



# **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

## **TEMA**

**“DESARROLLO DE UN CONCENTRADO A BASE DE  
MUCÍLAGO DE CAFÉ “*Coffea arabica*” VARIEDADES  
CATUAI Y CASTILLO EN LA PROVINCIA DE PASTAZA”.**

## **AUTORES**

Lucero Montaña Ruperto Fabian

Guamán Castillo José Guillermo

## **TUTOR**

Ing. Aida Salome Romero Vistín

**PUYO - ECUADOR**

**2019 - 2020**



# DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Los criterios emitidos en el proyecto de investigación “**DESARROLLO DE UN CONCENTRADO A BASE DE MUCÍLAGO DE CAFÉ “*Coffea arabica*” VARIETADES CATUAI Y CASTILLO EN LA PROVINCIA DE PASTAZA**”, así como también los contenidos ideas, análisis, conclusiones y recomendaciones son de exclusiva responsabilidad y confiables, como autores de este trabajo de grado.

**Autor**

**Autor**

---

Lucero Montaña Ruperto Fabian

C.I. 0106704521

---

Guamán Castillo José Guillermo

C.I. 1104859077

# **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Por medio del presente, Ing. Aida Salome Romero Vistín con C.I. 0603138892 certifico que Lucero Montaña Ruperto Fabian con C.I. 0106704521 y Guamán Castillo José Guillermo con C.I. 1104859077 egresados de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Estatal Amazónica, desarrollaron el presente trabajo de investigación titulado **“DESARROLLO DE UN CONCENTRADO A BASE DE MUCÍLAGO DE CAFÉ “*Coffea arabica*” VARIEDADES CATUAI Y CASTILLO EN LA PROVINCIA DE PASTAZA”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial bajo mi supervisión.

---

Ing. Aida Salome Romero Vistín



**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**  
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND



Oficio No. 30-SAU-UEA-2020

Puyo, 24 de enero de 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Proyecto de Investigación correspondiente a los egresados LUCERO MONTAÑO RUPERTO FABIÁN con C.I. 0106704521 y; GUAMÁN CASTILLO JOSÉ GUILLERMO con C.I. 1104859077, con el Tema: **“DESARROLLO DE UN CONCENTRADO A BASE DE MUSILAGO DE CAFÉ (*Coffea arabica*) VARIEDADES CATUAI Y CASTILLO EN LA PROVINCIA DE PASTAZA”**, de la carrera, Ingeniería Agroindustrial. Directora del proyecto Ing. Romero Vistin Aida Salome MSc, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 2%, Informe generado con fecha 24 de enero de 2020 por parte de la directora, conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco MSc.

**ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .**



# **CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

El tribunal de sustentación de proyecto de investigación, aprueba el proyecto de investigación y desarrollo titulado. **“DESARROLLO DE UN CONCENTRADO A BASE DE MUCÍLAGO DE CAFÉ “*Coffea arabica*” VARIEDADES CATUAI Y CASTILLO EN LA PROVINCIA DE PASTAZA”**.

---

Msc. Franklin Villafuerte

Presidente del Tribunal

---

MSc. Alberto Vélez

Miembro del Tribunal

---

MSc. Marianela Escobar

Miembro del Tribunal

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por brindarme salud y sabiduría para cumplir mis propósitos*

*En especial quiero agradecer a mis padres Humberto Lucero, María Montaña por su amor y su apoyo incondicional.*

*A mis hermanos Javier, Manuel, Jenny, Jaime, Juan, Jorge, Hernán, Laura, a mis cuñad@s, Ana, Liliana, Carmen, Evelin, Milton gracias por todo su aliento y apoyo incondicional. A mi novia por su comprensión y apoyo desinteresado.*

*A mi tutora por su confianza, y por su contribución para mi desarrollo personal y profesional.*

**Fabian Lucero**

*Este proyecto quiero agradecer principalmente a mis padres José Rodrigo Guamán Calva, Wilma Basílica Castillo Girón por su amor y apoyo desde las etapas de mi formación profesional y personal. A mi Tío José Castillo por su apoyo incondicional y desinteresado.*

*A mis hermanos José, Fabián, Maritza, Johana, Cinthia por siempre en creer en mí en cada reto que asumo.*

*A mi esposa Andrea Yeslin Vilema Peña por comprensión y apoyo incondicional. Y a mi hijo Elián Rodrigo Guamán, Vilema que desde el momento que llego a nuestras vidas se convirtió en mi inspiración para seguir adelante con mis objetivos.*

**José Guamán**



## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada principalmente a mis padres

A mi tutora Ing. Aida Salome Romero Vistín, Ing. Jorge Alba, Dr. Luis Bravo, Dr. Mateo Radice, quienes supieron apoyarnos con sus valiosos conocimientos durante el desarrollo de la investigación. A los docentes que conforman parte del tribunal evaluador, Ing. Franklin Villafuerte, Ing. Marianela Escobar, Ing. Vélez Cevallos que con su paciencia supieron apoyarnos en este gran reto.

De la misma manera a todos los profesores de la UEA que supieron compartir su conocimiento para mi formación personal y profesional. De igual manera a Andrea Tapuy encargada del laboratorio de química de la UEA, al Bqf Benjamín Román, Ing. Carlos Sánchez director de los laboratorios de la ESPOCH por abrir sus puertas y permitirnos realizar nuestro proyecto de investigación en sus laboratorios.

## **RESUMEN**

El proyecto de investigación tiene como objetivo desarrollar un concentrado de mucilago de café de las variedades Catuai y Castillo de la Parroquia 10 de Agosto de la provincia de Pastaza. Las características físicas-químicas del concentrado de mucilago de café, pH y Brix, fueron evaluadas mediante el método Espectrofotómetro UV – Vis para cafeína, el método Folin –Ciocalteu en la cuantificación de polifenoles, el método Frap utilizado en los análisis de los antioxidantes y los parámetros físicos una metodología analítica. El concentrado de mucilago de café obtenido presento 4.87mg/10g de cafeína la variedad Catuai, 2,37 mg/10g, para la variedad castillo. En cuanto a los polifenoles se obtuvieron valores de 22.87mg/g para la variedad Catuai y para la variedad Castillo 21.1 mg/g, mientras que los antioxidantes de la variedad Catuai presentaron 17.78 mg/g y la variedad Castillo 17.46 mg/g. El concentrado de mucilago de café contiene una cantidad representativa de cafeína, también contiene una cantidad de polifenoles y antioxidantes considerables en comparación al chocolate de mesa y el mucilago de cacao, recomendando como una bebida funcional enfocada al campo agroindustrial.

***Palabras clave: Antioxidantes, polifenoles, concentrado, mucilago de café, cafeína***

## **ABSTRACT**

The research project aims to develop a coffee mucilage concentrated from “Catuai” and “Castillo” varieties belonging to August the 10<sup>th</sup> parish in the province of Pastaza. The chemical physical characteristics of the coffee mucilage concentrate, such as: pH and °Brix were evaluated; in addition, the caffeine content was determined using the UV-Vis spectrophotometric method. The Folin-Ciocalteu spectrophotometric method was used for quantification of total polyphenols, and finally the FRAP method allowed to determine the antioxidant activity based on TROLOX standard. The coffee mucilage concentrate obtained from “Catuai” variety presented 4.87mg / 10g of caffeine, while those obtained from the “Castle” variety had 2.37 mg / 10g. Polyphenols values were 22.87mg / g for the “Catuai” variety and 21.1 mg / g for the “Castle” variety. The antioxidant activity for “Catuai” variety was 17.78 mg / g and for the “Castle” variety was 17.46 mg / g. The coffee mucilage concentrate contains a representative amount of caffeine, it contains a considerable amount of polyphenols and antioxidants compared to chocolate from table and cocoa mucilage. These results allowed recommending it as a functional drink, focused on the agro-industrial field.

**Keywords:** antioxidants, polyphenols, concentrate, coffee mucilage, caffeine

# TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I.....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3 OBJETIVOS GENERAL.....	3
1.4 ESPECÍFICO.....	3
CAPITULO II.....	4
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
2.1 ORIGEN E HISTORIA DEL CAFÉ.....	4
2.2 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA.....	4
2.3 ESPECIES.....	5
2.4 COSECHA.....	6
2.5 EL CAFÉ A NIVEL MUNDIAL.....	6
2.6 EL CAFÉ EN EL ECUADOR.....	6
2.7 VARIEDADES DEL CAFÉ EN ECUADOR.....	7
2.8 ESTADO DE MADUREZ DEL GRANO DE CAFÉ.....	9
2.9 SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ.....	10
2.10 LA PULPA.....	11
2.11 MÉTODOS DE FERMENTACIÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE MUCÍLAGO.....	12
2.12 DETERMINACIÓN DEL PUNTO EN LA FERMENTACIÓN.....	13
2.12.1 MÉTODO CON ESTACA.....	13
2.12.2 MÉTODO MANUAL.....	13
2.13 MUCILAGO DE CAFÉ.....	13
2.14 COMPONENTES DEL MUCÍLAGO.....	14

2.14.1. MINERALES .....	14
2.14.2. CARBOHIDRATOS .....	15
2.14.3. AZÚCARES TOTALES .....	15
2.14.4. AZÚCARES REDUCTORES .....	15
2.14.5. FIBRA.....	15
2.14.6. PROTEÍNA .....	15
2.14.7. SOLIDOS SOLUBLES TOTALES .....	15
2.14.8. ANTIOXIDANTES.....	16
2.14.9. POLIFENOLES .....	16
2.14.10. CAFEÍNA.....	16
2.15. LAS AGUAS MIEL.....	16
2.16. LA CASCARILLA.....	17
2.17. RIESGO AMBIENTAL DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ.....	17
2.18. EL EFECTO DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ EN EL AGUA.....	18
2.19. USO COMERCIAL DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ.....	18
CAPITULO III.....	19
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
3.1. LOCALIZACIÓN.....	19
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	19
3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	19
3.3.1. MATERIA PRIMA .....	19
3.3.2. MUESTRA .....	19
3.4. CARACTERIZACIÓN DEL MUCILAGO.....	20
3.5. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	20
3.6. OBTENCIÓN DEL MUCÍLAGO Y CONCENTRADO DEL GRANO DE CAFÉ <sup>21</sup>	
3.6.1. COSECHA.....	22
3.6.2. CLASIFICACIÓN.....	22
3.6.3. DESPULPADO .....	23
3.6.4. FERMENTACIÓN.....	23

3.6.5. MUCILAGO .....	23
3.6.6. FILTRADO .....	24
3.6.7. PASTEURIZADO .....	24
3.6.8. CONSERVACIÓN .....	24
3.6.9. CONCENTRADO .....	25
3.7. ANALISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS .....	25
3.7.1. DETERMINACIÓN DE pH .....	25
3.7.2. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES .....	26
3.7.3. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD ..	27
3.7.4. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE CAFÉINA. ....	27
3.7.5. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE POLIFENÓLES	28
3.7.6. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE ANTIOXIDANTES .....	28
CAPITULO IV .....	30
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	30
4.1. VOLUMEN FINAL DEL CONCENTRADO Y RENDIMIENTO .....	30
4.2. RESULTADOS DEL pH DEL CONCENTRADO .....	30
4.3. RESULTADOS DE SÓLIDOS TOTALES DEL CONCENTRADO .....	31
4.4. RESULTADOS DE LA VISCOSIDAD DEL CONCENTRADO DEL MUCILAGO DE CAFÉ .....	31
4.5. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE CAFÉINA DEL CONCENTRADO DE MUCILAGO DE CAFÉ .....	32
4.6. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE POLIFENÓLES DEL CONCENTRADO DE MUCÍLAGO DE CAFÉ .....	33
4.7. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE ANTIOXIDANTES DEL CONCENTRADO DE MUCÍLAGO DE CAFÉ .....	33
4.8. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS MUESTRAS DEL CONCENTRADO DE MUCILAGO CAFÉ DE LA VARIEDAD CATUAI .....	34
4.9. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS MUESTRAS DEL CONCENTRADO DE MUCILAGO CAFÉ DE LA VARIEDAD CASTILLO .....	35

CAPITULO V .....	36
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	36
5.1. CONCLUSIONES.....	36
5.2. RECOMENDACIONES .....	36
CAPITULO VI.....	37
6. BIBLIOGRAFÍA .....	37
CAPÍTULO VII.....	40
7. ANEXOS .....	40

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Superficie cafetera del Ecuador. Análisis microbiológico de la variedad Castillo. .	8
Tabla 2. Análisis microbiológico de la variedad Castillo .....	12
Tabla 3. Composición Química del mucilago de café .....	14
Tabla 4. Composición del agua miel del café. ....	17
Tabla 5. Muestras recolectadas .....	19
Tabla 6. Determinación del volumen final y rendimiento del concentrado.....	30
Tabla 7. Determinación del pH del concentrado del mucilago de café .....	31
Tabla 8. Determinación de sólidos totales del concentrado del mucilago de café .....	31
Tabla 9. Determinación de la viscosidad del concentrado de mucilago de café.....	32
Tabla 10. Análisis microbiológico de la variedad Catuai .....	35
Tabla 11. Análisis microbiológico de la variedad Castillo .....	35



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Diagrama de flujo de las etapas para el desarrollo de la investigación .....	20
<b>Gráfico 2.</b> Diagrama de flujo para la obtención de mucilago y el concentrado del grano de café.....	21
<b>Gráfico 3.</b> Representación de la concentración de cafeína.....	32
<b>Gráfico 4.</b> Representación de la concentración de polifenoles.....	33
<b>Gráfico 5.</b> Representación de la concentración de antioxidante.....	34

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1.</b> Estados de madurez del grano de café ( <i>coffea arábica</i> ) .....	9
<b>Figura 2.</b> Medición de los grados brix .....	10
<b>Figura 3.</b> Cosecha del café ( <i>coffea arábica</i> ).....	22
<b>Figura 4.</b> Clasificación del grano de café.....	22
<b>Figura 5.</b> Despulpado del grano de café.....	23
<b>Figura 6.</b> Fermentación del mucilago de café.....	23
<b>Figura 7.</b> Filtrado del mucilago de café .....	24
<b>Figura 8.</b> Pasteurización del mucilago .....	24
<b>Figura 9.</b> Rotavapor buchí R - 300.....	25
<b>Figura 10.</b> Determinación del pH del concentrado de mucilago de café .....	26
<b>Figura 11.</b> Determinación de grados brix del concentrado de mucílago de café. ....	26
<b>Figura 12.</b> Determinación de Viscosidad del concentrado de mucilago de café .....	27

# CAPITULO I

## 1 INTRODUCCIÓN

El café a nivel mundial después del petróleo ocupa el segundo lugar en materia prima más comercializada, convirtiéndose en el producto que se transforma en bebida más consumida en el mundo luego del agua embotellada, generando ingresos mayores a 15 millones anuales principalmente en los países exportadores (Sánchez, 2014).

El café pertenece a la familia rubiácea, es un arbusto denominado cafeto *Coffea ssp*, la semilla que se encuentra dentro de las cerezas denominada también pergamino. Las especies cultivadas a nivel mundial y de mayor interés económico son: *Coffea arabica Linneo* y *Coffea canephora* que anualmente se produce 7.7 millones de Toneladas de café, representando *Coffea arabica* el 85 % en América latina y Brasil mientras que la variedad caturra predomino en Asia y África el 5 % (Súarez, 2019).

Las especies que predominan en el Ecuador son arábica representando un 65 %, cultivadas en Manabí Loja y Pichincha, mientras que la especie robusta un 35 % cultivadas en santa Elena, Guayas, Orellana y Sucumbíos. La industria del café en la actualidad sólo aprovecha el 5 % correspondiente al pergamino que se utiliza para su procesamiento, mientras que el 95 % son residuos que engloban todos los subproductos como: pulpa, cascarilla, mucilago, los mismos que de una u otra manera son utilizados como parte de la alimentación animal (Sánchez, 2014)

Debido a la sobreproducción del café entre los años 2000 y 2004 el sector cafetero se acentuó en una crisis mundial reduciendo los precios y afectando de manera directa e indirecta a productores y familias vinculadas a la comercialización, transporte y exportación. El Ecuador tiene gran importancia económica, social y ecológica en el cultivo de café generando ingresos económicos importantes, en el ámbito social, la industria del café promueve trabajo a 20 millones de personas y demás que integran la cadena productiva (Sánchez, 2014).

Los residuos agroindustriales de café están siendo utilizados como una alternativa en la producción de biogás, producción de hongos comestibles, obtención de abono orgánico, alimentación animal y obtención de vinos, este aprovechamiento de residuos y subproductos del café constituye una fuente de recursos renovables y de materia prima para la industria de alimentos (Días, 2010).

La utilización de estas alternativas depende de varios factores como la capacidad de beneficio, la tecnología apropiada para emplear en los procesos de obtención de los productos, y la más

importante el interés de los productores para mejorar el manejo de los desechos del café, además el costo que interviene en adquirir nuevas tecnologías (Días, 2010)

Por cada tonelada de café se obtiene 80 y 140 kilogramos de mucílago. El subproducto del café que se obtiene en el despulpado y que generalmente se desecha, tomando en consideración que el mucílago tiene propiedades como azúcares reductores, azúcares totales, lípidos generales, agua el 81 %, levaduras naturales, bacterias lácticas (Valenzuela, 2010).

## **1.1 JUSTIFICACIÓN**

La producción de café en el Ecuador se encuentra ampliamente distribuida a nivel nacional, la Provincia que destaca por su volumen de producción alta es Manabí con 11.330 TM, seguido de Loja con 3.852 TM. Mientras que las Provincias de Pichincha, Chimborazo y Cotopaxi alcanzan una producción de 1.601 TM, la Provincia de Esmeraldas con 667 TM y finalmente la Provincia del Oro 1.094 TM y Guayas 446 TM. (Pozo, 2014)

En la Provincia de Pastaza existe una producción de café de 38 toneladas, las variedades café que se cultivan café Rubí, Catuai 2 SL, Catuai y Castillo. La parroquia 10 de Agosto se caracteriza por ser una de las más productivas de la Provincia. “Sistema de información pública Agropecuaria”(SIPA, 2019).

El rendimiento del café por hectárea es de 4 toneladas con un buen manejo, las condiciones climáticas son un factor clave para la producción. La temporada de cosecha en los meses de marzo - agosto, corresponden a las más productivas sin embargo se puede cosechar todo el año obteniendo un volumen de producción bajo (SIPA, 2019).

La industrialización del café genera una gran cantidad de desechos y residuos, del grano solo el 18.5% se transforma en producto final, el resto es cascarilla 4.5 %, pulpa 41 % agua 20 % y mucílago 16 %. El mismo que se convierte en un problema ambiental, contaminación las fuentes hídricas de los productores (Sánchez, 2014).

Los residuos del café son un eje principal de alto valor industrial como, la pulpa que contiene el 11 % de proteína, sin embargo, el 40 % representa a proteína lignificada, la cual no es aprovechada por los animales en su uso como alimento. Los residuos del café contienen sustancias químicas como taninos, clorogénico y cafeína que puede ser perjudiciales para la alimentación de los animales si no son tratados correctamente. (Días, 2010).

El aprovechamiento de los sub productos del café son de gran interés para la industria por contener compuestos como antioxidantes, polifenoles, cafeína, que cobran mayor interés para su

procesamiento como producto final y aplicación en químicos farmacéuticos y también como alimentos funcionales por su actividad antioxidante y el papel importante que desempeña en la salud, puesto que previene y elimina sustancias potencialmente nocivas (Días, 2010)

La importancia de desarrollar un concentrado de mucílago de café del género *Coffea arabica* radica en el aprovechamiento como subproducto, el cual es desechado comúnmente por los productores generando contaminaciones en las fincas como también en las fuentes hídricas. Se determinará compuestos químicos presentes como polifenoles, cafeína, antioxidantes para posteriormente aprovecharlos en el área agroindustrial, como una alternativa en la producción de bebidas funcionales, reduciendo de esta manera el impacto ambiental generado.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad el mucílago de café no es aprovechado por los productores de la Provincia de Pastaza, debido al desconocimiento de las propiedades físico-químicas que posee la materia prima. Otro de los factores que impide el proceso de transformación es la aplicación de la tecnología apropiada para su industrialización.

## **1.3 OBJETIVOS GENERAL**

Desarrollar un concentrado a base de mucílago de café “*Coffea arabica*” variedades Catuai y Castillo de la Provincia de Pastaza.

## **1.4 ESPECÍFICO**

- 1) Determinar el proceso de obtención del mucílago de café.
- 2) Obtener concentrados del mucílago de café de las variedades Catuai y Castillo mediante evaporación al vacío.
- 3) Evaluar los concentrados mediante análisis físicos químicos y microbiológicos.

## CAPITULO II

### 2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1 ORIGEN E HISTORIA DEL CAFÉ

La literatura relata que el café se originó en “Etiopía” en la Provincia de Kaffa, al principio se les conocía como una bebida espirituosa. A mediados del siglo XIII el café se convirtió en una bebida popular estimulante, debido a sus compuestos químicos que proporcionaban una calidad sensorial única (Mariel & Noel, 2010).

El café fue propagado por esclavos que eran llevados de Sudán a Yemen, luego las colonias holandesas difundieron el café por Asia y lo llevaron hasta Europa, logrando comercializar por primera vez en 1615, mientras que 1668 se comercializo el café como bebida en américa y luego se esparció por América Central y del Sur (Mariel & Noel, 2010).

Las variedades que en su principio destacaban por su importancia comercial en el mundo fueron las de café arábigos y café robusto ocupando las tres cuartas partes de la producción mundial centrándose principalmente en el centro y Sur de América (Bances & Bravo, 2014).

#### 2.2 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

El café pertenece al género *Coffea* de la familia Rubiácea, se caracteriza por ser un fruto de dos semillas, que abarca tres principales especies: Robusta *Coffea canephora* Arabico y liberiano (*Coffea liberica*), con flores hermafroditas desarrollando hojas en pares con bordes lisos poseen un color verde brillante, miden entre 10 y 20 cm desprendiéndose 4 o más flores de color blanco (Súarez, 2019).

Esta planta se caracteriza por sus flores exóticas que luego producen frutos; cuya maduración fisiológica no es uniforme; obteniéndose así un producto final, con características organolépticas deficientes. Este cultivo se cosecha anualmente entre 14 y 18 veces al año (Alvarado & Rojas, 2007).

Las plantas de café se denominan cafeto identificando a todas las variedades que forman parte del genero *coffea*, en el arbusto se encuentran localizado las semillas las cuales están contenidas en los frutos, al cumplir su estado fisiológico se tornan de color rojizo denominado cereza la misma que está cubierta por una membrana

externa, mientras que las almendras están cubiertas por un tegumento denominado piel de plata, este a su vez por el pergamino y el mucilago aislado por la pulpa. (Mariel & Noel, 2010).

Una planta de cafeto con un manejo agrícola adecuado produce aproximadamente dos mil cuatrocientos gramos al año, los cuales son cosechados manualmente, esta técnica permite asegurar la calidad del grano y la eficiencia en las cosechas.(Villeda, 2014).

## 2.3 ESPECIES

En el mundo las especies de mayor interés comercial por sus características organolépticas.

*Coffea arabica* Linneo es una variedad originaria de Etiopia se desarrolla en altitudes entre 1.300 a 2.000 m.s.n.m. *Coffea Canephora* se expandió en las superficies del continente africano en un clima tropical con una altitud inferior a 1000 m.s.n.m.(Suárez, 2019).

Las condiciones óptimas para el cultivo del café en el Ecuador se encuentran a 2000 m.s.n.m. Cultivando variedades como *Coffea arabica* con una producción de calidad específicamente en las Provincias de Manabí, Loja y gran parte de la cordillera occidental de los Andes mientras que la variedad robusta se cultiva en menor proporción en todas las Provincias. La cosecha dependerá de la región de cultivo aunque la variedad *coffea arabica* produce en los meses de marzo hasta octubre mientras que la variedad robusta desde junio hasta octubre(Sánchez, 2014)

En cuanto a calidad, la variedad *Coffea arabica* es una genética nativa de las tierras altas de Etiopia, África y Asia, es un arbusto que puede alcanzar una altura de 8 a 15 metros, pero cuando es podado de 2 a 2.50 metros para facilitar su manejo y recolección de frutos, las hojas son relativamente pequeñas, pero varían en anchura, alcanzando 12 – 15 cm de largo de forma oval o elíptica. El café arábico es también a menudo susceptible a plagas y enfermedades (Adrianzén, 2018)

Contiene flores blancas, cremosas, sus frutos son ovals y maduran de 7 a 9 meses por lo general poseen 2 semillas y también contienen la mitad de la cafeína en comparación a *Coffea canephora*, con un 1.2%, siendo muy amarga utilizando en la preparación de café instantáneos fuertes tostados. (Sánchez, 2014).

La variedad *caturrea* pertenece a la especie arábica se caracteriza por las propiedades organolépticas y su elevado volumen de producción, su especie es derivada de *Coffea arabica*

y *Bourbon*, se adapta fácilmente a diferentes condiciones climáticas sin embargo son propensas a las plagas. (Súarez, 2019).

## **2.4 COSECHA**

La mayoría de productores a nivel nacional realizan la cosecha de los frutos de manera manual y selectiva debido a que la maduración de los granos es irregular, sin embargo la calidad del café es mayor debido a que se recolectan los frutos con mejores cualidades y aquellos que han alcanzado su madurez fisiológica, sin embargo esto no impide que los productores recolecten las cerezas verdes, pintonas y maduras (Súarez, 2019).

Los cultivos de café en el Ecuador se realizan en condiciones de sombra, de esta manera la producción comienza a los dos años de haber sido plantado, mientras que a partir del tercer año la producción aumenta de forma abundante (Cárdenas, 2007)

## **2.5 EL CAFÉ A NIVEL MUNDIAL**

La Producción de café a nivel mundial engloba varias regiones productoras como; América del Sur centrándose en Brasil y Colombia, mientras que Kenia, Vietnam y Costa de Marfil se por su producción de calidad y volumen. En la actualidad Colombia se ha posesionado en el mercado mediante la implementación de cafés orgánicos obteniendo reconocimientos a nivel mundial por su calidad y volumen de producción (Vichi, 2015).

A mediados del siglo XX el café se posesiono ampliamente en el mercado a nivel mundial, convirtiéndose en la bebida sin alcohol más consumida en el mundo, además de generar fuentes de empleo a millones de habitantes, conformando a su vez un factor principal en la economía de Países productores (Galindo, 2011)

## **2.6 EL CAFÉ EN EL ECUADOR**

Anecafé, (2002) sustenta que el café se introdujo en el Ecuador el año de 1764 en la Provincia de Manabí por Thomas Nugent, el cual trajo consigo semillas de café provenientes de la Isla Martinica, dando inicio a la actividad cafetera en 1830 en Manabí en el cantón Jipijapa.

Cumbicus & Jiménez, (2012) manifiesta que el Ecuador comenzó a producir café en la Provincia de Manabí en el año de 1830, luego se extendió a todo el País. El puerto marítimo de Manta fue un punto clave porque permitió el acceso a la comercialización del café ecuatoriano a nivel mundial.



La producción de café en el Ecuador se lleva a cabo en 22 Provincias, constituyendo de gran importancia económica y social. En la población, existen 305.000 ha de cultivo de café, casi 200.000 ecuatorianos dependen directamente del sector cafetero. El café es considerado en el Ecuador como un producto tradicional, sin embargo, en los últimos años se ha convertido en una fuente principal de ingresos al país, brindando miles de empleos a ecuatorianos llegando a representar el 3% del PIB (Villacis & Aguilar, 2016).

## **2.7 VARIEDADES DEL CAFÉ EN ECUADOR**

La ubicación geográfica del Ecuador es un punto clave para producción de dos variedades de café: arábigo y robusta. A nivel nacional aproximadamente, el 68 % de la superficie sembrada es de arábigo y un 32 % robusta. La Provincia que se caracteriza por una producción de calidad se encuentra en Manabí y Loja por estar en contacto con la cordillera occidental de los Andes, mientras que la robusta se cultiva en la Amazónica en mayor proporción en las Provincias de Sucumbíos y Orellana (Cumbicus & Jiménez, 2012).

El café en el Ecuador engloba las 4 regiones ocupando una superficie cafetera de 193.009 ha, las variedades de café abarcan todas las Provincias tal como se describe en la tabla 1, sobresaliendo la producción de la variedad *Coffea arabica* con 145.575 ha, ocupando el 66 % mientras que la variedad *Coffea robusta* ocupa un 34 %. La producción de café se incrementará con el proyecto “Reactivación de la caficultura Ecuatoriana”. (Súarez, 2019).

Como se observa en la tabla 1, la Provincia de Pastaza cuenta con una producción de 150 hectáreas esto se debe a que los agricultores no tienen un mercado enfocado al café. La variedad *coffea arabica* es de mayor importancia en la Provincia por su producción, debido a que se adapta a las condiciones climáticas y su trópico oscilando entre 1200 m.s.n.m. Mientras que variedad robusta no registra ha de producción. El MAG implemento el “Proyecto reactivación del café y el cacao nacional fino de aroma” entregando 50.040 plantas de café beneficiando a 20 productores de la Provincia. (MAG, 2019).

**Tabla 1.** Superficie cafetera de Ecuador

<b>Provincias</b>	<b>Coffea arábica ( ha)</b>	<b>Coffea robusta (ha)</b>
Esmeraldas	1.800	6.354
Manabí	70.050	0
Santa Elena	1.800	0
Guayas	11.195	425
Los Ríos	4.770	6.610
El Oro	9.730	0
Carchi	195	0
Imbabura	300	0
Pichincha	1.300	1.300
Santo Domingo	0	5.300
Cotopaxi	2.000	1.600
Tungurahua	0	0
Bolívar	3.410	3.780
Chimborazo	880	0
Cañar	370	0
Azuay	420	0
Loja	29.345	0
Sucumbíos	0	17.320
Orellana	0	20.000
Napo	120	4.800
Pastaza	150	0
Morona Santiago	290	120
Zamora Chinchipe	6.350	0
Galápagos	1.100	0

**Fuente:** (Duicela, Velásquez, & Farfán, 2017)

## 2.8 ESTADO DE MADUREZ DEL GRANO DE CAFÉ

El estado de madurez del fruto es un factor principal que interviene en la calidad de la cosecha, puede ser comercial o fisiológica dependiendo de la técnica del productor, la primera es el requerimiento del mercado de acuerdo a la preferencia del consumidor, mientras que la segunda se logra cuando el fruto ha completado su máximo crecimiento y desarrollo (Súarez, 2019).

De acuerdo a Villeda, (2014) existen dos métodos para determinar el proceso de maduración:

El primer método consiste en observar el color del grano maduro el cual puede ser, amarillo, rojo, violeta o hasta negro dependiendo de la variedad, o estado de madurez. El cual se realizó de manera física, mediante la medición de parámetros como; firmeza que disminuye de acuerdo a la maduración del fruto, el cual varía desde 182 días después de la floración de verde inmaduro, hasta el rojo maduro con 217 días y finalmente el estado seco con 231 días. Para determinar se emplea la carta de color Pantone, que describe la tonalidad del color de acuerdo a la maduración de la cereza de café en especial de la variedad *Coffea arabica* como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Estados de madurez del grano de café *coffea arábica*.

**Fuente:** (Marín, Arcila, Montoya, & Oliveros, 2003)

Mientras que el método químico es el de mayor efectividad, para calcular la maduración del café se lleva a cabo mediante la medición de los grados Brix que se deben encontrar en 24° Brix. Como se detalla en la figura 2.



**Figura 2.** Medición de los grados Brix. **Fuente:** (Alvarado & Rojas, 2007)

## **2.9 SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ**

El café se utiliza solamente el 9.5 % en la industria. El peso fresco que es el 90.5 % queda en forma de residuo. Prácticamente la pulpa tiene mayor representatividad en el grano con un 40 – 56 % de peso, se destaca también por contener agua 20%, cascarrilla 4.5%, pulpa 41 %, mucilago 16 % (Días, 2010)

La pulpa de café se utiliza para la producción de biogás, hongos comestibles, Abono orgánico, obtención de alcohol, vinos, alimentación animal, carbón activado. Mientras que el mucilago de café se lo utiliza para la alimentación de porcinos, producción de manitol y alcohol etílico. En la actualidad se está obteniendo pectina a partir de la pulpa y el mucilago de café como también el cultivo de hongos sobre residuos en la finca de los productores cafeteros (Fonseca, Calderón, & Rivera, 2014)

El estudio de los subproductos de café en alimentación animal no es extenso ya que posee factores anti - nutricionales o tóxicos que limitan su uso, los más peligrosos son los polifenoles, taninos, cafeína y alto contenido de fibra en la pulpa. (Días, 2010)

## 2.10 LA PULPA

La Pulpa es de uno de los subproductos sólidos más voluminosos del café representando el 56 % del volumen del fruto y el 40 % del peso. En la fermentación la pulpa sufre grandes cambios gracias a su composición química generando enormes cantidades de carga orgánica (Samayoa, Borrayo, Pérez, María, & Montenegro, 2014).

La mayoría de productores lo utilizan como abono orgánico en forma de compostaje reduciendo de esta manera la contaminación que se producen como desechos sólidos no reutilizados (Castaño, Arias, & Valencia, 1999).

En la pulpa los compuestos orgánicos más abundantes son los azúcares reductores y no reductores, llegando hacer los compuestos más numerosos en la naturaleza, conformados por una estructura de moléculas de carbono, hidrógeno y oxígeno, elaborados por algunos tipos de bacterias y por plantas verdes con la capacidad de realizar la fotosíntesis (Samayoa et al., 2014).

Los monosacáridos glúcidos más importantes es la glucosa, los glúcidos principales son aquellos formados por la unión de dos disacáridos o polisacáridos, desarrollando dos formas por las cuales estos se polimerizan: enlaces alfa y enlaces beta (Castaño et al., 1999)|

El mucilago del fruto del café está formado químicamente por carbohidratos y estos a su vez está formado por puentes de hidrógeno con moléculas de agua que se caracterizan por poseer grupos hidroxilo y enlaces carbono- hidrogeno convirtiéndoles en moléculas polares, factor que favorece la solubilidad en solventes como el etanol utilizados para la separación de azúcares complejos como glucopéptidos que forman el mucilago (Samayoa et al., 2014).

En la tabla 2 podemos observar la composición del mucilago, dos de los parámetros que se analizaran en esta investigación son pH y cafeína.

Tabla 2. Composición de la pulpa de café

<b>Determinación</b>	<b>Valor</b>
pH	4.40
Humedad	74.83
Compuestos	% Base seca
Taninos	1.80-8.56
Sustancias pépticas totales	6.50
Azúcares reductores	12.40
Azúcares no reductores	2.00
Cafeína	1.30
Ácido clorogénico	2.60
Ácido caféico total	1.60
Contenido celular	63.20
Fibra detergente neutral	36.80
Fibra detergente acida	34.50
Hemicelulosa	2.30
Celulosa	17.70
Lignina	17.50
Proteína lignificada	3
Proteína cruda	10.10
Ceniza insoluble	0.40

**Fuente:** (Samayoa et al., 2014)

## **2.11 MÉTODOS DE FERMENTACIÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE MUCÍLAGO.**

En la fermentación actúan bacterias, levaduras y enzimas que transforman los compuestos pépticos y azúcares en alcoholes y ácidos orgánicos. Existen dos formas de fermentación la primera se lleva a cabo con la incorporación de agua en el grano con un tiempo de 24 – 36 horas, mientras que el otro método es la fermentación en seco procurando que el grano desprenda la mayor cantidad de mucílagos en un tiempo de 24 a 36 dependiendo del tipo de café y de las condiciones ambientales (Esther & Martínez, 2010)

La fermentación del café se realiza en tanques, una vez despulpado el café es depositado en recipientes, mediante la acción de enzimas propias del grano y de los

microorganismos, los azúcares se convierten en alcohol y medio aerobio. De acuerdo a la literatura la fermentación del mucilago se lleva a cabo mediante la degradación de pectina y otras sustancias como ácido galacturónico (Peñuela-Martínez, Oliveros-Tascón, & Sanz-Uribe, 2010)

Para la extracción del mucilago de café, el mejor método es el proceso de fermentación en seco, porque permite extraer el mucilago con un rendimiento de 80 a 140 kg por tonelada. El otro método húmedo se realiza mediante la adición del agua permaneciendo los granos sumergidos durante 24 – 48 h (Samayoa et al., 2014).

## **2.12 DETERMINACIÓN DEL PUNTO EN LA FERMENTACIÓN**

La técnica de punteo es un método para determinar la culminación de la fermentación del grano de café, permitiendo conocer que el mucilago se ha desprendido totalmente del grano y separado del café pergamino (Samayoa et al., 2014)

### **2.12.1 MÉTODO CON ESTACA**

Este método consiste en colocar de manera vertical un pedazo de madera redonda o cuadrangular dentro de la masa de café y retirar en el mismo sentido, si los bordes del agujero formado no se desploman indica que el café se puede lavar (Samayoa et al., 2014).

### **2.12.2 MÉTODO MANUAL**

El método radica en tomar con la mano un puñado de café, el cual al apretarse deberá ser áspera o rechina, es un indicador de la muestra la cual está lista para ser lavada con agua, mientras tanto el proceso de fermentación no termina (Samayoa et al., 2014).

La aplicación de los métodos de fermentación dependerá de la región del cultivo y cultura del productor, debido a que la gran parte de caficultores de la provincia de Pastaza llevan a cabo la fermentación en 24 o 48 horas sin necesidad de realizar ningún método de determinación de la fermentación.(Samayoa et al., 2014).

## **2.13 MUCILAGO DE CAFÉ**

El café cereza recién despulpado posee una capa mucilaginososa, que en relación al contenido de humedad representa el 15 al 22 % del peso del grano maduro, su función es actuar como reserva

de agua y nutrientes alimentarios, envuelve el endospermo de la semilla, mide aproximadamente 0.40 milímetros de espesor (Samayoa et al., 2014).

Puerta & Arias, (2011) Sustenta que el mucilago es un subproducto del café que se obtiene de los granos que han alcanzado su madurez fisiológica, permitiendo desarrollar la mayor cantidad de mucilago en el grano de café.

## 2.14 COMPONENTES DEL MUCÍLAGO

Los componentes del mucilago de café están formados por azúcares y sustancias pépticas, también contienen levaduras naturales de los géneros “*Saccharomyces torulpsis*, *cándida* y *Rhodotorula*” así como también bacterias lácticas *Lactobacilos* y *estreptococos*. El contenido de los componentes dependerá del volumen del mucilago acumulado en los granos de café así como también de condiciones ambientales como la temperatura(Puerta & Arias, 2011).

### 2.14.1 MINERALES

Los minerales que se encuentran en mayor cantidad en la pulpa de café son: calcio (Ca), potasio (K), Fosforo (P) y magnesio(Mg), denominados compuestos inorgánicos que resaltan por su importancia nutricional (Puerta & Arias, 2011).

La composición química del mucílagos de café, es abundante en:

Azúcares reductores, sustancias pépticas, carbohidratos totales, nitrógeno, proteína, fibra como podemos observar en la tabla 3, los cuales se desarrollan en el interior de las plantas.

**Tabla 3.** Composición Química del mucilago de café

Compuestos	% Base seca
Sustancias pépticas totales	35.8
Pectina	5.70
Carbohidratos totales	50.00
Azucares reductores	30.00
Azucares no reductores	20.00
Nitrógeno	0.95
Proteína	5.95
Acidez	4.56
Ceniza	4.10

**Fuente:**(Samayoa et al., 2014).



## **2.14.2 CARBOHIDRATOS**

Los carbohidratos son moléculas compuestas por carbono, hidrógeno, oxígeno, y se caracterizan por ser la principal fuente de energía del ser humano, se encuentra en forma de glucosa, pueden clasificarse en 3 estructuras monosacáridos, oligosacáridos, polisacáridos y glucosaminoglicanos (Súarez, 2019).

## **2.14.3 AZÚCARES TOTALES**

Los azúcares totales puede ser reductores o no reductores, la fermentación es punto clave en la degradación de los azúcares totales dependiendo el tiempo de fermentación se desarrollan bacterias, produciendo levaduras fermentadoras, etanol, CO<sub>2</sub>, ácidos aldehídos (Súarez, 2019).

## **2.14.4 AZÚCARES REDUCTORES**

Los azúcares reductores se los denomina en su mayoría mono y oligosacáridos compuestas por grupos de aldehídos o cetonas libres que actúan sobre agentes oxidantes. Los mismos que son responsables del sabor de la pulpa madura como la fructosa, glucosa y sacarosa (Puerta & Arias, 2011).

## **2.14.5 FIBRA**

La fibra está compuesta por celulosa, lignina y hemicelulosa al igual que de compuestos vegetales orgánicos insolubles, su tamaño varía dependiendo el tiempo de fermentación de la pulpa debido a la reducción de los azucars (Súarez, 2019).

## **2.14.6 PROTEÍNA**

La proteína es la agrupación de sustancias complejas como: carbono, hidrógeno, azufre y oxígeno y en algunas ocasiones por fósforo. El café verde que contiene la mayor cantidad de aminoácidos como: arginina, ácido aspártico, histidina y cistina, su porcentaje disminuye a medida que la maduración fisiológica del fruto aumenta (Puerta & Arias, 2011)

## **2.14.7 SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES**

Los sólidos solubles se denominan también grados Brix, a medida que las cerezas maduran se incrementa significativamente el contenido de sólidos solubles: azúcares, ácidos y sales, también otros compuestos presentes en la pulpa alcanzando un rango de 12 y 24 ° Brix, en los frutos con 210 y 224 días después de la floración (Súarez, 2019).

## **2.14.8 ANTIOXIDANTES**

Los antioxidantes tienen un papel fundamental en la salud humana, se caracterizan por contener compuestos bioactivos e ingredientes como: fibra, vitaminas, minerales, también ayudan a combatir grasas saturadas o azúcares. Ayuda a controlar cambios degenerativos en el sistema inmune previniendo a la formación de cataratas, inicios de Alzheimer, Parkinson, o problemas cardiovasculares (Figueroa, Perez, & Godínez, 2016).

## **2.14.9 POLIFENOLES**

El ingrediente activo de los polifenoles son los compuestos fenólicos, sobresaliendo compuestos como: ácidos clorogénicos, su función radica en emplearse como protectores en las enfermedades neurodegenerativas Alzheimer, también previniendo el cáncer, cardiovasculares, párkinson, por ello es recomendable consumir en la dieta alimenticia para evitar enfermedades crónicas (Figueroa et al., 2016).

## **2.14.10 CAFEÍNA**

La cafeína es también denominada teína, guaranina o mateina, se encuentra en más de 60 especies de plantas como también en el té, el chocolate y algunos refrescos. Los principios activos físicos químicos están formados por alcaloides metilxantínicos, como la teobromina y la teofilina derivados de las xantinas de ahí su relación directa como farmacológicos psicoestimulantes (Figueroa et al., 2016).

## **2.15 LAS AGUAS MIEL**

En las plantas de tratamiento de agua residuales, el agua miel es sometida al procesamiento con el fin de separar por un lado el agua clarificada y por el otro lodos orgánicos, las aguas residuales son las que requieren de mayor atención por que arrastran mayor proporción de mucilago.(Fonseca et al., 2014)

Las aguas miel se utilizan para lavar el café despulpado, convirtiéndose en residuos, contiene componentes químicos como azúcares reductores, azúcares totales, cafeína, sólidos totales, taninos extracto etéreo como se observa en la tabla 4. (Samayoa et al., 2014).

**Tabla 4. Composición del agua miel del café.**

<b>Componentes</b>	<b>Valor</b>
Grados Brix	76.6
pH	4.9
Azúcares reductores	38.22 %
Azúcares totales	54.27 %
Acidez	1.05 %
Extracto etéreo	3.64 %
Cafeína	0.25 %
Nitrógeno total	0.32 %
Humedad	0.68 %
Sólidos totales	21.06 %
Taninos	0.0%

**Fuente:** (Samayoa et al., 2014)

## **2.16 LA CASCARILLA**

Es un subproducto que representa el 4.5-5 % del peso del café, es un valioso material que puede utilizarse como combustible sólido luego de un proceso de secamiento mecánico, se caracteriza por no representar un riesgo contaminante en las fincas de los productores (Samayoa et al., 2014)

## **2.17 RIESGO AMBIENTAL DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ**

Las fuentes hídricas en su estado natural contienen un cierto grado de contaminación, pero al mezclarse las aguas mieles conjuntamente con la pulpa, provocan una mayor contaminación por la cantidad de materia orgánica que se metaboliza y descompone (Samayoa et al., 2014).

La contaminación se produce cuando los requerimientos del oxígeno de las bacterias son mayores a la cantidad del oxígeno nuevo del agua, cuando esté agota las necesidades de oxígeno son proporcionadas por los nitratos y sulfatos presentes, produciendo transformaciones químicas como los compuestos de bisulfuro de hidrógeno, el cual es el responsable del mal olor que producen estas aguas (Fonseca et al., 2014).

## **2.18 EI EFECTO DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ EN EL AGUA**

Los efectos de los subproductos del café ocasionan cambios drásticos como la acidez del agua, provocando una reducción a un pH de 2.5, debido a los ácidos orgánicos como son: acético, butírico, propiónico, que se desarrollan en la degradación de la materia orgánica en su etapa anaerobia. El oxígeno disuelto en el agua se disminuye ante la necesidad de abastecimiento de los microorganismos encargados de la descomposición de la materia orgánica también aumenta la turbidez debido a la presencia de polifenoles y solidos suspendidos (Samayoa et al., 2014).

Existen incontables métodos para el manejo correcto de los subproductos del café con el fin que se pueden incorporarse nuevamente a la naturaleza en forma reciclada. La industria está aplicando otras alternativas enfocadas en la extracción y purificación de los componentes químicos de los subproductos obtenidos para otros fines (Samayoa et al., 2014).

## **2.19 USO COMERCIAL DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ**

Los productores debido a la necesidad de la contaminación que generan los subproductos del café, se plantearon métodos para utilizarlos como materia prima en la producción de abono, biogás, vinagre y diversos compuestos químicos. Existen numerosos estudios enfocados en la pulpa y el mucilago de café empleándose de varias maneras (Fonseca et al., 2014).

Como la extracción y purificación de azúcares reductores del mucilago de café, generando un jarabe, confitería, repostería, aromatizante y saborizante de alimentos, e inclusive como una novedad para los consumidores de café refinado (Samayoa et al., 2014).

Los taninos son compuestos que se encuentran en los subproductos y que son empleados en la industria cosmética, farmacéutica y en la industria alimentaria como espesante, también se puede utilizar en formulaciones específicas en productos con el propósito de proteger la mucosa intestinal, bronquial y Gástrica (Fonseca et al., 2014).

En el proceso de fermentación de las aguas mieles se obtiene un gran volumen de ácido acético obtenido como agentes acidulantes, y la elaboración de esteres frutales, los métodos utilizados para la obtención de productos para la industria representan soluciones inmediatas para la contaminación (Samayoa et al., 2014).

## CAPITULO III

### 3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

Este proyecto se llevó a cabo en la Universidad Estatal Amazónica y (UEA) y los laboratorios de la Escuela Superior Técnica de Chimborazo (ESPOCH). Se encuentra ubicado en la región amazónica ecuatoriana, ubicada en el km 2 ½ vía la Tena, con una altitud de 940 m.s.n.m latitud 0059-1 y con una longitud de 770 49' 0" W, su temperatura varia de 18 a 28 °C.

#### 3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se realizó es de tipo descriptivo puesto que se desarrolló una búsqueda y análisis de información, datos recopilados a nivel mundial, sobre la cosecha y pos cosecha del café, los componentes físicos químicos de los subproductos y la elaboración y de tipo experimental ya que se desarrolló un concentrado del mucilago de las variedades Catuai y Castillo. Además de un análisis físico químico, microbiológico y prueba de estabilidad del concentrado, así como también la comparación de resultados con la literatura.

#### 3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

##### 3.3.1 MATERIA PRIMA

Las variedades Catuai y Castillo fueron seleccionadas por su ubicación, características ecológicas. Y también por la cantidad importante de mucilago que se desecha, convirtiéndose como el residuo más significativo para el beneficio de la pulpa de café (Días, 2010)

##### 3.3.2 MUESTRA

Se trabajó con 1 kg de mucilago de café de cada variedad, recolectados el mismo día, tras realizar todos los procedimientos correspondientes para su obtención como se detalla en la tabla 5.

**Tabla 5. Muestras recolectada**

N°	Fecha
Muestra 1	5 de octubre 2019
Muestra 2	5 de octubre 2019

**Fuente propia:** Guamán J & Lucero F

### 3.4 CARACTERIZACIÓN DEL MUCILAGO

La caracterización del mucilago de café se enfocó en el estudio de sus propiedades físicas químicas y microbiológicas.

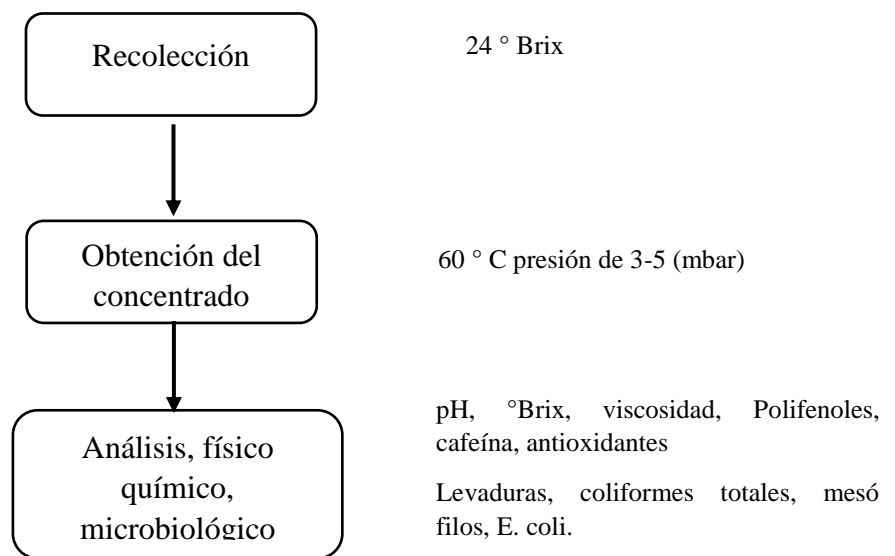
Los análisis que se llevaron a cabo:

- pH
- Sólidos totales
- Viscosidad,
- Cafeína
- Antioxidantes
- Polifenoles
- Microbiológico

### 3.5 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

La metodología que se desarrolló en el proyecto de investigación se detalla en el gráfico1 que se puede apreciar a continuación:

**Gráfico 1.** Diagrama de flujo de las etapas para el desarrollo de la investigación

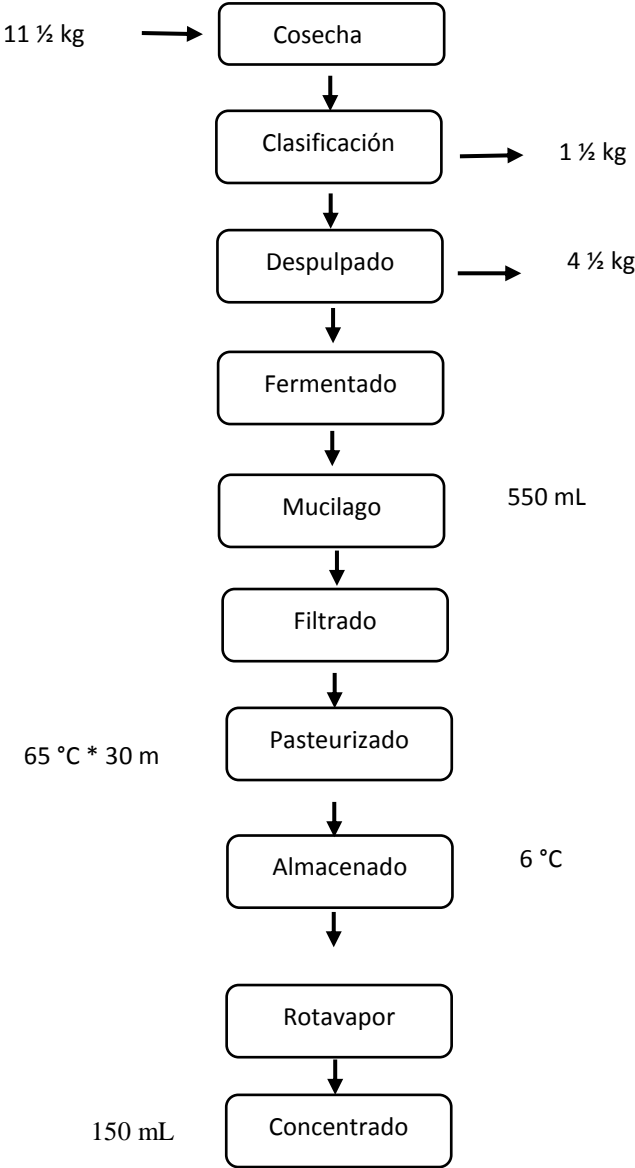


**Fuente propia:** Guamán J & Lucero F

### 3.6 OBTENCIÓN DEL MUCÍLAGO Y CONCENTRADO DEL GRANO DE CAFÉ

A continuación, se detalla mediante un diagrama de flujo el proceso de obtención del mucilago y concentrado del grano de café como se observa en el Gráfico 2.

**Gráfico 2.** Diagrama de flujo para la obtención de mucilago y el concentrado del grano de café.



**Fuente:** Guamán J & Lucero F

### 3.6.1 COSECHA

La cosecha se lleva a cabo de manera manual para mantener la calidad del producto final, seleccionando aquellas que se encuentren en su estado de madurez óptima.



**Figura 3.** Cosecha del café *coffea arábica*. **Fuente:** Guamán J & Lucero F

### 3.6.2 CLASIFICACIÓN

La clasificación se realizó por el método tradicional, boleado el cual consiste en sumergir cerezas maduras en un tacho con agua, procurando que el grano que se encuentre en mal estado flote por afectaciones de la broca y sobre maduración de los granos, seleccionando aquellos que precipitaron al encontrarse en buen estado.



**Figura 4.** Clasificación del grano de café **Fuente:** Guamán J & Lucero F



### 3.6.3 DESPULPADO

Esta etapa se llevó a cabo mediante una máquina despulpadora de café permitiendo separar la pulpa de la cáscara.



**Figura 5.** Despulpado del grano de café **Fuente:** Guamán J & Lucero F

### 3.6.4 FERMENTACIÓN

La fermentación del café se realizó durante 12 y 24 horas procurando que el grano deseché la mayor cantidad de mucílago.



**Figura 6.** Fermentación del mucilago de café **Fuente:** Guamán J & Lucero F

### 3.6.5 MUCILAGO

El mucilago se obtuvo luego de la fermentación de los granos, de los 11 ½ kg que se empleó como materia prima se obtuvo un total de 550 mL de mucilago, que se desprende al someterle a un proceso de fermentación de 12 horas para procurar que esté no se acidifique y reduzca la cantidad de sólidos totales.

### 3.6.6 FILTRADO

El filtrado se llevó a cabo mediante un cedazo o también un lienzo para retener las partículas extrañas y sólidos.



**Figura 7.** Filtrado del mucilago de café **Fuente:** Guamán J & Lucero F

### 3.6.7 PASTEURIZADO

Se aplicó un proceso térmico a una temperatura 60 – 65 °C por 30 minutos procurando mantener la temperatura estable, para la conservación de sus propiedades físico químicas.



**Figura 8.** Pasteurización del mucilago **Fuente:** Guamán J & Lucero F

### 3.6.8 ALMACENADO

El método que se utilizó es la refrigeración aplicando temperaturas inferiores a 8 °C, con el fin de inhibir el crecimiento y metabolismo de las levaduras y bacterias naturales del mucilago del café, retrasando la fermentación alcohólica y láctica del producto, hasta su procesamiento como concentrado (Puerta & Arias, 2011)

### 3.6.9 CONCENTRADO (ROTAVAPOR)

El procedimiento para la obtención del concentrado se realizó en un evaporador rotatorio por destilación a vacío, modelo R – 300 (5482 K). Se agregó de muestra 200 mL de mucílago de café de variedad Catuai en el matraz de destilación y este se conectó al tubo evaporador que dirige los vapores de los disolventes hacia el interior del refrigerante que tiene la forma de un serpentín. Una vez que los vapores se condensaron, se recogieron en el matraz recolector.

El equipo lleva consigo un motor rotatorio que hace girar el matraz evitando de esta manera que el disolvente salte mientras se aplica al vacío contribuyendo de esta manera a una evaporación controlada.



**Figura 9.** Rotavapor buchí R – 300 **Fuente:** Guamán J & Lucero F

## 3.7 ANALISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS

### 3.7.1 DETERMINACIÓN DE pH

El análisis del pH se basó en el (INEN, 2337, 2008). Se evaluó con un pH metro digital modelo 700 OAKLON.

Para determinar el pH se tomaron 140 ml de muestra a una temperatura de 24 ° C y con la ayuda de un potenciómetro con las soluciones de buffer 4.01 y 7.01 se determinó el pH el cual se llevó acabo para las dos variedades de estudio.



**Figura 10.** Determinación del pH **Fuente:** Guamán J & Lucero F

### **3.7.2 PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES**

El análisis de los grados °Brix se realizó mediante el refractómetro, en la Escuela superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH, se basó en el (INEN, 2337,2008).

La determinación de sólidos solubles se desarrolló mediante el equipo refractómetro, la muestra se recolectó utilizando un gotero, tomando 2 gramos, el cual se procedió a colocar en el prisma del equipo, obteniendo como resultado 20.93 ° Brix de la variedad Castillo.

El procedimiento se llevó a cabo de igual manera para la variedad Catuai, y finalmente se registraron los datos obtenidos.

.



**Figura 11.** Determinación de grados °Brix del concentrado de mucílago de café **Fuente:** Guamán J & Lucero F

### 3.7.3 PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD

Para el análisis de la viscosidad se agregó 140 mL de mucílago de café en el Viscosímetro rotacional el cual consta de dos cilindros coaxiales o de un cono y un plato. La muestra se coloca entre los dos dispositivos. Se utiliza para cualquier tipo de líquido, de alta o baja viscosidad, newtoniano o no newtoniano.



**Figura 12.** Determinación de Viscosidad del concentrado de mucílago de café **Fuente:** Guamán J & Lucero

### 3.7.4 PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE CAFEÍNA.

Todos los análisis que se detallan a continuación se realizaron por triplicado para disminuir el margen de error de los resultados.

El método que se utilizó fue espectrofotometría uv- vis. Se pesó en la balanza 10 g de la muestra y se agregó en un vaso precipitado de 50 mL, y se agitó con una varilla hasta que la muestra quede homogénea.

Se colocaron 20 gotas de hidróxido de sodio en todas las muestras y luego se obtuvieron los extractos clorofórmicos hacia un vaso de precipitado con ayuda de un embudo separador. Se utilizó una centrífuga a 3000 rpm durante 10 minutos, con el fin de aislar el disolvente

cloroformo de la muestra. Se evaporó el cloroformo en baño de María. Se redisolvió la muestra añadiendo 50 mL de agua destilada caliente 70 °C.

Se dejó enfriar y se transfirió a un matraz aforado de 100 ml, se enrasó con agua destilada. Se colocó en un matraz aforado de 25 mL, se agregaron 5 mL de la disolución anterior, se añadió 1mL de HCl 0,01 mol/L y se enrasó con agua destilada.

Se leyó la absorbancia de la muestra a una longitud de onda de 275 nm.

Para la variedad Catuai se obtuvo la absorbancia de las tres réplicas luego de medir en el espectrofotómetro.

### **3.7.5 PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES**

Para la determinación de polifenoles se utilizó el método de Folin - Ciocalteu .Se pesó 1 g de concentrado en un vaso precipitado de 50 mL, se añadieron 15 mLde agua destilada y luego se agitó con una varilla para obtener un líquido homogéneo. Se colocó en un matraz aforado de 25 mL y se aforó hasta completar los 25 mL. Se filtró con papel filtro.

Se colocaron 0.3 mL del extracto en un tubo de ensayo, se añadieron 0.5 mL del reactivo de Folin y se dejó reposar por 5 minutos. Posteriormente se añadieron 0.5 mL de carbonato de sodio al 20 % y se completó a 3 mL con agua destilada. Se agitó, se cubrió con papel filtro y se dejó reposar por 30 minutos a temperatura ambiente. Se midió la absorbancia de las tres réplicas a 760 nm en el espectrofotómetro.

### **3.7.6 PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE ANTIOXIDANTES**

La determinación de antioxidantes se llevó a cabo mediante el método Frap. El análisis se realizó mediante la preparación disolviendo 0.5 de ácido clorhídrico (HCl) 40 Nm en 100 mL de agua destilada.

Por consiguiente, se preparó acetato de sodio en 20ml de agua destilada, y se añadió ácido clorhídrico 40 Nm hasta que la mezcla llegue a un pH de 3.5 y se enrasa con agua destilada hasta completar a 250 mL.

Luego se preparó la disolución de TPTZ 10 Nm pesando 0,0352 g de reactivo TPTZ y se disolvió con agua destilada, se transfirió un matraz aforado de 10 mL y se enraso con ácido clorhídrico 40 Nm.

Luego se disolvió 0.1352 de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  en 25 mL de agua destilada. La Preparación de la disolución de FRAP consistió en la mezcla 2.5 ml de la disolución de TPTZ con 2.5 mL de disolución de cloruro de hierro III y 25 mL de tampón de acetato.

Por consiguiente, se preparó la muestra pesando 1 gr de mucilago de café, disolviendo en 15 ml de agua destilada, se filtró en un matraz y se aforo a 25 mL con agua destilada, se procedió a colocar en un matraz de 10 mL agregando 0.80  $\mu\text{L}$  de la muestra.

Se midió 5 mL de disolución de FRAP, se enraza con agua destilada y se dejó reposar en una estufa a 37 °C por 30 minutos y por último se determinó la absorbancia a una longitud de onda de 593 nm contra blanco.

## CAPITULO IV

### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 VOLUMEN FINAL DEL CONCENTRADO Y RENDIMIENTO

Como se observa en la tabla 6 el volumen final del concentrado de la variedad Catuai fue 147 mL, con un rendimiento del 73.5 %, mientras que la variedad Castillo 160 mL con un rendimiento del 80 %.

**Tabla 6.** Determinación del volumen final y rendimiento del concentrado.

<b>Variedades</b>	<b>V. inicial</b>	<b>V. final</b>	<b>Rendimiento</b>
Catuai	200 mL	147 mL	73.5 %
Castillo	200 mL	160 mL	80 %

**Fuente:** Guamán J & Lucero F

#### 4.2 RESULTADOS DEL pH DEL CONCENTRADO

El análisis del pH se realizó mediante tres réplicas de las dos variedades, se calculó también un promedio y una desviación estándar. Como se observa en la tabla 7 el pH del concentrado se encuentra en un rango de 4.5 en la normativa (INEN, 2337,2008).

**Tabla 7.** Determinación del pH del concentrado del mucílago de café.

<b>Análisis del Potencial Hidrógeno</b>				
<b>Variedades</b>	<b>Replicas</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Normativa 2337</b>
<b>Catuai</b>	3.71	3.71	± 0.02	< 4.5
	3.73			
	3.70			
<b>Castillo</b>	3.67	3.67	± 0.01	< 4.5
	3.68			
	3.67			

**Fuente:** Guamán J & Lucero F



### 4.3 RESULTADOS DE SÓLIDOS TOTALES DEL CONCENTRADO

En la variedad Catuai se obtuvo 27.05 ° Brix con una desviación estándar de  $\pm 0,56$  y la variedad Castillo 20.93 °Brix con una desviación estándar de  $\pm 0,56$  de acuerdo a la normativa (INEN, 2337,2008) los °Brix deben ser  $< 20$ , la variedad Castillo se encuentra dentro del rango establecido, mientras que la variedad Catuai no cumple debido a que los granos de café recolectados se encontraban sobre maduros obteniendo una mayor concentración de los sólidos totales en el grano, como se observa en la tabla 8.

**Tabla 8.** Determinación de sólidos totales del concentrado del mucilago de café

<b>Análisis de sólidos totales</b>				
<b>Variedades</b>	<b>Replicas</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Normativa</b>
Catuai	26.73	27.05	$\pm 0,56$	< 20°Brix
	27.70			
	26.74			
Castillo	20.94	20.93	$\pm 0,56$	< 20°Brix
	20.91			
	20.96			

**Fuente:** Guamán J & Lucero F

### 4.4 RESULTADOS DE LA VISCOSIDAD DEL CONCENTRADO DEL MUCILAGO DE CAFÉ

Se obtuvo en la variedad Catuai una viscosidad de 738.37 mpa\*s con una desviación estándar de  $\pm 33.02$  y la variedad Castillo 871.67 mpa\*s con una desviación estándar de  $\pm 4.92$ , la variedad Castillo presenta mayor viscosidad que la variedad Catuai por la posible diferencia en su composición.

**Tabla 9.** Determinación de la viscosidad del concentrado de mucílago de café

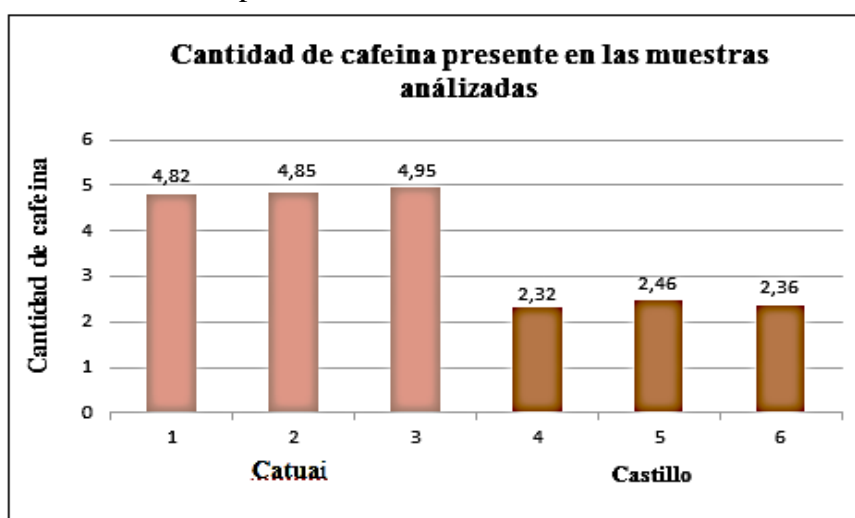
<b>Análisis de viscosidad</b>			
<b>Variedades</b>	<b>Replicas</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>
Catuai	727.1 mpa*s	738.17 mpa*s	± 33.02
	712.1 mpa*s		
	775.3 mpa*s		
Castillo	867.7 mpa*s	871.67 mpa*s	± 4.92
	870.2 mpa*s		
	877.2 mpa*s		

**Fuente:** Guamán J, Lucero F

## 4.5 RESULTADO DEL ANALISIS DE CAFEINA DEL CONCENTRADO DE MUCILAGO DE CAFÉ

El análisis de cafeína se llevó acabo por triplicado para obtener valores con menos margen de error. El promedio que se obtuvo de los resultados de la variedad Catuai fue de 4.87 mg Cafeína por cada 10 g de concentrado de mucílago, con una desviación estándar de  $\pm 0,07$ . En la variedad Castillo se obtuvo una media de 2.37 mg cafeína / 10 g de concentrado de mucílago y una desviación estándar de  $\pm 0,05$ , como se observa en grafico 3. Si bien los datos planteado por Bondesson, (2015) de 13 mg de cafeína / 10 g de concentrado de mucílago, son superiores a lo obtenidos debido a la diferencia de variedades.

4.6 **Gráfico 3.** Representación de la concentración de cafeína

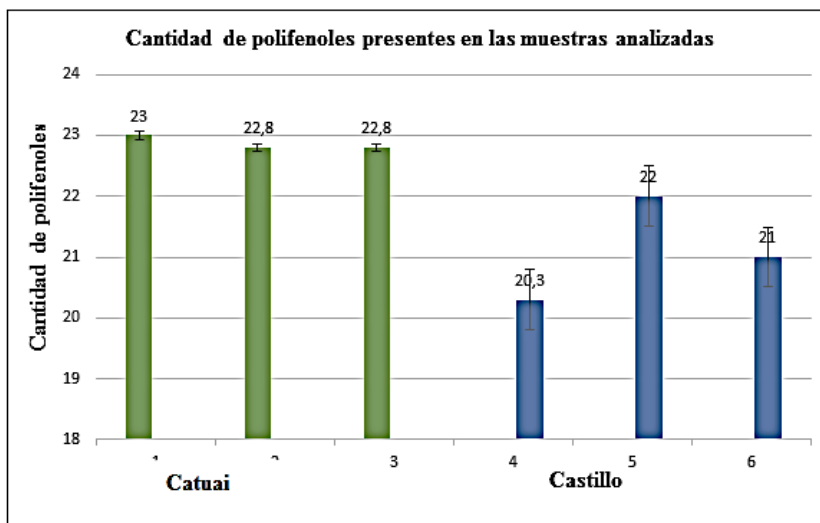


**Fuente:** Guamán J & Lucero F

## 4.7 RESULTADO DEL ANALISIS DE POLIFENOLES DEL CONCENTRADO DE MUCÍLAGO DE CAFÉ

Se obtuvo un valor para la variedad Catuai de  $22.87 \text{ mg/g} \pm 0.12$  y para la variedad Castillo se obtuvo un valor de  $21.1 \text{ mg/g} \pm 0.85$  como se observa en grafico 4. Por lo tanto, los valores obtenidos mediante la aplicación del método Folin son superiores en comparación al planteado por (Adrianzén, 2018) el cual obtuvo un valor  $18.77 \text{ mg/g}$ .

**Gráfico 4** Representación de la concentración de polifenoles

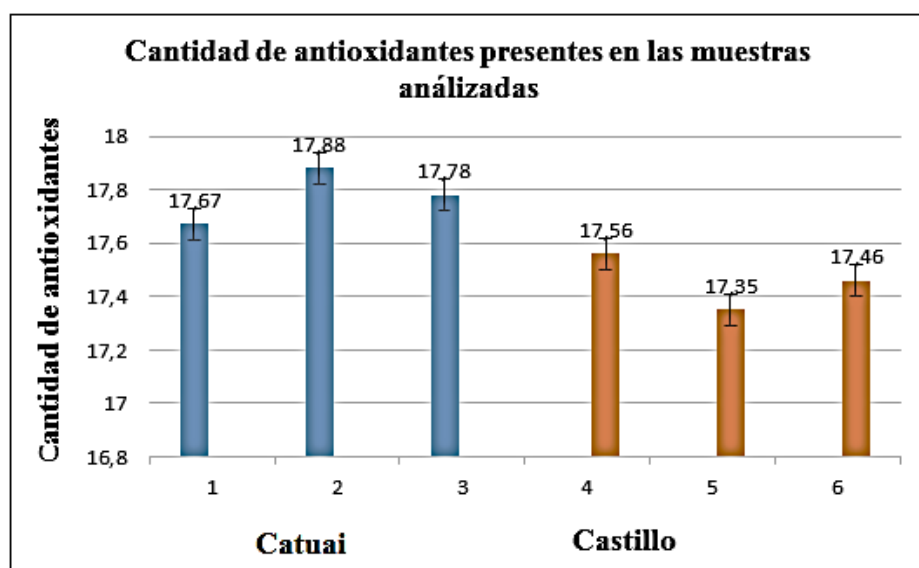


**Fuente:** Guamán J Lucero F

## 4.8 RESULTADO DEL ANÁLISIS DE ANTIOXIDANTES DEL CONCENTRADO DE MUCÍLAGO DE CAFÉ

Para la variedad Catuai se obtuvo 17.67, 17.88, 17,78, con un promedio de  $17.78 \pm 0,11$  mientras que la variedad Castillo 17.56, 17.35, 17.46 con valor de  $17.46 \pm 0,11$ . Los resultados obtenidos son próximos a los reportados (Fonseca et al., 2014) los cuales aplicaron el mismo método realizado : Frap por vía húmeda con muestra de subproductos de café pergamino 10.72, por lo tanto el mucílago de café, contiene mayor cantidad de antioxidantes que el pergamino. Además se comparó con otros sub productos como chocolate de mesa y mucilago de cacao relatado por (Aidé, 2009) encontrando mayor cantidad de polifenoles y antioxidantes en el concentrado de mucílago de café como se detalla en el grafico 5.

**Grafico 5** Representación de la cantidad de antioxidantes



Fuente: Guamán J & Lucero F

## 4.9 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS MUESTRAS DEL CONCENTRADO DE MUCILAGO CAFÉ DE LA VARIEDAD CATUAI

De acuerdo a los análisis microbiológico de las muestras la variedad Catuai de mucílago de café se obtuvieron los siguientes resultados comparando con la norma las levaduras pueden tener un máximo de  $1 \times 10^3$ , encontrando en la variedad Catuai 88 UFC, mientras que los coliformes totales deberán tener un mínimo de 3 UFC, no obstante se encontró 1 UFC. En cuanto a los hongos la Norma (INEN 2337,2008) establece que debe tener  $1 \times 10^3$ , pero en la muestra no se encontró residuo, alguno como se detalla en la tabla 10.

**Tabla 10.** Análisis microbiológico de la variedad Catuai.

Datos generales		Parámetros				Resultados
Fecha	Tipo de muestra	Levaduras	Hongos	Coliformes T	E. coli	
13Noviembre 2019	T1	88 UFC	<0 UFC	< 1 UFC	Nd	Cumple
Límites Máximos Permisibles						
Coliformes totales	Recuento de mesófilos	Coliformes Totales	E. Coli			
0,3 – 1 < 1/g	<1 ufc/g	<1 NMP/100 ml	<0NMP/100 ml			

Fuente: Guamán J & Lucero F

## 4.10 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS MUESTRAS DEL CONCENTRADO DE MUCILAGO CAFÉ DE LA VARIEDAD CASTILLO

De acuerdo a los análisis microbiológico de las muestras la variedad Castillo de mucílago de café se obtuvieron los siguientes resultados comparando con la norma las levaduras pueden tener un máximo de  $1 \times 10^3$ , encontrando en la variedad Catuai 1 UFC, mientras que los coliformes totales deberán tener un mínimo de 3 UFC, no obstante se encontró 1 UFC. En cuanto a los hongos la norma dice que debe tener  $1 \times 10^3$ , pero en la muestra no se encontró residuo alguno como se detalla en la tabla 11.

**Tabla 11.** Análisis microbiológico de la variedad Castillo

Datos generales		Parámetros				Resultados
Fecha	Tipo de muestra	Levaduras	Hongos	Coliformes T	E. coli	
13 Noviembre 2019	T1	88 UFC	<0 UFC	< 1 UFC	Nd	Cumple
Límites Máximos Permisibles						
Coliformes totales	Recuento de mesófilos	Coliformes Totales		E. Coli		
0,3 – 1 < 1/g	<1 ufc/g	<1 NMP/100 ml		<0NMP/100 ml		

Fuente: Guamán J Lucero F

## **CAPITULO V**

### **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

1. Se obtuvo el mucílago de café de las dos variedades Catuai y Castillo evitando la fermentación, controlando tiempo y temperatura en el proceso tecnológico planteado.
2. Se realizó la extracción del concentrado de mucilago de café mediante destilación al vacío en el rotavapor, en la variedad Castillo se obtuvo 80 % y en la variedad Catuai 73.5% la diferencia se debe a la composición del concentrado.
3. En base a los análisis realizados al concentrado de mucílago de las dos variedades se logró determinar las propiedades químicas, siendo la variedad Catuai la que presenta mayor contenido de polifenoles 22,87 cafeína 4,87 mg/10 g, y antioxidantes 17,78 en comparación a la variedad castillo. Las propiedades físicas como pH, Brix y Viscosidad, no presenta mayor diferencia entre variedades, lo que indica que de acuerdo a la composición de los concentrados, se podrían utilizar para desarrollo de productos agroindustriales. En cuanto al resultado de los análisis microbiológicos se evidencia la inocuidad de producto.

#### **5.2 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda el desarrollo de ensayos de concentrado de mucílago y estabilidad considerando otros parámetros a los ya estudiados como tiempo y temperatura.
- Se sugiere realizar la aplicación de este concentrado en bebidas funcionales debido al contenido significativo de antioxidante, polifenoles y cafeína.

## CAPITULO VI

### 6 BIBLIOGRAFÍA

- Adrianzén, G. (2018). *Determinación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales de la cascara y mucilago de la especie Coffea Arábica L y sus posibles usos.*
- Aidé, J. (2009). *Artículos Originales El cacao y sus productos como fuente de.*
- Alvarado, M., & Rojas, G. (2007). *El cultivo y beneficiado del café* (U. estatal a Distancia, Ed.). Recuperado de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=15qrSG-5114C&oi=fnd&pg=PR7&dq=origen+del+cafe&ots=Of-4u1U79J&sig=obCj3QW43R8K9ldhT3VkrVw79ns#v=onepage&q=origen del cafe&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=15qrSG-5114C&oi=fnd&pg=PR7&dq=origen+del+cafe&ots=Of-4u1U79J&sig=obCj3QW43R8K9ldhT3VkrVw79ns#v=onepage&q=origen+del+cafe&f=false)
- Anecafé. (2002). *Café en Ecuador. Café en Ecuador, Manejo de la Broca del Fruto*, p. 77. Recuperado de [http://www.ico.org/projects/cabi\\_cdrom/PDFFiles/ECUADOR.pdf](http://www.ico.org/projects/cabi_cdrom/PDFFiles/ECUADOR.pdf)
- Bances, D., & Bravo, Y. (2014). *Estudio de mercado para la viabilidad de exportación de café saborizado en el país de estados unidos.* Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Bondesson, E. (2015). *A nutritional analysis on the by-product coffee husk and its potential utilization in food production.* (415), 1-25.
- Cárdenas, S. (2007). *Caracterización morfológica y agronómica de la colección núcleo de café (Coffea arabica L.) del Catie.* Centro Agronomico Tropical de Investigación y enseñanza.
- Castaño, G., Arias, M., & Valencia, N. (1999). *CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA Y FÍSICO-QUÍMICA DE LA PULPA DE CAFÉ SOLA Y CON MUCÍLAGO.* 50(1), 5-23.
- Cumbicus, E., & Jiménez, R. (2012). “ *Análisis Sectorial del Café en la Zona 7 del Ecuador* ” (Universidad Técnica Particular de Loja). Recuperado de 1;2;3
- Días, A. (2010). « *Pulpa de café: Coffea arabica L: Como fuente alternativa de antioxidantes*». Recuperado de [http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/707/3/UTPL\\_Días\\_Curay\\_Alejandra\\_Tati\\_ana\\_1064344.pdf](http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/707/3/UTPL_Días_Curay_Alejandra_Tati_ana_1064344.pdf)
- Duicela, L., Velásquez, S., & Farfán, D. (2017). *Calidad organoléptica de cafés arábigos en relación a las variedades y altitudes de las zonas de cultivo, Ecuador. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 18(1), 67-77.
- Esther, A., & Martínez, P. (2010). *Estudio de la remoción del mucilago de café a través de*

*fermentación natural.*

- Figuroa, E., Perez, F., & Godínez, L. (2016). La producción y el consumo del café. En *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1724). <https://doi.org/10.1063/1.4945247>
- Fonseca, L., Calderón, L., & Rivera, M. (2014). Capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales en café y subproductos del café producido y comercializado en norte de santander (Colombia). *Vitae*, 21(3), 228-236.
- Galindo, X. (2011). «*Producción e Industrialización de Café Soluble Caso : Solubles Instantáneos*». Universidad de Guayaquil.
- INEN. (2008). *Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales* (Vol. 2337, pp. 1-10). Vol. 2337, pp. 1-10. Quito: Primera.
- MAG. (2019). Productores de Pastaza reciben plantas de café – Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado 22 de noviembre de 2019, de <https://www.agricultura.gob.ec/productores-de-pastaza-reciben-plantas-de-cafe/>
- Mariel, D., & Noel, N. (2010). «*El café y sus diversas aplicaciones en la pastelería*». Instituto Superior Particular Incorporado N° 4044 «SOL».
- Marín, S., Arcila, J., Montoya, E., & Oliveros, C. (2003). *Del Café Y Las Características De Beneficio* ., 54(4), 297-315.
- Peñuela-Martínez, A. E., Oliveros-Tascón, C. E., & Sanz-Uribe, J. R. (2010). Remoción del mucílago de café a través de fermentación natural. *Cenicafé*, 61(2), 159-173. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Pozo, M. (2014). Análisis de los factores que inciden en la producción de café en el Ecuador 2000 – 2011. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Puerta, G., & Arias, S. (2011). Composición Química Del Mucílago De Café, Según El Tiempo De Fermentación Y Refrigeración. *Cenicafé*, 62(2), 23-40. Recuperado de <http://www.cenicafe.org/es/documents/2.pdf>
- Samayoa, A., Borryo, B., Pérez, A., María, M., & Montenegro, L. (2014). *Extracción de mucilago, azúcares, y taninos de la pulpa del café y producción de ácido acético comercial a partir de las mieles del café* (San Carlos de Guatemala). Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\\_3706.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3706.pdf)
- Sánchez, J. (2014). *Localización y diseño de una planta productora de café tostado y molido en la provincia de Loja bajo la normativa legal vigente*. Universidad de las Américas.
- SIPA. (2019). Café. Recuperado 10 de octubre de 2019, de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cafe>



- Súarez, L. (2019). *Aprovechamiento agroindustrial de la pulpa y cascarilla del café (Coffea arábica) Variedad caturra en el Noroccidente de Pichincha*. Universidad de las Américas.
- Valenzuela, M. (2010). *Desarrollo y evaluación física, química y sensorial de un jarabe de sacarosa con pulpa de café saborizado (Coffea arabica)*. Zamorano.
- Vichi, F. (2015, febrero 1). La producción de café en México: ventana de oportunidad para el sector agrícola de Chiapas. *Revista Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 4(7), 174-194. <https://doi.org/10.31644/IMASD.7.2015.a07>
- Villacis, P., & Aguilar, T. (2016). «*Comportamiento agrónomico de cinco variedades de café (Coffea arábica L.), sometido a diferentes aplicaciones foliares de Biol*» (Universidad de las Fuerzas Armadas). Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11296/1/T-ESPE-002795.pdf>
- Villeda, M. (2014). *Rango ideal de concentración de sólidos solubles durante la maduración del café y su influencia sobre la calidad de taza, en dos variedades y tres niveles altitudinales*. Universidad Rafael Landívar.

# CAPÍTULO VII

## 7 ANEXOS

**ANEXO 1. COSECHA**



**ANEXO 2. CLASIFICADO**



**ANEXO 3. DESPULPADO.**



**ANEXO 4. FERMENTACIÓN.**



**ANEXO 5. FILTRADO.**



**MUCÍLAGO.**

**ANEXO 6.**



**ANEXO 7. PASTEURIZACIÓN**



**ANEXO 8. ALMACENADO.**



**ANEXO 9. CONCENTRADO.**



**ANEXO 10. EQUIPO RATO VAPOR.**



**ANEXO 11. ANÁLISIS DE SÓLIDOS SOLUBLES**



**ANEXO 12. ANÁLISIS DE VISCOSIDAD.**



**ANEXO 13. ANÁLISIS DE PH**



**ANEXO 14. ANÁLISIS DE CAFEÍNA.**



**NEXO 13. ANÁLISIS DE POLIFENOLES.**



**ANEXO 16. ANÁLISIS DE ANTIOXIDANTES**

