

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Ingeniería Agroindustrial

TEMA:

EVALUACIÓN DEL SECADO DE CAFÉ VARIEDAD ROBUSTA *(Coffea canephora)*, Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DEL CAFÉ CULTIVADO EN EL CANTÓN LAS NAVES, PROVINCIA BOLÍVAR.

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero 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

AUTORES:

DIEGO ARMANDO CASTILLO RONQUILLO

BRAYAN MAURICIO MANOBANDA MANTILLA

DIRECTOR:

ING.MARCELO GARCIA MUÑOZ MSc.

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

TEMA:

EVALUACIÓN DEL SECADO DE CAFÉ VARIEDAD ROBUSTA *(Coffea canephora)*, Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DEL CAFÉ CULTIVADO EN EL CANTÓN LAS NAVES, PROVINCIA BOLÍVAR.

REVISADO Y APROBADO POR:

Ing. Iván Marcelo García Muñoz MSc.
DIRECTOR

Ing. Isidro Favián Bayas Morejón PhD.
BIOMETRISTA

Ing. José Luis Altuna Vásquez MSc.
REDACCIÓN TÉCNICA

CERTIFCACION DE AUTORÍA

Nosotros, Castillo Ronquillo Diego Armando portador de la cedula de identidad N°. 0941370405; Manobanda Mantilla Brayan Mauricio portador de la cedula de identidad N°. 1206059105, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

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

Castillo Ronquillo Diego Armando

C.I. 0941370405

AUTOR

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

Manobanda Mantilla Bryan Mauricio

C.I. 1206059105

REDACCIÓN TÉCNICA

Ing. Iván Marcelo García Muñoz MSc.

C.I. 0201093960

DIRECTOR

ESCRITURA Nº 20250201004P00432

DECLARACIÓN JURAMENTADA
OTORGA:
DIEGO ARMANDO CASTILLO RONQUILLO Y
BRAYAN MAURICIO MANOBANDA MANTILLA.
CUANTÍA: INDETERMINADA.
Di 2 COPIA.

G.C.

En el Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy martes a los veinte días del mes de mayo del año dos mil veinticinco, ante mi **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA,** comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, los señores **DIEGO ARMANDO CASTILLO RONQUILLO,** de estado civil casado y **BRAYAN MAURICIO MANOBANDA MANTILLA**, de estado civil soltero, por sus propios y personales derechos, en calidad de **COMPARECIENTES**.- Los compareciente declaran ser de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación ambos estudiantes, domiciliados los dos, en la parroquia Quinsaloma, cantón Quinsaloma, provincia Los Ríos y de paso por este cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número cero nueve seis siete ocho seis seis ocho siete seis y con correo electrónico **diegoaramando-91@hotmail.com**, hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación, en base a lo cual obtengo la certificación de datos biométricos del Registro Civil, además por petición de los comparecientes adjunto sus documentos personales como son la cedula y papeleta de votación, como documentos habilitantes a esta escritura. Advertidos los comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, así como de la obligación que tienen de decir la verdad y conocedores de las penas de perjurio, me solicitan se les tome su declaración juramentada, en tal virtud procedo a tomar su declaración juramentada: Nosotros: **DIEGO ARMANDO CASTILLO RONQUILLO,** de estado civil casado, portador de la cedula de ciudadanía número cero nueve cuatro uno tres siete cero cuatro cero guion cinco; y, **BRAYAN MAURICIO MANOBANDA MANTILLA,** de estado civil soltero, portador de la cedula de ciudadanía número uno dos cero seis cero cinco nueve uno cero guion cinco, declaramos bajo juramento que: los criterios e ideas emitidos en el presente trabajo de investigación titulado **"EVALUACIÓN DEL SECADO DEL CAFÉ VARIEDAD ROBUSTA (*Coffea canephora*), Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DEL CAFÉ CULTIVADO EN EL CANTÓN LAS NAVES, PROVINCIA BOLÍVAR".** Declaramos que el presente trabajo es de nuestra autoría; 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 Normativa Institucional vigente. En el proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente.- Para la celebración y otorgamiento de la presente escritura se observaron los preceptos de ley que el caso requiere; y, leída que le fue a los compareciente íntegramente por mí la Notaria, aquellos se afirman y ratifican en la aceptación de su total contenido y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporándose al protocolo de esta Notaria, la presente declaración juramentada, de todo lo cual doy Fe.----------

SR. DIEGO ARMANDO CASTILLO RONQUILLO.
C.C. 0941137040-5

SR. BRAYAN MAURICIO MANOBANDA MANTILLA.
C.C. 1206059l0-5

DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

Diego Catillo

TESIS CAFÉ V. ROBUSTA FINAL REV FAV ULT.docx

My Files
My Files
Universidad Estatal de Bolívar

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:456219063

Fecha de entrega
6 may 2025, 9:02 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
6 may 2025, 9:55 a.m. GMT-5

Nombre de archivo
TESIS CAFÉ V. ROBUSTA FINAL REV FAV ULT.docx

Tamaño de archivo
1.9 MB

84 Páginas

19.715 Palabras

109.172 Caracteres

Ing. Iván Marcelo García Muñoz MSc.
DIRECTOR

10% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Cited Text
- Small Matches (less than 10 words)

Exclusions

- 24 Excluded Sources
- 103 Excluded Matches

Top Sources

9% Internet sources
1% Publications
5% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Ing. Iván Marcelo García Muñoz MSc.
DIRECTOR

DEDICATORIA

Mi trabajo de tesis y esfuerzo le dedico a Dios a mi padre a mi madre que está en el cielo a mis hermanos, por todo su apoyo incondicional porque gracias a ellos he logrado dar un paso importante en mi vida como persona y como profesional.

A mi esposa e hija por ser una parte fundamental e importante y fuente de inspiración en mi proceso de tesis porque gracias a ellas y mi esfuerzo y perseverancias para así poder obtener una profesión.

Con gratitud y aprecio

ATENTAMENTE: Diego Castillo

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme vida, sabiduría y perseverancia para poder desarrollar mi tesis, así como a mi padre para realizar mi carrera de profesión, así mismo a mis hermanos por siempre apoyarme en todo.

A mi distinguida esposa e hija, por su apoyo en cada paso importante de mi vida a mi madre, aunque no esté física mente con nosotros desde el cielo me cuida y me protege para que todo salga bien y de esa manera obtener mi profesión.

De igual manera a mis tutores, M.Sc., Marcelo García., Dr. Fabián Vallas, M.Sc., José Luis Altuna y guías muy importantes en la elaboración de la misma, así como la planta de proceso y los laboratorios de la Universidad Estatal de Bolívar. De igual manera a las personas que siempre nos apoyaron la tesis y que sigamos adelante para así ser alguien en la vida.

Con gratitud y aprecio.

ATENTAMENTE: Diego Castillo

DEDICATORIA

A Dios, quien fue siempre el impulso espiritual
para la culminación de este trabajo
A mi Madre y hermanos, quienes me apoyaron
siempre en forma incondicional.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar por proporcionarme las herramientas necesarias para mi preparación académica. A Dios por darnos salud y vida por hacerme más Fuerte en todas las situaciones que se me han presentado a lo largo, A mis padres y mis hermanos agradecerles por la motivación y sus sabios concejos y en forma especial agradecer a mi madre motivo de mi existencia, por apoyarme y comprenderme en todo momento, por muchas horas de trabajo, a todos ellos por contribuir en la realización de mis sueños. De forma especial a mi tutor de tesis, M. Sc., Marcelo García., Dr. Fabián Vallas, M Sc., José Luis Altuna por su confianza, apoyo colaboración y aportación intelectual en la elaboración de la presente tesis.

RESUMEN

En Ecuador, el café representa mucho más que una simple bebida; es parte integral de su patrimonio cultural, profundamente ligado a su historia y geografía. Gracias a su ubicación en la zona ecuatorial de América del Sur, el país cuenta con condiciones geográficas y climáticas ideales para el cultivo del café. La variedad de microclimas, que se extiende desde las pendientes de la Sierra Central hasta las zonas tropicales de la Costa, permite la producción de cafés de excelente calidad. En estos territorios se cultivan distintas variedades, como el arábica y el robusta, cada una con perfiles de sabor y aroma distintivos. El café ecuatoriano no solo es un producto agrícola, sino también un sustento para muchas comunidades rurales, un motivo de identidad nacional y un reflejo de la rica biodiversidad del país, enmarcado en prácticas sostenibles y responsables de producción. Se refiere a la producción de café robusta en ecuador en el año 2021 fue de aproximadamente 13.000 toneladas, es importante tener en cuenta que esta cifra puede variar cada año debido a las condiciones climáticas y la demanda del mercado. La producción de café robusta en Ecuador estaba concentrada principalmente en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos, estas provincias, ubicadas en la región costera del país, ofrecen condiciones climáticas y geográficas adecuadas para el cultivo de café variedad robusta.

El proceso de secado es fundamental para garantizar la calidad del café robusta, ya que influye directamente en sus condiciones finales. La humedad residual del grano es un elemento clave para evitar la aparición de mohos, fermentaciones indeseadas y el deterioro general del producto, asegurando así su aptitud para la comercialización y una mayor vida útil. Para ello, es indispensable alcanzar un nivel de humedad óptimo, usualmente alrededor del 11 %. Un secado deficiente puede provocar la aparición de sabores desagradables y la pérdida de las propiedades organolépticas que definen un buen café.

El secado del café robusta está influenciado por diversos factores que afectan directamente su calidad final. Entre estos se encuentran la velocidad de secado, la temperatura aplicada, la humedad relativa del ambiente, la exposición a la luz solar y la uniformidad con la que se lleva a cabo el proceso. Es importante destacar que un secado muy rápido a temperaturas elevadas puede deteriorar la calidad del grano, mientras que un secado demasiado lento incrementa el riesgo de fermentaciones indeseadas.

Las propiedades físicas y químicas del café son fundamentales para evaluar y desarrollar perfiles de sabor distintivos dentro de la industria cafetalera. La compleja combinación de estos elementos presentes en los granos, desde su etapa de cultivo hasta el procesamiento y tostado, es la responsable de la amplia gama de sabores y aromas que caracterizan a las distintas variedades de café que se disfrutan en todo el mundo.

Palabras Clave: Patrimonio geográficas, arábica, robusta.

ABSTRACT

In Ecuador, coffee represents much more than a simple beverage; it is an integral part of its cultural heritage, deeply tied to its history and geography. Thanks to its location in the equatorial zone of South America, the country has ideal geographic and climatic conditions for coffee cultivation. The variety of microclimates, which extend from the slopes of the Central Sierra to the tropical areas of the coast, allows for the production of excellent quality coffees. Different varieties are grown in these territories, such as Arabica and Robusta, each with distinctive flavor and aroma profiles. Ecuadorian coffee is not only an agricultural product, but also a livelihood for many rural communities, a source of national identity, and a reflection of the country's rich biodiversity, supported by sustainable and responsible production practices. Robusta coffee production in Ecuador in 2021 was approximately 13,000 tons. It is important to note that this figure may vary each year due to climatic conditions and market demand. Robusta coffee production in Ecuador was concentrated primarily in the provinces of Manabí, Guayas, and Los Ríos. These provinces, located in the country's coastal region, offer climatic and geographical conditions suitable for the cultivation of robusta coffee.

The drying process is essential to guaranteeing the quality of robusta coffee, as it directly influences its final quality. The residual moisture content of the bean is key to preventing the development of mold, unwanted fermentation, and general deterioration of the product, thus ensuring its marketability and longer shelf life. To achieve this, it is essential to achieve an optimal moisture content level, usually around 11%. Poor drying can lead to the development of unpleasant flavors and the loss of the organoleptic properties that define a good coffee.

The drying of robusta coffee is influenced by several factors that directly affect its final quality. These include the drying speed, the temperature applied, the relative humidity of the environment, exposure to sunlight, and the uniformity with which the process is carried out. It's important to note that drying too quickly at high temperatures can deteriorate bean quality, while drying too slowly increases the risk of unwanted fermentation.

The physical and chemical properties of coffee are essential for evaluating and developing distinctive flavor profiles within the coffee industry. The complex combination of these elements present in beans, from the cultivation stage through processing and roasting, is responsible for the wide range of flavors and aromas that characterize the different coffee varieties enjoyed around the world.

Keywords: Geographical heritage, arabica, robusta.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I 1

1. INTRODUCCIÓN 1

CAPITULO II 3

2. PROBLEMA. 3

2.1 Planteamiento del problema 3

2.2 Formulación del problema 4

2.3 Justificación 4

CAPITULO III 6

3. OBJETIVOS 6
3.1 Objetivo general 6

3.2 Objetivos Específicos: 6

CAPITULO IV 7

4.1 Hipótesis nula 7

CAPITULO V 8

5. MARCO TEÓRICO. 8

5.1 Generalidades del café 8
5.1.1 Origen e historia del café robusta 8
5.1.2 Clasificación taxonómica 9
5.1.3. Características morfológicas 9

5.1.3.3. Hojas 10
5.1.4. Importancia del cultivo 12

5.1.4.2. Producción Local 13
5.1.4. Proceso de cultivo del cultivo del café robusta 14
5.1.5 Humedad en el café robusta 15
5.1.6. Características físicas, químicas y organolépticas del café robusta 16
5.1.6.2.1 Cafeína 19
5.1.6.2.2. Volátiles 19
5.1.6.2.3. Compuestos volátiles en el café verde 20
5.1.6.3.2. Sabor del café 21

5.1.6.3.3 Acidez del café 21

CAPITULO VI **24**

6. MARCO METODOLÓGICO. **24**

6.1 Materiales **24**
6.1.1 Localización del Experimento. 24

TABLA Nº 6: UBICACIÓN DEL ENSAYO **24**
6.1.2 Situación Geográfica y Climática 24

TABLA Nº 7: PARÁMETROS CLIMÁTICOS **24**

TABLA Nº8: LOCALIDADES DE ESTUDIO DEL CANTÓN LAS NAVES **25**
6.1.3 Zona de vida. 25
6.1.4 Material Experimental 25
6.1.5 Materiales de Campo 25
6.1.6 Reactivos 26
6.1.7 Material de oficina 27

6.2 Métodos **27**
6.2.1 Análisis de resultados 27
6.2.2 Procedimiento 27
6.2.3 Tipo de análisis 29

6.2.3.3 ANÁLISIS QUÍMICOS **29**

6.2.4 MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS (VARIABLES DESCRITAS) **29**

6.2.4.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES FÍSICAS **29**

6.2.4.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES BROMATOLÓGICAS **30**
6.2.5 Manejo del experimento 30

CAPÍTULO VII **46**

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN **46**

7.1. Análisis en la materia prima **46**
7.1.1. Determinación de las características morfológicas de granos de café robustas en estados de cereza 46
7.1.2. Determinar el porcentaje de humedad del café robusta cultivado en el cantón las Naves en estado de cereza. 47

7.2. Análisis en el producto terminado **48**
7.2.1. Determinación de las condiciones de secado 48

7.2.2. Determinar las características físicas, químicas, del café seco con el 11% de humedad. **48**
7.2.3. Análisis cromatográfico del café tostado 51
Identificación de los Compuestos Principales 55
Análisis de los Compuestos Identificados tras la Cromatografía 55
Discusión 56

BIBLIOGRAFÍA **60**

8. ANEXOS **68**

ANEXO N°1: MAPA DE UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN **68**

ANEXO N°3: PRESUPUESTO **69**

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS **70**

ANEXO N°5: GLOSARIO DE TÉRMINOS **73**

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el café representa mucho más que una simple bebida; es parte integral de su patrimonio cultural, profundamente ligado a su historia y geografía. Gracias a su ubicación en la zona ecuatorial de América del Sur, el país cuenta con condiciones geográficas y climáticas ideales para el cultivo del café. La variedad de microclimas, que se extiende desde las pendientes de la Sierra Central hasta las zonas tropicales de la Costa, permite la producción de cafés de excelente calidad. En estos territorios se cultivan distintas variedades, como el arábica y el robusta, cada una con perfiles de sabor y aroma distintivos. El café ecuatoriano no solo es un producto agrícola, sino también un sustento para muchas comunidades rurales, un motivo de identidad nacional y un reflejo de la rica biodiversidad del país, enmarcado en prácticas sostenibles y responsables de producción (Sánchez S. V., 2018).

(Condori F. G., 2022) se refiere a la producción de café robusta en ecuador en el año 2021 fue de aproximadamente 13.000 toneladas, es importante tener en cuenta que esta cifra puede variar cada año debido a las condiciones climáticas y la demanda del mercado. La producción de café robusta en Ecuador estaba concentrada principalmente en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos, estas provincias, ubicadas en la región costera del país, ofrecen condiciones climáticas y geográficas adecuadas para el cultivo de café variedad robusta.

El proceso de secado es fundamental para garantizar la calidad del café robusta, ya que influye directamente en sus condiciones finales. La humedad residual del grano es un elemento clave para evitar la aparición de mohos, fermentaciones indeseadas y el deterioro general del producto, asegurando así su aptitud para la comercialización y una mayor vida útil. Para ello, es indispensable alcanzar un nivel de humedad óptimo, usualmente alrededor del 11 %. Un secado deficiente puede provocar la aparición de sabores desagradables y la pérdida de las propiedades organolépticas que definen un buen café (Becilla N. , 2023).

El porcentaje de humedad del café robusta en estado de cereza es esencial porque afecta directamente la calidad, el almacenamiento el procesamiento y el sabor del café; como tal, un control preciso de la humedad es fundamental para garantizar que el café mantenga sus atributos deseados y sea apto para su comercialización y consumo (Marcillo B. F., 2023).

El secado del café robusta está influenciado por diversos factores que afectan directamente su calidad final. Entre estos se encuentran la velocidad de secado, la temperatura aplicada, la humedad relativa del ambiente, la exposición a la luz solar y la uniformidad con la que se lleva a cabo el proceso. Es importante destacar que un secado muy rápido a temperaturas elevadas puede deteriorar la calidad del grano, mientras que un secado demasiado lento incrementa el riesgo de fermentaciones indeseadas (Gutarra H. , 2020).

Las propiedades físicas y químicas del café son fundamentales para evaluar y desarrollar perfiles de sabor distintivos dentro de la industria cafetalera. La compleja combinación de estos elementos presentes en los granos, desde su etapa de cultivo hasta el procesamiento y tostado, es la responsable de la amplia gama de sabores y aromas que caracterizan a las distintas variedades de café que se disfrutan en todo el mundo (Pérez J. M., 2018).

CAPITULO II

2. PROBLEMA.

2.1 Planteamiento del problema

El café de la variedad robusta, conocido por su perfil de sabor distintivo y su mayor contenido de cafeína en comparación con otras variedades, desempeña un papel crucial en la industria cafetalera a nivel mundial, sin embargo, la calidad del café robusta se ve influenciada en gran medida por el proceso de secado al que es sometido tras la cosecha. Además, la humedad es un factor crítico que afecta significativamente las características sensoriales del café, el contenido de humedad en los granos de café tiene un impacto directo en la extracción de los compuestos químicos responsables del aroma, el sabor y el cuerpo de la bebida.

La calidad del café robusta se mide por el grado en que éste satisface las necesidades del consumidor y cumple con las características esperadas, según el origen, marca, clase o procedencia, las características físicas; así como, las características organolépticas de la bebida, constituyen la calidad del café en grano. Entre las cualidades organolépticas o sensoriales del café tenemos el aroma, la acidez, el amargor, el cuerpo, sabor y la impresión global de la bebida.

Además, el sabor y aroma del café robusta son el resultado de alrededor de mil sustancias químicas que se originan en la semilla se aprecian más durante el proceso de tostación; entre los cuales tenemos diversos compuestos como furanos, pirroles, pirazinas, cetonas, aldehídos, alcoholes, ácidos, piridinas, tiazoles, ésteres, diterpenos, alcaloides, calorantes, aminoácidos, entre otros.

Entre otros factores que determinan la calidad del café están las condiciones de clima, suelo, manejo del cultivo, tratamiento postcosecha y la forma de preparación de la bebida, los daños en el grano, como aquellos debidos al ataque de insectos como la bronca del café, ocasionando considerables pérdidas económicas, aunque es de anotar que la mayoría de los defectos se originan en el proceso de postcosecha.

La transformación del café cereza en café pergamino se denomina beneficio del café, proceso que se realiza después de la cosecha para la obtención de café verde; además, los métodos de beneficio que actualmente se emplean son los siguientes: beneficio por la vía húmeda, beneficio ecológico, beneficio húmedo enzimático, beneficio semihúmedo y beneficio por la vía seca. Como tal, estos métodos de conservación

sirven para garantizar que el café alcance el porcentaje de humedad adecuado durante el proceso de secado es crucial para mantener y resaltar la calidad del café, así como para cumplir con los requisitos comerciales y las expectativas de los consumidores.

2.2 Formulación del problema

Ante lo mencionado, se considera que la investigación debe abordar principalmente el estudio de la variedad de café robusta con tres métodos de beneficio en tres localidades del Cantón Las Naves, para lo cual se plantea la siguiente pregunta directriz:

¿Cuál es el mejor beneficio de secado, la composición química y propiedades físicas del café *(Coffea canephora Pierre et Froehner)* variedad Robusta, cultivada en el cantón Las Naves – Provincia Bolívar?.

2.3 Justificación

El café, una de las bebidas más consumidas en el mundo, ha desempeñado un papel crucial en la economía y la cultura de muchas regiones, incluido el cantón Las Naves, donde se cultiva el café robusto. Este tipo de café, junto con otros factores, se ha convertido en una fuente importante de ingresos y comercio para la región y el país en general; por lo tanto, la calidad del café robusta, sin embargo, es un aspecto esencial para su éxito en el mercado y esta calidad está estrechamente relacionada con su contenido de humedad, sus características físicas, químicas y organolépticas, así como las condiciones de secado durante su procesamiento (Nichorzon M. R., 2020).

El contenido de humedad en el café robusta es un factor crítico que afecta su calidad y comercialización, es decir que, la determinación del porcentaje de humedad es esencial para evaluar su calidad organoléptica, ya que afecta directamente las características sensoriales de la bebida, un contenido de humedad inadecuado puede resultar en sabores y aromas apagados, así como en la aparición de defectos no deseados. Además, el contenido de humedad está estrechamente relacionado con la conservación y el almacenamiento a largo plazo del café, lo que influye en su calidad final (Valenzuela L. T., 2019).

Las características físicas, químicas y organolépticas del café robusta son fundamentales para su calidad y aceptación en el mercado, estas propiedades, que incluyen aroma, acidez, amargor, cuerpo, sabor y la impresión global de la bebida, son evaluadas por los consumidores y determinan la calidad percibida del café, las

propiedades químicas, como la presencia de compuestos aromáticos y sabores, tienen un impacto directo en la experiencia del consumidor (Duicela L. A., 2018).

El proceso de secado del café hasta alcanzar el 11% de humedad es una etapa crítica en su producción, porque, las condiciones de secado deben ser cuidadosamente controladas para garantizar que el café mantenga sus características deseadas y cumpla con los estándares comerciales, un secado inadecuado puede resultar en defectos y pérdida de calidad. Por lo tanto, es esencial comprender las condiciones óptimas de secado (Cañarte C. V., 2021).

CAPITULO III

3. OBJETIVOS

Para la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

3.1 Objetivo general

- Evaluación del secado del café variedad robusta y su incidencia en la calidad del café cultivado en el cantón Las Naves provincia de Bolívar.

3.2 Objetivos Específicos:

- Determinar el porcentaje de humedad del café robusta cultivado en el cantón Las Naves en estado de cereza.

- Analizar las características físicas, químicas del café robusta cultivado en el cantón Las Naves en estado de cereza

- Verificar las condiciones del secado hasta alcanzar el porcentaje del 11% de humedad que debe tener el café para su comercialización.

- Determinar las características físicas, químicas, del café seco con el 11% de humedad.

CAPITULO IV

4. HIPÓTESIS.

Para la realización de la presente investigación se plantearon las siguientes hipótesis:

4.1 Hipótesis nula

Los diferentes métodos de secado y diferentes grados de humedad no influyen en la calidad del café robusta.

4.2 Hipótesis alterna

Los diferentes métodos de secado diferentes grados de humedad del café si influyen en los análisis en la calidad del café rubusta.

La verificación de la hipótesis se realizó mediante un análisis descriptivo de las técnicas y producto obtenido

CAPITULO V

5. MARCO TEÓRICO.

5.1 Generalidades del café

El café se obtiene a partir de las semillas tostadas y molidas de los frutos de la planta del café (cafetos) y cuando se consume sin azúcar, puede considerarse una planta medicinalporque presenta muchas propiedades beneficiosas antibacterianas, antiinflamatoriasy antioxidantes (Rodríguez-Padrón, 2018).

El café es una bebida que cuando se consume solo, sin azúcar y de forma natural es muy rica en beneficios y propiedades protectoras, preventivas, curativas y medicinales (Mesa Rodríguez, 2017).

5.1.1 Origen e historia del café robusta

El café robusta tiene sus raíces en el continente africano, específicamente en regiones como Congo, Senegal y Angola, donde comenzó a cultivarse hace siglos. En la actualidad, sigue siendo ampliamente producido en África y Brasil. Su importancia comercial creció notablemente luego de que la plaga conocida como "la roya" (*Hemileia vastatrix*) afectara gravemente a las plantaciones de café arábica, posicionando al robusta como una alternativa viable en el mercado (Silvestre M. , 2020)

En cuanto al origen y la expansión del cultivo de café en el Ecuador, se cuenta con información que indica que esta actividad comenzó a finales del siglo XVIII con la variedad arábica. Este hecho se respalda en los registros de exportación hacia Perú. Además, como referencia histórica, se señala que el cultivo de café se inició en el año 1830 en los recintos El Mamey y Las Maravillas, ubicados en el cantón Jipijapa, provincia de Manabí (Zabala D. , 2021)

Sin embargo, el cultivo de café robusta comenzó en el año 1950 como colonizador de zonas húmedas – tropicales, y durante ese proceso, su adaptabilidad y alto rendimiento provocó que esta variedad de café importe líneas al territorio nacional en los años 1951 y 1977 respectivamente, las cuales fueron traídas desde el

Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE de Costa Rica, que para el año 1984, cambió a las líneas que producían Brasil (INAP, 2017)

5.1.2 Clasificación taxonómica

El cafeto pertenece a la familia rubiaceae y entre las 4 000 especies que conforman esta familia, aproximadamente 65 corresponden al género *Coffea*, sumando entre las dos especies el 98 % de la producción mundial total del café en crudo. De acuerdo con el Integrated Taxonomic Information System (ITIS., 2023), la clasificación taxonómica del café robusta es la siguiente:

Tabla Nº1: Taxonomía del café

Clasificación	
Reino	Plantae
Subreino	Viridiplantae
Infrareino	Streptophyta
Superfilo	Embryophyta
Filo	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Superorden	Asteranae
Orden	Gentianales
Familia	Rubiaceae
Género	*Coffea*
Especie	*Coffea canephora*

Fuente: Integrated Taxonomic Information System (ITIS), 2023

5.1.3. Características morfológicas

Según López (2022) menciona, las características morfológicas del café, las cuales se presentan a continuación:

5.1.3.1. Raíz

El cafeto tiene una raíz principal que penetra verticalmente hasta profundidades de 50 cm en suelos sin limitaciones físicas, de esta raíz salen otras raíces gruesas que se extienden horizontalmente y sirven de soporte a las raíces delgadas o absorbentes,

llamadas también raicillas, las raíces absorbentes del cafeto son bastante superficiales y se encargan de tomar el agua y los nutrientes minerales del suelo. En los primeros 10 cm del perfil del suelo se encuentra un poco más de la mitad de estas raicillas y el 86 % en los primeros 30 cm de profundidad del suelo.

5.1.3.2. Tallo

El tronco y las ramas primarias constituyen la estructura básica del cafeto. En cuanto a su morfología aérea, destacan dos tipos principales de brotes: los ortotrópicos y los plagiotrópicos. En los nudos del tallo principal se desarrollan diversas yemas que originan las ramas primarias. Los brotes conocidos como chupones tienen la capacidad de regenerarse tras la poda, siempre que se mantenga intacto el cogollo del tallo principal. En esta planta, la mayor parte de la producción se concentra en las ramas nuevas; por lo tanto, cuanto mayor sea la cantidad de brotes nuevos, mayor será el rendimiento en futuras cosechas.

5.1.3.3. Hojas

En el cafeto, las hojas son el órgano principal donde se llevan a cabo funciones vitales como la fotosíntesis, la transpiración y la respiración. Estas se desarrollan en las ramas laterales o plagiotrópicas, ubicándose en un mismo plano y en disposición opuesta. Las hojas del café presentan un pecíolo corto, con la parte superior plana y la inferior convexa. Una planta de café en su primer año suele tener un promedio de 440 hojas; sin embargo, a partir del segundo año, factores como la densidad de siembra y la disponibilidad de luz (particularmente en condiciones de sombra) inciden significativamente en la cantidad de hojas por planta. En la variedad arábiga, las hojas tienen una vida útil de entre siete y ocho meses, mientras que en la robusta esta duración puede extenderse de siete a diez meses. No obstante, esta longevidad disminuye en presencia de sequías, temperaturas elevadas o deficiencias nutricionales.

5.1.3.4. Flores

Las flores del cafeto aparecen en los nudos de las ramas, en la base de las hojas, en grupos de cuatro o más, sobre un tallito muy corto llamado glomérulo. La cantidad

de flores presentes en un momento determinado depende de la cantidad de nudos formados previamente en cada rama.

5.1.3.5. Fruto

El fruto del cafeto es una drupa de forma ovalada o elipsoidal, ligeramente aplanada, que comúnmente contiene dos semillas de forma plano-convexa, separadas por un surco que corresponde al tabique interno del ovario. En algunos casos, pueden desarrollarse tres o más semillas, ya sea por la presencia de ovarios tricelulares o pluricelulares, o por fenómenos como la falsa poliembrionía, en la que un ovario bicelular alberga más de un óvulo por célula. Si uno de los óvulos no se desarrolla, puede originarse un fruto con una sola semilla, conocido como caracolillo. Inicialmente, el fruto es de color verde, luego adquiere una tonalidad amarilla y, al madurar, se vuelve rojo. El periodo comprendido entre la floración y la maduración del fruto varía entre seis y ocho meses, y durante su desarrollo se identifican distintas fases:

De la fecundación a la sexta semana: Hay poco crecimiento en tamaño y peso del fruto.

De la sexta a la décimo sexta semana: Hay un crecimiento rápido en peso y volumen, el grano se hace lechoso, se necesita suficiente agua para evitar la purga o caída de los frutos.

De la décima sexta a la vigésima séptima semana: El crecimiento exterior del fruto es reducido, pero hay una alta demanda de nutrientes; empieza a endurarse la almendra, la falta de agua en esta fase causa los granos vanos.

De la vigésima séptima a trigésima segunda semana: En esta fase ocurre la maduración del fruto; según las variedades, los frutos maduros son rojos, el tamaño del fruto varía de 10 a 18 milímetros de longitud. El peso promedio de una cereza madura fluctúa entre 1.5 y 2.2 gramos, dependiendo de la variedad y de la nutrición de las plantas. En la Figura 1, se pueden observar los órganos del café.

5.1.3.6. Semilla

La semilla del cafeto está compuesta principalmente por el endosperma y el embrión. El endosperma, de textura coriácea y tonalidad que varía del verde al amarillo, presenta un pliegue que se origina en el surco de su cara plana. Esta estructura está

recubierta por una delgada membrana llamada película plateada, la cual a su vez está envuelta por el pergamino, cubierto externamente por una capa gelatinosa y azucarada conocida como mucílago. En su interior, las células del endosperma contienen diversos compuestos como almidón, aceites, azúcares y alcaloides, entre ellos la cafeína. El embrión, de pequeño tamaño y color blanquecino, se ubica en la zona dorsal y basal de la semilla. Tiene forma cilíndrica y está conformado por cotiledones superpuestos, que miden entre 2 y 5 milímetros.

5.1.4. Importancia del cultivo

A nivel mundial, existen 52 países que exportan café, de los cuales 45 forman parte de la Organización Internacional del Café (OIC), mientras que los otros siete no están afiliados a dicha entidad. Ecuador se encuentra entre los 12 países exportadores que cultivan ambas especies comerciales de café: robusta y arábica. (MAGAP, 2019). Ecuador ocupa el sexto lugar a nivel mundial en la exportación de café liofilizado (soluble). El cultivo de café se concentra principalmente en la provincia de Manabí, que representa 52.538 hectáreas de las 109.181 hectáreas dedicadas al café arábigo en todo el país. Le siguen en importancia las provincias de Loja con 22.009 hectáreas; Guayas con 8.396; El Oro con 7.298; Zamora Chinchipe con 4.763; Los Ríos con 3.578; Bolívar con 2.558; Cotopaxi con 2.000; Esmeraldas y Santa Elena con 1.350; Pichincha con 975; Galápagos con 825; Chimborazo con 660; Azuay con 315; Cañar con 278; Imbabura con 225; Morona Santiago con 218; Carchi con 146; Pastaza con 113; y Napo con 90 hectáreas (Enríquez J. P., 2020).

5.1.4.1. Producción Regional

En la provincia de Bolívar, el cultivo de café se mantiene de forma continua, lo cual representa una ventaja, ya que permite conservar las plantaciones activas y asegurar la continuidad en el consumo. De acuerdo con la última encuesta realizada por el INEC en 2017, los datos correspondientes se presentan en la Tabla Nº 2.

Tabla N°2: Superficie y producción agropecuaria 2017

Superficie, producción y ventas en la provincia de Bolívar: Café (grano)					
Región y provincia		**Superficie (Ha)**		**Producción (T)**	**Ventas (Tm)**
Bolívar	Solo	7322	642	146	138
	Asociado	2398	2182	303	282

Fuente: (INEC, 2017)

5.1.4.2. Producción Local

En el cantón Las Naves 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 (Castellano, 2022).

Tabla N°3: Número de UPA's y superficie en Has/principales cultivos – cantón Las Naves.

		Monocultivo		**Cultivos asociados**		**Ambos cultivos**	
N°	Tipo de cultivo	UPAS"S	Superficie sembrada	UPAS"S	Superficie sembrada	UPAS"S	Superficie sembrada
1	Café	-	-	95	945	152	12235

Fuente: (MAGAP, 2016)

Tabla N°4: Estimación de hectáreas cultivadas y cosechas de la variedad de café robusta en el 2017

N°	**Provincia/cantón**	**Nombre del productor**	**Área total de café (Ha)**	**Variedad**
1		Marco Manobanda	2	Robusta
2	Bolívar/ Las Naves	Oswaldo Castillo	2	Robusta
3		Carlos Armijo	2	Robusta
Total de superficie plantadas			6	Robusta

Fuente: (MAGAP, 2017)

5.1.4. Proceso de cultivo del cultivo del café robusta

Para producir el café de variedad robusta, se debe tener en cuenta grandes factores que van a influir con el producto final, entre estos factores se hayan: clima, suelo, humedad y el riego, por eso, López, Rodríguez, Barrera, Guzmán (2019) proponen mediante el Manual Técnico para la producción de café robusta, una serie de pasos que ayudarán a tener en grano de café adecuado.

5.1.4.1 Selección de la semilla

En primer lugar, es fundamental seleccionar la planta madre, la cual debe presentar un historial de vigor vegetativo destacado y una elevada productividad. Este criterio es esencial debido a la necesidad de realizar una polinización cruzada que garantice una fecundación efectiva y evite afectaciones en la calidad del grano. Por esta razón, dentro del lote de cultivo deben coexistir ejemplares con diversidad genética. (IICA, 2019).

5.1.4.2 Preparación de los semilleros

Es importante señalar que, para prevenir la aparición de plagas o enfermedades durante la fase del semillero, se recomienda la aplicación de un agroquímico. Una vez realizado este procedimiento, las semillas deben ser distribuidas en tablones con una profundidad de entre 5 y 10 cm, asegurándose de que no queden superpuestas. Finalmente, se debe cubrir con material vegetal que ayude a mantener condiciones adecuadas de temperatura y humedad, ya que entre los 30 y 45 días posteriores comenzará la germinación del grano de café, momento en el que estará listo para su trasplante al terreno definitivo.

5.1.4.3 Plantación

En primer lugar, el suelo debe estar libre de maleza y presentar un pH adecuado para el cultivo de café robusta, el cual debe situarse entre 5.5 y 6.5. Si el pH no se encuentra dentro de este rango, será necesario ajustarlo mediante la aplicación de nutrientes. Una vez que los brotes del cafeto estén listos para el trasplante, deben ubicarse en hileras con el espacio suficiente para permitir su adecuado desarrollo. Asimismo, es fundamental que las plántulas se siembren a la misma profundidad que tenían en el semillero.

5.1.4.4 Cosecha y procesamiento

La cosecha debe realizarse en el momento adecuado, para esto, solo deben recogerse las cerezas maduras, este procesamiento debe ser cuidadoso para mantener la calidad del café.

5.1.4.5 Tostado y almacenamiento

Tras el proceso de tostado, los granos de café deben conservarse en condiciones óptimas que permitan mantener su frescura y sabor. Además, es fundamental controlar el nivel de tueste para alcanzar el perfil de sabor buscado.

5.1.5 Humedad en el café robusta

El control preciso de la humedad en los granos de café es fundamental, ya que este parámetro influye directamente en la calidad del producto final. En este sentido, la Organización Internacional del Café (ICO) establece que los granos de café verde recién cosechados deben presentar un contenido de humedad entre el 44 % y el 55 % (Organización Internacional del Café (ICO), 2023). Así mismo, recalca que una vez seco el grano de café, su humedad debe constar entre los rangos de 8 % hasta 12.5 %; sin contar con los granos de especialidad, puesto que la humedad de este tipo de grano debe ser elevada.

5.1.5.1 Importancia de medir la humedad en el café robusta

Dado que las cerezas de café no maduran de manera uniforme, es fundamental realizar una cuidadosa inspección durante la cosecha para evitar la mezcla de granos con distintos niveles de humedad, ya que esto podría comprometer la calidad del producto final y alterar su sabor. Es importante señalar que, para que el café pueda ser comercializado como grano verde, su contenido de humedad debe mantenerse por debajo del 12,5 %. Un exceso de humedad puede favorecer la proliferación de hongos y moho, afectando negativamente tanto el sabor como la calidad del café, lo que repercute desfavorablemente en su comercialización. En contraste, si el café presenta una humedad inferior a la adecuada, suele ser resultado de un secado excesivo, lo que puede traducirse en la pérdida de aroma y sabor. Además, el nivel de humedad es un factor crucial durante el tostado, ya que influye directamente en la eficiencia de la transferencia de calor dentro de los granos (Karakundakoğlu, 2018).

5.1.5.2. Métodos de secado para el café robusta

De acuerdo con la FAO (2020) el secado es una parte fundamental que tiene como obejetivo la dismumución del contenido del agua en la cadena de producción del grano de café y esto se debe a que un contenido de humedad alto que puede generar perdidas, entonces, el secado se realiza para inhibir el crecimiento de hongos (FAO, 2020).

Por ello existen varios métodos para deshidratar los granos de café. Uno de ellos es el secado mecánico, que utiliza una fuente de calor, un ventilador y un secador con varios compartimentos provistos de un piso de malla donde se distribuyen los granos. La circulación de aire caliente a través de esa malla garantiza un secado uniforme. Este tipo de equipos puede alimentarse con gas, electricidad, carbón o incluso con la propia cascarilla del café como combustible (Oliveros C. S., 2019).

Por otro lado, el secado solar consiste en exponer los granos de café directamente a la radiación solar y a las condiciones de humedad del entorno. Este método busca aprovechar la energía del sol y, por lo general, el proceso toma entre 6 y 8 días, dependiendo del clima local. Para llevarlo a cabo, se recomienda extender los granos sobre superficies elevadas como mesas de madera o lonas amplias, evitando el contacto directo con el suelo. Cabe destacar que este método ha experimentado avances tecnológicos, ya que algunos productores han incorporado paneles solares**,** lo que permite acelerar el secado y mejorar su eficiencia (Henao, 2019).

5.1.6. Características físicas, químicas y organolépticas del café robusta

5.1.6.1. Características físicas del café

Las propiedades físicas de los granos de café influyen directamente tanto en la calidad de la bebida como en su presentación visual. Por esta razón, es fundamental contar con granos que presenten buena apariencia y calidad, lo cual garantiza la preparación de una bebida de alto nivel. Entre las características físicas que se consideran están la forma, el tamaño, el color, la uniformidad, la humedad, la densidad y la presencia de defectos. Este tipo de procesos ha sido tradicionalmente aplicado en África y, en la actualidad, también ha ganado relevancia en países como Brasil. En este contexto, después de despulpar el café, se permite que parte del mucílago se escurra antes de extender los granos en tendales o marquesinas, con una capa de entre 3 y 5 cm de espesor. Es necesario remover el café entre 5 y 7 veces al día, especialmente en las primeras horas del secado. Si no se realiza esta acción con la frecuencia adecuada, el

mucílago puede hacer que los granos se compacten formando grumos, lo que favorece el desarrollo de hongos.

En este proceso el secado del café recubierto de mucílago requiere entre 40 y 50 horas de sol (Silva, 2018).

5.1.6.1.1. Color de los granos

Cuando han existido deficiencias de hierro en el cafetal, se observan granos de color ámbar, la presencia de enfermedades fungosas como “Mal de hilachas” y “Phoma” que afectan las cerezas de café, provocan un ennegrecimiento de los granos (Alvarado, 2018).

5.1.6.1.2 Uniformidad de los granos

La uniformidad de los granos se refiere a la consistencia en su tamaño y apariencia. Una falta de homogeneidad indica problemas en el manejo del cultivo, como la recolección de granos en distintos estados de madurez (verdes, maduros y sobremaduros), daños ocasionados por una despulpadora mal calibrada, o la presencia de hongos e insectos durante las etapas de producción y postcosecha. Esta uniformidad también influye directamente en el tamaño de los granos, lo cual es crucial para lograr un tostado parejo. Cuando se mezclan granos de distintos tamaños, el proceso de tostado se vuelve desigual, ya que los más pequeños tienden a quemarse, afectando negativamente la calidad final de la bebida. (Silvestre M. , 2020).

5.1.6.1.3. Tamaño del grano

Las empresas importadoras de café en Europa, Estados Unidos, Japón y otros países consumidores establecen sus acuerdos comerciales en función de criterios específicos de calidad física y organoléptica, siendo el tamaño del grano un aspecto clave. En este sentido, los granos de café se clasifican en grandes, medianos y pequeños. Factores como las características biológicas de la variedad cultivada, las condiciones climáticas, el manejo agronómico del cultivo, la fertilidad del suelo y la altitud del lugar de producción influyen significativamente en el tamaño del grano, el cual puede

variar considerablemente, dependiendo principalmente de la variedad de café sembrada (Silvestre M. , 2020).

5.1.6.1.4. Densidad del café

La densidad aparente se define con la relación masa sobre el volumen ocupado (g/l o Kg/m^3) 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 (NTE INEN 285:2006, 2006).

5.1.6.2. Características químicas del café

El café posee una enorme diversidad de compuestos químicos y, aunque es una de las plantas más investigadas, aún no se han identificado por completo los efectos que todas sus sustancias pueden tener en el organismo humano. La composición química de sus granos varía según la especie y la variedad cultivada, así como por factores como la ubicación geográfica del cultivo, la altitud, la fertilidad del suelo, las condiciones climáticas, el nivel de madurez del fruto y las condiciones de almacenamiento (Muñoz, 2022).

En el grano de café se puede encontrar compuestos solubles en agua como la sacarosa y otros oligosacáridos, ácido clorogénico y sus isómeros, ácidos no volátiles, incluyendo ácido cítrico, málico y tartárico; cafeína, trigonelia, proteínas y sustancias minerales; los compuestos insolubles en agua se incluyen celulosa, proteína y aceite (López, 2020).

Tabla Nº 5: Principales elementos del café molido

Elemento	Porcentaje (%)
Lípidos	13 a 20
Agua	8 a 10
Proteínas	6 a 12
Ácidos clorogénicos	6 a 9
Cafeína	1 a 2.5
Azúcares	7 a 30
Minerales	3 a 4
Celulosa	15 a 20

Fuente: (López, 2020)

5.1.6.2.1 Cafeína

La cafeína es un alcaloide del grupo de las xantinas que actúa como una sustancia estimulante y psicoactiva. Está presente en diversas especies vegetales, siendo el café su fuente más común. Sin embargo, también se encuentra en el té (teína), el guaraná (guaranina), el mate (mateína), el cacao y en bebidas como los refrescos de cola. Las plantas producen cafeína como un mecanismo de defensa natural, ya que actúa como pesticida al inmovilizar o eliminar insectos que se alimentan de ellas (Torres W. , 2020).

La fórmula química de la cafeína es $C_8H_{10}N_4O_2$, con una masa molecular de 194,19 g/mol. Es una molécula química aquiral y por lo tanto, no tiene enantiómeros ni tiene estereoisómeros. Su nombre sistemático es 1, 3,7-trimetilxantina, 1, 3, 7-trimetil-2, 6-dioxopurina o 3, 7-dihidro1, 3, 7-trimetil-1H-purina-2, 6-diona. Algunos estudios afirman que puede crear dependencia si se la consume en exceso, aunque no está certificadamente comprobado, e interviene en la elaboración de fármacos para el tratamiento de jaquecas y contra el mareo (EFSA., 2019)

Los granos de café robusta poseen aproximadamente el doble de cafeína en comparación con los granos de la variedad arábica. La cafeína que se extrae durante el proceso de descafeinado se utiliza en la elaboración de bebidas gaseosas y productos farmacéuticos. Este compuesto es el principal responsable del sabor amargo del café y el té, y es el que les confiere sus propiedades estimulantes y diuréticas (Mayorga M. &., 2018).

A lo largo del tiempo, se han identificado diversos efectos atribuidos a la cafeína. Entre ellos se destacan su capacidad para estimular la circulación, la respiración y el sistema nervioso, así como su acción para combatir el sueño, aumentar los niveles de energía y actuar como afrodisíaco. También se le reconoce por reducir la fatiga, aliviar dolores de migraña, favorecer el rendimiento mental y contribuir en la recuperación tras una intoxicación alcohólica (Mayorga M. &., 2018).

5.1.6.2.2. Volátiles

La identificación de compuestos volátiles del café puede variar con base en su lugar de origen, la variedad botánica, 36 el manejo agronómico, el tratamiento postcosecha y especialmente, el grado de tostado de los granos.

5.1.6.2.3. Compuestos volátiles en el café verde

Arteaga y Márquez (2022), se refieren a los estudios que se han destinado en conocer la composición de la fracción aromática de este cultivo, con la finalidad de identificar a los compuestos que pueden ser considerados como constituyentes del aroma del café. Se han encontrado diversas familias de compuestos volátiles, las cuales incluyen ácidos, aldehídos, alcanos, alquenos, ésteres, furanos, cetonas, lactonas, oxazoles, fenoles, piridinas, pirazinas, piroles y compuestos azufrados.

5.1.6.3. Características organolépticas del café

El cuerpo es una característica organoléptica del café que depende de la naturaleza y la concentración de los sólidos solubles presentes en la infusión. Esta propiedad se define a partir de una combinación de sensaciones percibidas durante la cata, como la plenitud y consistencia en boca, así como la viscosidad, el peso y la densidad que se experimentan al contacto con la lengua. El cuerpo del café puede variar desde ligero hasta intenso. La pérdida de calidad organoléptica puede deberse a múltiples factores, entre ellos: un manejo inadecuado del cultivo (por ejemplo, presencia de broca), recolección de frutos inmaduros, errores durante la postcosecha como la sobrefermentación, contaminación durante el secado, almacenamiento o transporte, fallas en el procesamiento del café tostado y molido, o una preparación incorrecta de la bebida (Carrranza, 2019).

5.1.6.3.1. Aroma del café

El aroma se relaciona con la fragancia que desprende la bebida. Un aroma delicadamente fino, fragante y penetrante es la manifestación de un buen café. El aroma se manifiesta especialmente por el contenido de aceites finos y sustancias como aldehídos, cetonas, ésteres, e hidrocarburos de bajo peso molecular contenidos en la almendra. Un defectuoso beneficio y un inadecuado almacenamiento provocan alteraciones en el aroma. El aroma del café también varía según la altitud de la zona de cultivo y parece que el contenido de magnesio en el suelo favorece las características de aroma y sabor del café (Vázquez Y. V., 2020).

5.1.6.3.2. Sabor del café

El sabor es una característica organoléptica de la bebida que resulta de la compleja combinación entre las sensaciones gustativas y olfativas que se perciben al consumir café. Esta experiencia es distintiva y se detecta principalmente en la boca. Si los frutos se cosechan cuando aún están verdes o inmaduros, el sabor característico del café se ve alterado. Asimismo, una maduración excesiva o fallas durante el secado y almacenamiento pueden generar sabores desagradables. La aparición de sabores ajenos al perfil natural del café suele estar relacionada con las condiciones de almacenamiento del grano, la influencia de sacos de yute sucios, o la contaminación con sustancias como gasolina, jabón, tierra u otros elementos con los que el café haya tenido contacto durante el secado o almacenamiento (Rojas N. , 2019).

5.1.6.3.3 Acidez del café

La acidez es una característica que describe la impresión gustativa causada por soluciones diluidas de la mayoría de los ácidos como el cítrico y el tartárico; así como, de ciertos ácidos orgánicos presentes en la infusión. La acidez contribuye a la dulzura de un café, a la sensación de fruta fresca y madura, y es casi inmediatamente percibida cundo el café se ha sorbido en la boca (Carrillo, 2018). El nivel de acidez del café varía considerablemente según su origen y tiende a incrementarse en cultivos situados a mayores altitudes. Los cafés cultivados en zonas de estricta altitud presentan los niveles más elevados de acidez en la bebida. Este atributo también se ve influido por el grado de maduración de los frutos en el momento de la cosecha.

5.1.6.4. Calidad del café

La calidad del café es el resultado de una serie de procesos y actividades llevadas a cabo por todos los actores involucrados en la cadena productiva, desde la etapa de cultivo hasta la cosecha y postcosecha. Un café es considerado de alta calidad cuando cumple con estándares de inocuidad, presenta buenas características físicas y sensoriales, y conserva su composición química natural (IICA, 2019).

La inocuidad del café asegura que tanto los frutos como los granos y la bebida final cumplan con condiciones higiénicas adecuadas. Esto implica que no deben contener contaminantes químicos o microbiológicos en niveles que representen un riesgo para la salud, como residuos de plaguicidas, combustibles, mohos, humos o micotoxinas.

Estos elementos no solo comprometen la seguridad del producto, sino que también afectan negativamente el aroma y el sabor del café (CEPAL, 2020).

La calidad física del café puede evaluarse a través de la inspección visual de los granos en estado de pergamino seco, considerando aspectos como una apariencia uniforme, el color amarillento del pergamino, el tono verde oliva de la almendra, el tamaño acorde con los requerimientos del mercado, y un nivel de humedad que se mantenga entre el 10 % y el 12 % (Mora S. &., 2021).

5.1.6.4.1. Factores que afectan la calidad del café

El secado es una etapa clave que influye directamente en la calidad, el aspecto y el sabor del café. Si este proceso se lleva a cabo de manera inadecuada, puede afectar negativamente el producto final, reduciendo sus atributos y, en consecuencia, su valor comercial. Además, el almacenamiento y el tiempo de reposo también son factores determinantes, ya que durante estas fases los granos pueden verse alterados por condiciones como la humedad excesiva, la presencia de olores no deseados o residuos de otras sustancias en el entorno, los cuales pueden ser absorbidos por el grano. Asimismo, existe el riesgo de aparición de hongos, micotoxinas, microorganismos y otras formas de contaminación que deterioran la calidad del café (Lozano R. O., 2019).

5.1.6.4.2. Métodos de secado del café

(Condori F. G., 2022), manifista los diferentes métodos de secado del café, para la obtención de humedad al 11 %, los cuales se los detalla a continuación:

Método de secado en estufa: Se pesa una muestra representativa de granos de café. Se coloca los granos en una estufa a una temperatura constante (generalmente entre 100°C y 105°C). Se seca los granos hasta que alcancen un peso constante, lo que indica que se ha eliminado toda la humedad y se calcula el porcentaje de humedad utilizando la siguiente fórmula:

[(Peso inicial - Peso seco) / Peso inicial] x 100.

Se continúa secando hasta que obtengas un 11% de humedad.

Método de secado en horno microondas: Se coloca una muestra de granos de café en un recipiente apto para microondas. Se pesa la muestra antes de secarla. Se seca la muestra en el microondas a baja potencia en intervalos cortos, pesándola

regularmente hasta que alcance el peso constante y se calcula el porcentaje de humedad utilizando la misma fórmula mencionada anteriormente.

Método de secado por Infrarrojo Cercano: Se utiliza un analizador NIR específico para café. Se coloca una muestra de granos de café en el analizador NIR. El equipo utiliza la tecnología de infrarrojo cercano para medir la humedad de forma rápida y precisa. Se ajusta el proceso hasta obtener un 11% de humedad.

Método de karl fischer: Para determinar el contenido de humedad en el café, se emplea un titulador Karl Fischer diseñado específicamente para este tipo de análisis. El procedimiento consiste en mezclar una muestra de café con el reactivo Karl Fischer, el cual reacciona químicamente con el agua contenida en la muestra. El equipo mide la cantidad exacta de reactivo requerida para completar la reacción con toda la humedad presente. A partir del volumen de reactivo utilizado, se calcula el porcentaje de humedad del café.

Método de capacitancia: Por lo tanto, se empleará un medidor de humedad por capacitancia especialmente diseñado para granos de café. Para ello, se coloca una muestra de granos en el sensor capacitivo del equipo, el cual detecta variaciones en la capacitancia dependiendo del contenido de humedad presente. A partir de esta medición, el dispositivo calcula el porcentaje de humedad en la muestra.

CAPITULO VI

6. MARCO METODOLÓGICO.

6.1 Materiales

6.1.1 Localización del Experimento.

La presente investigación se llevó a cabo en los predios de la Universidad Estatal de Bolívar, abarcando el Complejo Agroindustrial y los laboratorios de Investigación y Vinculación. Además, se efectuó un análisis *in situ* en el cantón Las Naves, donde se trabajó con la variedad de café Robusta (*Coffea canephora*).

Tabla Nº 6: Ubicación del ensayo

Descripción	Ubicación
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Gabriel Ignacio de Veintimilla
Sector	Laguacoto II
Lugar experimental	Laboratorio de Análisis del Departamento de Investigación Universidad Estatal de Bolívar.

Fuente: Estación Meteorológica Laguacoto II, (2023)

6.1.2 Situación Geográfica y Climática

Tabla Nº 7: Parámetros Climáticos

Parámetros climáticos	Valor
Altitud	2652 m.s.n.m
Latitud	01º17´00´´
Longitud	79º18`00´´
Temperatura Máxima	18. ºC
Temperatura Mínima	7ºC
Temperatura Media Anual	14 ºC
Humedad	85%

Fuente: Información Estación Meteorológica Laguacoto (2023)

Tabla Nº8: Localidades de estudio del cantón Las Naves

Comunidades	Propietario	Fecha
Jerusalén	Carlos Armijo	12/08/2022
Buenos Aires	Oswaldo Castillo	20/072022
La Unión	Marco Manobanda	15/07/2022

Elaborado: Castillo, D. y Manobanda, M. 2023

6.1.3 Zona de vida.

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

La zona de vida del cantón Las Naves en el que se llevó a cabo el experimento corresponde a: Bosque Húmedo Pre-Montano (bhPM) o Región Subtropical. Los límites latitudinales de este piso son entre 300 a 1200 m.s.n.m. que abarcan temperaturas de 18º a 22º C (Las Naves, 2021).

6.1.4 Material Experimental

Variedad Café Robusta (*Coffe Canephora*)

6.1.5 Materiales de Campo

- ✓ Cromatógrafo de líquidos de alta presión (HPLC)
- ✓ Espectrómetro de infrarrojo Ftir spectrum 400
- ✓ Termo agitador marca Yvimen tr100-g
- ✓ Centrifuga marca 5804r
- ✓ Espectrofotómetro (nano drop)
- ✓ Despulpadora
- ✓ Desmucilaginador experimental mecánico de 600 kg/h de café cereza, operado con 1 litro de agua por minuto.
- ✓ GPS
- ✓ Estufa
- ✓ Equipo de extracción simultanea
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Molino manual y eléctrico
- ✓ Vasos de precipitación

- ✓ Embudo de separación
- ✓ Crisoles porosos
- ✓ Planchas de calentamiento
- ✓ Probetas
- ✓ Papel filtro
- ✓ Fundas de plástico herméticas
- ✓ Envases de vidrio color ámbar
- ✓ Viales para HPLC
- ✓ Filtros para HPLC
- ✓ Jeringas desechables
- ✓ Baldes y canecas plásticas
- ✓ Bandejas de secado
- ✓ Material de empaque y rotulación.

6.1.6 Reactivos

- ✓ Diclorometano
- ✓ Metanol
- ✓ Éter
- ✓ Bicarbonato de sodio anhidro
- ✓ Cafeína anhidra
- ✓ Cloroformo
- ✓ Sulfato de sodio anhidra
- ✓ Ácido clorhídrico
- ✓ TFA (ácido trifluoroacético)

6.1.7 Material de oficina

- ✓ Computadora
- ✓ Libreta de apuntes
- ✓ Esferográficos
- ✓ Cámara digital
- ✓ Calculadora
- ✓ Impresora
- ✓ Lápices
- ✓ Papel boom
- ✓ Memoria portátil

6.2 Métodos

En la presente investigación se aplicó un método descriptivo que detalló cada uno de los protocolos aplicados y evidentemente los resultados conseguidos.

6.2.1 Análisis de resultados

Para el análisis de datos se manejó el paquete estadístico InfoStat, y se representó los resultados por medio de tablas y gráficos.

6.2.2 Procedimiento

6.2.2.1 Selección de fincas

Se seleccionaron las fincas de acuerdo a las siguientes características:

- Ubicación de las fincas, estas se encuentran en una zona cafetalera de importancia económica, ecológica y social.
- Propietario de la finca colaborador y dedicado a la actividad cafetalera enteramente.
- Cafetales dentro de la finca organizados en lotes bien definidos según variedad, edad, sistema productivo, y tener un manejo tecnológico.

6.2.2.2 Muestreo de café

La época de recolección de los frutos, en el cafetal seleccionado, se definió con antelación, con el productor. Tomando en cuenta que todas las fincas seleccionadas debían tener la misma variedad y edad similar del cafetal.

6.2.2.3 Acopio y procesamiento

Las muestras fueron acopiadas y llevadas a la localidad correspondiente, paracontinuar con el proceso de cada uno de los métodos de beneficio en estudio.

6.2.2.4 Preparación de la muestra para el análisis de laboratorio

Determinado el estado de madurez óptima, se procedió a la recolección de los granos de café cereza (maduro) en los lugares de producción:

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

- Se identificaron los granos de café robusta de tonalidad rojiza - cereza.
- Los granos de café robusta cereza se recolectaron manualmente, para no alterar la estructura física del grano.
- Colocado en fundas herméticas, para evitar alteraciones químicas de volátiles propios del café.
- Se pesaron las muestras de los granos de café robusta cereza.
- Luego se introdujeron los granos de café robusta cereza cosechados en un balde con aproximadamente 20 litros de agua.
- Se observó el número de granos de café robusta cereza que permanecen en el fondo del balde, y el número de granos que flota (boyado).
- Se realizó el pesado de los granos de café robusta cereza de las diferentes localidades del cantón Las Naves.
- Retirado de la corteza del café.
- Se determinó la densidad de cada muestra café robusta cereza recolectada de las comunidades identificadas en el cantón Las Naves.
- El café despulpado se sometió a secado en una estufa a 60 °C hasta que se estabilice el peso.
- El café seco se introdujo en fundas herméticas para conservar las características físicas y químicas propias del café.

6.2.3 Tipo de análisis

6.2.3.1 Análisis físicos

- Defectos físicos
- Tamaño de los granos
- Humedad
- Cenizas

6.2.3.2 Análisis bromatológico

- Grasa
- Proteína
- Fibra cruda

6.2.3.3 Análisis químicos

- Volátiles totales
- Carbono fijo
- Polifenoles
- Volátiles
- Cafeína

6.2.4 Métodos de evaluación y datos tomados (variables descritas)

6.2.4.1. Clasificación de algunos defectos físicos del grano de *Coffea canephora* variedad robusta

Estas características se determinaron de acuerdo a la norma NTE INEN 285:2006

- **Color:** Se evaluó de acuerdo a la norma NTE INEN 285:2006
- **Tamaño de los granos:** Se clasificó de acuerdo a la norma internacional ISO (ISO 4150 (2011), 2011)

6.2.4.2 Identificación de las principales propiedades físicas

- **Humedad:** Se determinó de acuerdo a la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 0286 (2013).

- **Cenizas:** Se identificó de acuerdo a la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2679:2013.

6.2.4.3 Identificación de las principales propiedades bromatológicas

- **Grasa:** Se determinó de acuerdo a la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 523.
- **Proteína:** Se realizó de acuerdo a la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 522-2013.
- **Fibra cruda:** Se identificó de acuerdo a la norma española une-en 15104.

6.2.4.4 Identificación de las principales propiedades químicas

- **Volátiles totales:** Se determinó de acuerdo a la norma española UNE-EN15148:2009.
- **Carbono fijo:** Se estableció mediante cálculo por diferencia.
- **Polifenoles totales:** Se realizó mediante el método Folin cicalteru
- **Cafeína:** Se evaluó basándose en el artículo científico: "determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales"(2011).
- **Volátiles:** Se identificaron basándose en el artículo científico: "caracterización de compuestos volátiles de *coffea arábica* l. Variedad borbón" (2013).

6.2.5 Manejo del experimento

6.2.5.1 Registro de propiedades físicas y valoraciones de los granos defectuosos de *Coffea canephora* variedad robusta del Cantón Las Naves

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

Los granos defectuosos y las materias extrañas que se encontraron en la muestra, fueron expresados en porcentaje. Se procederá de la siguiente manera: se realizará un conteo de los diferentes granos defectuosos, se anotó la cantidad en la columna "cantidad", luego se calculó el "valor por defectos" según la columna de conversión indicada la norma antes mencionada, utilizando el factor de conversión multiplicado

por la cantidad de defectos. Una vez anotados todos los valores se procederá a sumarlos y colocarlos en el total.

6.2.5.2 Determinación del porcentaje (%) de humedad en muestras de *Coffea canephora* variedad robusta tostado molido del Cantón Las Naves

Preparación de la muestra

- Se homogenizó la muestra contenida en el recipiente en un ángulo de 90°; la cantidad de muestra a emplearse será de 30 g.

Procedimiento

- Para determinar el % de humedad se realizó por sobre la misma muestra preparada.
- Sobre la cápsula vacía, previamente pesada se pesará aproximadamente 5 g de muestra preparada. Esta porción de ensayo fue repartida de una manera uniforme en el interior de la cápsula de porcelana.
- Primer período de calentamiento. Se colocó la cápsula junto con su contenido, durante 6 horas ± 15 minutos, en la estufa a 130°C. A continuación, se deja enfriar hasta temperatura ambiente en el desecador y posterior pesado.
- Segundo período de calentamiento. Se volvió a colocar la cápsula junto con su contenido, durante 4 horas ± 15 minutos, en la estufa a 130°C, a continuación, se dejó enfriar hasta temperatura ambiente en el desecador y se pesó.

Cálculos

Se procedió a reconocer la pérdida de masa en el primer periodo, además se aplicó la siguiente ecuación:

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

Dónde:

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

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

***m*1 =** masa de la cápsula con la muestra, después del calentamiento de seis horas,en g.

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

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

Dónde:

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

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

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

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

Dónde:

$$\mathbf{P = P1 = +\bar{-}}$$

P = perdida por calentamiento, en % de masa en g.

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

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

6.2.5.3 Determinación del porcentaje (%) de cenizas en muestras de *Coffea canephora* variedad robusta tostado molido del Cantón Las Naves

Preparación de la muestra

- Se homogenizo el recipiente que contenía la muestra en un ángulo de 90°, el café tostado y molido. Se realizaron tres repeticiones.

Procedimiento

- En un crisol poroso se pesaron alrededor de 4 g de café tanto para el café en estado natural, así como para el café tostado y molido.
- El crisol poroso con muestra fue colocado sobre la flama del mechero y se realizó la respectiva incineración lentamente, evitando la proyección de la muestra fuera del crisol, luego se calentó la muestra hasta que ya no desprenda humo y quede completamente carbonizada.
- Se colocó la cápsula con su contenido, cerca de la puerta de la mufla abierta y mantuvo allí durante unos minutos para evitar pérdidas por proyección dematerial.
- La cápsula se colocó en la mufla a 525°c ± 10° C hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón, lo que se logra aproximadamente a las 5 h cuando las cenizas tengan una coloración gris claro.
- Una vez que se encuentre totalmente frio, se sacó de la cápsula (con las cenizas), y se llevó a la estufa y finalmente fue pesado.

Cálculos

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

En donde:

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

C = cantidad de cenizas en el café tostado molido, en porcentaje de masa;
m = masa de la cápsula vacía, en g;
m1 = masa de la cápsula con el producto (después de la incineración), en g;
m2 = masa de la cápsula con el producto (antes de la incineración), en g.

6.2.5.4 Determinación del porcentaje (%) grasa en muestras de *Coffea canephora* variedad robusta tostado molido del Cantón Las Naves

Preparación de la muestra

- Se homogenizó la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que lo contiene.

Procedimiento

- La determinación se realizó por triplicado sobre la misma muestra preparada.
- Se lavó el balón del aparato soxhlet y secó en la estufa a 100 ± 5°c, por el tiempode una hora. Luego se transfirió al desecador y será pesado con una aproximación al 0,1 mg, cuando haya alcanzado la temperatura ambiente.
- En el dedal de soxhlet, se pesa, con aproximación al 0,1 mg, se pesó 2,35 g de la muestra.
- Se colocó algodón hidrófilo en la parte superior del dedal a manera de tapa e introdujo en la estufa calentada a 130 ± 5°C, por una hora, y luego se transfirió el dedal con su contenido al desecador y se deja enfriar hasta temperatura ambiente.
- Se colocó dedal y su contenido en el aparato soxhlet, se agrega suficiente cantidad de éter anhidro y se extrae durante cuatro horas, si la velocidad de condensación es de 5 a 6 gotas por segundo, o durante 16 h, si dicha velocidad es de 2 a 3 gotas por segundo.
- Terminada la extracción, se recuperó el disolvente por destilación en el mismo aparato y se eliminan los restos de disolvente en baño maría.

- Se colocó el balón que contiene la grasa, durante 30 min, en la estufa calentadaa 100 ± 5°c; y se deja enfriar hasta temperatura ambiente en el desecador y se registra su peso.

  Cálculos:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{m2-m1}{m} \times 100$$

En donde:

m: masa del balón con la grasa, en gramos;

m1: masa del balón vacío, en gramos;

m2: peso de la muestra, en gramos

6.2.5.5 Determinación del porcentaje (%) de fibra cruda en muestras de *Coffea canephora* variedad robusta tostado molido del Cantón Las Naves

Preparación de la muestra

- Se homogenizó la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

Procedimiento

- Se pesó, con aproximación al 0,1 mg, aproximadamente 2 g de la muestra desengrasada y se transfiere al balón de precipitación de 600 cm^3, con mucho cuidado.
- Se agregó aproximadamente 1 g de asbesto preparado, 200 cm^3 de solución hirviendo, 0,255 N de ácido sulfúrico, una gota de antiespumante diluido o perlas de vidrio.
- Se colocó el balón de precipitación y su contenido en el aparato de digestión, dejar hervir durante 30 min exactos, girando el balón periódicamente, para evitarque los sólidos se adhieran a las paredes.
- Se filtró a través de la tela de tejido fino puesta en el embudo, el que, a su vez,se coloca en el Erlenmeyer de 1000 cm^3, lavando el residuo con agua destilada caliente, hasta que las aguas de lavado no den reacción ácida.
- Luego se colocó el residuo en el balón de precipitación, agregando 200 cm^3 de solución 0,313 n de hidróxido de sodio hirviente, y se llevó al aparato de digestión hasta ebullición durante 30 min exactos.
- Se filtró a través de la tela de tejido fino, lavando el residuo con 25 cm^3 de la solución 0,255 n de ácido sulfúrico hirviente y luego con agua destilada hirviente, hasta que las aguas de lavado no den reacción alcalina.
- El residuo fue transferido cuantitativamente al crisol de Gooch que contiene asbesto, y previamente fue pesado, agregando 25 cm^3 de alcohol etílico poco a poco y se filtra aplicando el vacío.

- Posteriormente fue colocado el crisol Gooch y su contenido en la estufa calentada a 130 ± 2 °C por el tiempo de dos horas, se transfirió al desecador y se dejó enfriar a temperatura ambiente y pesar.
- Luego se colocó el crisol con la muestra seca en la mufla e incinera a una temperatura de 500 ± 50 °C, por el tiempo de 30 min; se enfría en el desecador y registra su peso.

Cálculos

El contenido de fibra cruda en muestras de harina de origen vegetal se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$\%Fc\,\frac{(m2-m1)-(m3-m4)}{m}\,x\,100$$

En donde:

Fc = contenido de fibra cruda, en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra desengrasada y seca, en g.

m1 = masa de crisol conteniendo asbestos y la fibra seca, en g.

m2 = masa de crisol contiendo asbesto después de ser incinerado, en g.

m3 = masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbestos, en g.

m4 = masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbesto, después de ser incinerado, en g.

6.2.5.6 Determinación del porcentaje (%) de proteína en muestras de *Coffea canephora* variedad robusta tostado molido del Cantón Las Naves

Procedimiento:

Para la realización del análisis elemental, se aplicó el siguiente procedimiento:

- Primeramente, se abrirán los gases: el tanque de oxígeno y de helio, verificandoque las presiones estén: oxígeno 2,5 Bar, helio 1,2 Bar.

- Se encenderá el computador, utilizando el software (Vario macrocube).

- Se espera que las temperaturas del tubo de combustión y reducción alcancen la temperatura de trabajo 900ºC y 850 ºC respectivamente.

- Se corre 3 sulfamidas de 20 mg con el método “sulf 1” con el nombre “FACTOR DIARIO”.

- Se debe correr otra vez 3 Sulfamidas de 20 mg con el método “sulf 1” con el nombre “Sufanilamide” y se comprueba que los porcentajes de n, c, h y s correspondana los valores del patrón, en caso afirmativo ya se pueden correr las muestras, casocontrario, revisar la calibración.

- Se preparan las muestras de la tabla de calibración, para lo cual se debe pesar 20mg de la muestra.

- Se movió el carrusel a posición cero (0), presionando system>carrusel position>posicion 1>ok.

- Se insertaron las muestras en el carrusel, ingresando los pesos en la tabla de la pantalla junto al nombre de cada muestra de acuerdo a los códigos de los estándares utilizados.

- Se empezó a correr el análisis (System auto run).
- Finalmente se obtendrán los resultados visualizados en la pantalla.
- A partir del porcentaje de nitrógeno se obtiene el porcentaje de proteína multiplicando el resultado por el factor 6.25.

6.1.5.7 Determinación de volátiles totales en muestras *Coffea canephora* variedad robusta tostado molido del Cantón Las Naves

- Se colocaron los crisoles con sus respectivas tapas y se llevó a la mufla a 900 ºC ±10ºC durante 7 min y se dejó enfriar a temperatura ambiente.
- Se pesaron el crisol vacío y frío con sus respectivas tapas.
- Se pesaron 1 g ± 0,1 g de porción de muestra, luego se vuelve a colocar la tapa y se da un ligero golpe al crisol sobre una superficie limpia y dura hasta que la porción de ensayo forme una capa de espesor uniforme en el fondo del crisol.
- Se colocaron el crisol lleno, se introduce en la mufla y se deja durante 7 min ± 5 S.
- Se dejó enfriar de 30 ºC A 50 ºC sobre la temperatura ambiente y se pesó el crisol aproximando a 0,1mg.

Cálculos

El contenido de volátiles totales se calculó mediante la ecuación siguiente:

$$Vd = \left(\frac{100(m2\ -m3)}{m2-m1} - Mad\right) x(\frac{100}{100-Mad})$$

6.2.5.8 Determinación del porcentaje de carbono fijo en muestras de *Coffea canephora* variedad robusta tostado y molido del Cantón Las Naves.

- La determinación del carbono fijo se realizó de acuerdo al autor (Vassilev et al,2010), donde FC se obtiene por la diferencia entre el 100% en porcentaje en masaen base seca de la muestra y el porcentaje de volátiles (MV) y porcentaje de ceniza (Ad)

$$FC=100 - Ad - MV$$

Datos:

Ad= Porcentaje de Ceniza MV= Compuestos Volátiles

6.2.5.9 Metodología para polifenoles totales en muestras de *Coffea canephora* variedad robusta tostado molido del Cantón Las Naves

- El método para la determinación de los fenoles totales se basa en la reacción fotocolorimétrica del reactivo Folin-ciocalteu (1927); de acuerdo a esto se obtendrán distintas intensidades de absorbancia que se relacionan cuantitativamente. Para lo que se requiere previamente hacer la calibración del espectrofotómetro y obtener la curva de calibración.

6.2.5.9.1 Acondicionamiento de las muestras de café en estudio

- Se pesaron 200 mg de muestra y se le agrega 2 ml de metanol al 80%, para extraer los fenoles totales; posteriormente se disuelve y homogeniza la mezcla en un termo agitador (Yvimen tr100-g) a 200 rpm por 120 minutos a temperatura ambiente.

- Luego, la muestra fue filtrada (papel filtro) en un matraz Erlenmeyer. El filtrado obtenido se centrifuga en una microcentrífuga (Labnet internacional) en tubos eppendorf de 2 mL a 7000 rpm por 15 minutos. El sobrenadante obtenido se trasladará a viales de color ámbar, para evitar una foto-oxidación.

6.2.5.9.2 Procedimiento para la determinación del contenido de polifenoles totales

- Se tomaron 0,1 mL del sobrenadante a los diferentes tratamientos y un blanco para colocar en un matraz de 5 mL.
- Se añadió 0,1 mL de folin y se le agitó continuamente durante 3 minutos.
- Luego se colocará 2 mL de Na2CO3 al 7,5% (75 g / L)
- Después se completa el volumen hasta 5 mL con agua destilada y se deja reposar a temperatura ambiente durante 1 hora
- A continuación, se mide la absorbancia a 750 nm utilizando un espectrofotómetro (nano drop). Los resultados se expresarán como equivalentes de ácido gálico (GAE), utilizando una curva de calibración en el rango de 50 a 200 ppm.

6.2.5.10 Metodología para determinar compuestos volátiles en muestras de *Coffea canephora* variedad robusta tostado molido del cantón Las Naves

Programación del sistema FTIR (Espectrometría de Infrarrojo con Transformada de Fourier)

- Se enciende el equipo y se abre el software
- Clic en fondo para realizar un barrido
- Con la ayuda de una toalla y metanol limpiar el plato donde será colocada la muestra a analizar.

- Colocar una pequeña gota del analito (compuestos volátiles del café), en elcentro del plato.

- Ajustar con el regulador manualmente hasta hacer contacto con la muestra.
- Se identificará los compuestos volátiles (grupos funcionales) en el monitor, figurándose los cromatogramas.

- Guardar los cromatogramas en el software y se rotulará los grupos funcionales.

6.2.5.10.1 Preparación de las muestras mediante destilación simultanea líquido - líquido (DSLL) para la extracción de compuestos volátiles

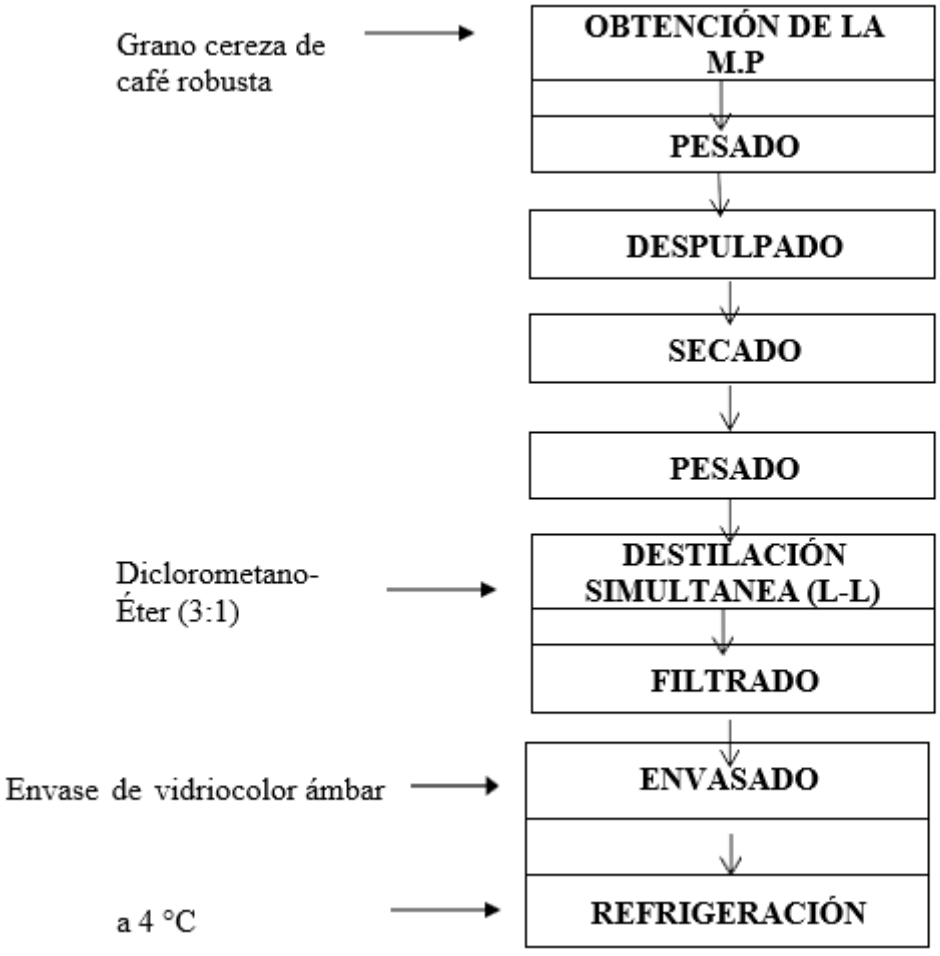
Procedimiento

- Al café despulpado se le realizó un tostado y molido de manera tradicional, se envasó en envases de vidrio sin dejar espacios de aire para mantener sus características en cuanto a aroma y color y se almacenaron a temperaturaambiente hasta el momento de la extracción.
- Se realizó destilación simultanea (DS), que consistirá en mezclar 20 g de café con 150 ml de agua desionizada en un matraz redondo el mismo que se conectaba al primer tubo lateral que se conecta con el otro matraz redondo que contiene 150mL de diclorometano-éter (3:1), el cual se conecta a un segundo tubo lateral del mismo equipo y al final un balón donde se recolecta el reactivo de diclorometano-éter.

- El primer matraz se calentó a 92 °C y el segundo matraz se mantuvo a una temperatura de 45 °C, el líquido que contenía los volátiles se recolectará aproximadamente en 1 h.

- La fase orgánica obtenida se filtró y envasó inmediatamente en un frasco de vidrio color ámbar y se conservó en refrigeración a 4°c hasta el momento de los análisis respectivos.

6.2.5.10.2 Diagrama de proceso para la extracción de compuestos volátiles en *Coffea canephora* variedad robusta tostado y molido



Fuente: Datos de investigación de campo, 2023
Elaborado: Castillo, D. y Manobanda, M. 2023

6.2.5.11 Metodología para determinar cafeína en muestras de *Coffea canephora* variedad robusta tostado molido del cantón Las Naves.

Programación del sistema de cromatografía HPLC

- Se encendió la bomba para que purgue aproximadamente unos 15 min, también se realizará una purga manual con la aguda de una jeringa.

- Ingresar al software del equipo.

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

- Colocar como fase móvil agua y metanol en una relación 70-30 en las botellas que están identificadas dentro del programa como a (agua) y b (metanol).

- Guardar el método con todas las condiciones antes mencionadas.

- Ajustar en sequence rum para hacer el corrido de varios viales; donde contabilizamos los viales y nombramos nuestras muestras.

- Guardar la secuencia y se seguirá a realizar la corrida de las muestras.

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

Se trabajó bajo las siguientes condiciones analíticas:

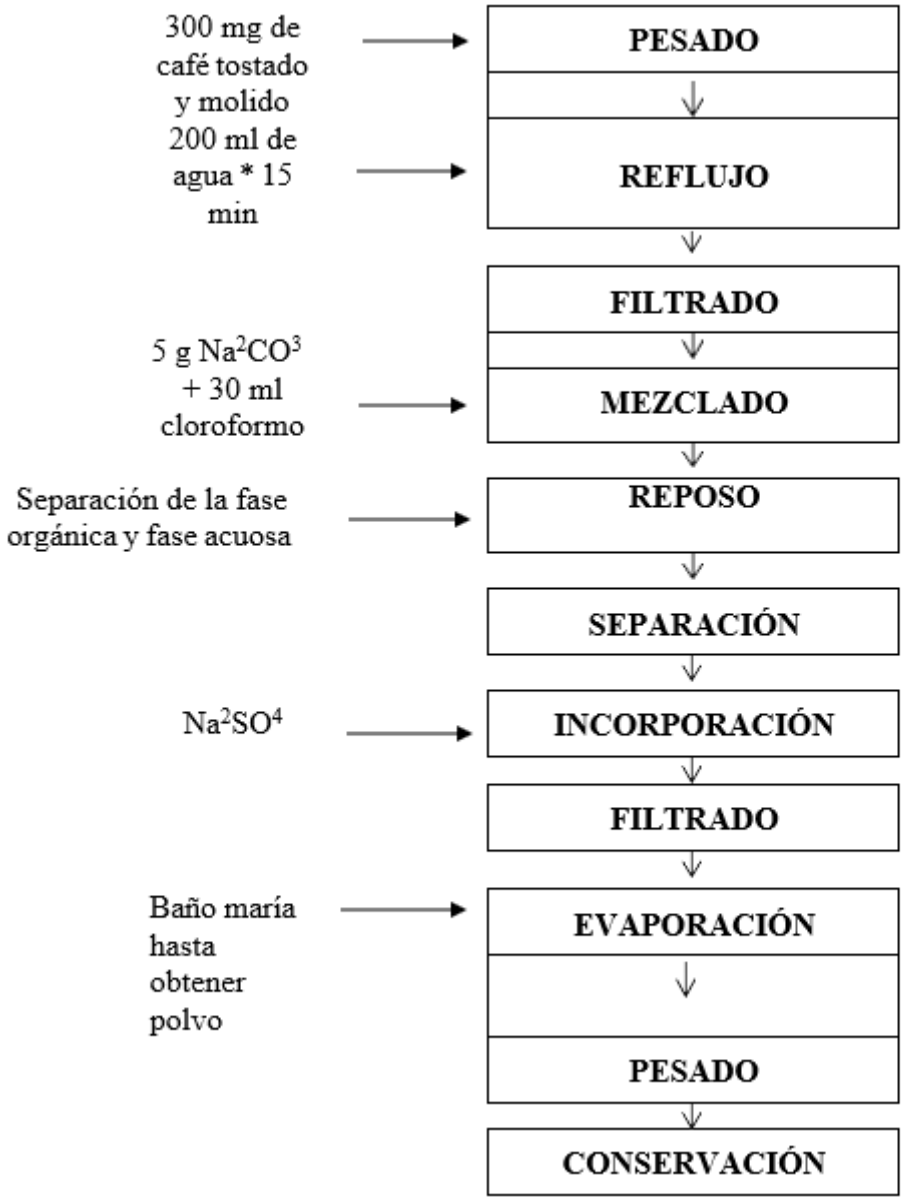
- Se utilizó una columna poroshell 120 ec- c18 4.6*50mm 2.7 micrómetros
- Detector: longitud de onda 274 nm.
- Flujo: 1.5 mL/min
- Temperatura: 30 °C
- Tiempo: 2 min
- Volumen de inyección: 10 µL
- Referencia de las botellas: a =agua 70% +0,27% de tfa y b= 30% metanol + 0,37 de tfa.

6.2.5.11.1 Preparación de las muestras para la extracción de Cafeína utilizando el método de reflujo (Soxhlet)

Procedimiento

- Se pesaron 300 mg de la muestra de café tostado y molido y se llevará a reflujo con 200 ml de agua milli-q durante 15 minutos o se esperó a que se hagan los dos primeros reflujos.
- A continuación, se filtró la solución en caliente y se añadirá 5 g de NA_2CO_3 (CARBONATO DE SODIO ANHIDRO), con una ayuda de una barrilla se agitó hasta su totalidad disolución.
- Se dejó enfriar y se incorporó 15 ml de cloroformo, y se agita suavemente durante unos minutos; se abrió la llave el embudo de separación para permitir que se eliminen los gases que se acumulan por la agitación; la operación antes mencionada se repite una vez más con el fin de extraer más contenido de cafeína.
- Se dejó reposar en un soporte universal el embudo de separación por unos 10 minutos con el fin de lograr la separación de la fase orgánica y la fase acuosa, se recolectó la fase orgánica y se incorporó pequeñas cantidades de na_2so_4 (sulfatode sodio anhidro), con el fin de absorber el agua retenida, se filtra la fase clorofórmica con la ayuda de papel filtro hacia un vaso de precipitación y se llevó a un baño maría para evaporar hasta sequedad.
- Una vez eliminado la fase clorofórmica, se agrega al vaso de precipitación 50mL de agua milli-Q y se disuelve hasta su totalidad con la ayuda de un embudo y un filtro, se realiza un nuevo filtrado y se deposita la solución en un matraz aforado de 100 ml y se realiza el respectivo aforado.
- De la solución anteriormente preparada, se toman 10 mL, se añaden 1 mL de ácido clorhídrico 0,01 m y se aforó a 25 mL, con agua milli-Q.
- Una vez eliminado la fase clorofórmica, se preparará una *"solución A"* para lo cual se añadió al vaso de precipitación 50 mL de agua milli-Q y se disolvió hastasu totalidad con la ayuda de un embudo y un filtro, se realiza un nuevo filtrado y se trasvasará la solución a matraz aforado de 100 mL y se aforará.
- De la solución anteriormente preparada se tomaron 10 ml, se añaden 1 mL de ácido clorhídrico 0,01 m y se en afora a 25 mL, con agua milli-Q a la que le llamaremos *"solución B"*.

6.2.5.11.2 Diagrama de proceso para la extracción de cafeína en *Coffea canephora* variedad robusta tostado y molido



Elaborado: Castillo, D. y Manobanda, M. 2023

6.2.5.11.3 Preparación de la solución patrón “A”

- Para preparar la solución patrón “A”, se pesó 40 mg de cafeína anhidra y se afora con agua milli-Q a 100 mL (400ppm)

- Posteriormente se preparó la solución “B”; para lo cual se pipetea 10 mL de la solución patrón “A” y se aforó con agua milli-Q a 100 mL, dando una concentración de 39.90 ppm.

6.2.5.11.4 Preparación de las diferentes disoluciones a partir de la solución“B”

-Cinco mL de la solución patrón B + 2 mL de solución HCL 0.01 m / 50 mL agua milli-Q = 3,99 ppm

- 5 mL de la solución patrón B + 1 ml de solución HCL 0.01 m / 25 mL agua milli-Q = 7,98 ppm
- 10 mL de la solución patrón B + 1 mL de solución HCL 0.01 m / 25 mL agua milli-Q = 15,96 ppm
- 15 mL de la solución patrón B + 1 mL de solución HCL 0.01 m / 25 mL agua milli-Q = 23,94 ppm

- 20 mL de la solución patrón B + 1 mL de solución HCL 0.01 m / 25 mL agua milli-Q = 31,92 ppm

CAPÍTULO VII

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Análisis en la materia prima

7.1.1. Determinación de las características morfológicas de granos de café robustas en estados de cereza

A continuación, se presenta una descripción general de las características morfológicas más comunes de los frutos (cerezas) de *Coffea canephora* (café robusta) en su etapa de maduración tipo "cereza". Ten en cuenta que pueden darse variaciones dependiendo de factores como la variedad específica de robusta, condiciones de cultivo, clima, suelo, entre otros.

Forma y tamaño del fruto (cereza)

- **Forma**: Generalmente presenta una forma elipsoide u ovalada, aunque puede variar ligeramente hacia formas más redondeadas dependiendo de la variedad.
- **Tamaño**: El grano de café con cáscara presentó un tamaño de 1,01 cm de altura y 1 cm de diámetro. Por otro lado, el café en estado de cereza sin cáscara registró una altura de 0,8 cm y un diámetro de 0,5 cm.

Coloración según el estado de madurez

- **Verde**: Durante la etapa inicial, el fruto es de color verde intenso.
- **Verde-amarillento**: A medida que se acerca la maduración, puede presentar tonos verdosos con ligeros matices amarillentos o incluso anaranjados.
- **Rojo intenso a rojo oscuro**: En la madurez plena (estado cereza), adquiere un color rojo vivo que puede oscurecerse hasta un tono granate según la variedad y las condiciones de cultivo.
- **En algunos casos** se ha observado que, si el fruto sobrepasa su punto de madurez, llega a presentar un coloración violácea u oscura.

Estructura externa (epicarpo y mesocarpo)

- **Epicarpo (piel)**: Es la capa más externa, relativamente lisa, de grosor medio. En cerezas maduras se percibe un tanto brillante y fácil de romper.

• **Mesocarpo (pulpa)**: Contiene la pulpa jugosa que rodea las semillas. En robusta, esta pulpa suele ser menos dulce y con menor contenido de azúcares que en las variedades de arábica. El espesor puede ser moderado, pero suficiente para envolver bien las semillas.

Semillas (granos) en el interior

Aunque la consulta se centra en el estado cereza, vale la pena señalar algunas particularidades de las semillas (los granos que se obtienen tras el beneficio):

• **Número de semillas**: Por lo general, cada fruto contiene dos semillas (salvo en casos de caracolillo o "peaberry", donde puede encontrarse solo una).
• **Tamaño de las semillas**: Tienden a ser más pequeñas y de forma más redondeada (comparadas con Coffea arabica).
• **Color de las semillas frescas** (antes del secado): Blanquecino o ligeramente amarillento, rodeadas por la película plateada (testa) y la membrana pergamino.

Disposición en el ramo

• **Agrupación**: Los frutos de robusta suelen presentarse en racimos más compactos a lo largo de las ramas; esto hace que a veces la recolección sea distinta a la de arabica (en la que, con frecuencia, se ve una maduración más homogénea por ramo).

Resistencia y firmeza

• **Firmeza del fruto**: El fruto robusta tiende a ser firme incluso en estado maduro (cereza), lo cual está asociado con su menor contenido de azúcares y características de la pulpa.
• **Cáscara ligeramente más gruesa**: En comparación con algunas variedades de arabica, la cáscara de robusta (epicarpo) puede ser ligeramente más gruesa y resistente.

7.1.2. Determinar el porcentaje de humedad del café robusta cultivado en el cantón las Naves en estado de cereza.

Contenido de humedad

El análisis de humedad realizado mostró un contenido del 53%, que es significativamente menor que el 82,8% reportado por González et al. (2020) para el café en estado de cereza. Esta discrepancia en los niveles de humedad podría estar influenciada por las condiciones ambientales específicas de nuestra zona de estudio, como la temperatura, la humedad relativa y los patrones de precipitación, que difieren de los descritos en el estudio de González et al. (2020). Además, factores como el tiempo de cosecha, el manejo postcosecha y el almacenamiento pueden haber contribuido a esta variabilidad en el contenido de humedad.

7.2. Análisis en el producto terminado

7.2.1. Determinación de las condiciones de secado

Para obtener café tostado con 11% de humedad se partió de una humedad inicial del 53%, en donde el secado se realizó en etapas controladas. Inicialmente, se trabajó a una temperatura de 35–40 °C y humedad relativa de 50–60%. En la fase intermedia, 40–45 °C con 40–50% de humedad relativa, y en la etapa final, no superó los 50 °C con 30–40% de humedad relativa. El proceso duró un aproximado de 7 días, mediante el método natural. Para lo cual, resulta importante recalcar que se consideró mantener una ventilación adecuada y el control de temperatura fueron clave para evitar daños y de esta manera garantizar un producto apto para almacenamiento y comercialización.

7.2.2. Determinar las características físicas, químicas, del café seco con el 11% de humedad.

En el presente estudio, luego de un proceso de secado del café se ha llevado a cabo la evaluación de las características físicas y químicas. Este análisis es fundamental para comprender cómo las propiedades del café se ven afectadas por su nivel de humedad, un factor crítico que influye en la calidad, conservación y sabor del producto final. A continuación, se detallan los resultados obtenidos de los ensayos realizados:

7.2.2.1. Análisis del Contenido de humedad en café tostado

En esta investigación, el contenido de humedad del café fue medido en un 1,82% en base fresca utilizando el método de análisis UNE-EN-ISO 18134-3. Comparativamente, Osorio et al. (2021) reportaron un contenido de 1,6 ± 0,1%, mientras que Salazar-Hernández (2021), encontraron un valor de 2,01%. Esta cercanía en los resultados podría atribuirse a las características inherentes del café, especialmente su exposición a altas temperaturas durante el tostado.

Es crucial destacar que el contenido de humedad del café puede influir significativamente en propiedades como el pH, la densidad y la formación de compuestos volátiles durante el procesamiento de los granos como lo detalla Lee et al. (2017). Este parámetro puede variar según la materia prima, el grado de tostado, las condiciones de tiempo y temperatura durante el proceso de tostado, así como los métodos de enfriamiento empleados. Según la literatura, los valores considerados aceptables para el contenido de humedad del café oscilan típicamente entre el 1% y el 5% (Wang, 2015)

Durante el proceso de tostado, particularmente cuando la temperatura alcanza entre 180°C y 200°C, se genera el característico aroma del café y se produce una reacción conocida como la "crepitación del grano", que indica su descomposición. Al finalizar esta etapa, el grano alcanza una caramelización deseada y su contenido de humedad se reduce generalmente a un rango de 1,5% a 3,5%, dependiendo del grado de tostado y finalizando antes del enfriamiento (Osorio, 2021).

7.2.2.2. Análisis del contenido de cenizas en el café tostado

En nuestra investigación, determinamos que el contenido de cenizas del café fue de 5,72% en base fresca, utilizando el método de análisis UNE-EN-ISO 18122. Comparativamente, estudios previos han reportado valores de 4,56% (Salazar-Hernández et al., 2021) y valores entre 3,6% y 4,7% para café Robusta (Gómez-Merino, 2018). Estos hallazgos indican que nuestro resultado se encuentra dentro de los rangos establecidos por la normativa aplicable. Es importante destacar que el contenido de cenizas es un indicador significativo de la cantidad de minerales presentes en el café, los cuales pueden influir en su sabor y calidad. La variabilidad en

estos valores puede atribuirse a factores como la variedad del café, las condiciones de cultivo y el procesamiento posterior de los granos.

7.2.2.3. Determinación del contenido de volátiles totales en el café tostado

En nuestra investigación, determinamos que el contenido de volátiles del café fue de 79,63%, utilizando el método UNE-EN-ISO 18123. En un estudio previo realizado por Campaña Narváez (2018) se informó un rango de volátiles totales entre 72,78% y 86,58%. Según Cenicafé (2011) al menos el 50% de estos volátiles suelen ser aldehídos. También, es crucial mencionar que la altitud de cultivo influye significativamente en el perfil de compuestos volátiles del café. Investigaciones indican que los cafés cultivados a gran altitud ayudan al desarrollo de compuestos volátiles como etanal y acetona, en cambio los que se desarrollan en regiones de tierras bajas tienen compuestos de alcohol, aldehído, hidrocarburo y cetona (Bastián, 2021). Además, durante la etapa de caramelización del café, se desarrolla su característico color, mientras que las reacciones de pirólisis durante el tostado generan compuestos volátiles que contribuyen de manera significativa al aroma y sabor distintivos de una taza de café (Tarigan, 2022). Estos hallazgos subrayan la complejidad y la importancia del perfil de volátiles en el café, no solo como indicador de calidad sensorial, sino también como resultado de factores ambientales y de procesamiento que afectan directamente la experiencia del consumidor.

7.2.2.4. Análisis del contenido de carbono fijo en el café tostado

En nuestra investigación, determinamos que el contenido de carbono fijo en café fue de 14,66%. En contraste, en un estudio previo realizado en Perú por Paredes et al. (2022) se encontraron niveles de 33,08% en pulpa y 17,71% en cascarilla de café arábico. Aunque los valores no difieren significativamente, es importante destacar que este es el primer análisis del contenido de carbono fijo en café robusta realizado en Ecuador.

La variabilidad en los niveles de carbono fijo puede atribuirse a diferencias en la composición de la materia prima y las condiciones específicas de procesamiento. El contenido de carbono fijo es un indicador crucial de la materia orgánica presente en el café, lo cual puede influir en sus propiedades físicas y químicas.

7.2.2.5. Análisis del contenido de proteína en café tostado

En nuestro estudio, el contenido de proteína del café tostado fue medido en 1,28%. En comparación con un trabajo realizado en México por Gómez-Merino et al. (2018), se encontró que el café robusta tenía un contenido de proteína significativamente mayor, alcanzando un 10,1%. Además, se ha reportado que el contenido de proteína en estado de almendra de café arábica y robusta es aproximadamente de 9,50%, (Valarezo-González, 2022); (Cenicafé, 2011). Es importante destacar que el contenido de proteína del café puede variar considerablemente debido al tipo de grano, el proceso de tostado y otros factores ambientales y de procesamiento. Según Saud y Salamatullah, (2021) el tratamiento térmico puede provocar una disminución en el contenido de proteína, reduciéndose típicamente a un rango de 2-5%. Además, según Mehaya y Mohammad (2020), el incremento de temperatura durante el proceso de tostado puede iniciar la desnaturalización de las proteínas en la almendra de café, acompañado del inicio de la evaporación del agua presente en el grano.

Estos hallazgos subrayan la sensibilidad de las proteínas del café a los procesos térmicos y la variabilidad en su contenido según el tipo de café y el método de procesamiento. Esta información es crucial para entender cómo estos factores influyen en la composición nutricional y las propiedades sensoriales del café tostado.

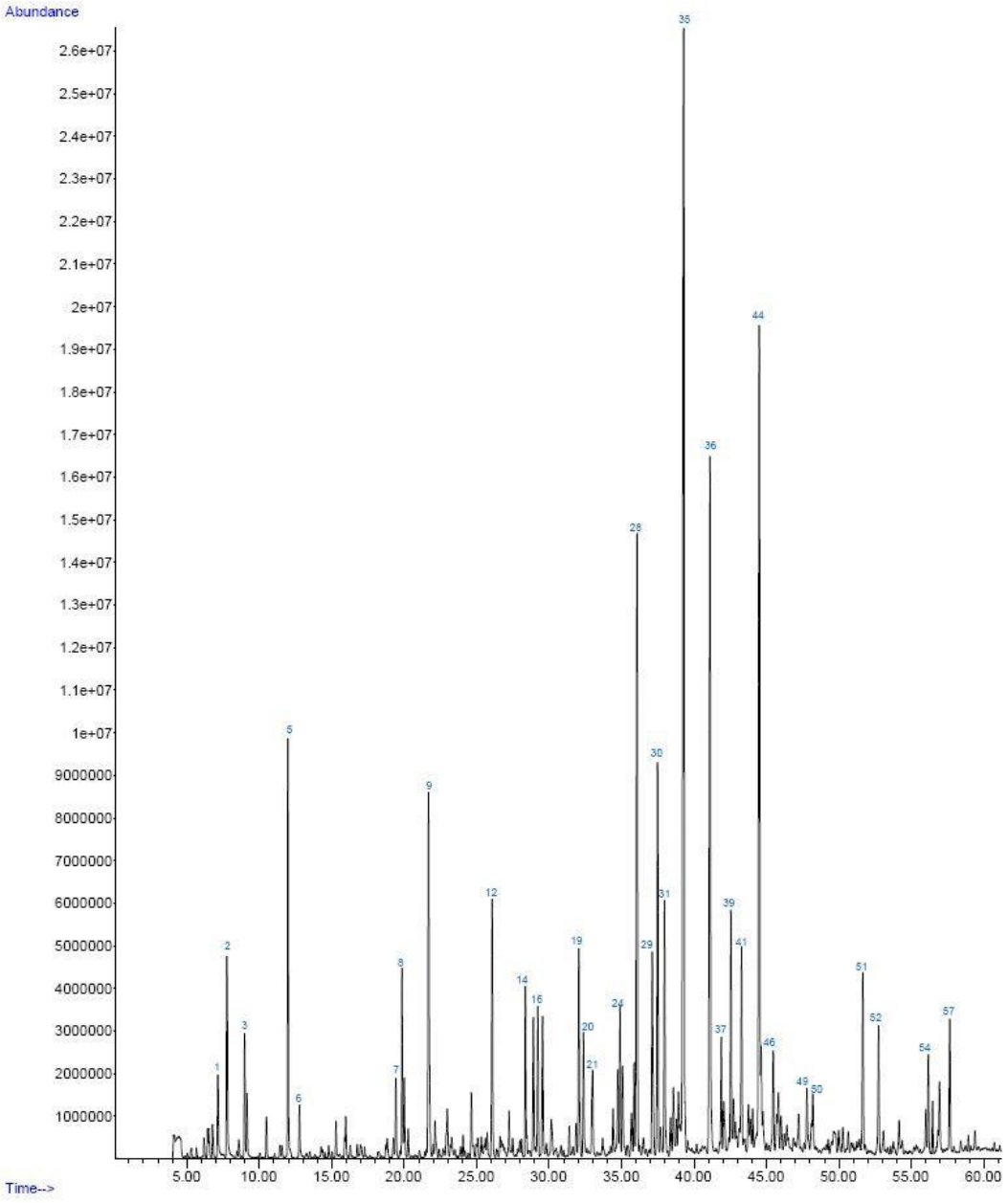
7.2.3. Análisis cromatográfico del café tostado

Resultado de los compuestos volátiles por Cromatografía gaseosa y espectrometría de masas (GC-MSD) mediante Microextracción en Fase Solida (SPME) en café tostado variedad Robusta.

La identificación de los compuestos volátiles se observa en el cromatograma de la figura 1, en la se obtuvo una cantidad de 57 picos cromatográficos. Sin embargo, no todos tienen la misma intensidad y tiempo de retención.

Es muy importante recalcar que la cromatografía del café es crucial para identificar y cuantificar compuestos como cafeína, ácidos clorogénicos y compuestos aromáticos. Esta técnica permite evaluar la calidad, autenticidad y perfil sensorial del café, optimizando procesos de producción, control de calidad y desarrollo de productos con características específicas para consumidores exigentes.

Figura 1. Cromatograma de café tostado variedad robusta



En la figura 1 y tabla 11, se registran 57 picos cromatográficos, y los picos registrados de mayor intensidad fue el número 35 con un tiempo de retención de 39,284 min, y los picos de abundancia media fue el número 44 con un tiempo de retención de 44,499 min, el pico 36 con un tiempo de retención de 41,106 min, el pico 28 con un tiempo de retención 36,072 min, seguido por los picos 30 con un tiempo de retención de 37,481 min, 5 con un tiempo de retención de 11,964 min y por último el pico número 9 con un tiempo de retención de 21,755 min.

Tabla 11. Compuestos volátiles presentes en el café tostado

Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
Hexamethylcyclotrisiloxane	7,116	0,57
2-Methylfuran	7,743	1,56
2-Methylbutanal	8,970	0,81
3-Methylbutanal	9,128	0,42
Cyclotetrasiloxane-,octamethyl-	11,964	2,26
Acetonitrile	12,757	0,50
1-Methyl-1H-pyrrole	19,391	0,59
Cyclopentasiloxane, decamethyl-	19,816	1,41
Pyridine	21,751	3,85
Furan,2-(2-propenyl)-	22,921	0,48
Furan,2-(methoxymethy)-	24,623	0,57
2-Methylpyrazine	26,097	2,40
Phenol,3,4-dimethyl-	27,192	0,36
Cyclohexasilone,dodecamethyl-	28,359	1,45
Pyrazine,2,5-dimethyl-	28,939	1,28
Pyrazine,2,6-dimethyl-	29,243	1,30
Pyrazine,ehyl-	29,557	1,27
Pyrazine,2,3-dimethyl-	30,168	0,49
Pyrazine,2-ethyl-6-methyl-	32,059	2,11
Pyrazine,2-ethyl-5-methyl-	32,378	1,26
Pyrazine,2-ethyl-3-methyl-	33,005	1,15
Pyrazine,2,6-diethyl-	34,409	0,45
2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahydro-α,α,5-trimethyl-, cis-	34,745	0,90
Pyrazine, 2-ethyl-3,6-dimethyl	34,898	1,38
Acetic acid	35,077	0,88
2-Ethyl-3,5-dimethylpyrazine	35,690	0,56

2-Propanone,1-(acetyloxy)-	35,876	0,65
Furfural	36,072	7,12
furan,2-[(methylthio)methyl]-	37,107	2,30
Furfuryl formate	37,481	3,47
Ethanone,1-(2-furanyl)-	37,968	2,53
Pyrrole	38,374	0,38
Furan,2-butyl-	38,574	0,70
Benzaldehyde	38,919	0,58
2-Furanmethanol,acetate	39,284	14,75
2-Furancarboxaldehyde,5-methyl-	41,106	8,78
2-Furanmethanol,propanoate	41,874	1,06
2,2'-Bifuran	42,047	0,73
Furan,2,2'-methylenebis-	42,536	2,21
1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde,1-ethyl-	42,718	0,50
1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde,1-methyl-	43,277	1,57
Butanoic acid, 4-hydroxy-	43,760	0,37
Cyclohexene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	44,046	0,36
2-Furanmethanol	44,499	8,47
1H-Pyrrole, 1-methyl-2-acetyl	44,630	0,73
Furan, 5-methyl-2,2'-methylenedi-	45,458	1,13
2,4-Heptadienal, 2,4-dimethyl-	45,704	0,42
3-Ethyl-2-hydroxy-2-cyclopenten-1-one	45,818	0,56
4-Ethylbenzoic acid, dodec-9-ynyl ester	47,787	0,75
m-Methoxythiophenol	48,191	0,84

1H-Pyrrole,1-(2-furanylmethyl)-	51,640	1,44
Phenol,2-methoxy-	52,735	1,38
Cyclohexane, 1,4-dibromo-	54,144	0,30
Ethanone,1-(1H-pyrrol-2-yl)-	56,170	0,75
Furan,2,2'-[oxybis(methylene)]bis	56,465	0,40
Phenol	56,940	0,61
1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde	57,649	1,22

Identificación de los Compuestos Principales

Tras el análisis podemos observar los compuestos con las áreas porcentuales más altas, lo que demuestra que se encuentran en mayor cantidad y pueden tener una influencia significativa en las características del café tostado, siendo estos los siguientes: 2-Furanmethanol, acetate (14.75%), 2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl- (8.78%), 2-Furanmethanol (8.47%), Furfural (7.12%), Pyridine (3.85%), Furfuryl formate (3.47%), Ethanone,1-(2-furanyl)- (2.53%)

Estos compuestos abundantes probablemente contribuyen de manera significativa en las características sensoriales y químicas del café tostado (Espinosa Aguirre, 2019).

Análisis de los Compuestos Identificados tras la Cromatografía

Compuestos Furánicos

2-furanmetanol, acetato (14.75%): También conocido como furfuryl acetate, aporta notas aromáticas dulces, acarameladas y afrutadas (Piccino, 2014); Espinosa Aguirre, 2019). Choe et al. (2023) encontraron este compuesto en granos de café tostados de Brasil (13.65%).

2-furancarboxaldehído, 5-metil- (8.78%): Contribuye con aromas de caramelo y tostado (SEP , 2017). Choe et al. (2023) detectaron este compuesto en un 2.30% en café de Brasil y 11.60% en café de Etiopía.

2-furanometanol (8.47%): Proporciona notas a almendra y tostado (Bressanello, 2017). En el estudio de Choe et al. (2023), se encontró en un 2.89% en café de Brasil y 12.00% en café de Etiopía.

Furfural (7.12%): Proporciona notas a almendra, pan y tostado (Espinosa Aguirre, 2019). Choe et al. (2023) lo detectaron en café de Brasil en un 10.08%.

Formato de furfurilo (3.47%): Aporta aromas dulces y de caramelo (Figueroaa, 2016). En el estudio de Choe et al. (2023), se encontró en un 6.69%. Ribeiro et al. (2009) investigaron la correlación entre los componentes aromáticos del café tostado y sus propiedades sensoriales, encontrando que el formiato de furfurilo es un posible marcador de calidad.

Compuestos Nitrogenados

Piridina (3.85%): Puede aportar un aroma acre y picante, aunque en concentraciones elevadas puede ser desagradable (Figueroaa, 2016). Campoverde León et al. (2022) encontraron pirimidona en un tiempo de retención de 13.93 min. Choe et al. (2023) detectaron pirimidina en un 4.43%.

Otros compuestos nitrogenados detectados, pero en mejor concentración fueron: **1H-pirrol-2-carboxaldehído, 1-metil-:** Contribuye a notas aromáticas a pan y tostado; **2-Metilpirazina:** Proporciona notas aromáticas a frutos secos y tostado., y **Pirazina, 2-etil-6-metilo -:** Aporta aromas a nueces y tostado.

Otros Compuestos Volátiles

Feenol, 2-metoxi- (1.38%): Conocido como guayacol, aporta aromas ahumados y especiados.

Ácido acético (0,88%) Aporta un perfil ácido, influenciando el sabor general del café (Korhoňová et al., 2009).

Discusión

Los compuestos identificados, especialmente los furánicos y nitrogenados, tienen un impacto significativo en el perfil sensorial del café tostado. La presencia predominante de 2-Furanmethanol, acetate y 2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl- respalda su

contribución a las notas dulces, acarameladas y tostadas características del café. El estudio de Choe et al. (2023) proporciona un contexto comparativo valioso, mostrando que la concentración de estos compuestos puede variar según el origen del café.

El análisis de la piridina y otros compuestos nitrogenados sugiere que, aunque estos pueden contribuir a perfiles aromáticos deseables, sus concentraciones deben ser controladas para evitar notas desagradables. Los resultados de Campoverde León et al. (2022) y Choe et al. (2023) corroboran la relevancia de estos compuestos en diferentes cultivares de café.

Es importante destacar la influencia del proceso de tostado en la formación de estos compuestos. La reacción de Maillard y la caramelización son fundamentales en la generación de los furánicos, mientras que la degradación térmica de aminoácidos y azúcares contribuye a los compuestos nitrogenados.

La comparación de nuestros hallazgos con estudios previos subraya la necesidad de un enfoque integral en el análisis de los compuestos volátiles del café, considerando tanto factores intrínsecos (variedad de café) como extrínsecos (proceso de tostado). La correlación entre los componentes aromáticos y las propiedades sensoriales del café, como destaca Ribeiro et al. (2009), refuerza la importancia de estos compuestos como marcadores de calidad.

CONCLUSIONES

Las características morfológicas de los frutos de *Coffea canephora* en estado de cereza se ajustan a patrones esperados, aunque presentan variaciones atribuibles a factores ambientales y de cultivo.

El contenido de humedad en la materia prima (53%) es inferior al reportado en otros estudios, lo que sugiere una influencia notable de las condiciones específicas de la zona de estudio y del manejo postcosecha.

El análisis del café tostado muestra parámetros de calidad adecuados (1,82% de humedad, 5,72% de cenizas, 79,63% de volátiles, 14,66% de carbono fijo y 1,28% de proteína), evidenciando un proceso de secado y tostado eficaz para su comercialización.

La identificación de compuestos volátiles clave, como 2-Furanmethanol, acetato y 2-Furancarboxaldehído, 5-metil-, resalta su importante contribución al perfil sensorial del café, subrayando la relevancia del control del proceso de tostado para lograr una calidad óptima.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar cuantificación de otros compuestos químicos importantes en el café mediante diversas técnicas cromatográficas.
- Se recomienda aplicar al productor el tratamiento postcosecha A, que corresponde a secado natural con 25% de mucilago, aunque se deberá tomar en cuenta el tiempo disponible que dedicará a la producción, el lapso de tiempo que desee vender su café, el clima en el que se encuentre su entorno porque será de mucha ayuda, tener en conocimiento la humedad y temperatura del ambiente estimando con mayor certeza el trabajo postcosecha.
- Estandarizar y optimizar los procesos de tostado y secado, ya que influyen significativamente en la formación de compuestos volátiles y en la estabilidad de los parámetros físicos y químicos del café.
- Ampliar el estudio incluyendo el análisis de parámetros faltantes (por ejemplo, el contenido de cenizas en la materia prima) y evaluar la influencia de condiciones ambientales y prácticas postcosecha para obtener una visión integral de la calidad del café robusta.

BIBLIOGRAFÍA

NTE INEN 2679 (2013). (2013). *Café tostado molido. Determinación de cenizas*. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/2679.pdf

Alvarado, L. (2018). *Comportamiento de tres cultivares de café en el Valle de El Perené, Junín, Perú.* Obtenido de Scielo: https://scielo.conicyt.cl/pdf/chjaasc/v34n3/0719-3890-chjaasc-00504.pdf

Arevalo, K. E. (2021). Macrofauna en suelos con coffea arabica l. "cafe" distrito de Moyobamba - provincia Moyobamba. 42-43. Universidad Agraria de la Selva. Obtenido de http://181.176.159.234/handle/20.500.14292/2086

Arteaga, J. D., & Márquez, A. F. (2022). Evaluación sensorial y de compuestos volátiles aromáticos del café (Coffea arábica var. Caturra Chiroso) de tres orígenes geográficos de Antioquia. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12-15.

Avilés, E. V., Figueroa, I. I., Martínez, E. S., Camacho, M. C., Flores, H. E., & Pérez, M. E. (2017). Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas* .

Bastián, F. H.-G. (2021). From Plantation to Cup: Changes in Bioactive Compounds during Coffee Processing. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(11), 2827. Obtenido de doi:https://doi.org/10.

Becilla, N. (2023). *Manejo agronómico del cultivo de café (Coffe arabica L.) y su efecto en el rendimiento y calidad de su textura*. Obtenido de http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13858/E-UTB-FACIAG-%20AGROP-000026.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Becilla, N. (2023). Manejo agronómico del cultivo de café (Coffe arabica L.) y su efecto en el rendimiento y calidad de su textura. *UTB*, 23-45. Obtenido de http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13858/E-UTB-FACIAG-%20AGROP-000026.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Boyacá, L. (2018). *Estudio exploratorio de la obtención de café verde mediante beneficio Honey y la determinación de su calidad en taza*. Obtenido de https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/69512/LicettAndreaBoyac%C3%A1V%C3%A1squez.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bressanello, D. L. (2017). Coffee aroma: Chemometric comparison of the chemical information provided by three different samplings combined with GC–MS to describe the sensory p... *Food Chemistry*, 214, 218-226.

Cabra, J. R. (2017). Identificación de polímeros por espectroscopía infrarroja. *Revista ONTARE*, 15-18.

Campaña Narvaez, D. (2018). Estudio de parámetros físico-químicos durante el proceso del tostado del café variedades: robusta (Coffea canephora) y arábigo (Coffea arabica). *Tesis de grado Universidad Estatal de Bolívar*, 124. Obtenido de https://dspace.ueb.edu.ec/ha

Campoverde León, J. D. (2022). Identificación de adulteraciones en café tostado mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. , . *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(1), e2265. Obtenido de https://doi.org/10.21930/rcta.

Cañarte, C. V. (2021). Características sensoriales del café (coffea arábica) con distintos tratamientos de beneficio húmedo. *Polo delconocimiento*, 15-27. Obtenido de https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/2152/4301

Cañarte, C., Valverde, Y., & Mero, J. (2021). *Características sensoriales del café (coffea arábica) con distintos tratamientos de beneficio húmedo*. Obtenido de https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/2152/4301

Carrillo, K. (2018). Caracterización fisico- química de cinco especies de café cultivadas en el cantón Caluma Prov Bolívar. *Universidad Estatal de Bolívar*, 168. Obtenido de https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0fcb631a-cd0f-474c-b12d-fcb40432367e/content

Carrranza, M. (2019). *Incidencia de las prácticas de manejo agronómico y beneficio húmedo en la calidad final en taza de la bebida de café.* Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18491/1/T-UCE-0017-SGA-011.pdf

Castellano, N. (Mayo de 2022). *¿Por qué Ecuador importa tanto café?* Obtenido de Perfect dialy grind: https://perfectdailygrind.com/es/2022/03/07/por-que-ecuador-importa-tanto-cafe/#:~:text=En%20Ecuador%2C%20el%20sector%20del,exportaci%C3%B3n%20son%20mucho%20m%C3%A1s%20significativas.

Cenicafé. (2011). Composición química de una taza de café. Programa de Investigación Científica: Fondo Nacional del Café, Colombia. *Cenicafé* , ISSN - 0120 – 0178. Obtenido de https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/340/1/avt0414.pdf .

CEPAL. (2020). *Fortalecimiento de la cadena de valor de café en la República DomiNICANA.* Obtenido de https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f6fe7e80-353b-46c2-8415-4031597026db/content

Choe W, W. J. (2023). Determination of aromatic profiles of coffee beans according to different roasting times by SPME/GC-MS analysis. . *J Appl*, 25.

Civeira, F. (2020). Papel de los lípidos en la ateroesclerosisThe role of lipids in atherosclerosis. *Revista Española de Cardiología Suplementos*, 2-7.

Condori, F. G. (2022). Determinación de la post cosecha de café (Coffea arábica), de la Central de Cooperativa Agraria Cafetalera (CECOVASA). *Universidad José Carlos Mariátegui*.

Condori, F. G. (2022). Determinación de la post cosecha de café (Coffea arábica), de la Central de Cooperativa Agraria Cafetalera (CECOVASA). . *Universidad José Carlos Mariátegui.*, 2-5.

Condori, F. G. (2022). Determinación de la post cosecha de café (Coffea arábica), de la Central de Cooperativa Agraria Cafetalera (CECOVASA). . *Universidad José Carlos Mariátegui.*, 1.

Cuadro, O., & Ordoñez, J. (2018). *Sistemas de comercialización internacional de café orgánico al mercado de Estados Unidos*. Obtenido de https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/2861/0034185ab.pdf?sequence=6&isAllowed=y#:~:text=El%20vocablo%201caf%C3%A9%20se,conocidos%20en%20el%20mundo%20entero.

Duicela, L. A. (2018). Calidad organoléptica, métodos de beneficio y cultivares de café robusta (Coffea canephora Pierre ex Froehner) en la amazonía del Ecuador. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, vol. 19, núm. 2. Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/813/81357541011/html/

Duicela, L., Andrade, J., Farfán, D., & Velázquez, S. (2018). *Calidad organoléptica, métodos de beneficio y cultivares de café robusta (Coffea canephora Pierre ex Froehner) en la amazonía del Ecuador*. Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/813/81357541011/html/

Duque, M. (2019). *Elaboración de un plan de aseguramiento de la Calidad del grano de café (Coffea arábica L.) de la asociación ASPROCUBARRAL para aplicar al mercado de los cafés de origen regional en el Municipio de Cubarral en el*

Departamento del Meta. Obtenido de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/24286/10279900.pdf;jsessionid=B475EFA45D548AA55520D5AB28224594.jvm1?sequence=1

EFSA. (2019). *La cafeína.* Obtenido de https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/efsaexplainscaffeine150527es.pdf

EFSA. (2019). La cafeína. *EFSA*, 1. Obtenido de https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/efsaexplainscaffeine150527es.pdf

Enríquez, J. P. (2020). Importancia, genética y evolución del café en Honduras y el mundo. *Escuela Agrícola Panamericana Zamorano,*, 9(3).

Enríquez, J. P., Cálix, R. F., & Reyes, E. F. (2020). Importancia, genética y evolución del café en Honduras y el mundo. *Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, 9*(3).

Espinosa Aguirre, S. (2019). Caracterización del perfil aromático de café (Coffea arabica L.) mediante cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas. *Tesis de grado, Universidad técnica particular de Loja*, 81. Obtenido de https://dspace.utpl.edu.ec

Estación Meteorológica Laguacoto. (2023). *Estación Meteorológica Laguacoto*. Obtenido de https://www.dateas.com/es/explore/estaciones-meteorologicas-ecuador/laguacoto-235

FAO. (2020). *Secado de los granos: café, cacao*. Obtenido de https://www.fao.org/3/x5027s/x5027S05.htm

Figueroaa, J. &. (2016). . Evaluación de DES, FSC Y SPME/CG-MS para la extracción y determinación de compuestos responsables del aroma de café tostado de Vilcabamba – Ecuador. . *Quim. Nov*, Vol. 39, No. 6, 712-719. Obtenido de http://dx.doi.org/10.5935/0100-40

Flores, C. R. (2020). Extracción de compuestos fenólicos y cafeína a partir de residuos sólidos de café mediante técnicas de química verde. 2-4. Universidad Verecruzana. Obtenido de https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/51890/RamirezFloresCarina.pdf?sequence=1

Galarza, V. O. (2019). Carbohidratos y proteínas en microalgas: potenciales alimentos funcionales. *Universidad Técnica del Norte* , 22.

García, C. (2018). *EVALUACION MORFO – AGRONOMICA DEL HÍBRIDO DE CAFÉ ROBUSTA (Coffea canephora Pierre) EN CINCO DENSIDADE POBLACIONALES MEDIANTE LA PODA DE AGOBIO, EN LA GRANJA EL TRIUNFO CANTON CALUMA*. Obtenido de https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1946/1/ENDERSON%20IMPRIMIR.pdf

Gómez-Merino, F. e.-T.-R.-G.-G. (2018). Nutritional assessment of robusta coffee (Coffea canephora) beans of different origins processed in Mexico. *Agroproductividad*, Vol. 11, Núm. 4, abril.

González DE, O. J.-A., & X., C.-W. (2020). Evaluación de la biomasa residual (cereza) de café como sustrato para el cultivo del hongo comestible Pleurotus ostreatu. *Revista ION*, 33(1):93-102. .

Gutarra, H. (2020). *Efecto de los tipos de beneficio en la calidad física y organoléptica de Coffea arabica L. var. Catuaí amarillo - Satipo*. Obtenido de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7144/T010_42944894_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gutarra, H. (2020). Efecto de los tipos de beneficio en la calidad física y organoléptica de Coffea arabica L. var. Catuaí amarillo - Satipo. *UNCP*, 12-20. Obtenido de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7144/T010_42944894_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Henao, J. (2019). *Evaluación del proceso de secado del café y su relación con las propiedades físicas, composición química y calidad en taza.* Medellín: Facultad de Ciencias Agrarias. doi:https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56186/1128270450.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hernández, E. F., Soto, F. P., Montoya, L. G., & Figueroa, R. A. (2019). Los precios de café en la producción y las exportaciones a nivel mundial. *Revista mexicana de economía y finanzas*.

IICA. (2019). *Manual de producción sostenible del café.* Obtenido de https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/8726/BVE20037756e.pdf?sequence=1&isAllowed=y

IICA. (2019). Selección de semillas de cafe robusta. *Instituto Interamericano de Cooperación Agropecuaria*, 1.

INAP. (2017). Café Robusta (Coffea canephora P.). Estación Experimental Central de Amazonia. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INAP)*, 45. Obtenido de https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4788/7/iniapeecaga008.pdf

INEC. (2017). Censo agricola nacional. *Instituto Nacional de Estadística y Censos*, 2.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INAP). (Mayo de 2017). *Café Robusta (Coffea canephora P.).* Obtenido de Estación Experimental Central de Amazonía: https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4788/7/iniapeecaga008.pdf

Integrated Taxonomic Information System (ITIS). (2023). *Coffea canephora*. Obtenido de National Museum of Natural History, Smithsonian Institution: https://doi.org/10.5066/f7kh0kbk accessed via GBIF.org on 2023-10-09.

ISO 4150 (2011). (2011). *Green coffee or raw coffee* . Obtenido de https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:4150:en

ITIS. (2023). Coffea canephora. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. *Integrated Taxonomic Information System*, 23-45. Obtenido de https://doi.org/10.5066/f7kh0kbk accessed via GBIF.org on 2023-10-09.

Karakundakoğlu, R. (2018). ¿Por qué es importante la tasa de humedad en el café verde? En *The roast Master Coffee.* Toper Coffee Academy. Obtenido de https://www.toper.com/es/por-que-es-importante-la-tasa-de-humedad-en-el-cafe-verde/

Las Naves. (2021). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Las Naves*. Obtenido de http://www.lasnaves.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=241&Itemid=1799

Lee, S. J. (2017). Effect of reversed coffee grinding and roasting process on physicochemical properties including volatile compound profiles. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 44, 97–102. Obtenido de https://doi.org/10.1016/J

Lizame, T. (2021). *Evaluación morfológica en etapa de vivero de dos híbridos de café arábigo (Coffe arabica), a la inclusión de abonos orgánicos en el sustrato*. Obtenido de https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3377/1/tesis%20Lizame%20Final.pdf

López. (2020). *Comportamiento morfológico del café arábigo sarchimor 42 60 en etapa de vivero, al tamaño de bolsa.* Obtenido de https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3677/1/Tesis%20LAURO.pdf

López, A. (2022). *Evaluación del comportamiento morfológico y agronómico de cinco cultivares de café (Coffea spp).* Obtenido de https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4168/1/L%C3%B3pez%20Acosta%20Adriana%20Janel.pdf

López, J., Rodríguez, M., Barrera, C., & José, G. (2019). *Manual Técnico para la Producción de Café Robusta.* Obtenido de Asociación Nacional del café (ANACAFÉ): https://www.anacafe.org/uploads/file/283f6fd107ef4ce38af855880c47c49d/Manual-Cafe-Robusta.pdf

Lozano, R. O. (2019). Características del grano de café secado en un secador solar, para la mejora de la calidad de producción en productores de Villa Rica – Pasco. *Perusolar*, 1. Obtenido de https://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2020/06/Lozano-R.pdf

Lozano, R., Ottone, G., & Castillo, N. (2019). *CARACTERÍSTICAS DEL GRANO DE CAFÉ SECADO EN UN SECADOR SOLAR, PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE PRODUCCIÓN EN PRODUCTORES DE VILLA RICA – PASCO.* Obtenido de https://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2020/06/Lozano-R.pdf

MAGAP. (2016). Número de UPA,s cultivo Las Naves. *Ministerio de Aricultura Ganadería Acuacultura y Pezca*, 1.

MAGAP. (2017). Estimación de hectáreas cultivadas y cosechas de la variedad de café. *Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pezca*, 1.

MAGAP. (2019). *Proyecto de Reactivación de la Caficultura Ecuatoriana.* Obtenido de https://www.agricultura.gob.ec/magap-ejecuta-proyecto-de-reactivacion-de-la-caficultura-ecuatoriana/

Marcillo, B. F. (2023). Influencia de la cosecha de café maduro y verde sobre la calidad física y organoleptica del café (coffea arábica L.). . *Universidad del sur de Manbí,* , 1(1), 14-25.

Marcillo, B. F., Menéndez, J. D., & Zamora, R. C. (2023). Influencia de la cosecha de café maduro y verde sobre la calidad física y organoleptica del café (coffea arábica L.). *Universidad del sur de Manbí, 1*(1), 14-25.

Mayorga, M. &. (2018). Caracterización química del café (Coffea canephora pierre et froehner) variedad robusta, cultivada en los cantones Caluma y Echeandía – provincia Bolívar. *Universidad Estatal de Bolívar*, 56. Obtenido de https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1780/1/PROYECTO%20DE

Mayorga, M., & Llanos, M. (2018). *CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL CAFÉ (Coffea canephora Pierre et Froehner) VARIEDAD ROBUSTA, CULTIVADA EN LOS CANTONES CALUMA Y ECHEANDÍA – PROVINCIA BOLÍVAR*. Obtenido de https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1780/1/PROYECTO%20DE%20TITULACION%20CARACTERIZACI%C3%93N%20QU%C3%8DMICA%20DEL%20CAF%C3%89%20ROBUSTA%20MAYO%20%202017.pdf

Mehaya, F. M. (2020). Thermostability of bioactive compounds during roasting process of coffee beans. . *Heliyon*, 6, 1-7. Obtenido de doi:https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05508.

Mesa Rodríguez, N. Y. (2017). Efecto anticariogénico del café. *Correo Científico Médico*, 21(3), 888-898. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812017000300022

Mora, S. &. (2021). Diseño del proceso de transformación de café molido en la vereda potrerillos del municipio guadalupe mediante economías de escala. *U. La Salle*, 76. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1167&context=ing_industrial

Mora, S., & Rivera, N. (2021). *DISEÑO DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE CAFÉ MOLIDO EN LA VEREDA POTRERILLOS DEL MUNICIPIO GUADALUPE MEDIANTE ECONOMÍAS DE ESCALA.* Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1167&context=ing_industrial

Muñoz, L. (2022). *Evaluación morfológica de café robusta (Coffea Canéphora) en etapa de vivero a la aplicación de MicroEssentials SZ.* Obtenido de https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3677/1/Tesis%20LAURO.pdf

Nichorzon, M. R. (2020). Calidad Calidad física y química de tres compost, elaborados con residuos de jardinería, pergamino de café y bora (Eichhornia Crassipes). *unemi_Universida del Oriente*, 13, 87-100. . Obtenido de https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cien

Nichorzon, M. R., & Acuña, R. S. (2020). Calidad Calidad física y química de tres compost, elaborados con residuos de jardinería, pergamino de café y bora (Eichhornia Crassipes). *13*, 87-100. Universida del Oriente . Obtenido de https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/1007

NTE INEN 285:2006. (2006). *Café verde en grano. Clasificación y requisitos*. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/285.pdf

NTE INEN 522-2013. (2013). *Harinas de origen vegetal. Determinación de fibra cruda*. Obtenido de https://ia801902.us.archive.org/6/items/ec.nte.0522.1981/ec.nte.0522.1981.pdf

NTE INEN 523. (2006). *harina de origen vegetal. Determinación de la grasa*. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/616-3.pdf

Oliveros, C. E., & Sanz, J. R. (2019). Ingeniería y café en Colombia. *Revista de Ingeniería*(33), 97 - 114. doi:https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121022658011

Oliveros, C. S. (2019). Ingeniería y café en Colombia. *Revista de Ingeniería*, (33), 97 - 114. Obtenido de https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121022658011

Organización Internacional del Café (ICO). (2023). *Mejora de la calidad del grano de café.* Obtenido de https://www.ico.org/es/improving_qualityc.asp

Osorio, V. P. (2021). Efecto de las temperaturas y tiempos de tueste en la composición química del café. *Cenicafé*, 72(1), 1-17. Obtenido de doi:https://doi.org/10.38141/10778/72105.

Paredes, J. P. (2022). Characterization of Two Lignocellulosic Biomasses Coffea Arabica L. for the production of Biochar. 20th LACCEI International Multi-Conference forEngineering, Education, andTechnology. 15-22. Obtenido de https://laccei.org/LACCEI2022-BocaRaton/meta/FP344.html .

Pérez, J. M. (2018). Propiedades físicas y factores de conservación del café en el proceso de beneficio. *Federación Nacional de cafeteros de Colombia*, 1- 8. Obtenido de https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/358/1/avt0370.pdf

Pérez, J. M., Pulgarín, J. A., & Loaiza, M. A. (2018). Propiedades físicas y factores de conservación del café en el proceso de beneficio. *Federación Nacional de cafeteros de Colombia*, 1-8. Obtenido de https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/358/1/avt0370.pdf

Piccino, S. B. (2014). Aromatic composition and potent odorants of the ―specialty coffee‖ brew ―Bourbon Pointu‖ correlated to its three trade classifications. . *Food Research International*, 61, 264-271.

Ribeiro, J. A. (2009). Prediction of sensory properties of Brazilian Arabica roasted coffees by headspace solid phase microextraction-gas chromatography and partial least squares. *Anal Chim Acta,*, 634:172–17.

Rodríguez-Padrón, B. (2018). CARACTERISTICAS DEL CONSUMO DEL CAFÉ (Coffea sp.) MEXICANO DE ESPECIALIDAD EN TILBURG, PAÍSES BAJOS. *Agro Productividad*, 11(4). Obtenido de https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/275

Rojas, N. (2019). *Características físicas y organolépticas del café (Coffea arábica) en la empresa Arabica Coffee Cafetteria S.A.C.* Obtenido de https://es.slideshare.net/NEHEMIASROJASMARTEL1/caractersticas-fsicas-y-organolpticas-del-caf-coffea-arbica-carrera-profesional-ingenieria-agroindustrial-unheval

Rojas, N. (2019). Características físicas y organolépticas del café (Coffea arábica) en la empresa Arabica Coffee Cafetteria S.A.C. *Arabica Coffee Cafetteria*, 1. Obtenido de https://es.slideshare.net/NEHEMIASROJASMARTEL1/caractersticas-fsicas-y-organolpticas-del-caf-coffea-arbica-carrera-profesio

Sadeghian, S., & Penagos, C. O. (2021). Manejo nutricional de café durante la etapa de almácigo. *Avances Técnicos Cenicafé*(532), 1-8.

Salazar-Hernández, M. L.-R.-D.-N.-B.-O. (2021). Evaluación de compuestos químicos de la variedad Típica de Coffea arabica durante el proceso del tostado artesanal, I. 29 (81) 32-39. Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/674/67466172004/html

Sánchez, S. V. (2018). La realidad Ecuatoriana en la producción de café. *Revista Científica de la investigación y el Conocimiento*, 2.

Sánchez, S. V., Bueno, D. O., & Jara, P. P. (2018). La realidad Ecuatoriana en la producción de café. *Revista Científica de la investigación y el Conocimiento, 2*(2).

Saud, S. &. (2021). Relationship between the Chemical Composition and the Biological Functions of Coffee. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 26(24), 1-14. Obtenido de doi:https://doi.org/10.3390/molecules26247634.

SEP . (2017). Estudio de aroma y sabor en café. *Secretarias de Educación Pública. Instituto Politécnico Nacional, México*, 34.f. Obtenido de https://kusiicafe.com/wp-content/uploads/2017/02/CICATA.pd

Silva, A. (2018). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA PROVINCIA DE CHIMBORAZO,2017.* Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/11650/1/84T00602.pdf

Silvestre, M. (2020). *EFECTOS DE MÉTODOS DE BENEFICIO DEL CAFÉ ROBUSTA (Coffea canephora P.) EN LA CALIDAD DE phora P.) EN LA CALIDAD DE*. Obtenido de https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5400/1/UPSE-TIA-2020-0011.pdf

Silvestre, M. (2020). *Efectos de métodos de beneficio del café robusta (Coffea canephora P.) en la calidad de taza.* La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Silvestre, M. (2020). Efectos de métodos de beneficio del café robusta (Coffea canephora P.) en la calidad de taza. . *Universidad Estatal Península de Santa Elena.*, 23-45.

Tarigan, E. W. (2022). The changes in chemical properties of coffee during roasting: A review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1-9. Obtenido de doi:http://dx.doi.org/10.1088/1755- 1315/974/1/012115

Torres, W. (2020). *EFECTO DEL EXTRACTO DE PULPA Y MUCILAGO DEL CAFÉ (Coffea arábica L.) DURANTE EL BENEFICIO EN LA CALIDAD FISICA Y SENSORIAL DEL GRANO VARIEDAD CATIMOR*. Obtenido de https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/4340/TORRES%20SUAREZ%20WUELBER%20JOEL%20-%20DOCTORADO.pdf?sequence=1

Torres, W. (2020). Efecto del extracto de pulpa y mucilago del café (Coffea arábica l.) durante el beneficio en la calidad fisica y sensorial del grano variedad catimor. *UNFV*, 12-42. Obtenido de https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/4340/TORRES%20SUAREZ%20

Torres, Y., Romero, A., & Román, A. (2021). *Metilxantinas, café y cafeína: amigos o enemigos.* Obtenido de https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/3099/3089

UNE-EN. (2010). *UNE-EN 15148:2010*. Obtenido de https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0045972

Valarezo-González. (2022). Estudio del impacto de las propiedades funcionales del café arábica (Coffea arabica) durante las etapas post cosecha para su industrialización. *Universidad Técnica de Machala.* , 12.

Valenzuela, L. T. (2019). Drying of Coffee Pulp: Process Parameters, Mathematical Model and its Effect over Physicochemical Properties. *SciELO*, 30(2).

Valenzuela, L. T., Martínez, K., Jimenez, J. S., & Hernández, M. (2019). Drying of Coffee Pulp: Process Parameters, Mathematical Model and its Effect over Physicochemical Properties. *30(2)*. SciELO.

Vázquez, Y. V. (2020). Estudios sobre calidad del café (Coffea arabica) en la localidad de Filé, municipio Tercer Frente, Santiago de Cuba, Cuba. *Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba*, 13-23. Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/1813/181363909010/html/#:~:text=El%20aroma%20del%20caf%C

Vázquez, Y., Vuelta, D., & Rizo, M. (2020). *TUDIOS SOBRE CALIDAD DEL CAFÉ (COFFEA ARABICA) EN LA LOCALIDAD DE FILÉ, MUNICIPIO TERCER FRENTE, SANTIAGO DE CUBA, CUBA.* Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/1813/181363909010/html/#:~:text=El%20aroma%20del%20caf%C3%A9%20var%C3%ADa,caf%C3%A9%20(Duicela%2C%202003).

Wang, X. L. (2015). Physicochemical Characteristics of Roasted Coffee. *Coffee in Health and Disease Prevention*, 247–254. Obtenido de https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00027-9

Zabala, D. (2021). *EL CAFÉ EN ECUADOR CONTINENTAL Y LAS ISLAS GALÁPAGOS*. Obtenido de https://endarazavala-80891.medium.com/el-caf%C3%A9-y-su-presencia-en-ecuador-y-las-islas-gal%C3%A1pagos-ca606a0fbb95

8. ANEXOS

ANEXO N°1: MAPA DE UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN



ANEXO N°2: PRESUPUESTO

Descripción	**Unidades**	**Cantidad en USD**	**TOTAL**
Café en estado de cereza	1 qq	30	30
Secado	1 qq	2	2
Pilado	1 qq	2	2
Tostado	1 qq	50	50
Empaquetado	1Lb	5	500
		TOTAL	**584**

ANEXO N°3: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

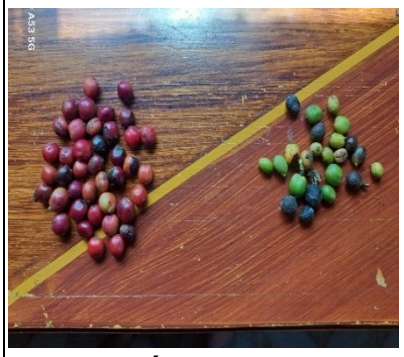
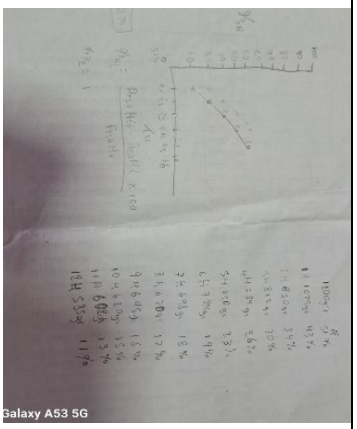
UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

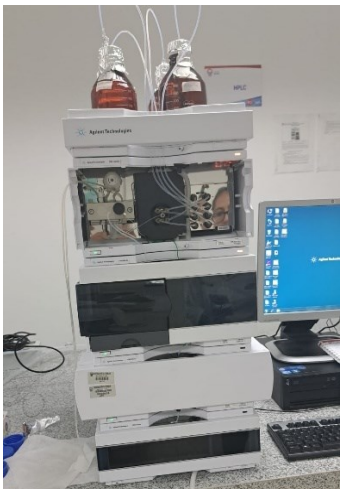
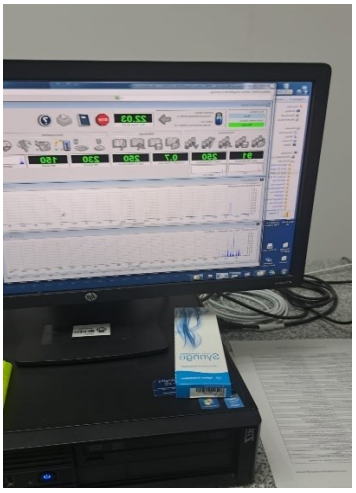
RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTEESCUELADE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

FICHA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRA

No	HORA	FECHA	CANTIDAD DE MUESTRA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

ANEXO Nº 4. FOTOGRAFÍAS

		
RECEPCIÓN	**PESADO**	**LAVADO**
		
CAFÉ EN ESTADO CEREZA	**MED. DIÁMETRO DEL GRANO CON CORTEZA**	**MED. DIÁMETRO DEL GRANO SIN CORTEZA**
		
SECADO	**MED. HUMEDAD**	**CALC. CINÉTICA DE SECADO**

		
TOSTADO	**PROD. TOSTADO**	**ANÁLISIS PROXIMAL**
		
ANÁLISIS ELEMENTAL	**ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO**	**CROMATOGRAMAS**

ANEXO N°5: GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **A granel. -** Gran cantidad a una sola masa; contrario a café crudo en sacos, cafétostado en latas y café soluble en jarras.
- **Almácigo. -**Lugar en donde se siembran las chapolas provenientes del germinador, en bolsas, agrupadas en eras y expuestas parcialmente al sol, hasta cuando adquieren el desarrollo suficiente para su trasplante definitivo al campo. El almácigo permite atender las plantas en su etapa más delicada y hacer una buena selección del colino que se va a llevar al campo.
- **Almendra. -** Palabra que significa café listo para ser tostado.
- **Amargo. -**Sabor primario del café proporcionado por la cafeína y otras sustancias. Es agradable dentro de un determinado límite. Usualmente causado por exceso de tueste.
- **Amargor. -** Sabor básico que se nota en la parte posterior de la lengua.
- **Arábicas no lavados. -** Clasificación comercial para los cafés de exportación de bolivia, brasil, etiopía y paraguay.
- **Arábigo. -** Palabra que expresa la variedad del café arábica. También es el nombre que en algunas zonas del país se le da al café pergamino.
- **Aroma. -** Se trata de una mezcla de olores agradables que además de producir una sensación placentera puede informar acerca de la variedad botánica a que pertenece el café utilizado, el tipo de preparación del fruto, etc. / el aroma de uncafé no requiere mayor ilustración. Es bien conocido el olor característico del café tostado. El poder del aroma de la bebida es tan notorio, que incluso muchaspersonas piensan que es más agradable oler el café que tomarlo.
- **Baja toxicidad. -** Grado bajo de virulencia de una sustancia química utilizada en agricultura. Los productos químicos utilizados en agricultura y de bajatoxicidad se clasifican en categorías tres y cuatro.
- **Balance hídrico. -** Equilibrio en las plantas que debe existir entre la absorción del agua por las raíces y la transpiración que se efectúa por las hojas y otras partes aéreas.
- **Barista. -** Es el profesional especializado en el café de alta calidad, que trabaja creando nuevas y diferentes bebidas basadas en él, usando varios tipos de leches, esencias y licores, entre otros. También es el responsable de la presentación de las bebidas y puede complementar su trabajo con arte del latte.

- **Beneficio húmedo. -**Se realiza mediante la utilización de agua. Comprende el despulpado, desmucilaginado o la fermentación y el lavado y el secado. Por estavía se obtienen los llamados cafés lavados, finos o suaves.
- **Beneficio del café. -** Conjunto de operaciones realizadas para transformar la café cereza en pergamino seco.
- **Café. -** Término genérico para las frutas y granos de las plantas del género coffea generalmente de especies cultivadas, también como de productos obtenidos a partir de estos frutos y granos en diferentes estados detransformación y empleo, destinados para el consumo. En el caso colombiano, estas plantas del género coffea provienen de la especie botánica coffea arabicalinnaeus.
- **Café almendra / café verde en almendra / endospermo / café trillado.** - A partir de la cual se produce el café tostado y molido. Es básicamente el café pergamino sin su parte externa.
- **Café arábico suave. -** Es 100% cosechado selectivamente. Se utilizan procesos artesanales intensivos en mano de obra para su selección, se produce en una topografía generalmente montañosa, con suelos primordialmente de origen volcánico. El color de un café suave es uniforme y brillante, y sus característicasorganolépticas reflejan los factores naturales y humanos involucrados en su proceso de producción. Así, la influencia del medio ambiente y temperaturas medias y reducida variación en las zonas donde fue producido, los procesos de selección y los procesos de beneficio y post cosecha generan una calidad en tazaque lo distingue de otros tipos de café arábico y de otras especies.
- **Café en baba. -** Cereza de café que ha sido “despulpado”.
- **Café beneficiado. -**Café que ha sufrido el proceso de separación de la cascara y pergamino, o sea "green coffee"
- **Café cereza. -** Es el fruto del arbusto de café –cafeto-, que como tal se recoge en las fincas, en las épocas de cosecha, en las zonas cafeteras y luego se sometea un proceso de adecuación para que pueda ser comercializado (beneficiohúmedo), el cual se realiza en la misma finca cafetera.
- **Café descafeinado. -** Es aquel al que se le ha reducido el 97% de su contenido y cafeína.

- **Café despulpado. -**Café procesado por la vía húmeda o sea al que se le ha quitado la pulpa para entrar al proceso de fermentación antes de ser lavado.

- **Cafés especiales. -** En Colombia son aquellos valorados por los consumidores por sus atributos consistentes, verificables y sostenibles y por los cuales están dispuestos a pagar precios superiores que se traducen en un mayor bienestar de los productores. Estas características están dadas por el origen del café (categoría origen), por su producción en armonía con el medio ambiente (categoría sostenibles) y su. Compromiso con el desarrollo social de las comunidades (categoría social).
- **Café a granel. -** Almacenamiento de café sin empacar, en silos o en otros lugares.
- **Cafeína. -alcaloide,** Encontrado en los granos de café, hojas de café, hojas de té, granos de cacao…el promedio de cafeína encontrado en el café crudo es de 1.5 %. Sabor amargo estimulante en el café natural. El arábica contiene cerca de1 % de cafeína; el robusta 2%; los cafés instantáneos entre 3 y 6% según sea eltipo de café.
- **Café liofilizado. -** Café soluble, producto de la liofilización, que es el proceso ideal para conservar.
- **Café molido. -** después del proceso de tostión, los granos de café son molidos antes de proceder a la preparación de la bebida. Existen tres tipos de molienda: grueso, fino y medio, que hacen referencia a la granulometría. El tipo demolienda seleccionada dependerá del método de preparación o de la cafetera usada para la preparación final de la bebida.
- **Café soluble. -**el café soluble o instantáneo es el polvo o granulado que queda luego de que al extracto de café se le ha retirado el agua, es estable y puede mantener su calidad durante muchos meses e incluso años pues es menosvulnerable a procesos de oxidación.
- **Cafés robustas. -** variedad de la especie coffea canephora más resistente a muchas de las enfermedades del café, especialmente a la roya. Se caracteriza porproducir una bebida fuerte y amarga con mayor concentración de cafeína. Se cultiva generalmente en altitudes por debajo de 1.000 msnm en países como brasil, vietnam, indonesia y uganda.
- **Calidad del café. -** clasificación de los cafés de acuerdo a la altitud, variedad botánica, tipo de beneficiado, densidad, tamaño del grano, calidad de taza, color,imperfecciones del grano y la presencia de materia extraña. Cada país establecesus propios estándares

de clasificación de la calidad. El café de colombia es reconocido mundialmente por su buena calidad, por lo cual se vende a un mayorprecio. Esta calidad depende de los cuidados y prácticas que siguen los caficultores, recolectores, procesadores, comercializadores, tostadores y consumidores, en los diferentes procesos, a través de las etapas de la cadena productiva del café

- **Calidad física. -** el fruto de café de buena calidad, sano y maduro; el grano pergamino tiene apariencia homogénea, olor fresco característico a café, color amarillo claro y homogénea y sana, olor fresco, color verde azulado, humedad entre el 10% y el 12%; su tamaño varía según la variedad y se mide en mallas de12/64 a 18/64 de pulgada.
- **Calificación. -** palabra que sirve para indicar la nomenclatura que corresponde a un café en vista de su calidad, variedad y procedencia.
- **Caramelo (aroma). -** este describidor de aroma presenta reminiscencias con elolor y el sabor que se producen cuando se carameliza el azúcar sin llegar a quemarlo. El catador deberá tener cuidado de no confundirlo con el aroma a chamuscado.
- **Cata. -** acción por la que se clasifica un café probándolo y valorando una seriede características.
- **Catación de café. -** es el método usado para medir el aroma, el sabor y la sanidad del café. Mediante las evaluaciones sensoriales se pueden identificar losdefectos presentes en la bebida de café, conocer la intensidad de una característica sensorial como la acidez y el dulzor, reconocer y calificar el sabory el aroma, y de igual forma, medir la calidad global del producto.
- **Catador. -**son personas que miden y evalúan la calidad del café mediante los sentidos de la vista, el olfato y el gusto. Estas personas son seleccionadas mediante pruebas especiales sensoriales de reconocimiento, clasificación y calificación de diversos olores y sabores. Y luego son capacitadas sobre el procesamientoy las características de los granos y la bebida de café.
- **Chapola. -** plántula de café que ha emitido el primer par de hojas primarias.
- Chocolate (aroma). -con un cierto parecido al aroma y sabor del cacao en polvoo del chocolate (tanto negro como blanco), se trata de un olor al que se mencionaalgunas veces.
- **Cuerpo. -**una prueba en la taza que indica textura fuerte, regularmente deseabley que seencuentra por lo general en cafés cultivados en lugares altos; tales caféstienen más aromay sabor.

- **Degustación. -** acción y efecto de degustar o catar.
- **Desmucilaginador. -** es un equipo utilizado en el beneficio del café, por mediodel cual se le desprende el mucílago, se lava y se clasifica el grano de café.