5320	
Catucai amarillo	T3R1	56,5400	59,9713
	T3R2	66,9850	
	T3R3	56,3890	
Caturra	T4R1	60,2020	57,6297
	T4R2	56,2380	
	T4R3	56,4490	
Bourbon Rojo	T5R1	59,1990	58,0487
	T5R2	58,0370	
	T5R3	56,9100	

Elaborado: Carrillo, K 2017

Grafico °N 1: Porcentaje (%) Humedad de café arábigo en estado natural despulpado



Elaborado: Carrillo, K.2017

Interpretación:

De acuerdo a los datos obtenidos en el trabajo de campo el porcentaje de humedad del café arábigo en estado natural despulpado refiere que; la variedad Catucaí Amarillo contiene un porcentaje mayor de humedad con el 59.9713% de H; en comparación a la especie Sarchimor T- 5296 que contiene una humedad inferior con el 56,447% H.

Tabla °N 2: Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental del contenido de humedad del café arábigo en estado natural despulpado.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	22,904	4	5,726	0,42	0,7893 ns
Intra grupos	135,585	10	13,5585		
Total (Corr.)	158,489	14			

Elaborado: Carrillo, K. 2017

La tabla ANOVA en respuesta a lo experimental del trabajo de campo el contenido de humedad de café arábigo en estado natural despulpado

presenta una probabilidad 0,78 por lo que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las especies seleccionadas puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05 con un nivel del 95,0% de confianza. Por lo que se demuestra que el porcentaje de humedad de las especies de café arábigo que se cultiva en el Cantón Caluma son iguales.

De acuerdo con los estudios realizados por (Montilla et al. 2008) refiere que el porcentaje de humedad del café en baba o despulpado en tiempos de cosecha ya sea inicial, intermedia y final se encuentra en un rango de 57,12% al 59,35%. Por lo cual el estudio realizado en las especies cultivadas en el Cantón Caluma Provincia Bolívar se encuentra dentro de los porcentajes referidos que van del 56,44% al 59,97% dependiendo de la especie sin especificación de tiempo de cosecha. Estableciendo estos porcentajes de humedad mediante la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 286.

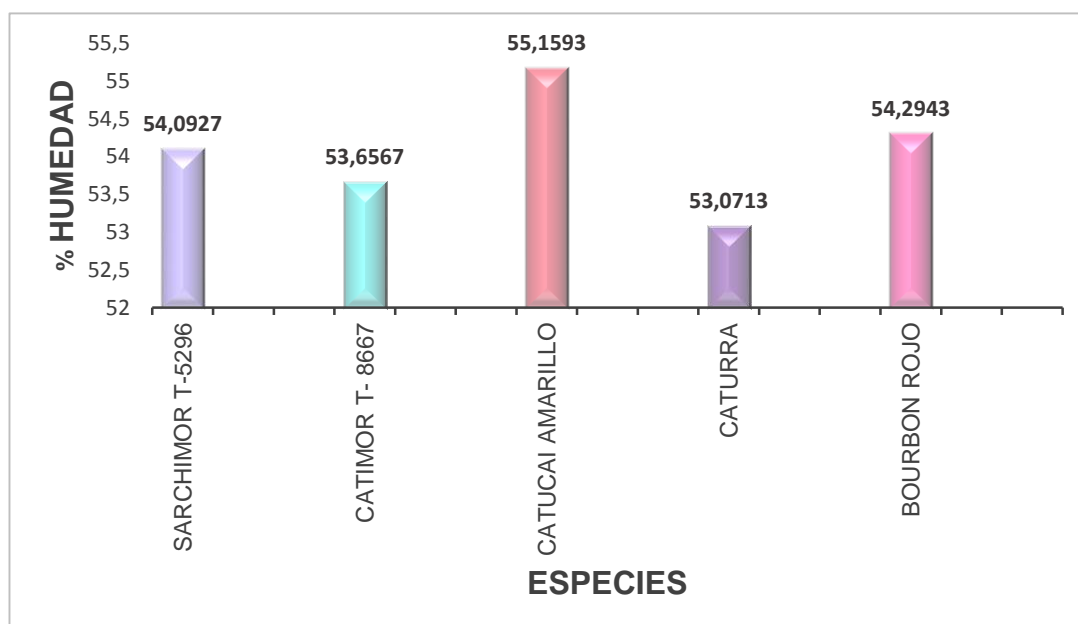
5.1.2 Porcentaje % de humedad de café arábigo (*coffea arabica* L.) natural lavado cultivado en el Canton Caluma.

Tabla °N 3: Determinación % humedad de café arábigo estado natural lavado.

Especies	Muestra	%H	Promedio
Sarchimor T-5296	T1R1	55,2430	54,0927
	T1R2	51,6840	
	T1R3	55,3510	
Catimor T-8667	T2R1	53,8840	53,6567
	T2R2	53,9170	
	T2R3	53,1690	
Catucaí amarillo	T3R1	54,2570	55,1593
	T3R2	58,1370	
	T3R3	53,0840	
Caturra	T4R1	51,8020	53,0713
	T4R2	53,2940	
	T4R3	54,1180	
Bourbon Rojo	T5R1	55,3700	54,2943
	T5R2	55,2760	
	T5R3	52,2370	

Elaborado: Carrillo, K.2017

Grafico °N 2: Porcentaje (%) Humedad de café arábigo en estado natural lavado.



Elaborado: Carrillo, K.2017

Interpretación:

De acuerdo a los datos obtenidos en el trabajo de campo el porcentaje de humedad del café arábigo en estado natural lavado refiere que; la variedad Catucaí Amarillo contiene un porcentaje mayor de humedad con el 55.159% H; en comparación a la especie Caturra que contiene una humedad inferior con el 53,0713% H.

Tabla °N 4: Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental del contenido de humedad del café arábigo en estado natural lavado.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	7,21356	4	1,80339	0,56	0,6966 ns
Intra grupos	32,163	10	3,2163		
Total (Corr.)	39,3765	14			

Elaborado: Carrillo, K. 2017

La tabla ANOVA en respuesta a lo experimental del trabajo de campo el contenido de humedad de café arábigo en estado natural lavado presenta una probabilidad de 0,69 por lo que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las especies seleccionadas puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05 con un nivel del 95,0% de confianza. Por lo que se demuestra que el porcentaje de humedad en las especies de café arábigo lavado que se cultiva en el Cantón Caluma es iguales.

De acuerdo con los estudios realizados por (Montilla et al. 2008) refiere que el porcentaje de humedad del café lavado en tiempos de cosecha ya sea inicial, intermedia y final se encuentra en un rango de 50,40% al 50,91%. Por lo cual el estudio realizado en las especies cultivadas en el Cantón Caluma Provincia Bolívar no se encuentra dentro de los porcentajes referidos ya que van del 53,07% al 55,15% dependiendo de la especie sin especificación de tiempo de cosecha sabiendo y tomando en cuenta que el tiempo de fermentado y lavado no es igual al del artículo citado por lo que

existen cambios en la humedad. Estableciendo estos porcentajes de humedad mediante la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 286.

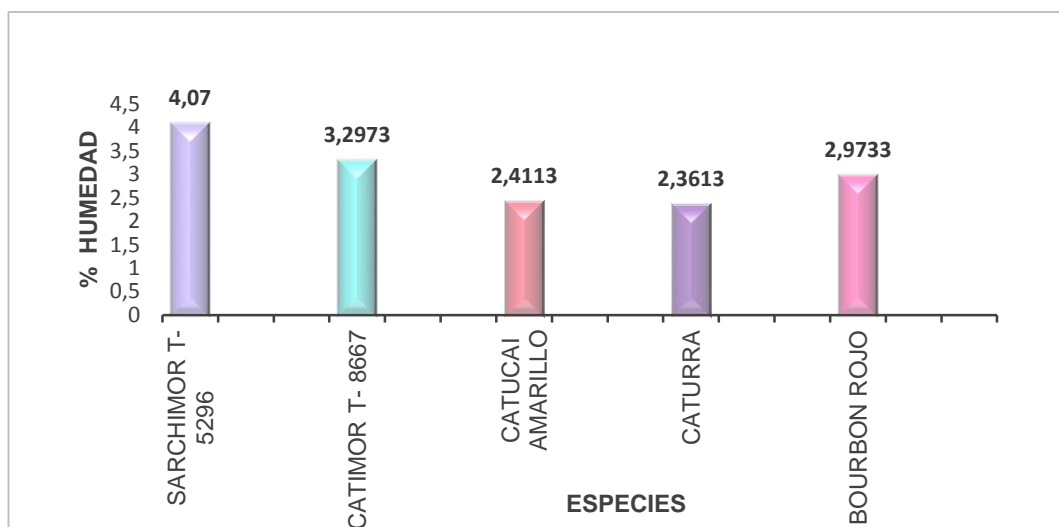
5.1.3 Porcentaje % de humedad de café arábigo (*coffea arabica l.*) tostado y molido cultivado en el Canton Caluma.

Tabla °N 5: Determinación % humedad de café arábigo tostado y molido.

Especies	Muestra	%H	Promedio
Sarchimor T-5296	T1R1	4,0840	4,0700
	T1R2	4,0700	
	T1R3	4,0560	
Catimor T-8667	T2R1	3,2640	3,2973
	T2R2	3,3260	
	T2R3	3,3020	
Catucaí Amarillo	T3R1	2,3280	2,4113
	T3R2	2,4560	
	T3R3	2,4500	
Caturra	T4R1	2,3260	2,3613
	T4R2	2,4000	
	T4R3	2,3580	
Bourbon Rojo	T5R1	2,9120	2,9733
	T5R2	3,0000	
	T5R3	3,0080	

Elaborado: Carrillo, K.2017

Grafico °N 3: Porcentaje de Humedad de café arábigo tostado y molido.



Elaborado: Carrillo, K.2017

Interpretación:

De acuerdo a los datos obtenidos en el trabajo de campo el porcentaje de humedad del café arábigo tostado y molido refiere que; la variedad Sarchimor T-5296 contiene un porcentaje mayor de humedad con el 4,070% H; en comparación a la especie Caturra que contiene una humedad inferior con el 2,361% H.

Tabla °N 6: Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental del contenido de humedad del café arábigo tostado y molido.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5,91165	4	1,47791	755,81	0,0000**
Intra grupos	0,019554	10	0,0019554		
Total (Corr.)	5,93121	14			

Elaborado: Carrillo, K. 2018

La tabla ANOVA en respuesta a lo experimental del trabajo de campo el contenido de humedad de café arábigo tostado y molido presenta una probabilidad 0,00 por lo que existe una diferencia estadística significativa entre las medias de las especies seleccionadas puesto que el valor-P de la

razón-F es menor a 0,05 con un nivel de 95% de confianza. Por lo que se demuestra que el porcentaje de humedad en el café tostado y molido de las especies cultivadas en el Cantón Caluma no son iguales.

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1123 refiere que el porcentaje de humedad del café tostado y molido se encuentra en un rango máximo de 4%. Por lo cual el estudio realizado en las especies cultivadas en el Cantón Caluma Provincia Bolívar se encuentra dentro de los porcentajes referidos ya que van del 2,36% al 4,07% dependiendo de la especie cumpliendo con la norma INEN 1123. Estableciendo estos porcentajes de humedad mediante la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2

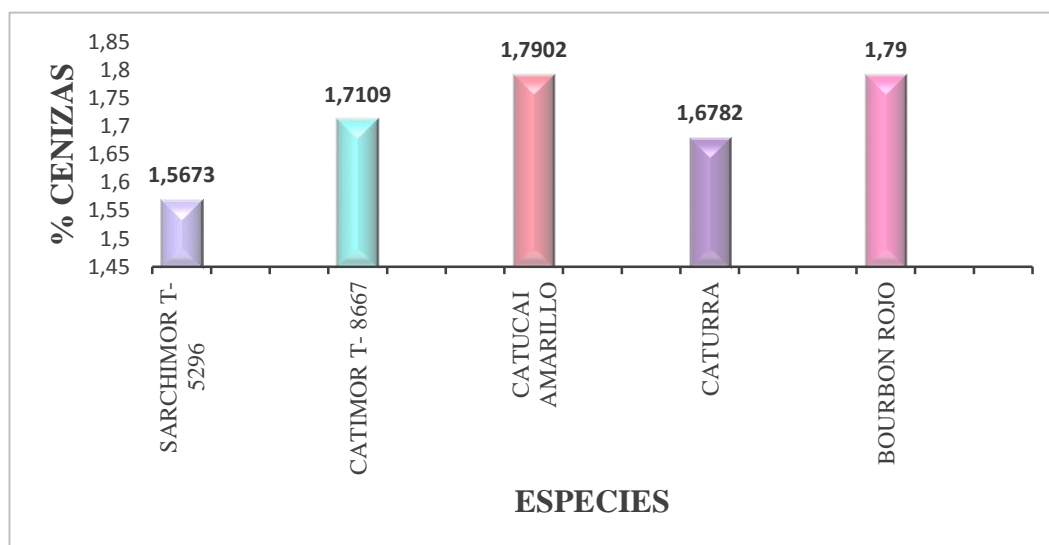
5.1.4 Porcentaje % de cenizas de café arábigo (*coffea arabica l.*) natural despulpado cultivado en el Canton Caluma.

Tabla °N 7: Determinación de porcentaje de cenizas en de Café arábigo en estado natural despulpado.

Especies	Muestra	% ceniza seca	Promedio
Sarchimor T- 5296	T1R1	1,3448	1,5673
	T1R2	1,7150	
	T1R3	1,6420	
Catimor T-8667	T2R1	1,6964	1,7109
	T2R2	1,7098	
	T2R3	1,7263	
Catucaí amarillo	T3R1	1,7650	1,7902
	T3R2	1,7985	
	T3R3	1,8069	
Caturra	T4R1	1,6300	1,6782
	T4R2	1,7190	
	T4R3	1,6856	
Bourbon Rojo	T5R1	1,7432	1,7900
	T5R2	1,9266	
	T5R3	1,7001	

Elaborado: Carrillo, K.2017

Grafico 0N 4: Porcentaje de Cenizas de café arábigo en estado natural despulpado.



Elaborado: Carrillo, K.2017

Interpretación:

De acuerdo a los datos obtenido en el trabajo de campo refiere que; las especies Catucaí Amarillo y Bourbon Rojo presentan el mayor contenido de cenizas con el 1,790 % en relación a la especie Sarchimor T-5296 que presenta un porcentaje menor de contenido de cenizas con el 1,5673%.

Tabla 0N 8: Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental del contenido de cenizas del café arábigo en estado natural despulpado.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,102491	4	0,0256228	2,30	0,1299 ns
Intra grupos	0,111307	10	0,0111307		
Total (Corr.)	0,213799	14			

Elaborado: Carrillo, K.2017

La tabla ANOVA en respuesta a lo experimental del trabajo de campo el contenido de cenizas del café arábigo en estado natural despulpado presenta un probabilidad del 1,12 por lo que no existe una diferencia

estadísticamente significativa entre las medias de las especies seleccionadas puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05 con un nivel de 95,0% de confianza. Por lo que se demuestra que el contenido de cenizas de las especies de café arábigo en estado natural despulpado que se cultivan en el Cantón Caluma son iguales.

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1123 refiere que el porcentaje de cenizas totales del café se encuentra en un rango máximo de 5%. Por lo cual el estudio realizado en las especies cultivadas en el Cantón Caluma Provincia Bolívar se encuentra dentro de los porcentajes referidos ya que van del 1,56% al 1,97 % dependiendo de la especie cumpliendo con la norma INEN 1123. Estableciendo estos porcentajes de cenizas totales mediante la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2679.

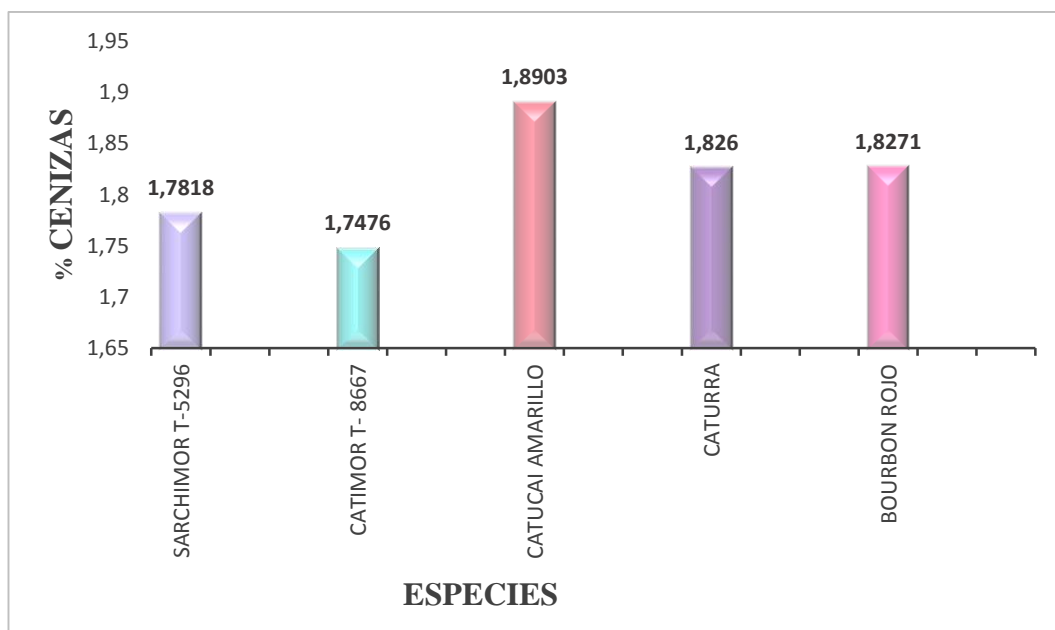
5.1.5 Porcentaje % de cenizas de café arábigo (*coffea arabica l.*) natural lavado cultivado en el Canton Caluma.

Tabla °N 9: Determinación de porcentaje de cenizas en de Café arábigo en estado natural lavado del Cantón Caluma.

Especies	Muestra	% ceniza seca	Promedio
Sarchimor T-5296	T1R1	1,7583	1,7818
	T1R2	1,7683	
	T1R3	1,8188	
Catimor T-8667	T2R1	1,7520	1,7476
	T2R2	1,7347	
	T2R3	1,7562	
Catucai amarillo	T3R1	1,9238	1,8903
	T3R2	1,8192	
	T3R3	1,9277	
Caturra	T4R1	1,8219	1,8260
	T4R2	1,8340	
	T4R3	1,8220	
Bourbon Rojo	T5R1	1,8411	1,8271
	T5R2	1,8120	
	T5R3	1,8282	

Elaborado: Carrillo, K.2017

Gráfico 5: Porcentaje de Cenizas de café arábigo en estado natural lavado.



Elaborado: Carrillo, K.2017

Interpretación:

De acuerdo a los datos obtenidos en el trabajo de campo refiere que; las especies Catucaí Amarillo presentan el mayor contenido de cenizas con el 1,890 % en relación a la especie Catimor T-8667 que presenta un porcentaje menor de contenido de cenizas con el 1,747%.

Tabla 10: Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental del contenido de cenizas del café arábigo en estado natural lavado.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0346986	4	0,00867466	8,29	0,0032**
Intra grupos	0,0104615	10	0,00104615		
Total (Corr.)	0,0451601	14			

Elaborado: Carrillo, K.2017

La tabla ANOVA en respuesta a lo experimental del trabajo de campo el contenido de cenizas del café arábigo en estado natural lavado presenta una probabilidad 0,003 por lo que existe una diferencia estadística significativa entre las medias de las especies seleccionadas puesto que el valor-P de la razón-F es menor a 0,05 con un nivel de 95,0% de confianza. Por lo que se demuestra que el contenido de cenizas de las especies de café arábigo en estado natural lavado que se cultiva en el Cantón Caluma no son iguales.

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1123 refiere que el porcentaje de cenizas totales del café lavado se encuentra en un rango máximo de 5%. Por lo cual el estudio realizado en las especies cultivadas en el Cantón Caluma Provincia Bolívar se encuentra dentro de los porcentajes referidos ya que van del 1,74% al 1,89 % dependiendo de la especie cumpliendo con la norma INEN 1123. Estableciendo estos porcentajes de cenizas totales mediante la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2679.

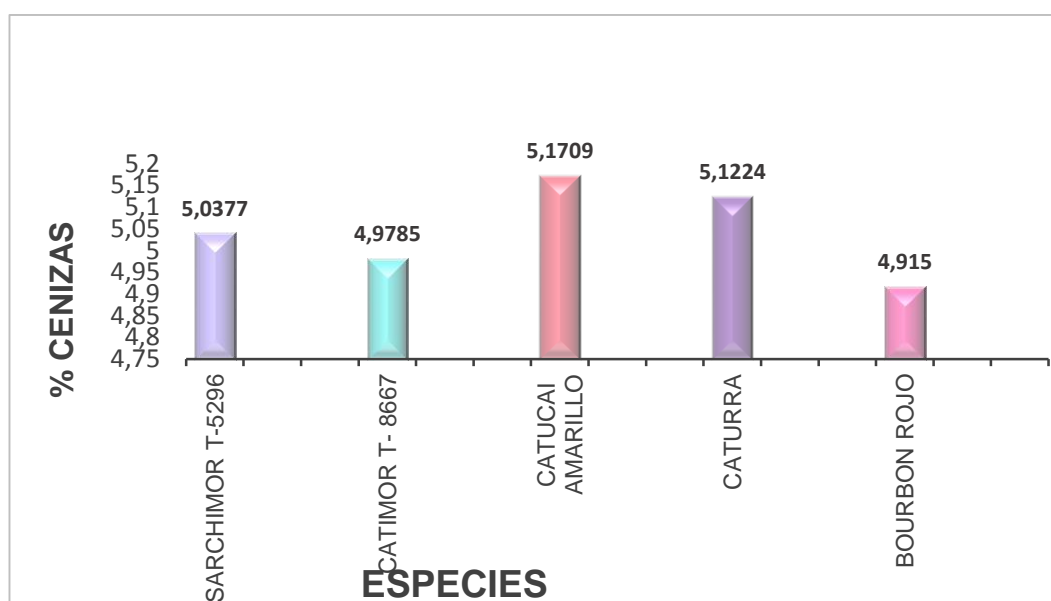
5.1.6 Porcentaje % de cenizas de café arábigo (*coffea arabica* L.) tostado y molido cultivado en el Canton Caluma.

Tabla 0N 11: Determinación de porcentaje de cenizas en de Café arábigo tostado y molido del Cantón Caluma.

Especies	Muestra	% ceniza seca	Promedio
Sarchimor T-5296	T1R1	5,0201	5,0377
	T1R2	5,1097	
	T1R3	4,9832	
Catimor T-8667	T2R1	4,9785	4,9785
	T2R2	4,9644	
	T2R3	4,9927	
Catucaí Amarillo	T3R1	5,0914	5,1709
	T3R2	5,2087	
	T3R3	5,2125	
Caturra	T4R1	5,1228	5,1224
	T4R2	5,0904	
	T4R3	5,1540	
Bourbon Rojo	T5R1	4,9000	4,9150
	T5R2	4,9597	
	T5R3	4,8854	

Elaborado: Carrillo, K.2017

Grafico 0N 6: Porcentaje de Cenizas de café arábigo tostado y molido.



Elaborado: Carrillo, K.2017

Interpretación:

De acuerdo a los datos obtenidos en el trabajo de campo refiere que; las especies Catucaí Amarillo presentan el mayor contenido de cenizas con el 5,170 % en relación a la especie Bourbon Rojo que presenta un porcentaje menor de contenido de cenizas con el 4,915%.

Tabla °N 12: Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental del contenido de cenizas del café arábigo tostado y molido

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,129588	4	0,032397	13,81	0,0004**
Intra grupos	0,0234661	10	0,00234661		
Total (Corr.)	0,153054	14			

Elaborado: Carrillo, K.2017

La tabla ANOVA en respuesta a lo experimental del trabajo de campo el contenido de cenizas de café arábigo tostado y molido presenta una probabilidad de 0,0004 por lo que existe una diferencia estadística significativa entre las medias de las especies seleccionadas puesto que el valor-P de la razón-F es menor a 0,05 con un nivel de confianza. Por lo que se demuestra que el contenido de cenizas de las especies de café arábigo tostado y molido que se cultiva en el Cantón Caluma no son iguales.

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1123 refiere que el porcentaje de cenizas totales del café se encuentra en un rango máximo de 5%. Por lo cual el estudio realizado en las especies cultivadas en el Cantón Caluma Provincia Bolívar se encuentra dentro de los porcentajes referidos ya que van del 4,91% al 5,17 % dependiendo de la especie cumpliendo con la norma INEN 1123. Estableciendo estos porcentajes de cenizas totales mediante la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2679.

5.1.7 Propiedades físicas de las especies de café arábigo (*coffea arabica L.*), cultivada en el Cantón Caluma.

Tabla °N 13: Datos de las Propiedades Físicas de las especies de café arábigo en el Cantón Caluma

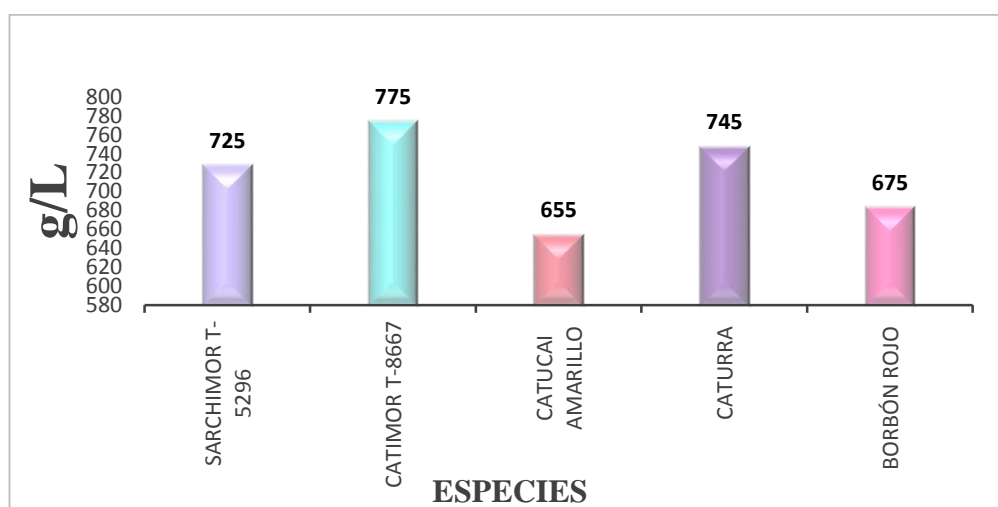
Especies	Peso inicial	Boyado # de granos flotantes	Densidad	Diámetro del grano
SarchimorT-5296	3kg	389	725 g/L	1.3 cm – 1.5 cm
Catimor T-8667	3kg	256	775 g/L	1.3 cm – 1.6 cm
Catucal Amarillo	3kg	102	655 g/L	1.3cm – 1.6 cm
Caturra	2kg	114	745 g/L	1.2 cm – 1.5cm
Borbón Rojo	3kg	145	675 g/L	1.3cm- 1.5cm

Elaborado: Carrillo, K. 2018

Interpretación:

Los resultados obtenidos en el trabajo de campo referente a propiedades físicas como es; boyado, densidad del grano y diámetro de los granos se detallan en la tabla N° 11 de las especies seleccionadas del Cantón Caluma.

Gráfico °N 7: Densidad de los granos de café arábigo.



Elaborado: Carrillo, K.2017

Tabla °N 14: Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental de la Densidad de los granos de café Arábigo.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	28142,3	4	7035,57	236,62	0,0000**
Intra grupos	297,333	10	29,7333		
Total (Corr.)	28439,6	14			

Elaborado: Carrillo, K.2017

La tabla ANOVA en respuesta experimental al trabajo de campo sobre la densidad de los granos de café arábigo presenta una probabilidad de 0,00 por lo que existe una diferencia estadística significativa entre las medias de las especies seleccionadas puesto que el valor-P de la razón-F es menor a 0,05 con un nivel de 95,0% de confianza. Por lo que se demuestra que los valores de densidad de las especies de café arábigo que se cultivan en el Cantón Caluma no son iguales.

De acuerdo al estudio realizado por (Cenicafe. 2008) reporta que la densidad de café almendra es de 776 Kg/m³ o (g/L). El estudio realizado de las especies cultivadas en el Cantón Caluma Provincia Bolívar no todas se encuentra dentro de los porcentajes referidos ya que van del 655 g/L a 775 g/L esto se debe a que es un café sin seleccionar y de diferente especie. Estableciendo los valores de densidad mediante la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN – ISO 6669: 2013.

5.1.8 Defectos de los granos de café arábigo (*coffea arabica l.*), cultivadas en el Canton Caluma.

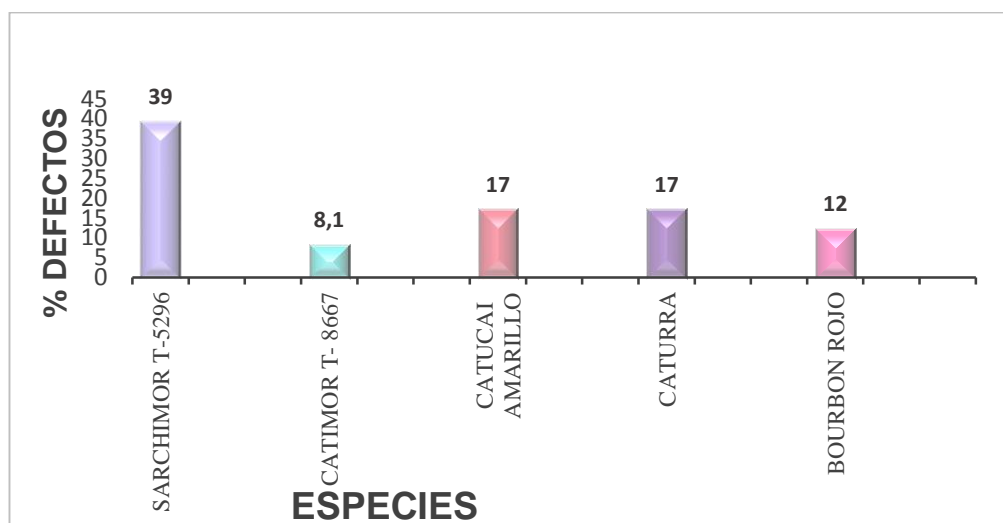
Tabla °N 15: Porcentaje de los granos defectuosos del café arábigo

Especies	Peso inicial	Defectos de los granos.
SarchimorT-5296	300g	39
Catimor T-8667	300g	8,1
Catucal Amarillo	300g	17
Caturra	200g	17
Borbón Rojo	300g	12

Elaborado: Carrillo, K.2017

De acuerdo a los datos obtenidos en el trabajo de campo los defectos de los granos de las especies de café arábigo que se cultiva en el Cantón Caluma la valoración se detalla en la tabla.

Gráfico °N 8: Porcentaje Defectos de los granos de café.



Elaborado: Carrillo, K.2017

Interpretación

De acuerdo a los datos obtenidos en el trabajo de campo refiere que; la especie Sarchimor T-5267 presenta un mayor porcentaje de defectos de granos con el 39% en relación a la especie Catimor T-8667 que presenta un porcentaje menor de defectos de granos con el 8,1%.

Tabla °N 16: Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental a los defectos de los granos del café arábigo.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1648,71	4	412,177	183,95	0,0000**
Intra grupos	22,4067	10	2,24067		
Total (Corr.)	1671,12	14			

Elaborado: Carrillo, K. 2018

La tabla ANOVA en respuesta experimental al trabajo de campo sobre los defectos de los granos de café arábigo presenta una probabilidad de 0,00 por lo que existe una diferencia estadística significativa entre las medias de las especies seleccionadas puesto que el valor-P de la razón-F es menor a 0,05 con un nivel de 95,0% de confianza. Por lo que se demuestra que los valores de defectos de los granos de las especies de café arábigo que se cultivan en el Cantón Caluma no son iguales.

De acuerdo con el trabajo realizado para la determinación de los defectos presentes en los granos de café arábica nos presenta un número de defectos que va desde 8,1% a 39%. Por lo que la norma técnica ecuatoriana INEN 285: 2006 para café en grano, menciona que en una muestra de 300 g deben encontrarse máximo 15, 23 Y 45 defectos que corresponden a un café grado 2,3 y 4.

Las especies de café arábica que se cultiva en el Cantón Caluma Provincia Bolívar se encuentran en un grado 2 con menor número de defectos que va entre 8,1-12 % de defectos, un grado 3 con un número de defectos que

está en 17 % y un grado 4 con mayor número de defectos de 39%. De acuerdo a la norma se establece que mientras menos defectos existan en una muestra mayor será la puntuación. Por lo que las especies de café arábica en estudio pueden ser comercializadas por cumplir con los requisitos establecidos en la normativa.

5.2 Resultados obtenidos por Cromatografía Líquida de Alta eficacia (HPLC) de café tostado y molido de las especies de café arábigo (*coffea arabica L.*), cultivadas en el Canton Caluma, en los que se detalla, los cromatogramas, concentración y porcentaje de cafeína.

En la identificación de cafeína se trabajó con un HPLC Cromatografo Líquido de Alta Eficacia Agilent Technologies 1260 Infinity y una columna Poreshell 120 Ec – C18 con una fase móvil de agua y metanol en una relación 70%-30%. En la que se inyectaron 6 soluciones patrón a un volumen de 20µl a diferentes concentraciones 100ppm, 32ppm, 24ppm, 16ppm, 8ppm, 4ppm y se obtuvo los siguientes resultados.

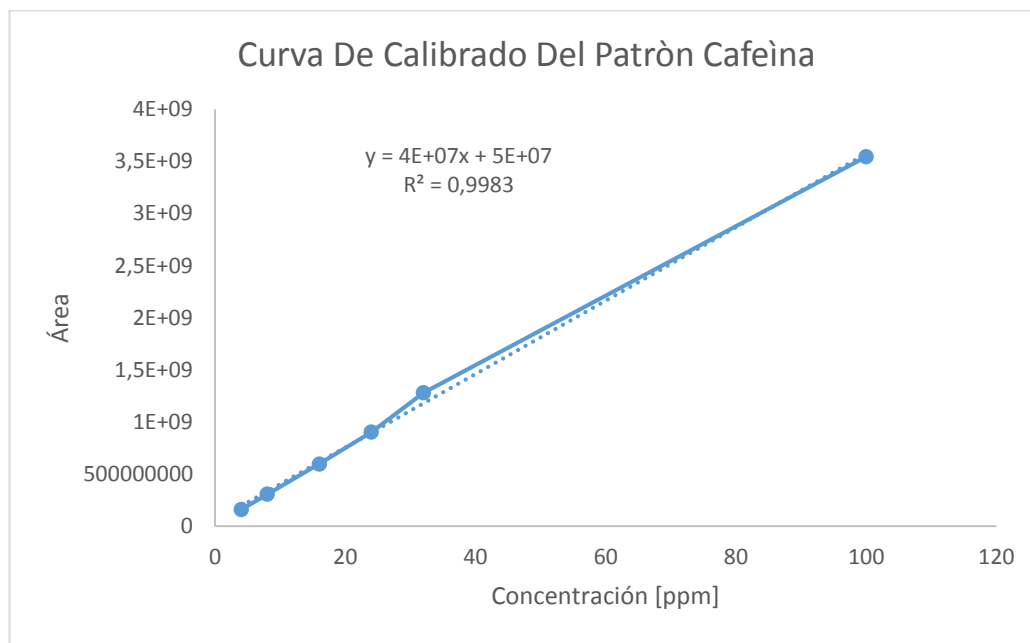
Tabla °N 17: Determinación de la curva de calibrado de la cafeína patrón

Muestra	Concentración (ppm)	Área	TR (min)
Patrón 1	100	3545675138	1,453
Patrón 2	32	1281107080	1,447
Patrón 3	24	902539437	1,440
Patrón 4	16	598194825	1,433
Patrón 5	8	307397673	1,420
Patrón 6	4	159132648	1,413

Elaborado: Carrillo, K. 2018

Para elaborar la curva de calibrado de la cafeína patrón se utilizó las concentraciones de las 6 disoluciones del patrón versus las áreas obtenidas en el HPLC, tal como se muestra en la siguiente gráfica.

Grafico °N 9: Curva de calibrado de la cafeína patrón



Elaborado: Carrillo, K. 2018

Interpretación:

En la determinación de la concentración de cafeína presente en las cinco especies de café arábigo tostado y molido del Cantón Caluma; se utilizó la regresión lineal de la curva de calibrado del patrón donde refleja lo siguiente:

$$Y = 4E^7 \cdot x + 5E^7$$

$$R^2 = 0,9983$$

La ecuación obtenida de la curva de calibración por regresión lineal es la siguiente:

$$Y = m * x + b$$

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 18: Muestras de café, área y tiempo de retención

Muestra	Área	TR(min)
Sarchimor T-5296	3640799524	1,076
Catimor T-8667	3911307715	1,344
Catucai Amarillo	3290436300	1,298
Caturra	3493892822	1,247
Bourbon Rojo	3429092328	1,193

Elaborado: Carrillo, K. 2018

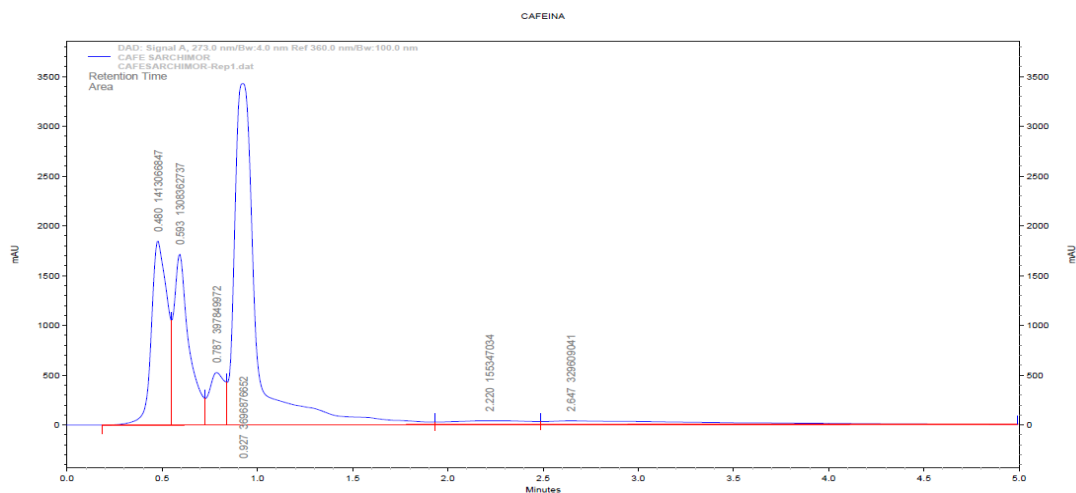
Interpretación:

Los cronogramas obtenidos en la concentración de cafeína a partir de las diferentes especies de café arábigo que se cultiva en el Cantón Caluma, presentan un área que va desde 3290436300 a 3911307715 y un tiempo de retención que va desde 1,076 a 1,344 con un volumen de inyección de 20 µL; estos datos se comparan con las soluciones patrones que se utilizaron para la curva de calibración, los cuales se encuentran dentro de los rangos establecidos.

Discusión:

De acuerdo al estudio realizado por (Calle 2011) refiere que el tiempo de retención que obtuvieron fue de 1,26 min a 1,30min lo cual se asemeja a nuestro estudio ya que los tiempos obtenidos en nuestro estudio va desde 1,07 min a 1,34min con mínimas variaciones.

Grafico °N 10: Cromatograma del contenido de cafeína del café arábigo Sarchimor T-5296.



Elaborado: Carrillo, K. 2018

Interpretación:

Mediante el cromatograma obtenido de la concentración de cafeína del café arábigo especie Sarchimor T-5296 del Cantón Caluma; presenta un área de 3640799524 y un tiempo de retención de 1,076 con un volumen de inyección de 20µL.

Para determinar la concentración de cafeína se toma el área que se presenta en el cromatograma con la ecuación de la regresión lineal:

Área obtenida: 3640799524

$$Y = 40000000 * x - 50000000$$

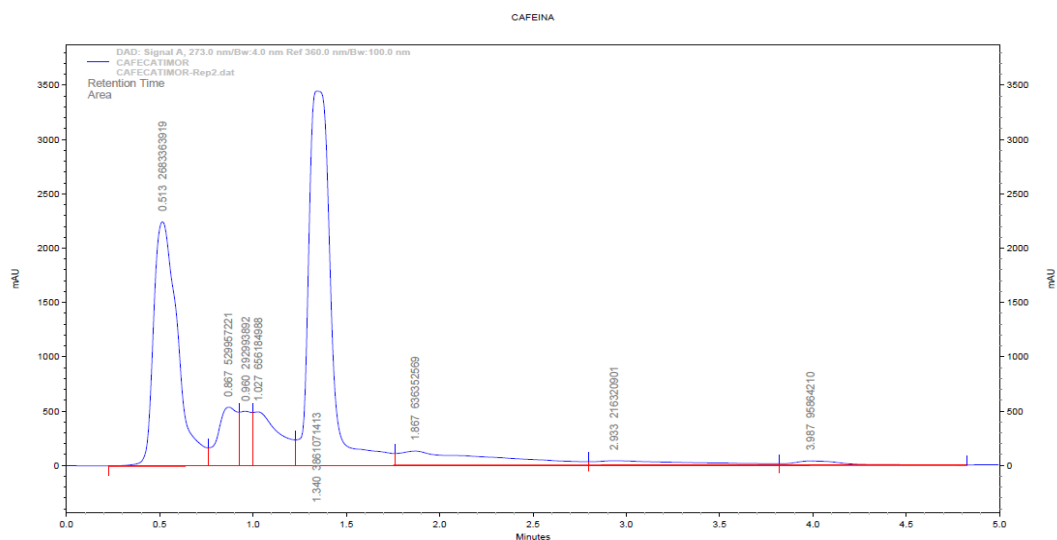
Donde se reemplaza y por el área obtenida y se despeja X para la concertación

$$3640799524 = 40000000 * x - 50000000$$

$$X = \frac{3640799525 - 50000000}{40000000}$$

$$X = 89,77 \text{ ppm}$$

Grafico °N 11: Cromatograma del contenido de cafeína del café arábigo Catimor T- 8667.



Elaborado: Carrillo, K. 2018

Interpretación:

Mediante el cromatograma obtenido de la concentración de cafeína del café arábigo especie CatimorT-8667 del Cantón Caluma; presenta un área de 3911307715 y un tiempo de retención de 1,344 con un volumen de inyección de 20µL.

Para determinar la concentración de cafeína se toma el área que se presenta en el cromatograma con la ecuación de la regresión lineal:

Área obtenida: 3911307715

$$Y = 40000000 * x - 50000000$$

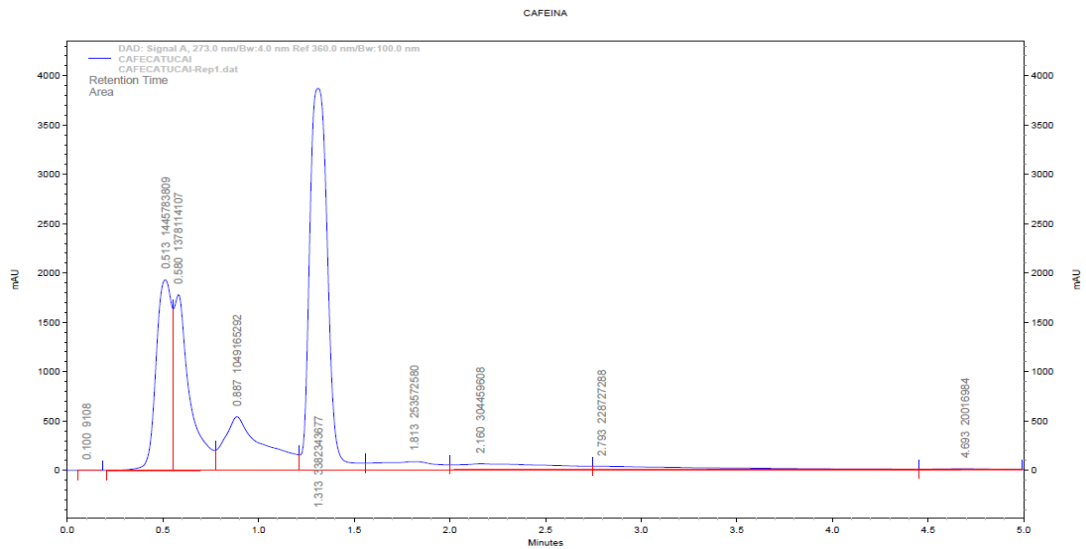
Donde se reemplaza y por el área obtenida y se despeja X para la concertación

$$3911307715 = 40000000 * x - 50000000$$

$$X = \frac{3911307715 - 50000000}{40000000}$$

$$X = 96,53 \text{ ppm}$$

Grafico °N 12: Cromatograma del contenido de cafeína del café Catucaí Amarillo.



Elaborado: Carrillo, K. 2018

Interpretación:

Mediante el cromatograma obtenido de la concentración de cafeína del café arábigo especie Catucaí Amarillo del Cantón Caluma; presenta un área de 3290436300 y un tiempo de retención de 1,298 con un volumen de inyección de 20µL.

Para determinar la concentración de cafeína se toma el área que se presenta en el cromatograma con la ecuación de la regresión lineal:

Área obtenida: 3290436300

$$Y = 40000000 * x - 50000000$$

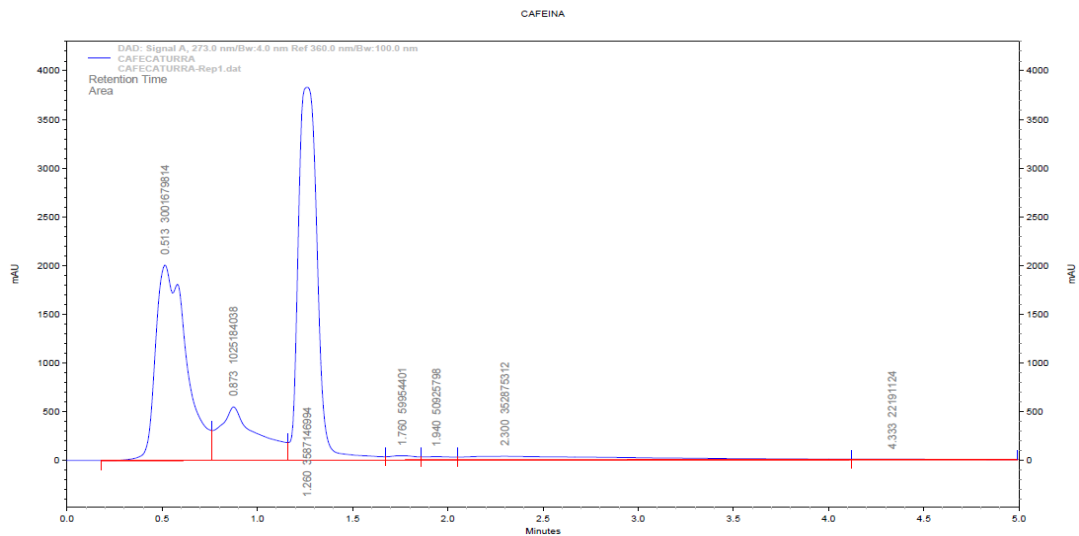
Donde se reemplaza y por el área obtenida y se despeja X para la concertación

$$3290436300 = 40000000 * x - 50000000$$

$$X = \frac{3290436300 - 50000000}{40000000}$$

$$X = 81,01 \text{ ppm}$$

Grafico ^oN 13: Cromatograma del contenido de cafeína de café arábigo caturra.



Elaborado: Carrillo, K. 2018

Interpretación:

Mediante el cromatograma obtenido de la concentración de cafeína del café arábigo especie Caturra del Cantón Caluma; presenta un área de 3493892822 y un tiempo de retención de 1,247 con un volumen de inyección de 20µL.

Para determinar la concentración de cafeína se toma el área que se presenta en el cromatograma con la ecuación de la regresión lineal:

Área obtenida: 3493892822

$$Y = 40000000 * x - 50000000$$

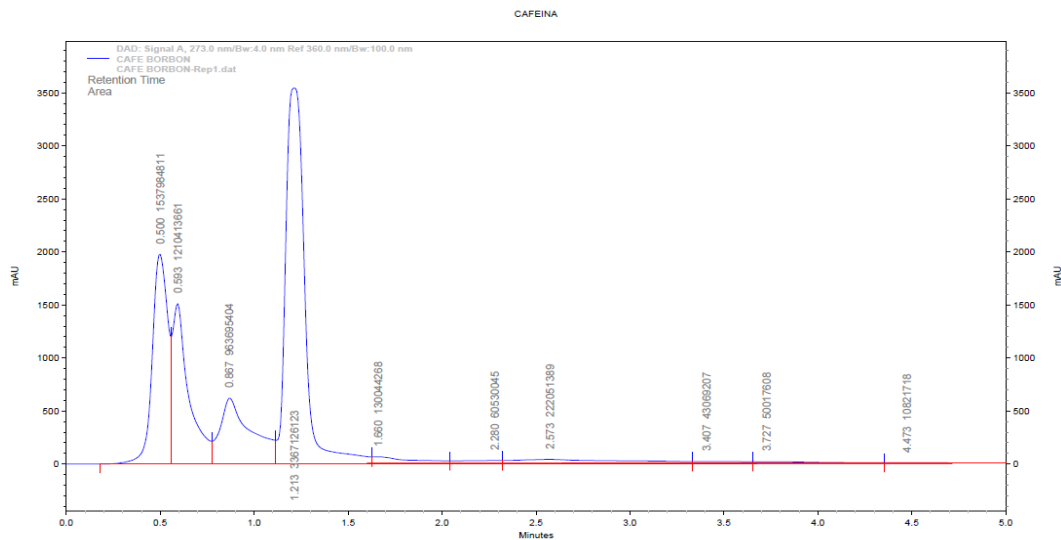
Donde se reemplaza y por el área obtenida y se despeja X para la concertación

$$3493892822 = 40000000 * x - 50000000$$

$$X = \frac{3493892822 - 50000000}{40000000}$$

$$X = 86,10 \text{ ppm}$$

Gráfico 14: Cromatograma del contenido de cafeína de café arábigo bourbon rojo.



Elaborado: Carrillo, K. 2018

Interpretación:

Mediante el cromatograma obtenido de la concentración de cafeína del café arábigo especie Bourbon Rojo del Cantón Caluma; presenta un área de 3429092328 y un tiempo de retención de 1,193 con un volumen de inyección de 20µL.

Para determinar la concentración de cafeína se toma el área que se presenta en el cromatograma con la ecuación de la regresión lineal:

Área obtenida: 3429092328

$$Y = 40000000 * x - 50000000$$

Donde se reemplaza y por el área obtenida y se despeja X para la concertación

$$3429092328 = 40000000 * x - 50000000$$

$$X = \frac{3429092328 - 50000000}{40000000}$$

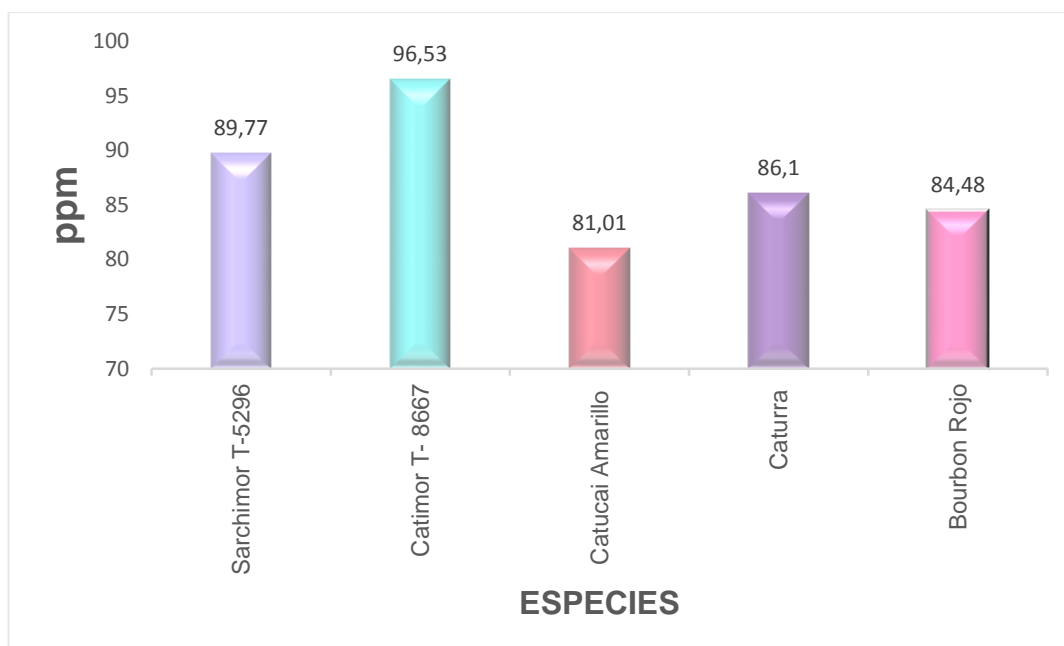
$$X = 84,48 \text{ ppm}$$

Tabla °N 19: Concentración de cafeína presente en las especies de café arábigo (*coffea arábica* L.) cultivadas en el Cantón Caluma.

Variedades	Concentración de cafeína (ppm)
Sarchimor T-5296	89,77
Catimor T- 8667	96,53
Catucai Amarillo	81,01
Caturra	86,10
Bourbon Rojo	84,48

Elaborado: Carrillo, K. 2018

Grafico °N 15: Concentración de cafeína en las especies de café arábigo.



Elaborado: Carrillo, K. 2018

Interpretación:

Mediante cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) se obtuvieron los cromatogramas de las especies de café arábigo que se cultiva en el Cantón Caluma donde presenta los datos de área y tiempo de retención de cada una y a su vez los cromatogramas de cada una de la solución patrón a

diferentes concentraciones con lo que se obtuvo la curva de calibración y la regresión lineal que se utilizó para determinar la concentración de cafeína de cada una de las especies, dando como resultado que la especie Catimor T- 8667 contiene 96,53 ppm siendo la de mayor concentración en comparación con la especie Catucaí Amarillo que contiene 81,01 ppm de concentración.

5.2.1 Porcentaje de cafeína presente en las especies de café arábigo (*coffea arábica* L.) cultivadas en el Cantón Caluma

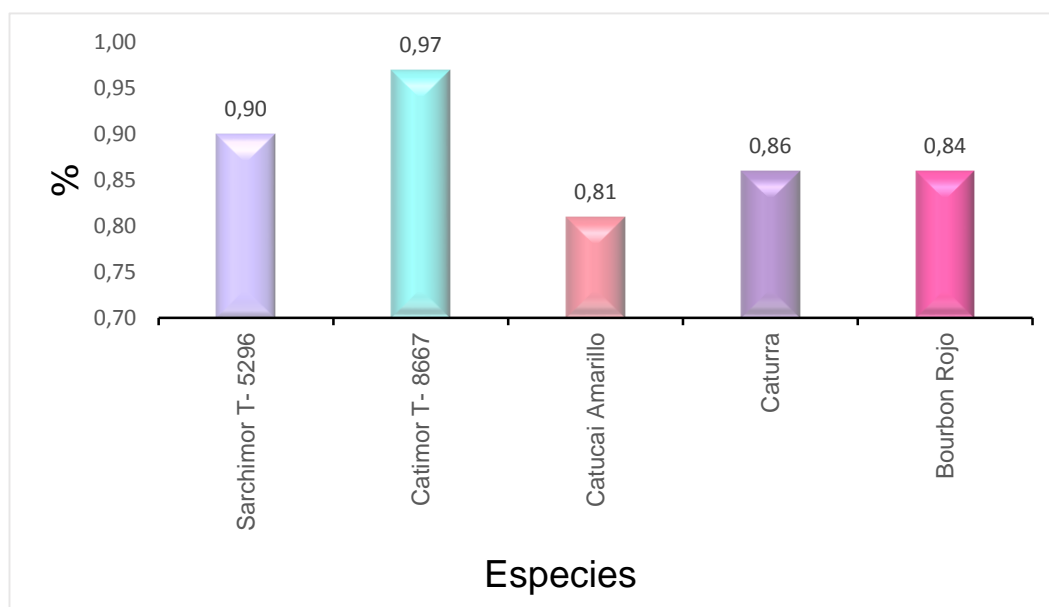
Una vez determinada las concentraciones de cada una de las especies de café arábigo que se cultiva en el cantón caluma en ppm se procede a determinar en tanto por ciento (%) los cromatogramas obtenidos.

Tabla °N 20: Porcentaje % de cafeína presente en las especies de café arábigo (*coffea arábica* L.) cultivada en el Cantón Caluma.

Especies	Porcentaje de cafeína (%)
Sarchimor T- 5296	0,90
Catimor T- 8667	0,97
Catucaí Amarillo	0,81
Caturra	0,86
Bourbon Rojo	0,84

Elaborado: Carrillo, K. 2018

Grafico °N 16: Porcentaje % de cafeína presente en las especies de café arábigo (*coffea arábica l.*) cultivada en el Cantón Caluma.



Elaborado: Carrillo, K. 2018

Interpretación:

De acuerdo con el porcentaje de cafeína presente en las especies de café arábigo que se cultivan en el cantón caluma se reporta que la especie Catimor T- 8667 contiene un porcentaje mayor con el 0,97% de cafeína en comparación con la especie Catucaí Amarillo que contiene un porcentaje menor del 0,81% de cafeína.

Tabla °N 21: Análisis de varianza (ANOVA) para respuesta experimental del porcentaje de cafeína.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0439852	4	0,0109963	15,63	0,0003**
Intra grupos	0,00703591	10	0,000703591		
Total (Corr.)	0,0510211	14			

Elaborado: Carrillo, K. 2018

La tabla ANOVA en respuesta experimental al trabajo de campo del porcentaje de cafeína que contiene las especies café arábigo presenta una probabilidad de 0,0003 por lo que existe una diferencia estadística significativa entre las medias de las especies seleccionadas puesto que el valor-P de la razón-F es menor a 0,05 con un nivel de 95,0% de confianza. Por lo que se demuestra que los valores del porcentaje de cafeína de las especies de café arábigo que se cultivan en el Cantón Caluma no son iguales.

Discusión

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1123 (2016) segunda revisión sobre los requisitos fisicoquímicos para el café tostado y molido sin especificar variedades establece el porcentaje mínimo de contenido de cafeína que debe tener un café sin descafeinar que es del 1% en base seca. Por lo cual en el resultado obtenido en nuestro estudio el porcentaje de cafeína va de 0,81 a 0,97% por lo cual se encuentra fuera de la norma.

Según estudios realizados por (Vega. et al. 2014) menciona que el porcentaje de cafeína en café arábigo va del 0,9% a 1,3%. Donde las especies Sarchimor T-5296 y Catimor T- 8667 contienen un porcentaje de 0,90% y 0,97% las cuales coinciden, mientras que Catucaí Amarillo, Caturra y Bourbon Rojo contienen un porcentaje de 0,81% a 0,86%.

De acuerdo al estudio realizado por (Calle 2011) menciona que el café arábigo contiene menor cantidad de cafeína comprendida entre 0,7% y 1,5 %. En este estudio los porcentajes de cafeína coinciden ya que todas las especies que se cultivan en el Cantón Caluma se encuentran en un rango de 0,81% a 0,97%.

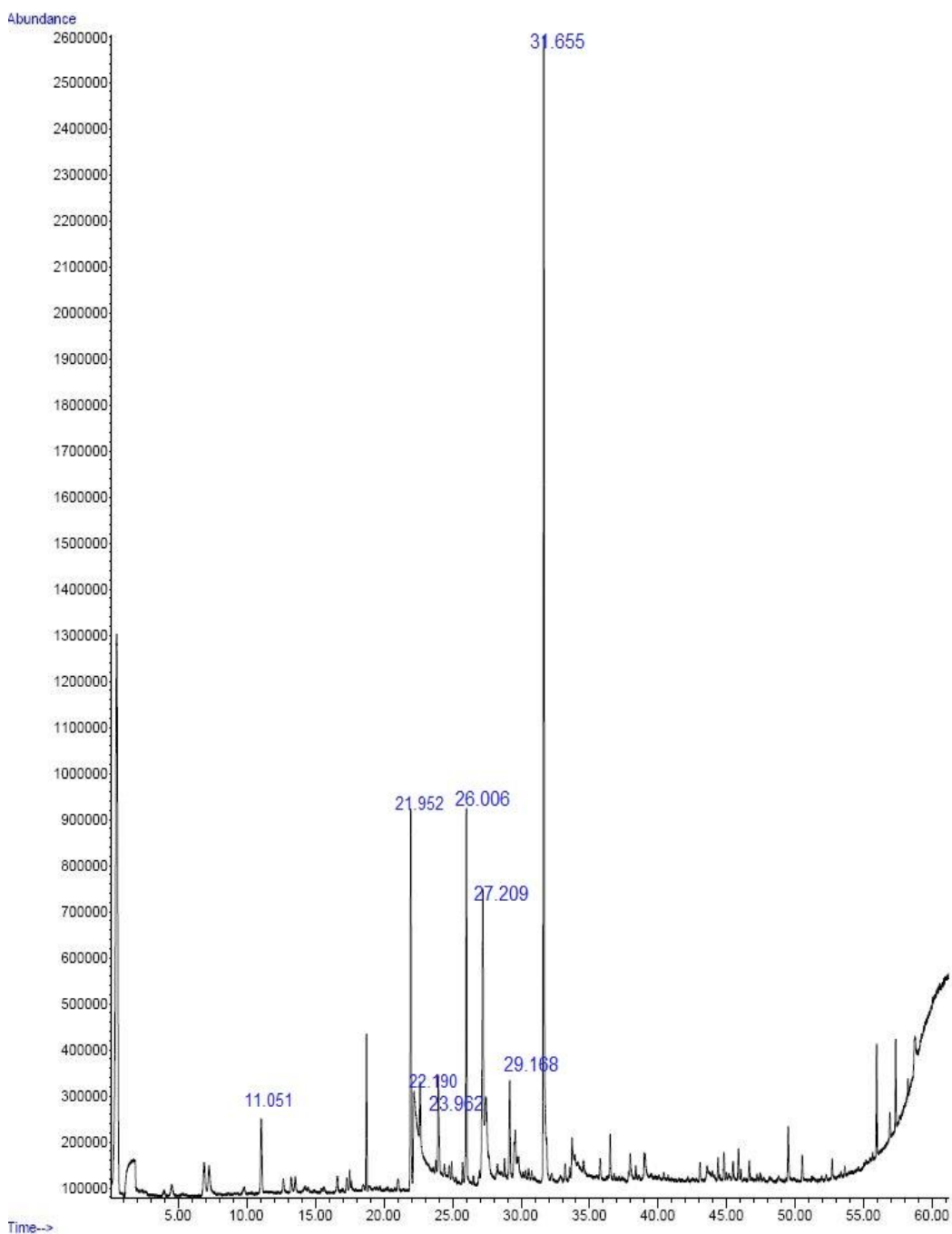
Estudios realizados por (Puerta 2011) menciona que la cafeína es un alcaloide que contribuye al sabor amargo del café. El café arábigo en almendra presenta un contenido menor de cafeína del 1,3% siendo el máximo en comparación con café robusta. Cabe mencionar que el

porcentaje de cafeína no varía en el proceso de tostación por lo cual se mantiene el porcentaje. En el estudio realizado las especies SarchimorT-5267, CatimorT-8667, Catucaí Amarillo, Caturra y Bourbon Rojo presentan un contenido menor al 1,3% por lo que se diría que mantiene un porcentaje de cafeína adecuado para su comercialización.

5.3 Resultados obtenidos por cromatografía de gases acoplado a un espectrometro de masas (CG-MS) de las especies de café arábigo (*coffea arabica L.*), cultivadas en el Canton Caluma, en los que se detalla los cromatogramas y compuestos volátiles presentes en cada especie.

En la identificación de compuestos volátiles presentes en las especies de café arábigo se trabajó con un Cromatógrafo de Gases Agilent Technologies 7890A acoplado a Espectrómetro de Masas Agilent Technologies 5977A y una columna DB- WAX con un gas portador Helio a 14,94 psi. Una fibra Assembly Carboxen/DVB/PDMS en la que se realizaron 5 repeticiones y se obtuvo los siguientes resultados.

Grafico °N 17: Cromatograma de compuestos volátiles presente en el café arábigo especie Sarchimor T-5296.



Fuente: Datos de investigación 2018

Composición estandarizada en porcentaje y peso de volátiles presentes en el café

Tabla Nº 22: Compuestos volátiles reportados en el café arábigo especie Sarchimor T-5296

Nº	Tiempo de retención (min)	Compuesto	Área (%)	Peso de compuestos volátiles(mg)
1	6.881	3(2H)-Furanone, dihydro-2-methyl-	0.83	0.007
2	6.881	Pyrazine, methyl-	0.91	0.008
3	11.051	2-Propanone, 1-hydroxy-	1.22	0.010
4	12.655	Pyrazine, 2,5-dimethyl-	0.32	0.003
5	13.233	Pyrazine, 2,6-dimethyl-	0.29	0.002
6	13.534	Pyrazine, ethyl-	0.33	0.003
7	17.292	Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl-	0.19	0.002
8	17.614	Pyrazine, 2-ethyl-5-methyl-	0.18	0.002
9	21.952	Furfural	4.26	0.036
10	22.190	Acetic acid	4.50	0.038
11	23.962	2 acetylfuran	1.90	0.016
12	26.006	furfuryl acetate	4.03	0.034
13	27.209	5-metilfurfural	4.90	0.041
14	28.799	2-Furanmethanol, propanoate	0.37	0.003
15	29.168	Butyrolactone	1.72	0.015
16	31.655	furfuryl alcohol	13.71	0.116
17	33.558	1H-Pyrrole, 3-methyl-	0.17	0.001
18	35.772	Acetamide	0.28	0.002
19	36.497	Oxime-, methoxy-phenyl-	0.51	0.004
20	37.961	2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	0.67	0.006
21	43.050	Ethanone, 1-(1H-pyrrol-2-yl)-	0.27	0.002
22	44.365	Phenol	0.29	0.002
23	44.796	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde	0.37	0.003

Nº	Tiempo de retención (min)	Compuesto	Área (%)	Peso de compuestos volátiles(mg)
24	45.457	Furaneol	0.35	0.003
25	45.457	2,5-Dimethylfuran-3,4(2H,5H)-dione	0.35	0.003
26	45.857	2(3H)-Furanone, 5-acetyldihydro-	0.44	0.004
27	49.484	2-Hydroxy-gamma-butyrolactone	0.79	0.007
28	50.507	1,5-Diphenyl-2H-1,2,4-triazoline-3-thione	0.37	0.003
29	52.689	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl	0.29	0.002
30	53.614	3-Pyridinol, 2-methyl-	0.11	0.001
31	55.937	3-Pyridinol	0.91	0.008
32	57.321	5-Hydroxymethylfurfural	0.61	0.005
33	57.612	15-Crown-5	0.06	0.001

Elaborado: Carrillo, K 2018

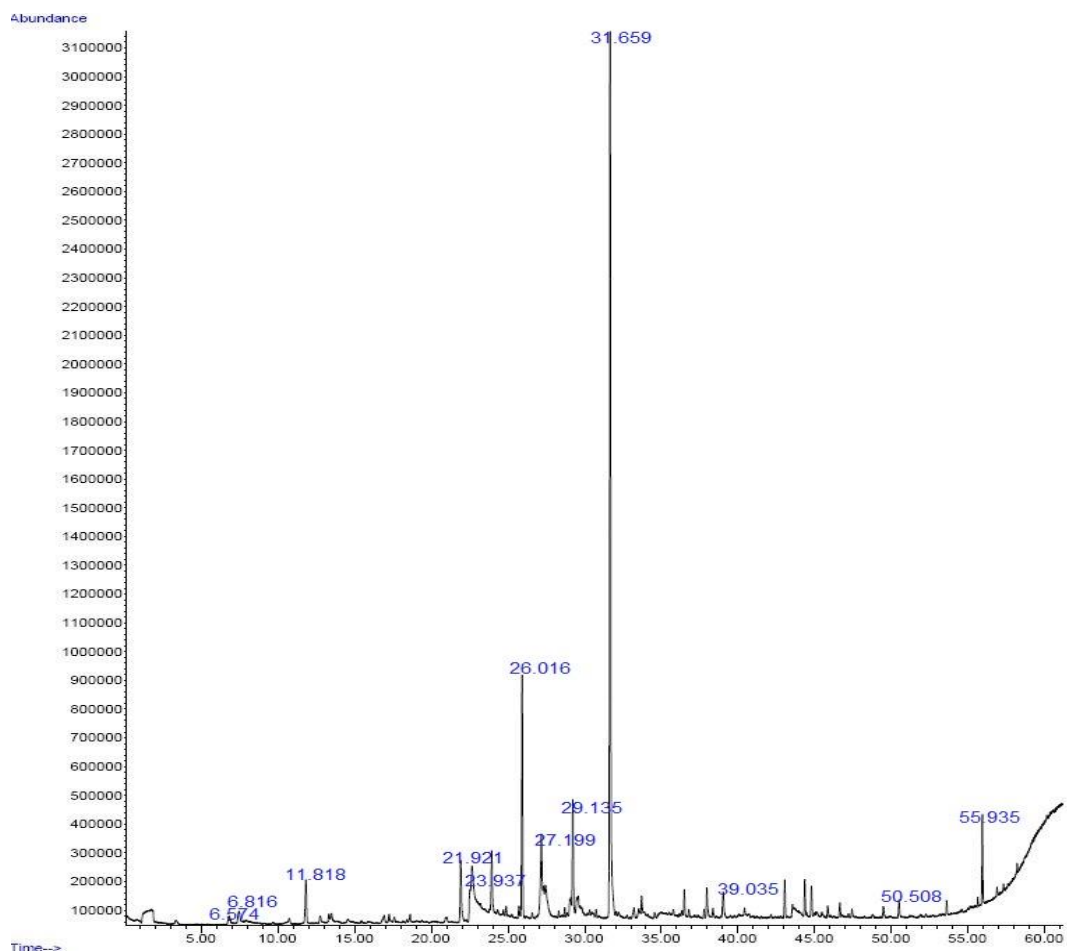
Interpretación:

Se identificaron 33 compuestos volátiles en el café arábigo especie Sarchimor T-5296 que se cultiva en el Cantón Caluma. Donde se identifica 8 compuestos mayoritarios en distintos tiempos de retención y porcentaje de área. En el siguiente orden 2-propanone, 1 hidroxyl al min 11.05 con un % de área de 1.22; Furfural al min 21.952 con un % de área de 4.26; Acetic acid al min 22.190 con un % de área de 4.50; 2 Acetylfuran al min 23.962 con un % de área de 1.90; Furfuryl acetate al min 26.006 con un % área 4,03; 5-Methylfurfural al min 27.209 con un % de área de 4.90; γ -Butyrolactone al min 29,168 con un % de área de 1,72 y Furfuryl alcohol al min 31,655 con un % de área de 13,71.

Discusión:

Cuatro de los compuestos mayoritarios coinciden con los estudios realizados por (Gonzalez et al. 2011) los cuales son 2-furanocarboxaldehido(Furfural), 5- Metilfurfural, Furfuryl alcohol, Furfuryl acetate. Existen 32 compuestos registrados en este trabajo que no están considerados como compuestos mayoritarios sin embargo pertenecen a la familia de las cetonas, aldehídos, furanos, pirroles, piridinas, pirazinas, compuestos fenólicos, alcoholes, esterés, hidrocarburos, tiofenos, tiazoles, oxazoles, compuestos azufrados, compuestos bencénicos, ácidos carboxílicos, terpenos, lactonas y aminas, que dan las características de aroma y sabor al café.

Gráfico °N 18: Cromatograma de compuestos volátiles presente en el café arábigo especie Catimor T-8667.



Fuente: Datos de investigación 2018

Tabla Nº 23: Compuestos volátiles reportados en el café arábigo especie Catimor T-8667.

Nº	Tiempo de retención (min)	Compuesto	Área (%)	Peso de compuesto volátil
1	3.880	Furan, 2-(methoxymethyl)-	0.53	0.004
2	6.574	3(2H)-Furanone, dihydro-2-methyl-	1.05	0.009
3	6.816	Pyrazine, methyl-	1.25	0.010
4	11.818	2-Propanone, 1-hydroxy-	1.41	0.011
5	12.461	Pyrazine, 2,5-dimethyl-	0.44	0.004
6	13.047	Pyrazine, 2,6-dimethyl-	0.51	0.004
7	13.422	Pyrazine, ethyl-	0.50	0.004
8	17.226	Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl-	0.44	0.004
9	21.921	Furfural	1.80	0.015
10	22.584	1,2-Ethanediol, diacetate	0.71	0.006
11	23.937	Ethanone, 1-(2-furanyl)-	1.12	0.009
12	24.760	Cyclohexan-1,4,5-triol-3-one-1-carboxylic acid	0.78	0.006
13	26.019	Furfuryl acetate	6.73	0.055
14	27.199	5-metilfurfural	5.82	0.047
15	28.812	2-Furanmethanol, propanoate	0.36	0.003
16	29.135	γ-Butyrolactone	2.12	0.017
17	31.659	Furfuryl alcohol	21.49	0.175
18	36.499	Oxime-, methoxy-phenyl-	0.86	0.007
19	37.793	1H-Pyrrole, 1-(2-furanylmethyl)-	0.27	0.002
19	39.035	Phenol, 2-methoxy-	1.16	0.009
20	43.047	Ethanone, 1-(1H-pyrrol-2-yl)-	0.31	0.003
21	44.056	2-Methylaminomethyl-1,3-dioxolane	0.15	0.001
22	44.367	Phenol	0.46	0.004
23	44.798	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde	0.29	0.002
24	50.508	1,5-Diphenyl-2H-1,2,4-triazoline-3-thione	1.09	0.009
25	53.133	1,3-Dioxolane, 4-methyl-	0.04	0.000
26	55.259	Caffeine	0.27	0.002
27	55.935	3-Pyridinol	1.03	0.008
28	56.898	15-Crown-5	0.03	0.000

Elaborado: Carrillo, K 2018

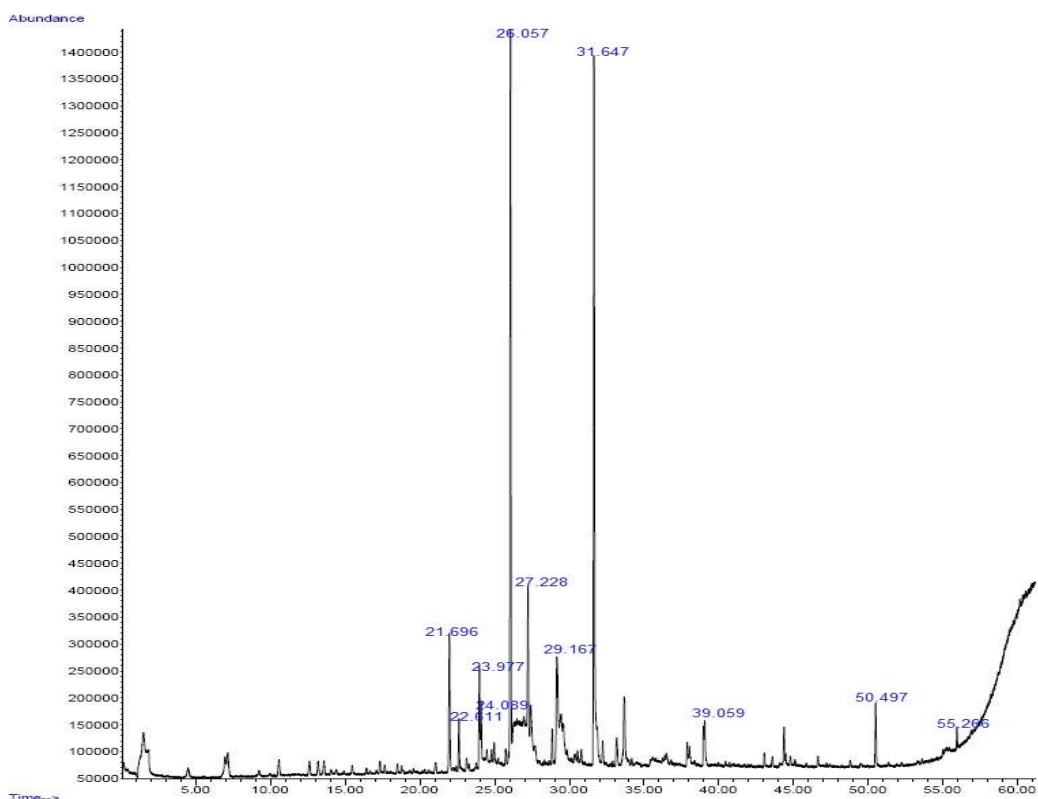
Interpretación:

Se identificaron 28 compuestos volátiles en el café arábigo especie Catimor T-8667 que se cultiva en el Cantón Caluma. Donde se identifica 12 compuestos mayoritarios en distintos tiempos de retención y porcentaje de área. En el siguiente orden 3(2H)-Furanone, dihydro- 2 methyl al min 6,574 con un % de área de 1,05; Pyrazine methyl al 6,816 con un% de área de 1,25; 2-Propanone,1-hydroxy al min 11,818 con un % de área de 1,41; Furfural al min 21,921 con un % de área de 1,80; Ethanone 1-(2-furanyl) al min 23,937 con un % de área de 1,12; Furfuryl acetate al min 26,019 con un % de área de 6,73; 5-Metilfurfural al min 27,199 con un% de área de 5,83; Butyrolactone al min 29,135 con un % de área de 2,12; Furfuryl alcohol al min 31,659 con un % de área de 21,49; Phenol 2- methoxy al min 39,035 con un % de área de 1,16; 1,5-Diphenyl-2H-1,2,4-triazoline 3 thione al min 50,508 con un % de área de 1,09 y 3-Pyridinol al min 55,935 con un % de área de 1,03.

Discusión:

(Sigma 2018) realiza un estudio de análisis compuestos volátiles en granos de café tostado con una fibra DVB/ Carboxen/PDMS donde se identifican 67 compuestos totales. En este se utiliza la misma fibra identificando 28 compuestos totales siendo 12 compuestos mayoritarios. Cuatro de los compuestos identificados coinciden con el de café tostado siendo estos Furfuryl acetate, Furfuryl alcohol, 5-Metilfurfural, Y Butyrolactone

Grafico °N 19: Cromatograma de compuestos volátiles presente en el café arábigo especie Catucai Amarillo



Fuente: Datos de investigación 2018

Tabla °N 24: Compuestos volátiles reportados en el café arábigo especie Catucai Amarillo.

Nº	Tiempo de retención (min)	Compuesto	Área (%)	Peso de compuesto volátil
1	4.486	Furfuril methyl ether	0.61	0.005
2	6.964	Dihydro-2-methyl-3-furanone	0.92	0.007
3	7.138	Pyrazine, methyl-	0.98	0.008
4	10.563	2-Propanone, 1-hydroxy-	0.50	0.004
5	12.605	Pyrazine, 2,5-dimethyl-	0.37	0.003
6	13.186	Pyrazine, 2,6-dimethyl-	0.41	0.003
7	13.573	Pyrazine, ethyl-	0.42	0.003
8	17.324	Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl-	0.29	0.002

Nº	Tiempo de retención (min)	Compuesto	Área (%)	Peso de compuesto volátil
9	17.640	Pyrazine, 2-ethyl-5-methyl-	0.20	0.002
10	21.969	Furfural	2.75	0.022
11	22.611	1,2-Ethanediol, diacetate	1.09	0.009
12	23.122	Furan, 2-[(methylthio)methyl]-	0.30	0.002
13	23.977	2 Acetylfuran	1.86	0.015
14	24.089	Furfuryl formate	1.55	0.012
15	24.342	Cyclohexan-1,4,5-triol-3-one-1-carboxylic acid	0.30	0.002
16	26.057	Furfuryl acetate	12.44	0.100
17	27.228	2-Furfuryl-5-methylfuran	4.72	0.038
18	28.846	2 Furanmethanol, propanoate	0.60	0.005
19	29.167	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde, 1-methyl-	4.14	0.033
20	30.798	2 Acetil-1-1methylpyrrole	0.31	0.002
21	31.647	Furfuryl alcohol	14.91	0.120
22	32.231	2-Furfuryl-5-methylfuran	0.62	0.005
23	35.783	2-Methylaminomethyl-1,3-dioxolane	0.25	0.002
24	36.492	Oxime-, methoxy-phenyl_	0.32	0.003
25	37.883	1H-Pyrrole, 1-(2-furanylmethyl)-	0.42	0.003
26	39.059	Phenol, 2-methoxy-	1.06	0.009
27	43.052	Ethanone, 1-(1H-pyrrol-2-yl)-	0.24	0.002
28	44.365	Phenol	0.97	0.008
29	44.796	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde	0.28	0.002
30	50.497	1,5-Diphenyl-2H-1,2,4-triazoline-3-thione	1.25	0.010
31	55.266	Caffeine	1.03	0.008
32	55.936	3-Pyridinol	0.33	0.003
33	57.330	15-Crown-	0.08	0.001

Elaborado: Carrillo, K 2018

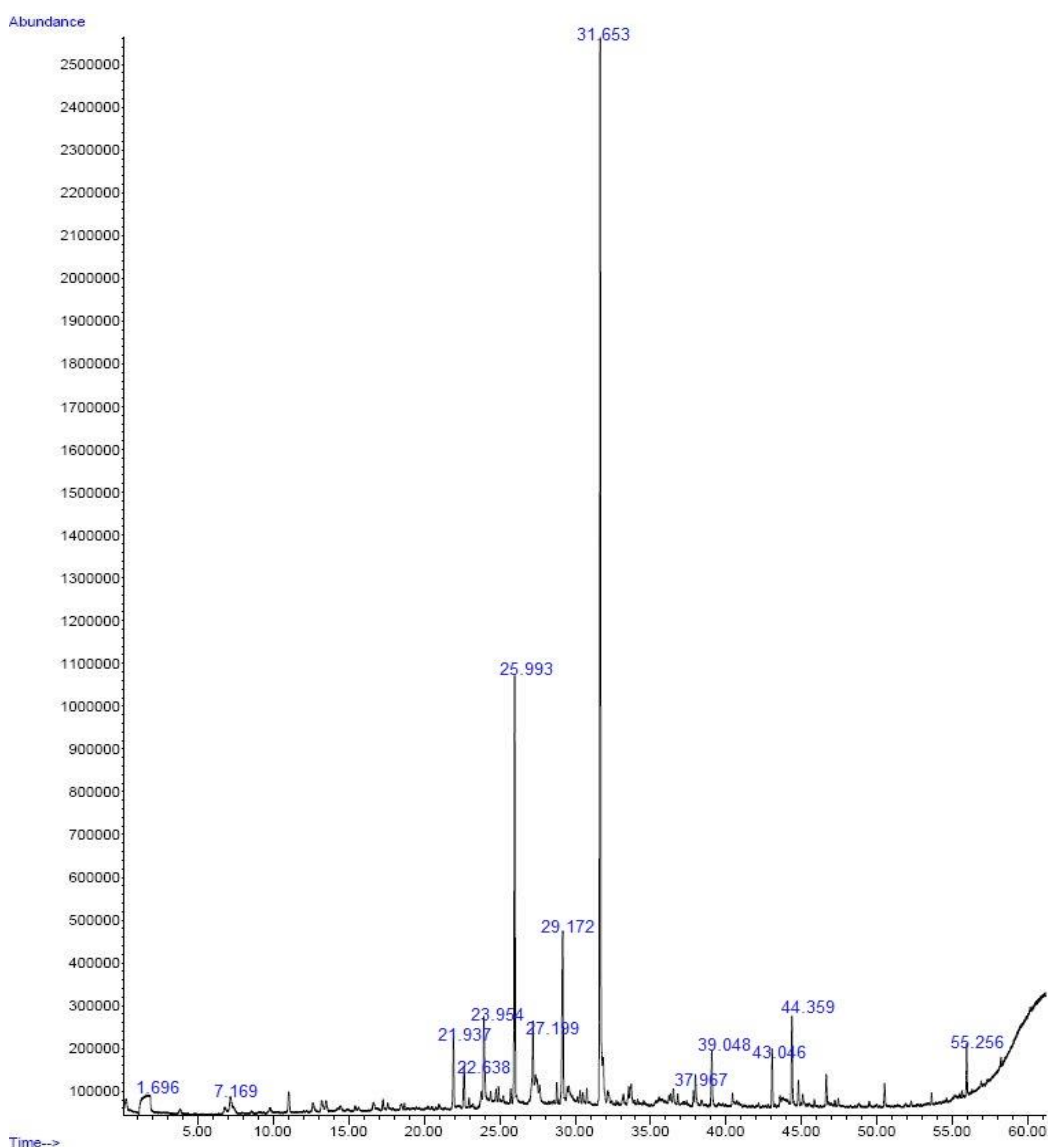
Interpretación:

Se identificaron 33 compuestos volátiles en el café arábigo especie Catucaí Amarillo que se cultiva en el Cantón Caluma. Donde se identifica 11 compuestos mayoritarios en distintos tiempos de retención y porcentaje de área. En el siguiente orden Furfural al min 21,969 con un % de área de 2,75; 1,2-Ethanodiol, diacetate al min 22,611 con un % de área de 1,09; 2-Acetylfuran al min 23,977 con un % de área de 1,86; Furfuryl formate al min 24,089 con un % de área de 1,55; Furfuryl acetate al min 26,057 con un % de área de 12,44; 2 Furfuryl-5- methylfuran al min 27,228 con un % de área de 4,72; 1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde,1 methyl al min 29,167 con un % de área de 4,14; Furfuryl alcohol al min 31,647 con un % de área de 14,91; Phenol 2-methoxy al min 39,059 con un % de área de 1,06; 1,5- Diphenyl-2H-1,2,4-triazoline-3-thione al min 50,497 con un % de área de 1,25 y Caffeine al min 55,266 con un % de área de 1,03.

Discusión:

De acuerdo con el estudio realizado por (Gonzalez et al. 2013) presenta coincidencia en tres de once compuestos mayoritarios encontrados en nuestra investigación como son 2-Furanocarboxaldehído (Furfural), Furfuryl acetate, Furfuryl alcohol. Sin embargo en nuestro estudio se presenta 32 compuestos en total, pertenecientes a diferentes grupos funcionales que forman parte importante para las características sensoriales del café.

Grafico °N 20: Cromatograma de compuestos volátiles presente en el café arábigo especie Caturra



Fuente: Datos de investigación 2018

Tabla °N 25: Compuestos volátiles reportados en el café arábigo especie Caturra.

Nº	Tiempo de retención (min)	Compuesto	Área (%)	Peso de compuestos volátiles
1	1,696	1,3-Dioxolane, 4-methyl-	2,27	0.018
2	3,828	Furan, 2-(methoxymethyl)-	0,25	0.002
3	7,169	Pyrazine, methyl-	1,30	0.010
4	7,281	3(2H)-Furanone, dihydro-2-methyl-	0,33	0.003

Nº	Tiempo de retención (min)	Compuesto	Área (%)	Peso de compuestos volátiles
5	9,796	Ethanol, 2-(vinyloxy)-	0,27	0.002
6	11,031	2-Propanone, 1-hydroxy-	0,68	0.005
7	12,626	Pyrazine, 2,5-dimethyl-	0,47	0.004
8	13,209	Pyrazine, 2,6-dimethyl-	0,51	0.004
9	13,502	Pyrazine, ethyl-	0,42	0.003
10	14,452	Pyrazine, 2,3-dimethyl-	0,23	0.002
11	17,270	Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl-	0,31	0.002
12	17,587	Pyrazine, 2-ethyl-5-methyl-	0,25	0.002
13	20,973	Pyrazine, 3-ethyl-2,5-dimethyl-	0,21	0.002
14	21,937	Furfural	1,76	0.014
15	22,638	1,2-Ethanediol, diacetate	1,24	0.010
16	22,977	Furan, 2-[(methylthio)methyl]-	0,29	0.002
17	23,954	Ethanone, 1-(2-furanyl)-	3,26	0.026
18	24,405	Benzaldehyde	0,80	0.006
19	24,752	Pyrrrole	0,89	0.007
20	25,235	Cyclohexan-1,4,5-triol-3-one-1-carboxylic acid	0,68	0.005
21	25,993	2-Furanmethanol, acetate	8,91	0.072
22	27,199	2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl-	2,98	0.024
23	28,785	2-Furanmethanol, propanoate	0,66	0.005
24	29,172	2(3h)-Furanone dihydro	5,39	0.043
25	29,480	Benzeneethanamine, N-[(pentafluorophenyl)methylene]-.beta.,4-bis[(trimethylsilyl)oxy]-	0,90	0.007
26	30,771	2-Acetil-1-methylpyrrole	0,56	0.005
27	31,653	Furfuryl alcohol	23,44	0.189
28	32,162	2-Furfuryl-5-methylfuran	0,93	0.007
29	33,201	2-Methylaminomethyl-1,3-dioxolane	0,79	0.006
30	36,495	Oxime-, methoxy-phenyl-	0,74	0.006
31	37,840	1H-Pyrrole, 1-(2-furanylmethyl)-	0,34	0.003
32	37,967	2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl-	1,01	0.008
33	39,048	Phenol, 2-methoxy-	1,53	0.012
34	40,424	2-Cyclopenten-1-one, 3-ethyl-2-hydroxy-	0,35	0.003
35	43,046	Ethanone, 1-(1H-pyrrol-2-yl)-	1,25	0.010
36	44,359	Phenol	2,22	0.018
37	44,789	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde	0,70	0.006
38	45,086	Phenol, 4-ethyl-2-methoxy-	0,46	0.004
39	47,430	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde, methyl-	0,23	0.002
40	53,610	2(1H)-Pyridinone, 3-methyl-	0,25	0.002
41	55,256	Caffeine	6,81	0.055
42	55,934	3-Pyridinol	0,90	0.007
43	56,386	15-Crown-5	0,02	0.000

Elaborado: Carrillo, K 2018

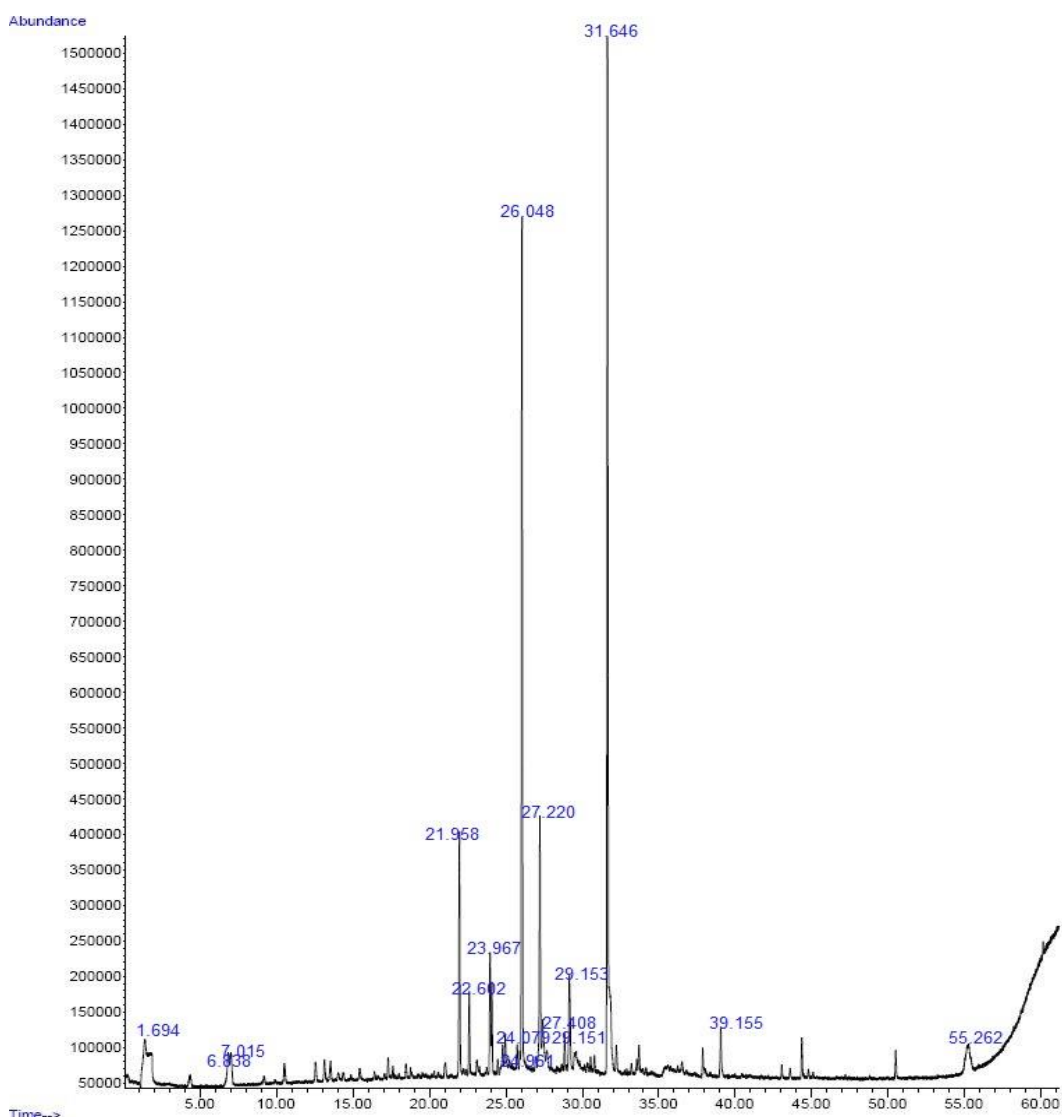
Interpretación:

Se identificaron 43 compuestos volátiles en el café arábigo especie Caturra que se cultiva en el Cantón Caluma. Donde se identifica 14 compuestos mayoritarios en distintos tiempos de retención y porcentaje de área. En el siguiente orden 1,3-Dioxolane, 4-methyl al min 1,696 con un % de área de 2,27; Pyrazine methyl al min 7,169 con un % de área de 1,30; Furfural al min 21,937 con un % de área de 1,76; 1,2- Ethanediol, diacetate al min 22,638 con un % de área de 1,24; Ethanone 1-(-2 furanyl) al min 23,954 con un % de área de 3,26; 2 Furanmetanol acetate al min 25,993; con un % de área de 8,91; 2-Furancarboxaldehyde 5 methyl al min 27,199 con un % de área de 2,98; 2(3H)-Furanone dihydro al min 29,172 con un % de área de 5,39; Furfuryl alcohol al min 31,653 con un % de área de 23,44; 2-Cyclopenten-1-one,2-hydroxy-3-methyl al min 37,967 con un % de área de 1,01; Phenol, 2-methoxy al min 39,048 con un % de área de 1,53; Ethanone 1-(1h-pyrrol-2-yl) al min 43,046 con un % de área 1,25; Phenol al min 44,359 con un % de área de 2,22 y Caffeine al min 55,256 con un % de área de 6,81.

Discusión:

En el estudio realizado por (Rojas 2005) menciona que en el café arábigo especie caturra se identificaron 114 compuestos en total 5 de ellos considerados como mayoritarios. De acuerdo a este estudio se identificaron 43 compuestos en total siendo 16 considerados como mayoritarios. Tres compuestos mayoritarios coincidieron con los obtenidos en el café de Puerto Rico Furfuryl alcohol, 2- Furanmetanolacetate (Furfuryl acetate), 2-Furanocarboxaldehyde (Furfural). Los restantes forman parte de las características propias del café para su aroma y sabor.

Grafico °N 21: Cromatograma de compuestos volátiles presente en el café arábigo especie Bourbon Rojo



Fuente: Datos de investigación 2018

Tabla °N 26: Compuestos volátiles reportados en el café arábigo especie Bourbon Rojo.

Nº	Tiempo de retención (min)	Compuesto	Área (%)	Peso de compuestos volátil
1	1.694	1,3-Dioxolane, 4-methyl-	2.31	0.019
2	4.341	Furan, 2-(methoxymethyl)-	0.54	0.004
3	6.838	3(2H)-Furanone, dihydro-2-methyl-	1.45	0.012
4	7.015	Pyrazine, methyl-	1.20	0.010
5	9.267	Ethanol, 2-(vinyloxy)-	0.43	0.004

Nº	Tiempo de retención (min)	Compuesto	Área (%)	Peso de compuestos volátil
6	10.519	2-Propanone, 1-hydroxy-	0.63	0.005
7	12.550	Pyrazine, 2,5-dimethyl-	0.57	0.005
8	13.135	Pyrazine, 2,6-dimethyl-	0.65	0.005
9	13.529	Pyrazine, ethyl-	0.58	0.005
10	15.438	2-Cyclopenten-1-one, 2-methyl-	0.38	0.003
11	17.298	Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl-	0.48	0.004
12	17.613	Pyrazine, 2-ethyl-5-methyl-	0.30	0.002
13	21.013	Pyrazine, 3-ethyl-2,5-dimethyl-	0.48	0.004
14	21.958	Furfural	4.73	0.039
15	22.602	1,2-Ethanediol, diacetate	1.71	0.014
16	23.101	Furan, 2-[(methylthio)methyl]-	0.45	0.004
17	23.967	Ethanone, 1-(2-furanyl)-	2.22	0.018
18	24.079	Furfuril formate	1.72	0.014
19	24.464	Benzaldehyde	0.31	0.003
20	24.790	Pyrrole	0.99	0.008
21	24.961	5-Furfuryl hydantoin	1.18	0.010
22	25.227	Cyclohexan-1,4,5-triol-3-one-1-carboxylic acid	0.56	0.005
23	25.743	Dimethylamine	0.27	0.002
24	26.048	Furfuril acetate	15.55	0.129
25	27.220	5-Metilfurfural	5.42	0.045
26	27.408	1-Propanone, 1-(2-furanyl)-	1.97	0.016
27	28.839	2-Furanmethanol, propanoate	0.64	0.005
28	29.151	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde, 1-methyl	2.71	0.023
29	29.153	Butyrolactone	3.14	0.026
30	29.483	Benzeneethanamine, N-[(pentafluoro phenyl)methylene]-.beta.,4-bis[(trimethylsilyl)oxy]	0.41	0.003
31	30.794	2-Acetil-1-methylpyrrole	0.37	0.003
32	31.646	Furfuryl alcohol	21.73	0.180
33	32.222	2-Furfuryl-5-methylfuran	0.77	0.006
34	33.566	4(H)-Pyridine, N-acetyl-	0.37	0.003
35	33.961	2-Methylaminomethyl-1,3-dioxolane	0.23	0.002
36	36.528	Oxime-, methoxy-phenyl-	0.63	0.005
37	37.878	1H-Pyrrole, 1-(2-furanylmethyl)-	0.90	0.007
38	39.055	Phenol, 2-methoxy-	1.21	0.010
39	43.047	2 acetylpyrrole	0.30	0.002
40	44.361	Phenol	0.90	0.007
41	44.786	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde	0.27	0.002
42	55.262	Caffeine	2.56	0.021
43	56.208	15-Crown-5	0.09	0.001

Elaborado: Carrillo, K 2018

Interpretación:

Se identificaron 43 compuestos volátiles en el café arábigo variedad Bourbon Rojo que se cultiva en el Cantón Caluma. Donde se identifica 16 compuestos mayoritarios en distintos tiempos de retención y porcentaje de área. En el siguiente orden 1,3-Dioxolane, 4-methyl al min 1,694 con un % de área de 2,31; 3(2H)- Furanone, dihydro-2-methyl al min 6.838 con un % de área de 1,45; Pyrazine, methyl al min 7,015 con un % de área de 1,20; Furfural al min 21,958 con un % de área de 4,73; 1,2-Ethanediol diacetate al min 22,602 con un % de área de 1,71; Ethanone 1(-2 furanyl) al min 23,967 con un % de área de 2,22; Furfuryl formate al min 24,079 con un % de área de 1,72; 5-Furfuryl hydantoin al min 24,961 con un % de área 1,18; Furfuryl acetate al min 26,048 con un % de área de 15,55; 5 Metilfurfural al min 27,220 con un % de área de 5,42; 1-Propanone 1(-2 furanyl) al min 27,408 con un % de área de 1,97; 1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde,1-methyl al min 29,151 con un % de área de 2,71; Butyrolactone al min 29,153 con un % de área de 3,14; Furfuryl alcohol al min 31,646 con un % de área de 21,73; Phenol 2-methoxy al min 39,055 con un % de área de 1,21 y Caffeine al min 55,262 con un % de área de 2,56.

Discusión:

(Figuroa y Vargas 2016) mencionan en su estudio que la fibra DVB/CAR/PDMS es mejor para SPME por poseer tres fases para extraer los compuestos con un amplio rango de pesos molecular identificando 44 compuestos totales y cinco mayoritarios. Por lo que en nuestro estudio utilizamos la misma fibra obteniendo 43 compuestos totales 16 de ellos considerados como mayoritarios. Cuatro compuestos mayoritarios coincidieron con el estudio siendo estos Furfuryl alcohol, 2-Furanocarboxaldehido (Furfural), 5-Metilfurfural y caffeine.

CAPITULO VI

6. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Las hipótesis planteadas en esta investigación fueron

6.1. Hipótesis Nula (Ho)

Ho: La composición química, y propiedades físicas de las especies de Café Arábigo (*Coffea arabica* L.) que se cultivan en el cantón Caluma Provincia Bolívar, no presenta diferencias en sustancias responsables del aroma y sabor, en relación con otros cafés del Ecuador.

6.2. Hipótesis Alternativa (H)

Hi: La composición química, y propiedades físicas de las especies de Café Arábigo (*Coffea arabica* L.) que se cultiva en el cantón Caluma Provincia 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.

De acuerdo a los datos obtenidos y analizados de las propiedades físico-químicas de las cinco especies seleccionadas de café arábica se puede evidenciar que hay diferencias significativas para rechazar la hipótesis nula en la que la composición química y propiedades físicas de las especies de Café Arábigo (*Coffea arabica* L.) que se cultivan en el cantón Caluma de la Provincia de Bolívar, no presenta diferencias en sustancias responsables del aroma y sabor, en relación con otros cafés del Ecuador. Por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

CAPITULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

En este capítulo del proyecto se pretende comprobar el cumplimiento de los objetivos planteados al principio de la investigación. Los objetivos se han cumplido obteniendo resultados favorables a la investigación.

Mediante investigaciones realizadas en la provincia bolívar la superficie y área de producción es mayor para café arábigo con una superficie total de 3.410 y área de producción de 2.558 en comparación con el café robusta con una superficie total de 2.580 y área de producción de 1.935. Por lo cual se debe trabajar en mantener estos cultivos creando una base de datos donde se refleje la calidad de materia prima para la motivación de seguir cultivando y extendiendo cada día más las áreas de cultivo del cantón.

Mediante las propiedades físicas se pudo caracterizar y valorar las especies de café arábigo que se cultivan en el Cantón Caluma. Mediante boyado que nos ayuda a descartar los granos muy pequeños y de baja densidad para mantener cosecha de calidad; humedad parámetro inicial importante que nos ayuda en la conservación del grano de café para realizar posteriores transformaciones de materia prima; densidad parámetro relacionado con la humedad importante para la comercialización; cenizas parámetro resultante de la incineración de materia orgánica; defecto de los granos nos permite eliminar todo grano defectuoso o materia extraña que se encuentre en la materia prima.

De acuerdo a todas estas propiedades físicas se pudo clasificar y valorar a las especies de café en grado 2,3y 4. Los principales análisis químicos se realizaron mediante cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) y cromatografía gaseosa acoplada a un espectrómetro de masas (GC-MS).

Para identificar el contenido de cafeína de cada una de las especies de café arábigo se realizó mediante HPLC obteniendo una exactitud en los resultados y una similitud concordante entre especies. El café tostado y molido de las especies arábicas presenta un porcentaje menor en el contenido de cafeína en comparación a la variedad robusta. Presentando un contenido de cafeína que va en un rango de 0,81% a 0,97%. Por lo cual se podría decir que las especies de café arábigo que se cultivan en la Provincia Bolívar tienen similitud al contenido de cafeína de los que se cultivan en (Brasil, Guatemala y Sumatra) de acuerdo al estudio realizado por (Calle 2011).

En la identificación de compuestos volátiles de las especies de café arábigo se realizó mediante Cromatografía de Gases Acoplado a un Espectrómetro de Masas (GC-MS) y Microextracción en fase sólida (SPME) la cual permite una extracción de compuestos volátiles sin preparación y consumo de disolventes. Utilizando una fibra DVB/Carboxen/PDMS la cual permite la extracción de compuestos volátiles polares y algunos de bajo peso molecular. En el café tostado y molido de las especies arábicas que se cultivan en el Cantón Caluma Provincia Bolívar se identificaron entre 28 y 43 compuestos volátiles dependiendo de la especie de los cuales se identificaron compuestos volátiles mayoritarios de acuerdo al % de Área superior al 1%. Destacando los compuestos mayoritarios similares en las cinco especies analizadas el: 2 Furancarboxaldehído o (Furfural), 5 Metilfurfural, Furfuryl Alcohol, 2Furanometanolacetato o (Furfuryl Acetate) y Caffeine compuestos importantes para el aroma y sabor del café. Cabe mencionar que todos los compuestos identificados pertenecen a la familia o grupos funcionales de las cetonas, aldehídos, furanos, pirroles, piridinas, pirazinas, compuestos fenólicos, alcoholes, ésteres, hidrocarburos, tiofenos, tiazoles, oxazoles, compuestos azufrados, compuestos bencénicos, ácidos carboxílicos, terpenos, lactonas y aminas, que no se consideran como mayoritarios pero contribuyen en el aroma y sabor al café.

7.2. Recomendaciones

Se recomienda lo siguiente:

Fomentar en los productores de café innovaciones para el desempeño productivo de los cultivos mediante capacitaciones, prácticas y mejoras agrícolas reforzando así el rol socioeconómico del café.

Desarrollar planes estratégicos para la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en todas las localidades del Cantón Caluma contribuyendo al mejoramiento para la obtención de materias primas de calidad.

Para mantener un café con todas sus características iniciales es necesario implementar un control de calidad que lleve registros de producción, recolección y transformación así el café que se cultiva en el Cantón Caluma tendrá mayor control y podrá ser comercializado.

Realizar más estudios de la composición química en las variedades de café que se cultivan en toda la Provincia Bolívar ya que existe un desconocimiento total o parcial por parte de los productores.

Evaluar más métodos para la extracción de muestras ya sea compuestos volátiles, compuestos orgánicos, grupos funcionales, antioxidantes y otros, a la vez optimizar las condiciones cromatográficas ya sea líquida o gaseosa.

Analizar nuevas variedades y especies de café que se cultivan en los cantones de la Provincia Bolívar.

Motivar al estudiante de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial a realizar estudios más avanzados en Cromatografía Líquida de Alta Eficacia (HPLC), Cromatografía de Gases Acoplado a un Espectrómetro de Masas (GC-SM) y otros ya que hoy en día contamos con laboratorios de alta tecnología que favorecerá en nuestra formación académica.

BIBLIOGRAFÍA

2. Agrobanco. (2007). Cultivo del Café.. (en línea). s.l., s.e. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=GREYLIT.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000658>.
3. Arcila, J. 2007. Crecimiento y desarrollo de la planta de café (en línea). s.l., s.e. 26-31-38-42-43-47 p. Disponible en <http://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf>.
4. Brenelli, ECS. 2003. A extracao de cafeina em bebidas estimulantes - Uma nova abordagem para um experimento classico em quimica organica. Quimica Nova, 2003 26(1):136-138. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422003000100023>.
5. Calle, silsvia. 2011. Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales. Universidad Politecnica de Cataluña 3:138.
6. Calle, S. 2011. “ Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales ”. s.l., s.e. .
7. Carvajal, T; Carrillo, R. (2001). Produccion de cafe tostado y molido una alternativa micro empresarial. s.l., s.e.
8. CEDICAFE. (2014). Boletín técnico. s.l., s.e.
9. Cenicafe. 2008. Propiedades físicas y factores de conversión del café en el proceso de beneficio. .
10. Cumbicus, E; Jiménez, R. 2012. Análisis Sectorial del Café en la Zona 7 del Ecuador ”. s.l., s.e. .
11. Figueroa, JG; Vargas, LF. 2016. Evaluación de DES, FSC Y SPME/CG-MS para la extracción y detemrinación de compuestos responsables del aroma de café tostado de Vicabamba - Ecuador. Quim. NOva 39(6):712-719. DOI: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422010000800018>.
12. Galindo, X. 2011. “ Producción e Industrialización de Café Soluble

- Caso : Solubles Instantáneos ". s.l., s.e. 52-53 p.
13. González, C. 2007. Producción De Café En Honduras: Modelado De Las Relaciones Cafeto-Arbolado. s.l., Universidad Politecnica de Madrid. 212 p.
 14. Gonzalez, M; Gonzalez, S; Rosales, T. 2011. CAFÉ (Coffea arabica L.): COMPUESTOS VOLÁTILES RELACIONADOS CON EL AROMA Y SABOR. Unacar Tecnociencia 5(151):35-45.
 15. Gonzalez, S; Rosales, T; Rivera, L; Gonzalez, H; Vazquez, E. 2013. Caracterizacion de compuestos volatiles de Coffea arabica L. variedad Borbon. .
 16. INEN. 2013. NTE INEN-ISO 6669:2013 Café verde y tostado. Determinación de la densidad a granel por caída libre de los granos enteros (Método de rutina) (en línea). s.l., s.e. Disponible en <http://tienda.icontec.org/brief/NTC4607.pdf>.
 17. Jimenez, R; Buigarelli, J. 1992. DETERMINACION DEL CONTENmO DE HUMEDAD EN GRANOS DE CAFE (Coffea arabica L.) CON LOS MEDmORES MOTOMCO 919 Y TECATOR P2S1. 16(2):211-218.
 18. Lozano, RP; García, YA; Tafalla, DB; Farré Albaladejo, M. 2007. Cafeína: Un nutriente, un fármaco, o una droga de abuso. Adicciones 19(3):225-238. DOI: <https://doi.org/10.20882/adicciones.303>.
 19. Montilla; Arcila; Aristizábal; Montoya; Puerta; Oliveros; Cadena. 2008. PROCESO DE BENEFICIO HÚMEDO TRADICIONAL. 59(2):120-142.
 20. OIC. (2016). La producción de café se mantendrá estable a pesar de la divergencia entre el Arábica y el Robusta. s.l., s.e.
 21. Oliveros, CE; López, L; Buitrago, CM; Moreno, EL. 2010. Determinación del Contenido de Humedad del Café Durante el Secado en Silos. Cenicafé 61(2):108-118.
 22. Ortiz, Á. (2007). Manejo de Solidos y Fluidos Café. s.l., s.e.
 23. Ponce Vaca, L; Orellana Suarez, K; Acuña Velázquez, R. 2016. Diagnóstico y propuesta de un sistema de innovación tecnológica

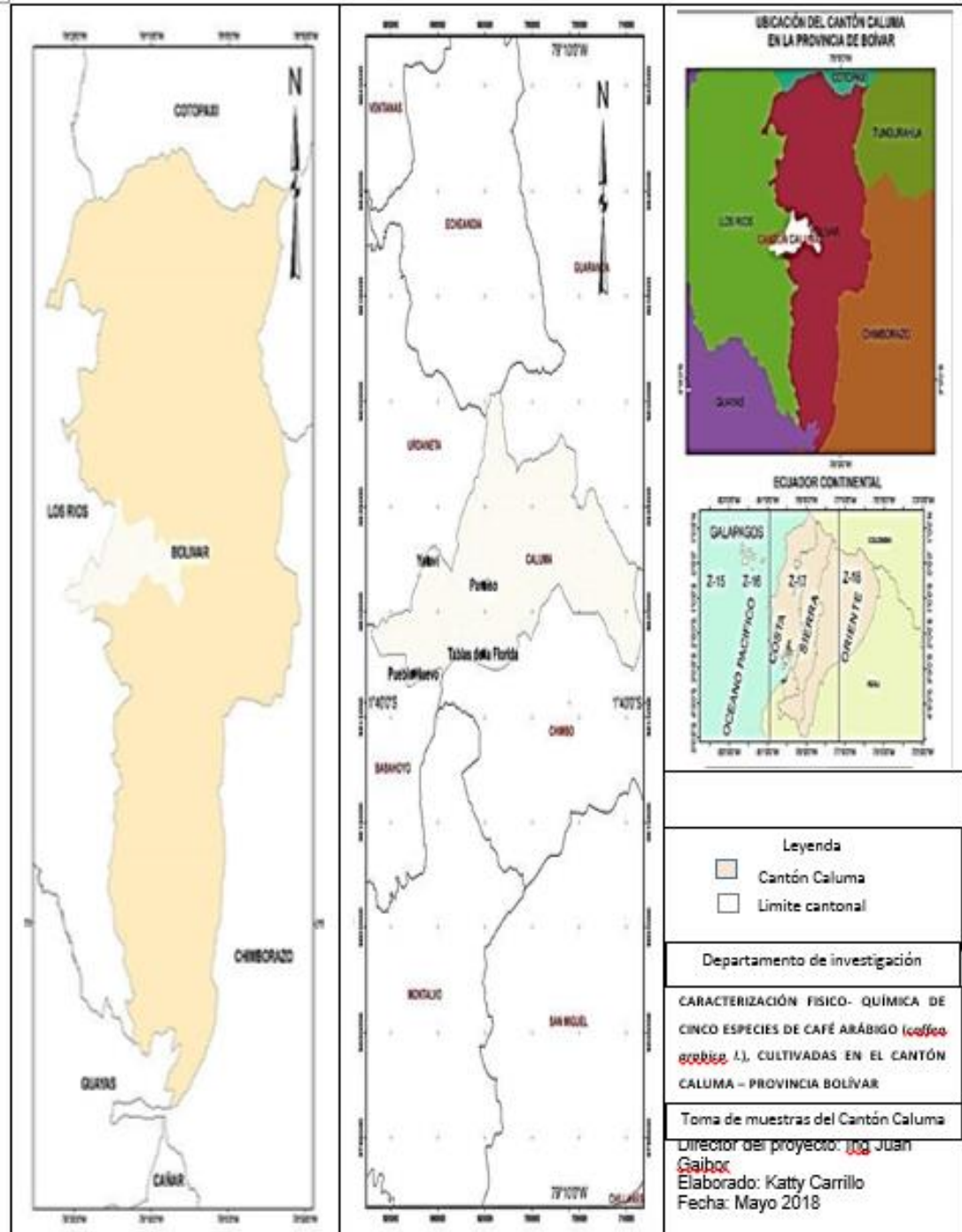
- cafetalera en Ecuador. Revista Cuabana de Ciencias Forestales 4(2):1-9.
24. PROECUADOR. (2013). Análisis sectorial de café (en línea). s.l., s.e. Disponible en http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/05/PROEC_AS2013_CAFE.pdf.
25. Puerta, G. 1999. Influencia del proceso de beneficio en la calidad del café. Cenicafé 50(1):78-88.
26. Puerta, G. 2011. Composición química de una taza de café (en línea). s.l., s.e. p. 1-12. Disponible en http://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/avances_tecnicos/publicaciones_avt0414composicion_quimica_de_una_taza_de_cafe.
27. Quilliguango, RM. 2013. INFLUENCIA DE CUATRO MÉTODOS DE BENEFICIO SOBRE LA CALIDAD FÍSICA Y ORGANOLÉPTICA DEL CAFÉ ARÁBIGO (*Coffea arabica* L .) EN DOS PISOS ALTITUDINALES DEL NOROCCO. s.l., UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR. 23,24 p.
28. Rojas, G. 2005. Caracterización del aroma del café molido de Puerto Rico mediante la técnica de microextracción en fase sólida (SMPE) y cromatografía de gas acoplada a espectrometría de masas (GC/MS). s.l., s.e. 15-16-17 p.
29. Sigma, A. 2018. GC Analysis of Volatiles in Roasted Coffee Beans on Omegawax® after SPME using a 50/30 µm DVB/Carboxen/PDMS Fiber (en línea, sitio web). Consultado 28 jun. 2018. Disponible en <https://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/articles/analytical-applications/gc/gc-analysis-of-volatiles-in-roasted-coffee-beans-g003784.html>.
30. Souza, FDF; Santos, JCF; Costa, JNM; Santos, MM Dos. 2004. Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia (en línea). Embrapa Rondônia. Documentos, 93 :21. Disponible en <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54346/1/Doc93->

cafe.pdf.

31. Vazquez, A. 2011. El cafe nuevas aplicaciones en 15 recetas de sal y dulce. Cuenca, universidad de cuenca. 23 p.
32. Vega.; Reyes.; Leon.; Bonilla.; Franco. 2014. Cuantificación de cafeína en cafés comerciales de panamá 1. 30(2):57-64.
33. Zapata, O; Espinoza, K; Melena, N; Moncayo, J. 2015. AGRO-MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION NINE VARIETIES. (2).

ANEXOS

Anexo 0N 1: Mapa de la ubicación de la investigación en el Cantón Caluma



Anexo 0N 2: Resultados de análisis físicos químicos

2.1 Porcentaje de Humedad y Cenizas de café despulpado






PROVINCIA BOLÍVAR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS
CANTON GUARANDA EL LAGUACOTO 2



TELF: 2206010 EXT 1183

Descripción de la muestra				
Tipo	Café Arábigo			
Nombre	Café Despulpado			
Lugar	Cantón Guaranda			
Fecha recepción de muestra	14/06/2017			
Fecha de ejecución de ensayos	15-16 /06/2017			
RESULTADOS OBTENIDOS				
Muestra	Ensayo	Método	Unidad	Resultado
Sarchimor T-5296	Humedad	NTE INEN 286-1978	%	56,4470
	Cenizas	NTE INEN 2679: 2013	%	1,5673
Catimor T- 8667	Humedad	NTE INEN 286-1978	%	59,2487
	Cenizas	NTE INEN 2679: 2013	%	1,7109
Catucaí Amarillo	Humedad	NTE INEN 286-1978	%	59,9713
	Cenizas	NTE INEN 2679: 2013	%	1,7902
Caturra	Humedad	NTE INEN 286-1978	%	57,6297
	Cenizas	NTE INEN 2679: 2013	%	1,6782
Bourbon Rojo	Humedad	NTE INEN 286-1978	%	58,0487
	Cenizas	NTE INEN 2679: 2013	%	1,7900
Condiciones ambientales: T°: 21 HR: 40				
 Ing. Marcelo Vilcacundo Director del Departamento				
 Ing. Epika Cortés Técnico de Laboratorio				
 Ing. Isabel Paredes Técnico Docente				

2.2 Porcentaje de Humedad y Cenizas de café lavado



PROVINCIA BOLÍVAR



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

CANTÓN GUARANDA

EL LAGUACOTO 2



TELF: 2206010 EXT 1183

Descripción de la muestra				
Tipo	Café Arábigo			
Nombre	Café Lavado			
Lugar	Cantón Guaranda			
Fecha recepción de muestra	14/06/2017			
Fecha de ejecución de ensayos	20,21,22/06/2017			
RESULTADOS OBTENIDOS				
Muestra	Ensayo	Método	Unidad	Resultado
Sarchimor I-5296	Humedad	NTE INEN 286-1978	%	54,0927
	Cenizas	NTE INEN 2679: 2013	%	1,7818
Caturra T. 8667	Humedad	NTE INEN 286-1978	%	53,6567
	Cenizas	NTE INEN 2679: 2013	%	1,7476
Catucaí Amarillo	Humedad	NTE INEN 286-1978	%	55,1593
	Cenizas	NTE INEN 2679: 2013	%	1,8903
Caturra	Humedad	NTE INEN 286-1978	%	53,0713
	Cenizas	NTE INEN 2679: 2013	%	1,8260
Bourbon Rojo	Humedad	NTE INEN 286-1978	%	54,7943
	Cenizas	NTE INEN 2679: 2013	%	1,8271
Condiciones ambientales: T°: 21 HR: 40				
 Ing. Marcelo Vilcacundo Director del Departamento				
 Big. Isabel Paredes Técnico Docente				
 Ing. Diana Cortés Técnico de Laboratorio				

2.3 Humedad y Cenizas de Café Tostado y Molido



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS
CANTON GUARANDA EL LAGUACÓTO 2



TELF: 2206010 EXT 1183

Descripción de la muestra				
Tipo	Café			
Nombre	Café Tostado y Molido			
Lugar	Cantón Guaranda			
Fecha recepción de muestra	14/06/2017			
Fecha de ejecución de ensayos	24,25,26/07/2017			
RESULTADOS OBTENIDOS				
Muestra	Ensayo	Método	Unidad	Resultado
Sarchimor T-5296	Humedad	NTE INEN 286-1978	%	4,0700
	Cenizas	NTE INEN 2679-2013	%	5,0377
Catimor T.8667	Humedad	NTE INEN 286-1978	%	3,2973
	Cenizas	NTE INEN 2679-2013	%	4,9785
Catucaí Amarillo	Humedad	NTE INEN 286-1978	%	2,4113
	Cenizas	NTE INEN 2679- 2013	%	5,1709
Caturra	Humedad	NTE INEN 286-1978	%	2,3613
	Cenizas	NTE INEN 2679- 2013	%	5,1224
Bourbon Rojo	Humedad	NTE INEN 286-1978	%	2,9/33
	Cenizas	NTE INEN 2679- 2013	%	4,9150
Condiciones ambientales: T°: 21 HR: 40				
 Ing. Marcelo Vilacundo Director del Departamento		 Ing. Erika Cortés Técnico de Laboratorio		
		 Ing. Isabel Paredes Técnico Docente		

2.4 Densidad de los Granos de café



PROVINCIA BOLIVAR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

CANTON GUARANDA

EL LAGUACOTO 2



TELF: 2206010 EXT 1183

Descripción de la muestra				
Tipo	Café			
Nombre	Café Tostado y Molido			
Lugar	Cantón Guaranda			
Fecha recepción de muestra	14/06/2017			
Fecha de ejecución de ensayos	28/07/2017			
RESULTADOS OBTENIDOS				
Muestra	Ensayo	Método	Unidad	Resultado
Sarchimor T-5296	Densidad	Volumétrico	g/L	725
Catimor T- 8667	Densidad	Volumétrico	g/L	775
Catucai Amarillo	Densidad	Volumétrico	g/L	655
Caturra	Densidad	Volumétrico	g/L	745
Bourbon Rojo	Densidad	Volumétrico	g/L	675
Condiciones ambientales: T°: 21 HR: 40				
 Ing. Marcelo Vilcasundo Director del Departamento		 Big. Isabel Paredes Técnico Docente		
		 Ing. Erika Cortés Técnico de Laboratorio		

2.5 Defectos de los Granos de Café



PROVINCIA BOLÍVAR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

CANTÓN GUARANDA

EL LAGUNAGOTO 2



TÉLF: 2206010 EXT 1188

Descripción de la muestra				
Tipo	Café			
Nombre	Café Tostado y Molido			
Lugar	Cantón Guaranda			
Fecha recepción de muestra	14/06/2017			
Fecha de ejecución de ensayos	31/07/2017			
RESULTADOS OBTENIDOS				
Muestra	Ensayo	Método	Unidad	Resultado
Sarchimor T-5296	Defecto de granos	NTE INEN 285-2006	%	39
Catimor T- 8667	Defecto de granos	NTE INEN 285-2006	%	8,1
Catucai Amarillo	Defecto de granos	NTE INEN 285-2006	%	17
Caturra	Defecto de granos	NTE INEN 285-2006	%	17
Bourbon Rojo	Defecto de granos	NTE INEN 285-2006	%	12
Condiciones ambientales: T°: 21 HR: 40				
 Ing. Marcelo Vilcacundo Director del Departamento		 Big. Isabel Paredes Técnico Docente		
 Ing. Erika Cortés Técnico de Laboratorio				

2.6 Contenido de Cafeína



PROVINCIA BOLÍVAR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL
CANTÓN GUARANDA
EL LAGUACOTO 3
EL LAGUACOTO 3



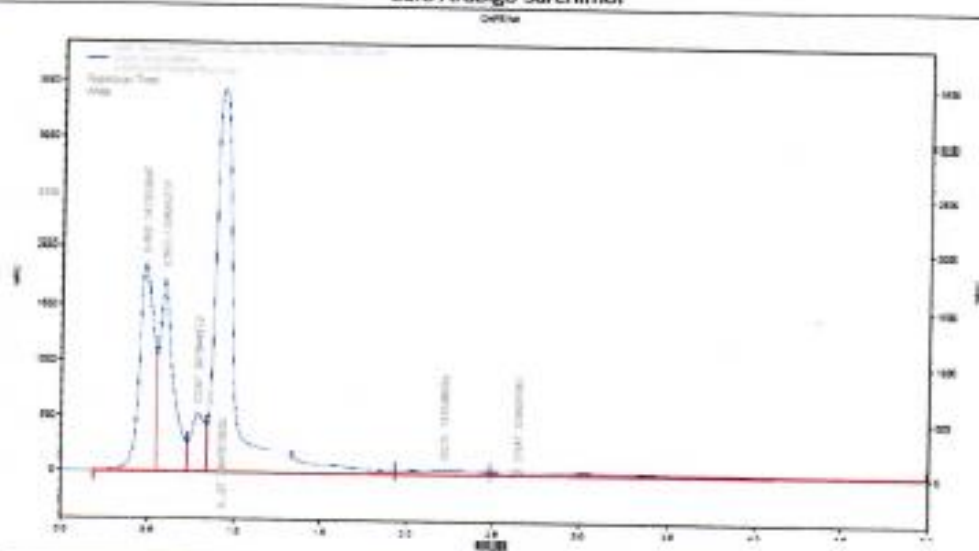
TEL: 011 3303144 EXT: 3333

Descripción de la muestra

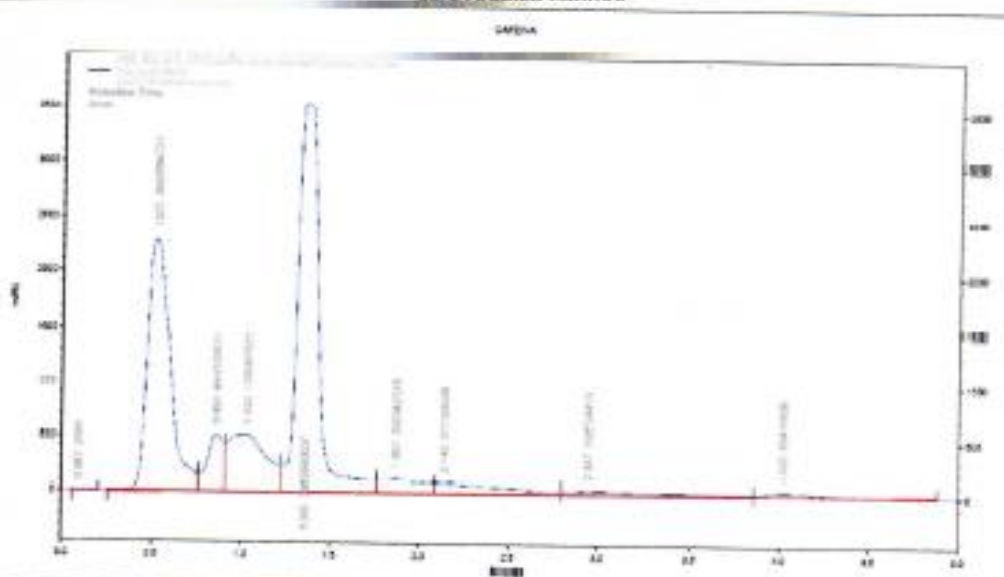
Tipo	Café Arábigo
Nombre	Café Tostado y Molido
Lugar	Cantón Guaranda
Fecha recepción de muestra	14/06/2017
Fecha de ejecución de ensayos	22/03/2018

RESULTADOS OBTENIDOS

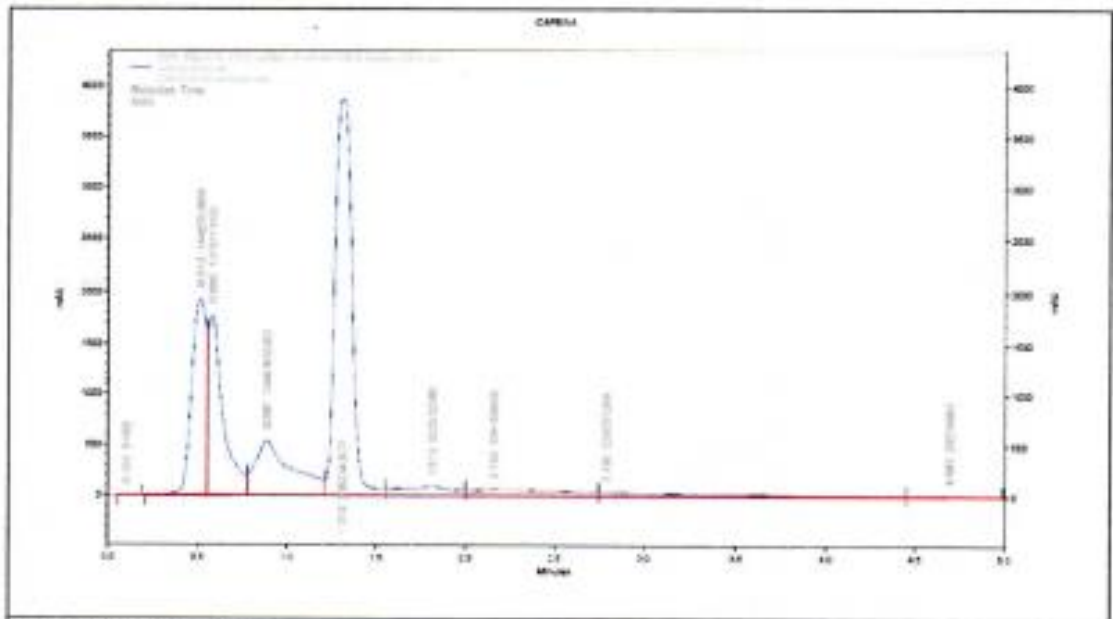
Café Arábigo Sarchimor



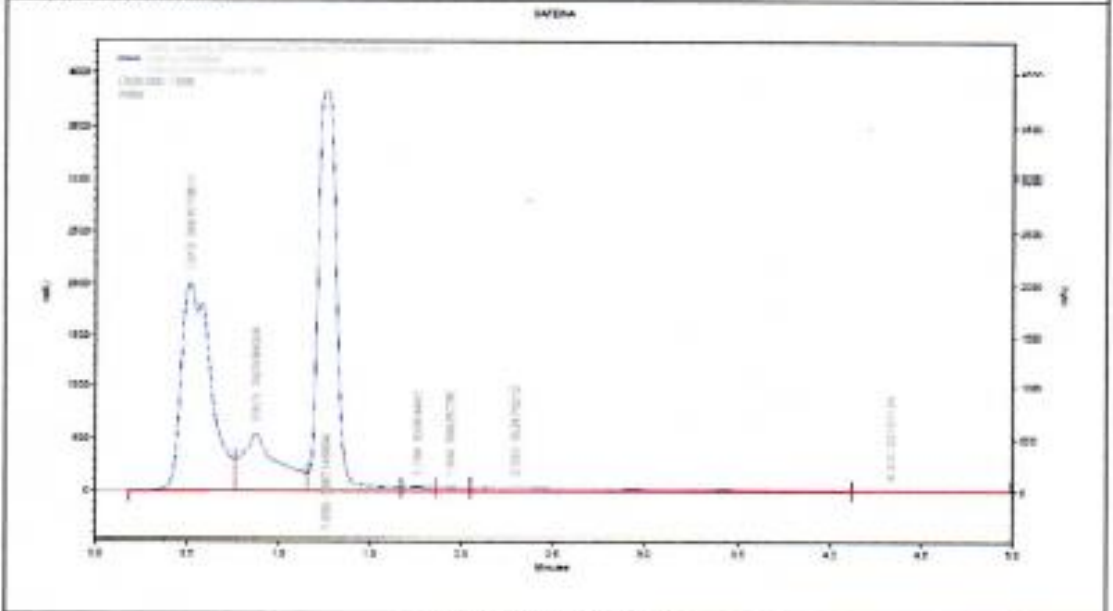
Café Arábica Catimor



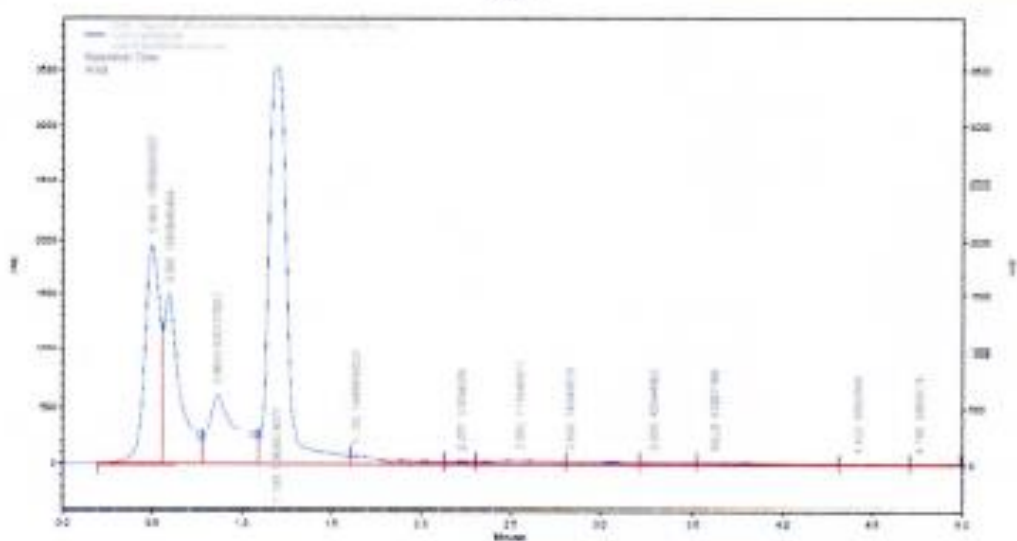
Café Arábica Catuai



Café Arábica Catuira



Café Arábica Bourbon



Muestras	Área	Área (%)	Tiempo Retención (min)
Sarchimor T-5296	3640799524	48,030	1,076
Catimor T- 8667	3911307715	43,373	1,344
Catucai Amarillo	3290436300	42,090	1,298
Caturra	3493892822	44,193	1,247
Bourbon Rojo	3429092328	45,440	1,193

Condiciones ambientales:
 T°: 21
 HR: 40


 Ing. Marcelo Vilcundo
 Director del Departamento


 Blg. Isabel Paredes
 Técnico Docente


 Ing. María Fernanda Quinteros
 Técnico de Laboratorio

2.7 Solución Patrón de Cafeína



PROVINCIA BOLÍVAR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
 DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
 LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL
 CANTÓN GUARANDA
 EL LAGUACITO 2



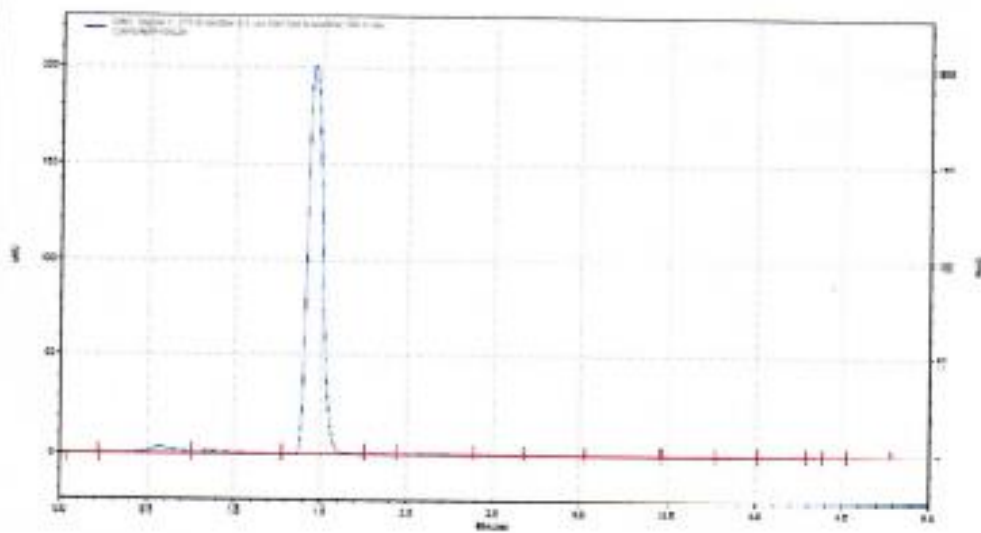
TELF: 2306030 EXT 1183

Descripción de la muestra

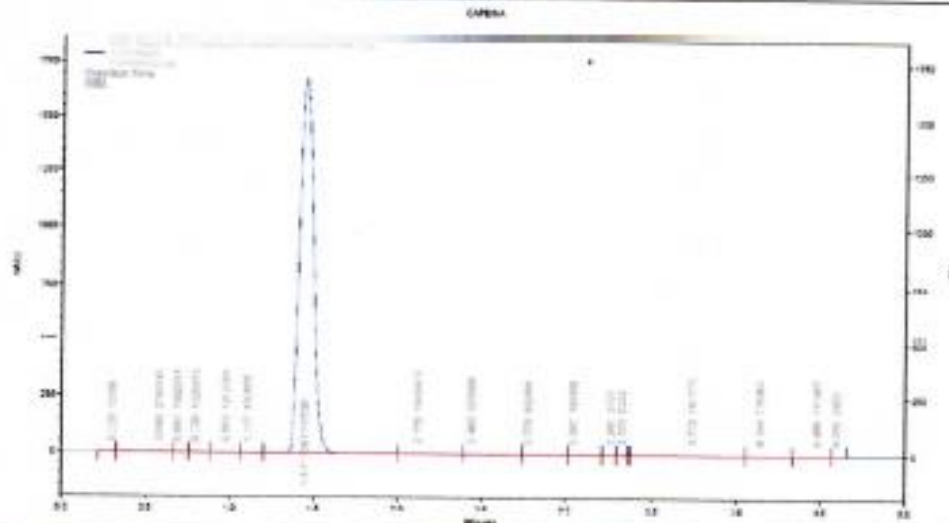
Tipo	Café
Nombre	cafeína Anhidra
Lugar	Cantón Guaranda
Fecha recepción de muestra	14/04/2018
Fecha de ejecución de ensayos	22/03/2018

RESULTADOS OBTENIDOS.

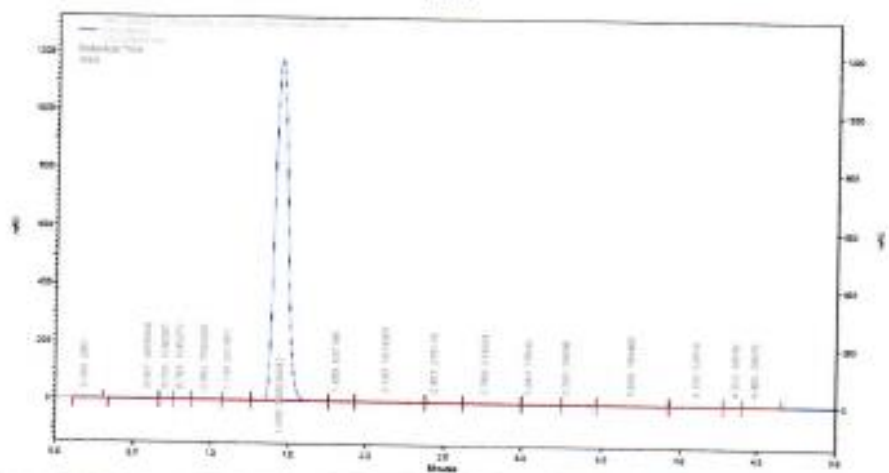
Solución Patrón Cafeína 100 ppm



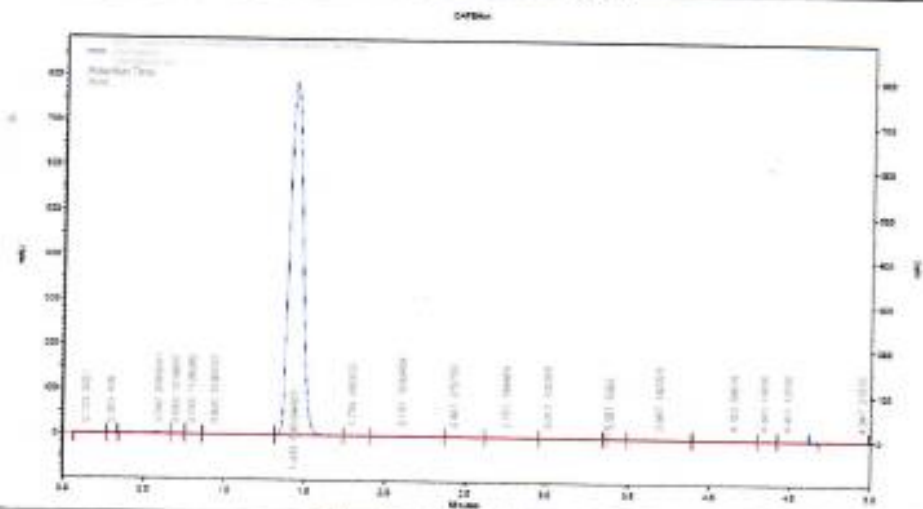
Solución Patrón Cafeína 32 ppm



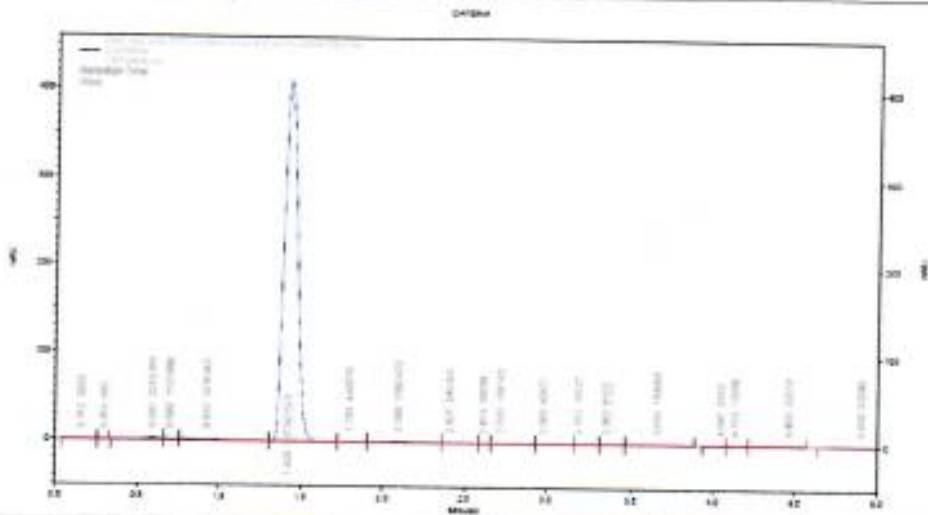
Solución Patrón Cafeína 24 ppm



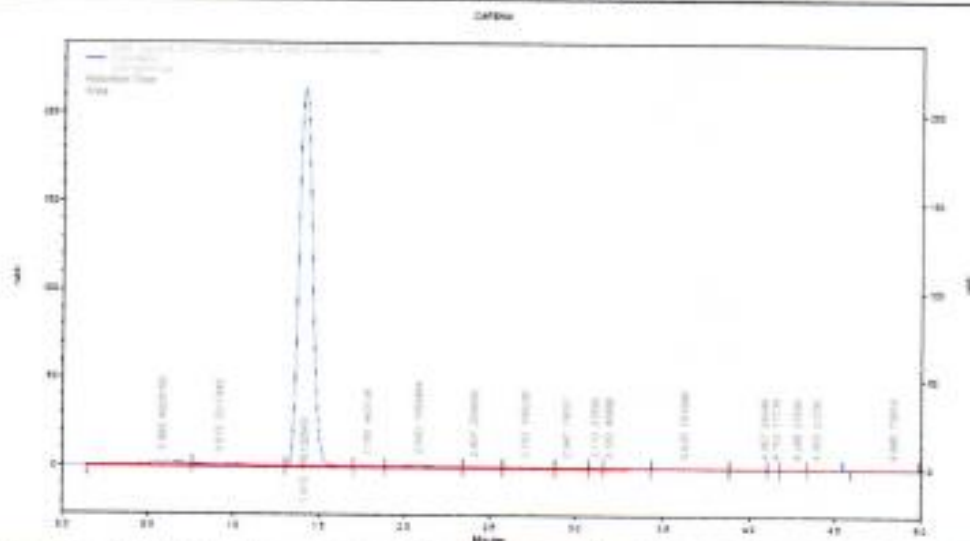
Solución Patrón Cafeína 16 ppm



Solución Patrón Cafeína 8 ppm



Solución Patrón Cafeína 4 ppm



Soluciones Patrón Cafeína	Área	Área (%)	Tiempo Retención (min)
100 ppm	3545675138	99,64	1,453
32ppm	1281107080	99,30	1,447
24ppm	902539437	98,87	1,440
16ppm	598194825	98,32	1,433
8ppm	307397673	96,72	1,420
4ppm	159132648	93,78	1,413

Condiciones ambientales:

T*: 21

HR: 40


 Ing. Marcelo Vilcacundo
 Director del Departamento


 Blg. Isabel Paredes
 Técnico Docente


 Ing. María Fernanda Quinteros
 Técnico de Laboratorio

2.8 Compuestos volátiles especie Sarchimor T-5296

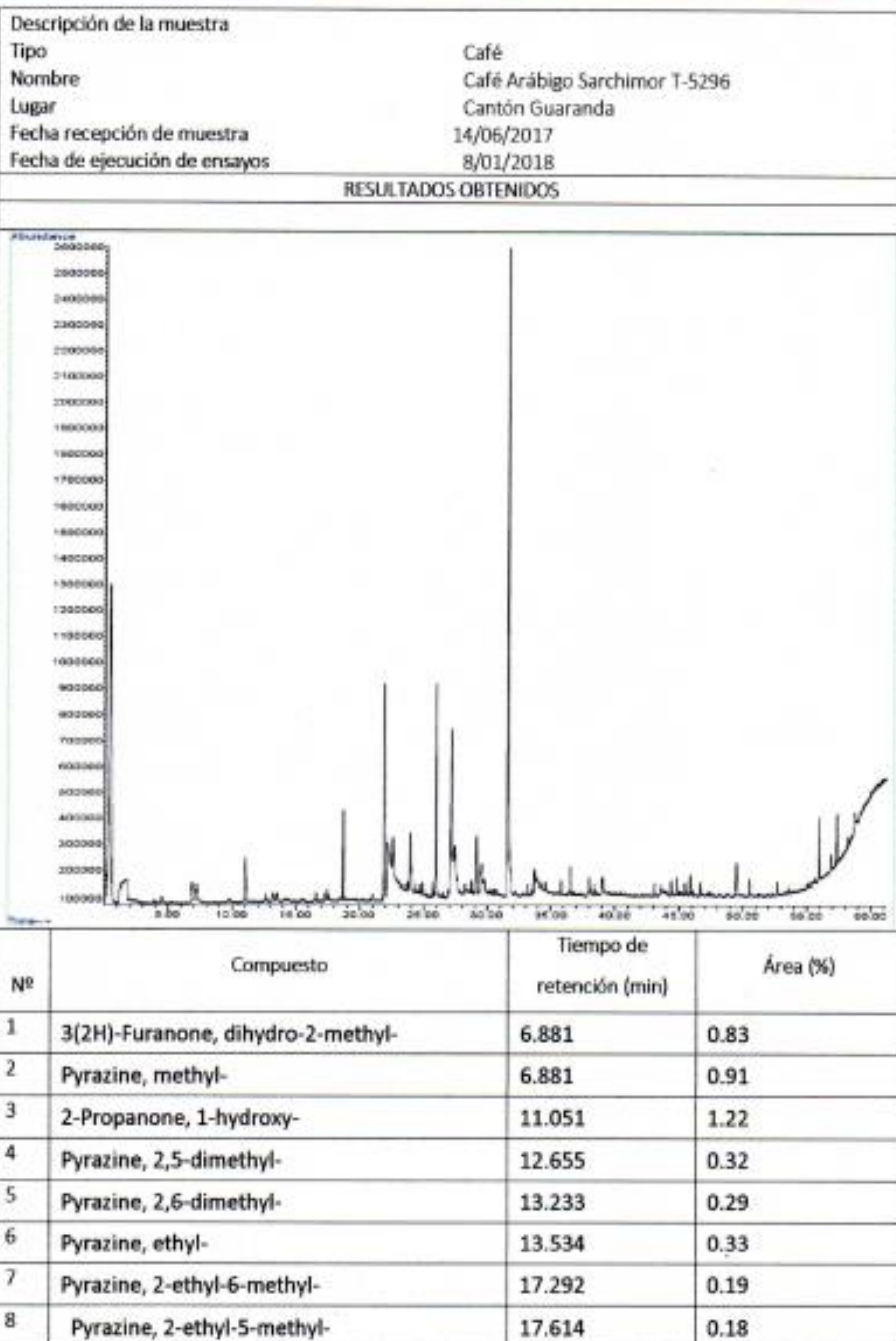


PROVINCIA BOLÍVAR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL
CANTÓN GUARANDA
EL LAGUACOTO 2



TELF: 2206030 EXT 1183



9	Furfural	21.952	4.26
10	Acetic acid	22.190	4.50
11	2 acetyl furan	23.962	1.90
12	furfuryl acetate	26.006	4.03
13	5-Methylfurfural	27.209	4.90
14	2-Furanmethanol, propanoate	28.799	0.37
15	Butyrolactone	29.168	1.72
16	furfuryl alcohol	31.655	13.71
17	1H-Pyrrole, 3-methyl-	33.558	0.17
18	Acetamide	35.772	0.28
19	Oxime-, methoxy-phenyl-	36.497	0.51
19	2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	37.961	0.67
20	Ethanone, 1-(1H-pyrrol-2-yl)-	43.050	0.27
21	Phenol	44.365	0.29
22	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde	44.796	0.37
23	Furaneol	45.457	0.35
24	2,5 Dimethylfuran 3,4(2H,5H) dione	45.457	0.35
25	2(3H)-Furanone, 5-acetyldihydro-	45.857	0.44
26	2 Hydroxy gamma butyrolactone	49.484	0.79
27	1,5-Diphenyl-2H-1,2,4-triazoline-3-thione	50.507	0.37
28	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl	52.689	0.29
29	3-Pyridinol, 2-methyl-	53.614	0.11
30	3-Pyridinol	55.937	0.91
31	5-Hydroxymethylfurfural	57.321	0.61
32	15-Crown-5	57.612	0.06

Condiciones ambientales:

T°: 21

HR: 40


 Ing. Marcelo Vileasquez
 Director del Departamento


 Mg. Isabel Parodi
 Técnico Docente


 Ing. Ericka Curules
 Técnico de Laboratorio

2.9 Compuestos Volátiles Catimor T-8667



PROVINCIA BOLÍVAR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL
CANTÓN GUARANDA
EL LAGUACEDO 2

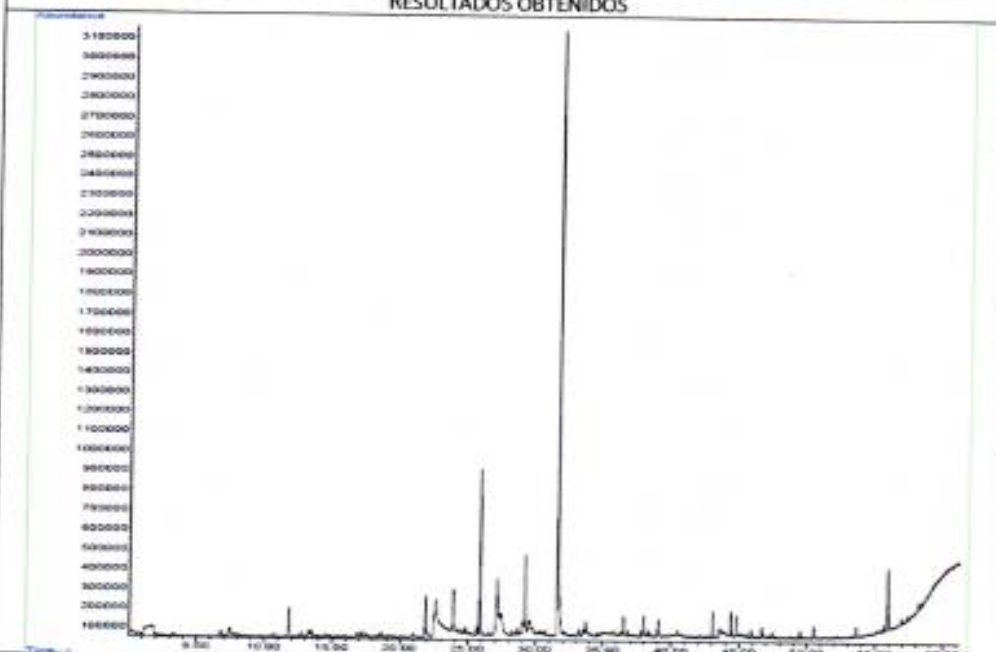


TEL: 2206010 EXT 1183

Descripción de la muestra

Tipo: Café
Nombre: Café Arábigo Catimor T- 8667
Lugar: Cantón Guaranda
Fecha recepción de muestra: 14/06/2017
Fecha de ejecución de ensayos: 9/01/2018

RESULTADOS OBTENIDOS



Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	Furan, 2-(methoxymethyl)-	3.880	0.53
2	3(2H)-Furanone, dihydro-2-methyl-	6.574	1.05
3	Pyrazine, methyl-	6.816	1.25
4	2-Propanone, 1-hydroxy-	11.818	1.41
5	Pyrazine, 2,5-dimethyl-	12.461	0.44
6	Pyrazine, 2,6-dimethyl-	13.047	0.51
7	Pyrazine, ethyl-	13.422	0.50
8	Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl-	17.226	0.11

9	Furfural	21.921	1.80
10	1,2-Ethanediol, diacetate	22.584	0.71
11	Ethanone, 1-(2-furanyl)-	23.937	1.12
12	Cyclohexan-1,4,5-triol-3-one-1-carboxylic acid	24.760	0.78
13	Furfuryl acetate	26.019	6.73
14	5-metilfurfural	27.199	5.82
15	2-Furanmethanol, propanoate	28.812	0.36
16	Butyrolactone	29.135	2.12
17	Furfuryl alcohol	31.659	21.49
18	Oxime-, methoxy-phenyl-	36.499	0.86
19	1H-Pyrrole, 1-(2-furanylmethyl)-	37.793	0.27
19	Phenol, 2-methoxy-	39.035	1.16
20	Ethanone, 1-(1H-pyrrol-2-yl)-	43.047	0.31
21	2-Methylaminomethyl-1,3-dioxolane	44.056	0.15
22	Phenol	44.367	0.46
23	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde	44.798	0.29
24	1,5-Diphenyl-2H-1,2,4-triazoline-3-thione	50.508	1.09
25	1,3-Dioxolane, 4-methyl-	53.133	0.04
26	Caffeine	55.259	0.27
27	3-Pyridinol	55.935	1.03
28	15-Crown-5	56.898	0.03

Condiciones ambientales:

T°: 21

HR: 40



Ing. Marcelo Vilcacundo
Director del Departamento

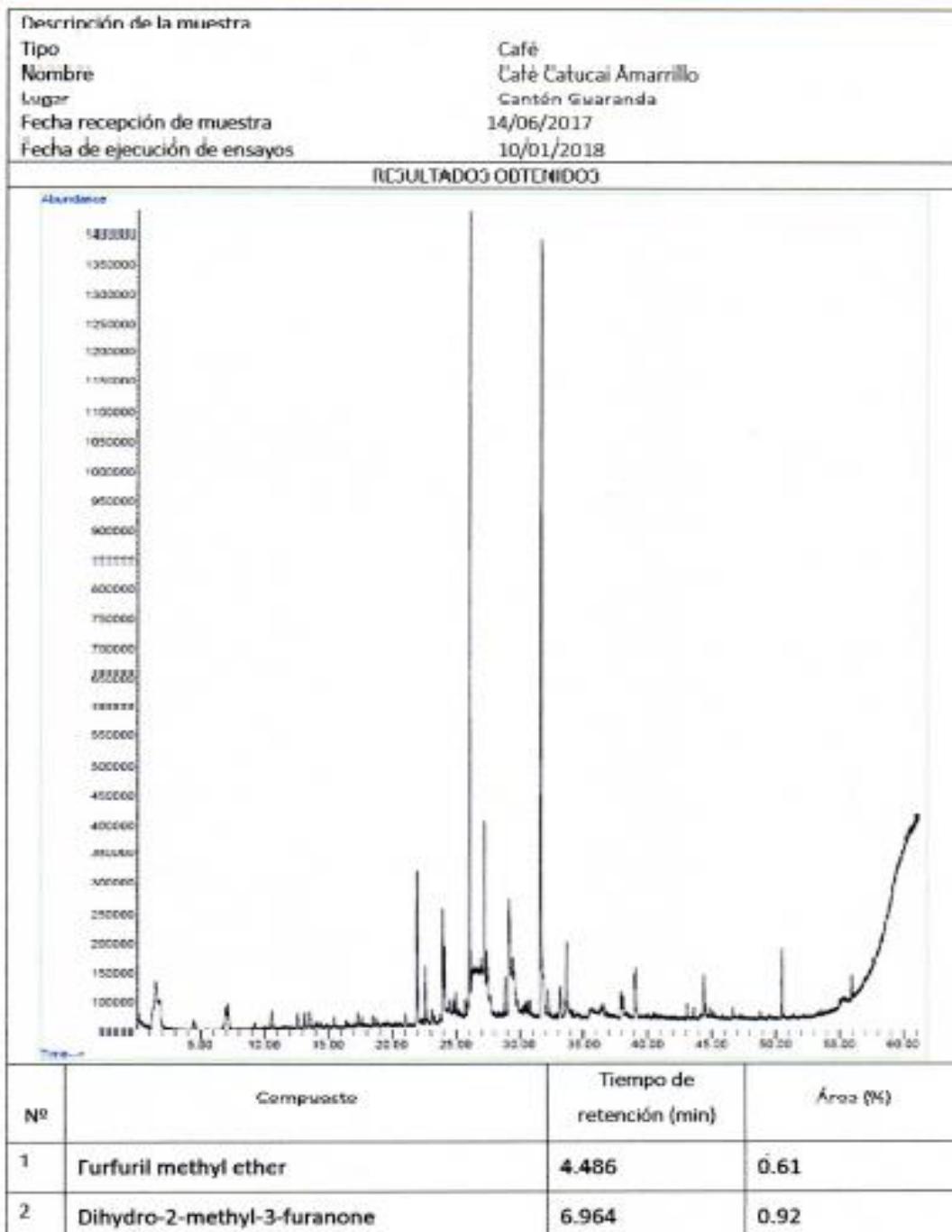



Bq. Isabel Paredes
Técnico Docente



Ing. Erika Cortés
Técnico de Laboratorio

2.10 Compuestos Volátiles Catucaí Amarillo



3	Pyrazine, methyl-	7.138	0.98
4	2-Propanone, 1-hydroxy-	10.563	0.50
5	Pyrazine, 2,5-dimethyl-	12.605	0.37
6	Pyrazine, 2,6-dimethyl-	13.186	0.41
7	Pyrazine, ethyl-	13.573	0.42
8	Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl-	17.324	0.29
9	Pyrazine, 2-ethyl-5-methyl-	17.640	0.20
10	Furfural	21.969	2.75
11	1,2-Ethandiol, diacetate	22.611	1.09
12	Furan, 2-[(methylthio)methyl]-	23.122	0.30
13	2 Acetylfuran	23.977	1.86
14	Furfuryl formate	24.089	1.55
15	Cyclohexan-1,4,5-triol-3-one-1-carboxylic acid	24.342	0.30
16	Furfuryl acetate	26.057	12.44
17	2-Furfuryl-5-methylfuran	27.228	4.72
18	2 Furanmethanol, propanoate	28.846	0.60
19	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde, 1-methyl-	29.167	4.14
19	2 Acetil-1-1methylpyrrole	30.798	0.31
20	Furfuryl alcohol	31.647	14.91
21	2-Furfuryl-5-methylfuran	32.231	0.62
22	2-Methylaminomethyl-1,3-dioxolane	35.783	0.25
23	Oxime-, methoxy-phenyl_	36.492	0.32
24	1H-Pyrrole, 1-(2-furanylmethyl)-	37.883	0.42
25	Phenol, 2-methoxy-	39.059	1.06
26	Ethanone, 1-(1H-pyrrol-2-yl)-	43.052	0.24
27	Phenol	44.365	0.97
28	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde	44.796	0.28

29	1,5-Diphenyl-2H-1,2,4-triazoline-3-thione	50.497	1.25
30	Caffeine	55.266	1.03
31	3 Pyridinol	55.936	0.33
32	15-Crown-	57.330	0.08

Condiciones ambientales:

T°: 22

HR: 40


 Ing. Marcela Villacampa
 Director del Departamento


 Ing. Isabel Paredes
 Técnico Docente


 Ing. Erika Cortés
 Técnico de Laboratorio

2.11 Compuestos Volátiles Caturra



UNIVERSIDAD BOLÍVAR

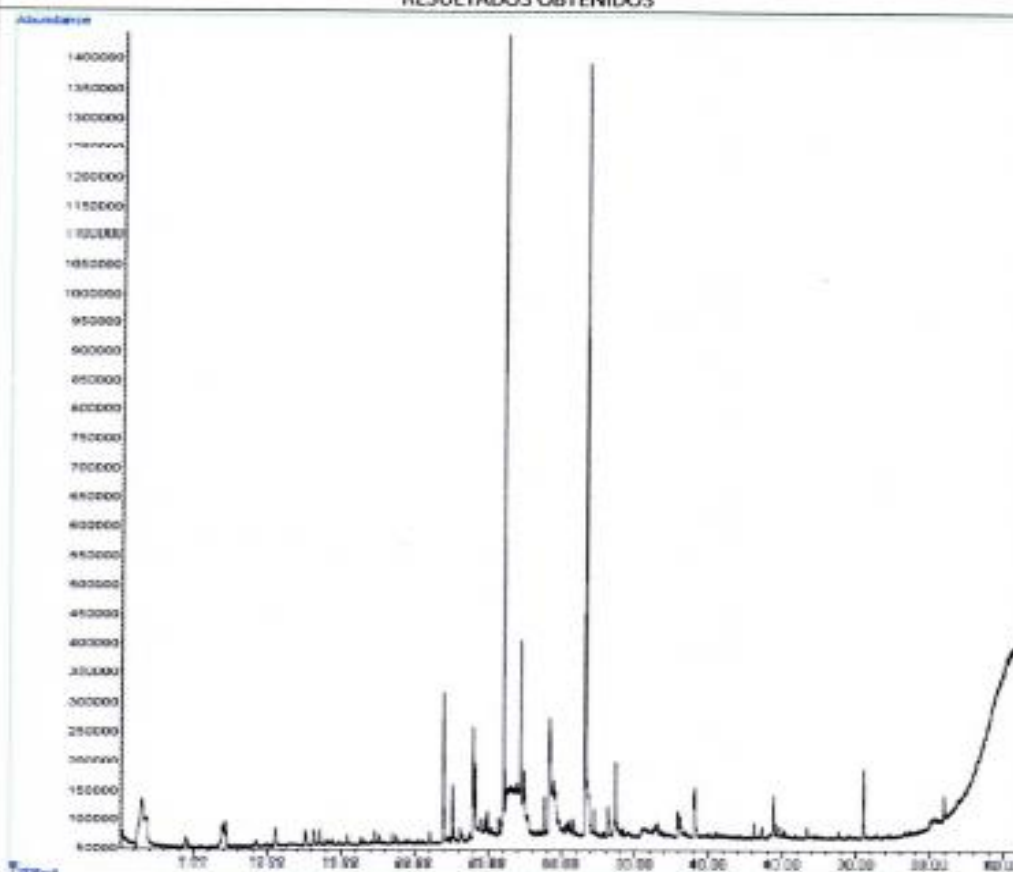
UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL
CANTÓN GUARANDA
SUCRE



TEL: 009010 DHT 1303

Descripción de la muestra	
Tipo	Café
Nombre	Café Caturra
Lugar	Cantón Guaranda
Fecha recepción de muestra	14/06/2017
Fecha de ejecución de ensayos	11/01/2018

RESULTADOS OBTENIDOS



Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	1,3-Dioxolane, 4-methyl-	1,696	2,27
2	Furan, 2 (methoxymethyl)	3,020	0,25
3	Pyrazine, methyl-	7,169	1,30

4	3(2H)-Furanone, dihydro-2-methyl-	7,281	0,33
5	Ethanol, 2-(vinyloxy)-	9,796	0,27
6	2-Propanone, 1-hydroxy-	11,031	0,68
7	Pyrazine, 2,5-dimethyl-	12,626	0,47
8	Pyrazine, 2,6-dimethyl-	13,209	0,51
9	Pyrazine, ethyl-	13,502	0,42
10	Pyrazine, 2,3-dimethyl-	14,452	0,23
11	Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl-	17,270	0,31
12	Pyrazine, 2-ethyl-5-methyl-	17,587	0,25
13	Pyrazine, 3-ethyl-2,5-dimethyl-	20,973	0,21
14	Furfural	21,937	1,76
15	1,2-Ethandiol, diacetate	22,638	1,24
16	Furan, 2-[(methylthio)methyl]-	22,977	0,29
17	Ethanone, 1-(2-furanyl)-	23,954	3,26
18	Benzaldehyde	24,405	0,80
19	Pyrrrole	24,752	0,89
20	Cyclohexan-1,4,5-triol-3-one-1-carboxylic acid	25,235	0,68
21	2-Furanmethanol, acetate	25,993	8,91
22	2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl-	27,199	2,98
23	2-Furanmethanol, propanoate	28,785	0,66
24	2(3h)-Furanone dihydro	29,172	5,39
25	Benzeneethanamine, N- [[pentafluorophenyl)methylene]-.beta.,4- bis[(trimethylsilyl)oxy]-	29,480	0,90
26	2-Acetil-1-methylpyrrrole	30,771	0,56
27	Furfuryl alcohol	31,653	23,44
28	2-Furfuryl-5-methylfuran	32,162	0,93
29	2-Methylaminomethyl-1,3-dioxolane	33,201	0,79
30	Oxime-, methoxy-phenyl-	36,495	0,74
31	1H-Pyrrrole, 1-(2-furanyl)methyl-	37,840	0,34

32	2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl-	37,967	1,01
33	Phenol, 2-methoxy-	39,048	1,53
34	2-Cyclopenten-1-one, 3-ethyl-2-hydroxy-	40,424	0,35
35	Ethanone, 1-(1H-pyrrol-2-yl)-	43,046	1,25
36	Phenol	44,359	2,22
37	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde	44,789	0,70
38	Phenol, 4-ethyl-2-methoxy-	45,086	0,46
39	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde, 1-methyl-	47,430	0,23
40	2(1H)-Pyridinone, 3-methyl-	53,610	0,25
41	Caffeine	55,256	6,81
42	3-Pyridinol	55,934	0,90
43	15-Crown-5	56,386	0,02

Condiciones ambientales:

T°: 21

HR: 40


 Ing. Marcelo Vilcacundo
 Director del Departamento


 Bg. Isabel Paredes
 Técnico Docente


 Ing. Erika Cortés
 Técnico de Laboratorio

2.12 Compuestos volátiles Bourbon Rojo



PROVINCIA BOLÍVAR

UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL
CANTÓN GUARANDA EL LAGUACOTO 2

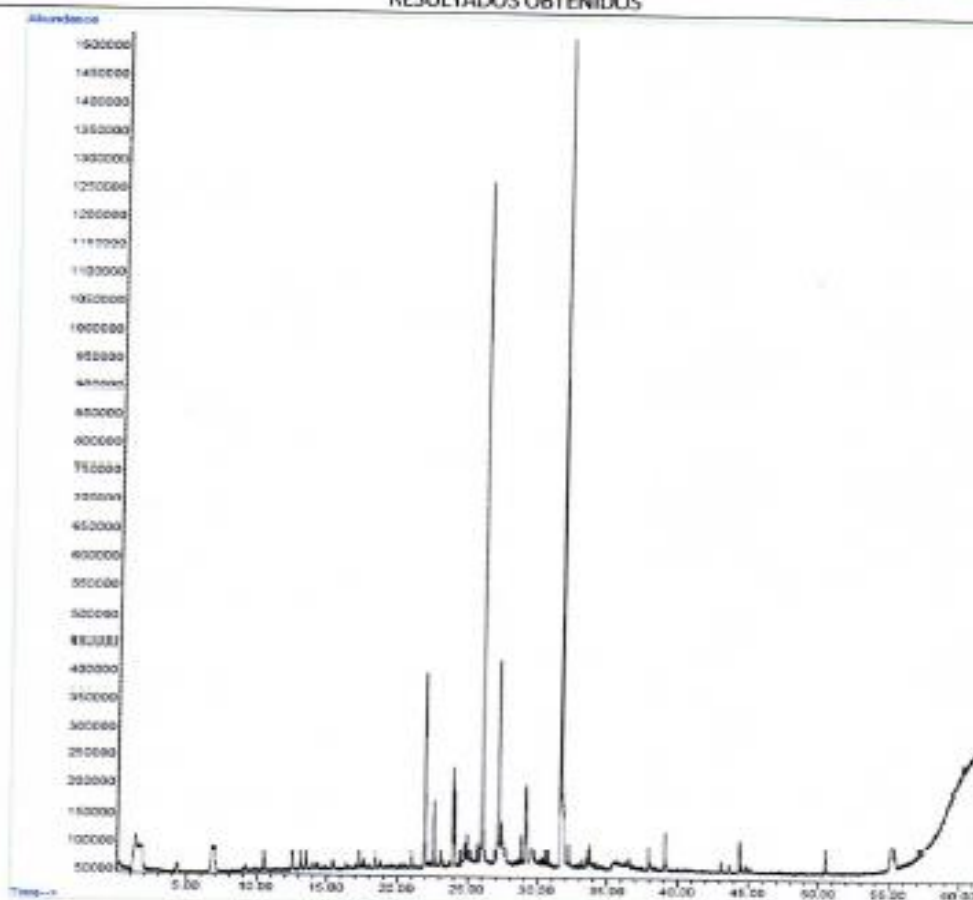


TEL: 7206610 EXT 1183

Descripción de la muestra

Tipo: Café
Número: Café Bourbon Rojo
Lugar: Cantón Guaranda
Fecha recepción de muestra: 14/06/2017
Fecha de ejecución de ensayos: 12/01/2018

RESULTADOS OBTENIDOS



Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	1,3-Dioxolane, 4-methyl-	1.694	2.31
2	Furan, 2 (methoxymethyl)-	4.541	0.54
3	3(2H)-Furanone, dihydro-2-methyl-	6.838	1.45

4	Pyrazine, methyl-	7.015	1.20
5	Ethanol, 2-(vinyloxy)-	9.267	0.43
6	2-Propanone, 1-hydroxy-	10.519	0.63
7	Pyrazine, 2,5-dimethyl-	12.550	0.57
8	Pyrazine, 2,6-dimethyl-	13.135	0.65
9	Pyrazine, ethyl-	13.529	0.58
10	2-Cyclopenten-1-one, 2-methyl-	15.438	0.38
11	Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl-	17.298	0.48
12	Pyrazine, 2-ethyl-5-methyl-	17.613	0.30
13	Pyrazine, 3-ethyl-2,5-dimethyl-	21.013	0.48
14	Furfural	21.958	4.73
15	1,2-Ethanediol, diacetate	22.602	1.71
16	Furan, 2-[(methylthio)methyl]-	23.101	0.45
17	Ethanone, 1-(2-furanyl)-	23.967	2.22
18	Furfuril formate	24.079	1.72
19	Benzaldehyde	24.464	0.31
20	Pyrrole	24.790	0.99
21	5-Furfuryl hydantoin	24.961	1.18
22	Cyclohexan-1,4,5-triol-3-one-1-carboxylic acid	25.227	0.56
23	Dimethylamine	25.743	0.27
24	Furfuril acetate	26.048	15.55
25	5-Metilfurfural	27.220	5.42
26	1-Propanone, 1-(2-furanyl)-	27.408	1.97
27	2-Furanmethanol, propanoate	28.839	0.64
28	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde, 1-methyl	29.151	2.71
29	Butyrolactone	29.153	3.14

30	Benzeneethanamine, N-[(pentafluoro phenyl)methylene]-.beta.,4-bis[(trimethylsilyl)oxy]	29.483	0.41
31	2-Acetil-1-methylpyrrole	30.794	0.37
32	Furfuryl alcohol	31.646	21.73
33	2-Furfuryl-5-methylfuran	32.222	0.77
34	4(H)-Pyridine, N-acetyl-	33.566	0.37
35	2-Methylaminomethyl-1,3-dioxolane	33.961	0.23
36	Oxime-, methoxy-phenyl-	36.528	0.63
37	1H-Pyrrole, 1-(2-furanylmethyl)-	37.878	0.90
38	Phenol, 2-methoxy-	39.055	1.21
39	2 acetylpyrrole	43.047	0.30
40	Phenol	44.361	0.90
41	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde	44.786	0.27
42	Caffeine	55.262	2.56
43	15-Crown-5	56.208	0.09


Condiciones ambientales:

T°: 21

HR: 40


 Ing. Marcelo Vilcacundo
 Director del Departamento


 Big. Isabel Paredes
 Técnico Docente


 Ing. Erika Cortés
 Técnico de Laboratorio

Anexo 0N 3: Base de datos

3.1 Determinación de humedad del café natural despulpado

Especies	Muestra	Crisol. V	Crisol + muestra	Peso del crisol + MS 6H	Peso del crisol + MS 4H	P1	P2	P	%H	Promedio
Sarchimor T-5296	T1R1	64,1915	69,0680	66,2638	66,2518	2,8042	2,8162	2,8102	56,2040	56,4470
	T1R2	65,6257	70,5055	67,7398	67,7342	2,7657	2,7713	2,7685	55,3700	
	T1R3	65,0585	70,1440	67,2803	67,2310	2,8637	2,9130	2,8884	57,7670	
Catimor T-8667	T2R1	66,7344	71,6756	68,9370	68,9304	2,7386	2,7452	2,7419	54,8380	59,2487
	T2R2	22,6301	27,5546	24,3444	24,3272	3,2102	3,2274	3,2188	64,3760	
	T2R3	65,0286	70,2279	67,3313	67,2713	2,8966	2,9566	2,9266	58,5320	
Catucai Amarillo	T3R1	69,8162	75,0564	72,2312	72,2276	2,8252	2,8288	2,8270	56,5400	59,9713
	T3R2	71,1323	76,1645	72,8168	72,8137	3,3477	3,3508	3,3493	66,9850	
	T3R3	73,4768	78,4768	75,6782	75,6365	2,7986	2,8403	2,8195	56,3890	
Caturra	T4R1	68,8791	74,0135	71,0093	70,9975	3,0042	3,0160	3,0101	60,2020	57,6297
	T4R2	65,0267	70,1666	67,3584	67,3510	2,8082	2,8156	2,8119	56,2380	
	T4R3	67,4733	72,5612	69,7667	69,7108	2,7945	2,8504	2,8225	56,4490	
Bourbon Rojo	T5R1	67,1701	72,5827	69,6255	69,6200	2,9572	2,9627	2,9600	59,1990	58,0487
	T5R2	71,3511	76,4740	73,5723	73,5720	2,9017	2,9020	2,9019	58,0370	
	T5R3	68,3725	73,5734	70,7494	70,7064	2,8240	2,8670	2,8455	56,9100	

3.2 Determinación de humedad de café natural lavado

Especies	Muestra	Crisol. V	Crisol + muestra	Peso del crisol + MS 6H	Peso del crisol + MS 4H	P1	P2	P	%H	Promedio
Sarchimor T-5296	T1R1	19,7881	24,8668	22,1328	22,0765	2,7340	2,7903	2,7622	55,2430	54,0927
	T1R2	24,3378	29,3038	26,7444	26,6948	2,5594	2,6090	2,5842	51,6840	
	T1R3	23,1802	28,3071	25,5642	25,5149	2,7429	2,7922	2,7676	55,3510	
Catimor T-8667	T2R1	23,2498	28,3051	25,6343	25,5875	2,6708	2,7176	2,6942	53,8840	53,6567
	T2R2	20,7740	25,8301	23,1593	23,1092	2,6708	2,7209	2,6959	53,9170	
	T2R3	21,3420	26,4132	23,7804	23,7291	2,6328	2,6841	2,6585	53,1690	
Catucai Amarillo	T3R1	65,3472	70,4248	67,7314	67,6925	2,6934	2,7323	2,7129	54,2570	55,1593
	T3R2	66,5732	71,7583	68,8706	68,8323	2,8877	2,9260	2,9069	58,1370	
	T3R3	67,3241	72,3835	69,7473	69,7113	2,6362	2,6722	2,6542	53,0840	
Caturra	T4R1	22,5682	27,4805	24,9172	24,8636	2,5633	2,6169	2,5901	51,8020	53,0713
	T4R2	20,7854	25,8291	23,1929	23,1359	2,6362	2,6932	2,6647	53,2940	
	T4R3	22,0208	27,1685	24,4916	24,4336	2,6769	2,7349	2,7059	54,1180	
Bourbon Rojo	T5R1	65,5861	70,6153	67,8646	67,8290	2,7507	2,7863	2,7685	55,3700	54,2943
	T5R2	24,7590	29,8619	27,1188	27,0774	2,7431	2,7845	2,7638	55,2760	
	T5R3	22,1761	27,197	24,6027	24,5676	2,5943	2,6294	2,6119	52,2370	

3.3 Determinación de humedad del café tostado y molido

Especies	Muestra	Crisol. V	Crisol + muestra	Peso del crisol + MS 6H	Peso del crisol + MS 4H	P1	P2	P	%H	Promedio
Sarchimor T-5296	T1R1	25,2722	30,2731	30,0969	30,0409	0,1762	0,2322	0,2042	4,0840	4,0700
	T1R2	24,0579	29,0589	28,8834	28,8274	0,1755	0,2315	0,2035	4,0700	
	T1R3	22,7207	27,7212	27,5464	27,4904	0,1748	0,2308	0,2028	4,0560	
Catimor T-8667	T2R1	21,0181	26,0161	25,8809	25,8249	0,1352	0,1912	0,1632	3,2640	3,2973
	T2R2	22,8033	27,8040	27,6657	27,6097	0,1383	0,1943	0,1663	3,3260	
	T2R3	25,4273	30,4279	30,2908	30,2348	0,1371	0,1931	0,1651	3,3020	
Catucai Amarillo	T3R1	26,639	31,6402	31,5518	31,4958	0,0884	0,1444	0,1164	2,3280	2,4113
	T3R2	23,4128	28,4150	28,3202	28,2642	0,0948	0,1508	0,1228	2,4560	
	T3R3	26,0229	31,0255	30,9310	30,875	0,0945	0,1505	0,1225	2,4500	
Caturra	T4R1	24,3471	29,3488	29,2605	29,2045	0,0883	0,1443	0,1163	2,3260	2,3613
	T4R2	25,8909	30,8930	30,8010	30,745	0,0920	0,148	0,12	2,4000	
	T4R3	23,8952	28,8967	28,8068	28,7508	0,0899	0,1459	0,1179	2,3580	
Bourbon Rojo	T5R1	22,1784	27,1792	27,0616	27,0056	0,1176	0,1736	0,1456	2,9120	2,9733
	T5R2	23,0698	28,0713	27,9493	27,8933	0,122	0,178	0,1500	3,0000	
	T5R3	23,5393	28,5404	28,4180	28,362	0,1224	0,1784	0,1504	3,0080	

3.4 Porcentaje de cenizas de café en estado natural despulpado

Especies	Muestra	Crisol. V	Crisol + muestra	Peso del crisol + MI	% ceniza seca	Promedio
Sarchimor T-5296	T1R1	12,6358	16,4950	12,6877	1,3448	1,5673
	T1R2	16,1942	20,4333	16,2669	1,7150	
	T1R3	12,9241	17,0715	12,9922	1,6420	
Catimor T-8667	T2R1	13,6701	17,8319	13,7407	1,6964	1,7109
	T2R2	14,4285	18,6628	14,5009	1,7098	
	T2R3	19,6768	23,7490	19,7471	1,7263	
Catucai Amarillo	T3R1	14,7644	18,7700	14,8351	1,7650	1,7902
	T3R2	15,1354	19,1165	15,2070	1,7985	
	T3R3	14,9603	18,9394	15,0322	1,8069	
Caturra	T4R1	13,6105	17,7639	13,6782	1,6300	1,6782
	T4R2	13,9854	17,9936	14,0543	1,7190	
	T4R3	14,3784	18,3829	14,4459	1,6856	
Bourbon Rojo	T5R1	14,3111	18,4472	14,3832	1,7432	1,7900
	T5R2	14,4385	18,4663	14,5161	1,9266	
	T5R3	14,7576	18,8161	14,8266	1,7001	

3.5 Porcentaje de cenizas de café en estado natural lavado

Especies	Muestra	Crisol. v	Crisol + muestra	Peso del crisol + MI	% ceniza seca	Promedio
Sarchimor T-5296	T1R1	13,6709	17,7089	13,7419	1,7583	1,7818
	T1R2	14,7581	18,8299	14,8301	1,7683	
	T1R3	21,6029	25,6276	21,6761	1,8188	
Catimor T-8667	T2R1	22,8174	26,8186	22,8875	1,7520	1,7476
	T2R2	23,7806	27,7466	23,8494	1,7347	
	T2R3	19,6776	23,8229	19,7504	1,7562	
Catucai Amarillo	T3R1	14,4295	18,3436	14,5048	1,9238	1,8903
	T3R2	16,1948	20,202	16,2677	1,8192	
	T3R3	12,9252	16,8573	13,0010	1,9277	
Caturra	T4R1	22,1470	26,2307	22,2214	1,8219	1,8260
	T4R2	18,2832	22,2691	18,3563	1,8340	
	T4R3	22,7451	26,7132	22,8174	1,8220	
Bourbon Rojo	T5R1	13,6123	17,6045	13,6858	1,8411	1,8271
	T5R2	14,3798	18,4084	14,4528	1,8120	
	T5R3	14,4378	18,4362	14,5109	1,8282	

3.6 Porcentaje de cenizas del café tostado y molido

Especies	Muestra	Crisol. V	Crisol + muestra	Peso del crisol + MI	% ceniza seca	Promedio
Sarchimor T-5296	T1R1	16,3191	19,3270	16,4701	5,0201	5,0377
	T1R2	13,9894	16,9896	14,1427	5,1097	
	T1R3	12,6388	15,6449	12,7886	4,9832	
Catimor T-8667	T2R1	15,281	18,2819	15,4304	4,9785	4,9785
	T2R2	13,2674	16,2708	13,4165	4,9644	
	T2R3	15,3958	18,3982	15,5457	4,9927	
Catucai Amarillo	T3R1	13,3194	16,3225	13,4723	5,0914	5,1709
	T3R2	16,82	19,8246	16,9765	5,2087	
	T3R3	15,7806	18,7849	15,9372	5,2125	
Caturra	T4R1	14,4417	17,4518	14,5959	5,1228	5,1224
	T4R2	15,1104	18,1141	15,2633	5,0904	
	T4R3	15,1556	18,1591	15,3104	5,1540	
Bourbon Rojo	T5R1	15,9105	18,9105	16,0575	4,9000	4,9150
	T5R2	13,9926	16,9948	14,1415	4,9597	
	T5R3	13,82	16,8228	13,9667	4,8854	

3.7 Propiedades Físicas

Especies	Peso inicial	Boyado # de granos flotantes	Densidad	Diámetro del grano
SarchimorT-5296	3kg	389	725 g/L	1.3 cm – 1.5 cm
Catimor T-8667	3kg	256	775g/L	1.3 cm – 1.6 cm
Catucai Amarillo	3kg	102	655 g/L	1.3cm – 1.6 cm
Caturra	2kg	114	745 g/L	1.2 cm – 1.5cm
Borbón Rojo	3kg	145	675 g/L	1.3cm- 1.5cm

3.8 Defecto de los granos de café

		Cantón Caluma												
Tipo de efectos	Estimacion	Conversion			Sarchimor T- 5296		Catimor T-8667		Catucai Amarillo		Caturra		Bourbon Rojo	
		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)	Cantidad (C) granos o materias extrañas	Valor por defectos (V/D) (C)
Grano negro	Primario	1	1	(1/1)	1	1	4	4	0	0	2	2	0	0
Grano parcialmete negro	Primario	2	1	(1/2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grano quebrado	Secundario	5	1	(1/5)	3	0,6	0	0	2	0,4	0	0	0	0
Grano ambar	Primario	2	1	(1/2)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1,5
Grano opaco	Secundario	5	1	(1/5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grano veteadado	Secundario	5	1	(1/5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grano palido o semipalido	Secundario	5	1	(1/5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grano manchado	Secundario	10	1	(1/10)	0	0	5	0,5	0	0	5	0,5	2	0,2
Grano inmaduro	Secundario	5	1	(1/5)	4	0,8	2	0,4	0	0	6	1,2	0	0
Grano fermentado o pestilente	Primario	1	1	(1/1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grano mohoso	Primario	2	1	(1/2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grano deforme o anormal	Secundario	5	1	(1/5)	2	0	0	0	0	0	2	0,4	3	0,6
Grano vano	Secundario	5	1	(1/5)	2	0,4	4	0,8	8	1,6	6	1,2	3	0,6
Bola seca (cereza seca)	Secundario	1	1	(1/1)	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
Fragmento grade de cascara	Secundario	1	1	(1/1)	1	1	0	0	4	4	0	0	0	0
Fragmento mediano de cascara	Secundario	2	1	(1/2)	5	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Fragmento pequeño de cascara	Secundario	5	1	(1/5)	3	0,6	3	0,6	0	0	8	1,6	5	1
Grano con pergamino	Secundario	2	1	(1/2)	6	3	0	0	0	0	2	1	1	0,5
Fragmento grande de pergamino	Secundario	1	1	(1/1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fragmento mediano de pergamino	Secundario	5	1	(1/5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fragmento pequeño de pergamino	Secundario	10	1	(1/10)	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0,6
Grano partido	Secundario	5	1	(1/5)	2	0,4	1	0,2	0	0	0	0	1	0,2

Grano mordido	Secundario	5	1	(1/5)	3	0,6	4	0,8	3	0,6	0	0	0	0
Grano aplastado	Secundario	5	1	(1/5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grano cristalizado o vidrioso	Secundario	5	1	(1/5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grano brocado o picado	Secundario	5	1	(1/5)	0	0	4	0,8	2	0,4	0	0	3	0,6
Orejas y/o conchas	Secundario	5	1	(1/5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palo o piedra grande	Primario	1	5	(5/1)	1	25	0	0	2	10	1	5	0	0
palo o piedra mediana	Primario	1	2	(2/1)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
palo o piedra pequeña	Primario	1	1	(1/1)	3	3	0	0	0	0	2	2	0	0
Total de defectos en la muestra					39		8,1		17		17		12	

3.9 Curva de calibrado de la cafeína patrón

Muestra	Concentración (ppm)	Área	TR (min)
Patrón 1	100	3545675138	1,453
Patrón 2	32	1281107080	1,447
Patrón 3	24	902539437	1,440
Patrón 4	16	598194825	1,433
Patrón 5	8	307397673	1,420
Patrón 6	4	159132648	1,413

3.10 Concentración de cafeína

Variedades	Concentración de cafeína (ppm)
Sarchimor T-5296	89,77
Catimor T- 8667	96,53
Catucai Amarillo	81,01
Caturra	86,10
Bourbon Rojo	84,48

Anexo 0N 4: 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 MUESTRAS

HORA	FECHA	ACTIVIDAD	OBSERVACIÓN
09:00 a 10:00	14-06-2017	2kg de café cereza	Especie Sarchimor T-5296
10:00 a 11:00	14-06-2017	2kg de café cereza	Especie Catimor T-8667
11:00 a 12:00	14-06-2017	2kg de café cereza	Especie Catucaí Amarillo
13:00 a 14:00	14-06-2017	2kg de café cereza	Especie Caturra
14:00a 15:00	14-06-2017	2kg de café cereza	Especie Bourbon Rojo
<hr/> DIRECTOR		<hr/> KATTY PAOLA CARRILLO REA	

Anexo 0N 5: Fotografías

Identificación de cultivos



Proceso de Beneficio

Recolección



Pesado



Boyado



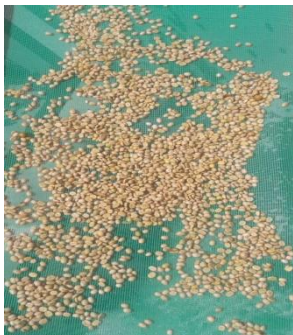
Despulpado



Fermentado



Lavado



Secado



Café Tostado y Molido



Preparación De Muestras





Análisis de humedad



Análisis de cenizas



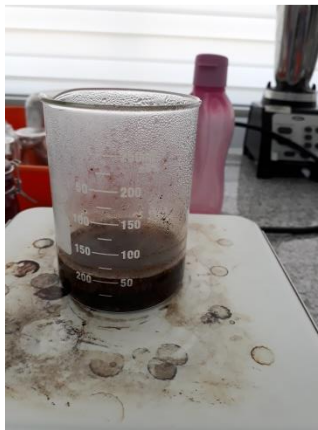


Preparación de muestras para determinar cafeína

Mezcla H₂O + Café

Calentamiento

Filtrado

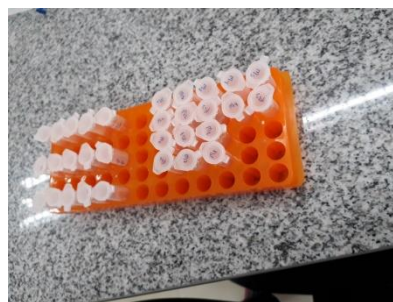


Acondicionamiento de la muestra

Muestra líquida

Tubos centrifugados

Filtrado

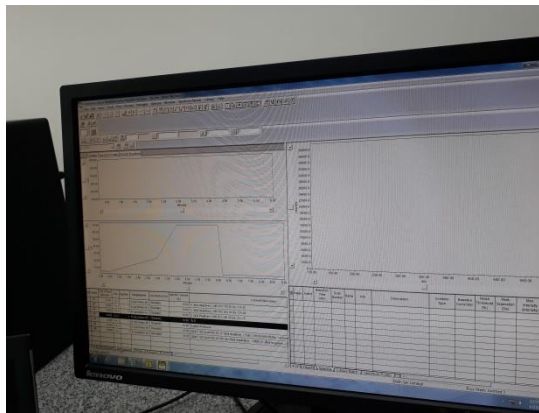


Viales con muestra

HPLC



Exportacion de datos



Preparación de muestras para determinación de compuestos volátiles.

Pesado

Mezclado

Agitado

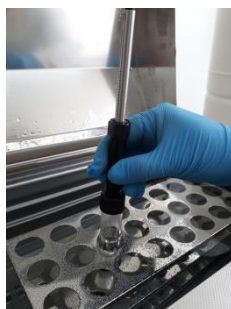


Acondicionamiento de la muestra

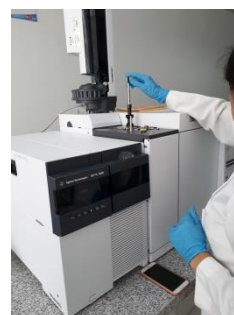
Evaporación Fibra



Exposición de la Fibra



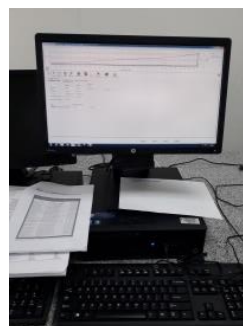
Desorción de la



CGM



Exportacion de datos



Anexo 0N 6: Glosario de términos

Cafeína: es un alcaloide del grupo de las xantinas, sólido cristalino, blanco y de sabor amargo, que actúa como una droga psicoactiva.

Compuestos orgánicos: es un compuesto químico, que contiene carbono hidrógeno. En muchos casos contienen oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo, boro, halógenos y otros elementos.

Cafeto: denominación que se le da a la planta arbusto productor de café.

Café cereza: fruto de los cafetos en estado maduro dependiendo de la coloración.

Homogeneidad: igualdad o semejanza entre una cosa y otra o entre sustancias.

Despulpador: es una máquina que se encarga de la extracción de la pulpa de las frutas, vegetales y hortalizas.

Beneficio: Proceso en el cual se logra la transformación de café en cereza a café pergamino seco mediante la separación de las partes del fruto y secado de los granos

Café lavado: es el café pero obtenido luego del proceso de beneficio por vía húmeda.

Café pergamino seco: café pergamino con porcentaje de humedad óptimo de 11 a 12,5.

Grano vano: es el grano de café muy pequeño, de forma rugosa, y baja densidad.

Grano brocado: grano que presenta evidencia al ataque del insecto conocido como la broca del café.

Materia Extraña: cualquier elemento ajeno, presente en la muestra verde como piedras, palos y otros.

OIC: Organización Internacional del Café

Autogama: es una planta proveniente de una sola autopolinización y autofecundación.

Híbrido: es el organismo vivo animal o vegetal procedente del cruce de dos organismos por la reproducción sexual de razas, especies o subespecies distintas, o de alguna o más cualidades diferentes.

HPLC: cromatografía líquida de alta eficacia.

GC-MS: cromatografía de gases acoplada a un espectrómetro de masas.

SPME: microextracción en fase sólida.

Evaporación: operación que se produce a temperaturas superiores a 40°C afectando a las moléculas que se encuentran en la superficie libre del líquido.

Cenizas: es el producto resultante de la incineración del café.