

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



CARRERA DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL

**Proyecto de investigación y desarrollo previo a la
obtención del título de:**

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL CAFÉ
(*Coffea canephora*) TOSTADO Y MOLIDO
ELABORADO EN LA ASOCIACIÓN TARPUCAMAC.**

AUTORA:

Andreina Bethy López Grefa

DIRECTOR:

Dr. David Sancho Aguilera

PUYO- ECUADOR.

2016

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo Andreína Bethy López Grefa según lo establecido por la Ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de Investigación y Desarrollo son de mi exclusiva responsabilidad.

Srta. Andreina Bethy López Grefa

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Yo, David Sancho Aguilera, certifico que la alumna Andreina Bethy López Grefa es la autora del presente Proyecto de Investigación y Desarrollo. Para la culminación del mismo tuvo que dedicar horas de trabajo y sobre todo esfuerzo sin lo cual no hubiera podido concluir. Finalmente pienso que logró un excelente material que puede ser sometido a la consideración del tribunal propuesto.

Dr. David Sancho Aguilera

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**
UNIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

Oficio No. 102-UTI-UEA-2016
Puyo, 08 de Junio de 2016

Señores
Secretaría Académica U.E.A.
Presente.-

Por medio de presente CERTIFICO que:

El proyecto de titulación, investigación y desarrollo correspondiente **ANDREINA BETHY LÓPEZ GREFA**, con el Tema: **"CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL CAFÉ(*Coffea canephora*) TOSTADO Y MOLIDO ELABORADO EN LA ASOCIACIÓN TARPUCAMAC"**, de la Carrera de Ing. Agroindustrial, Director de proyecto. Dr. David Sancho Aguilera. MsC., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 00 %. Informe generado con fecha 06 de junio de 2016 por parte del Director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,


Ing. Elias Jachero Robalino MsC.
UNIDAD DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN DE LA UEA
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

NOTA: Adjunto informe generado el 06 de junio de 2016 por parte del Director.



CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del Proyecto de Investigación y Desarrollo aprueba el proyecto “Características físico-químicas del café (*Coffea canephora*) tostado y molido elaborado en la asociación TARPUCAMAC”.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Dra. Ana Chafra, M.Sc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Hiram Hernández, M.Sc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Edgar Chicaiza, M.Sc

AGRADECIMIENTOS

A ti Dios por darme la sabiduría y fortaleza para poder culminar mi meta universitaria.

A mi querida mamá Janet Grefa por ser mi ángel guardián y permitir cumplir este sueño anhelado.

A mi padre, mis hermanos, hermanas y familiares quienes fueron testigos y me apoyaron cuando lo necesitaba. En especial a mis hermanos Lenin y Liliana por todo el apoyo moral y económico que con mucho esfuerzo, sacrificio pacientemente me han apoyado durante el periodo universitario.

A la Universidad Estatal Amazónica y docentes porque de ellos recibí los conocimientos intelectuales y humanos.

Al Dr. David Sancho Aguilera Tutor del Proyecto, por compartir sus conocimientos y destrezas.

Al equipo Técnico de trabajo del Programa Conservación de la Biodiversidad, Bosques, Mitigación y Adaptación al Cambio Climático- Amazonía Norte , implementada por la Cooperación Alemana al Desarrollo-GIZ, por la apertura incondicional brindada durante el trabajo de investigación.

Al Departamento de Responsabilidad Social y Relaciones Comunitarias, Petroamazonas EP- Bloque 15 por el apoyo técnico aportado.

A la asociación TARPUCAMAC, quienes permitieron el desarrollo de esta investigación con su producto.

Son muchas las personas a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Si alguna vez llegan a leer este agradecimiento quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Andreína Bethy López Grefa.

DEDICATORIA

A ti Dios, por darme esa fortaleza de seguir adelante y sobresalir ante las dificultades.

A mi madre Janet Grefa que Dios la tenga en su gloria, por ser mi fortaleza e inspiración durante el periodo Universitario.

A mi padre Victor López, a mis hermanos: René , Lenin, Liliana , Mónica, Érika y Cristian por su paciencia , apoyo moral y económico , quienes todos aportaron para que pueda cumplir mi meta universitaria , confiaron en mí a pesar de las dificultades y obstáculos presentados.

Andreína Bethy López Grefa.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar las características físico-químicas del café tostado y molido, producido en la Asociación TARPUCAMAC, parroquia Limoncocha, provincia de Sucumbíos. Cinco lotes de producción de 400 g cada uno, fueron seleccionados aleatoriamente a fin de determinar sus características físico-químicas, incluyendo tests de granulometría (%), contenido de humedad (%), contenido de proteína (%), contenido de ceniza (%), acidez titulable (%), pH y grados Brix(°B). Los datos fueron procesados estadísticamente por medio de un análisis de varianza y pruebas de Duncan con una significación del 95%. En todos los casos los análisis fueron realizados por triplicado. En los análisis de granulometría, se encontraron diferencias significativas entre grupos al usar los tamices N2 (μm 425), N4 (μm 212), N5 (μm 300), N6 (μm 300) y N7 (75). En términos generales, las pruebas de granulometría revelan que las muestras no tienen tamaños homogéneos de acuerdo a los requerimientos de la Normativa Técnica Ecuatoriana (INEN 1123), para Café Tostado y Molido. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los análisis de contenido de humedad, proteína, pH, grados Brix y acidez, mientras que no se encontraron diferencias significativas en el contenido ceniza. Los valores obtenidos para el contenido de ceniza y pH cumplen con los estándares de la normativa, en cuanto a los valores de humedad, proteína y acidez exceden los límites establecidos en la normativa para café tostado y molido.

Palabras claves: características físico-químicas, análisis de varianza, café tostado y molido.

ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the physical-chemical characteristics of the roasted and blended coffee produced at the TARPUCAMAC Association, in Limoncocha, province of Sucumbíos. Five production lots of 400 g each were randomly selected in order to determine their physical-chemical characteristics including granulometry tests (%), moisture content (%), protein content (%), ash content (%), titratable acidity (%), pH, Brix (°B) analyses. The data were processed and statistically analyzed by means of analyses of variance and Duncan tests. In all cases the analyses were carried out in triplicate. Concerning the granulometry test, significant differences were found among production lots when using sieves N1 (μm 850) and N3 (μm 300). Instead, no difference was found for the sieves N2 (μm 425), N4 (μm 212), N5 (μm 300), N6 (μm 300) and N7 (75). Altogether, the granulometry analyses reveals that the samples do not have homogenous sizes in terms of what is required by the Ecuadorian Technical Normative INEN1123 for roasted and blended coffee. Statistically significant differences were found in the analyses of moisture content, protein content, pH, Brix analysis and acidity while no significant differences were identified ash content. Overall, the values obtained for ash and pH comply with the standards of the normative while the values for moisture, protein content and acidity exceed the limits established in the normative for roasted and blended coffee.

Key words: physical-chemical characteristics, analyses of variance, roasted and blended coffee.

Índice de Contenido

Portada.....	1
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECYO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.....	iv
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA	v
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
Índice de Contenido.....	xi
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACION	2
1.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. HIPÓTESIS.....	2
1.4. OBJETIVOS.....	2
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	2
CAPÍTULO II.....	3
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
2. Generalidades del café robusta.....	3
2.1. Descripción Botánica	3
2.2. Características físicas del grano de café	4
2.3. Forma, tamaño, uniformidad y color de los granos.....	4

2.4.	Rendimiento del grano de café.	4
2.5.	Relación cereza pergamino.	5
2.6.	Defectos físicos del café	5
2.7.	Calidad del grano de café.....	5
2.8.	Proceso de beneficio del café.....	5
2.8.1.	Beneficio Húmedo Enzimático.....	6
2.9.	Propiedades físicas del café tostado y molido	7
2.10.	Granulometría del café tostado y molido.	7
2.11.	Composición química del grano de café robusta	9
2.12.	Composición química del grano de café robusta tostado y molido.....	10
2.13.	Densidad del extracto de café tostado y molido.....	11
2.14.	pH y acidez titulable del extracto de café tostado y molido.....	12
2.15.	Solidos Solubles, acidez del extracto y ° Brix de café robusta	13
2.16.	Ceniza.....	13
2.17.	Proteína.....	13
2.18.	Humedad	14
CAPÍTULO III		15
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		15
3.1.	LOCALIZACIÓN.....	15
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.	15
3.3.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	15
3.3.1.	Selección de los lotes.....	16
3.3.2.	Análisis granulométrico o tamaño de partícula.	16
3.3.3.	Análisis (%) cenizas.	16
3.3.4.	Análisis (%) proteína.....	16

3.3.5.	Determinación del porcentaje de humedad.	16
3.3.6.	Obtención del extracto.....	16
3.3.7.	Grados Brix.....	17
3.3.8.	pH y acidez titulable (ACIDEZg).....	17
3.4.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
3.5.	TRATAMIENTO DE LOS DATOS.	17
3.6.	RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES.	17
3.6.1.	Recursos Humanos	17
3.6.2.	Equipos	18
3.6.3.	Materiales	18
3.6.4.	Instalaciones	18
CAPÍTULO IV		19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		19
4.1.	Análisis del café tostado y molido	19
4.1.1.	Análisis de granulometría.....	19
4.1.2.	Humedad.....	20
4.1.3.	Proteína	20
4.1.4.	Ceniza	21
4.2.	Análisis del Extracto del café tostado y molido.....	22
4.2.1.	pH	22
4.2.2.	Grados Brix.....	22
4.2.3.	Acidez	23
CAPITULO V		24
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.		24
5.1.	CONCLUSIONES	24

5.2. RECOMENDACIONES.....	25
CAPÍTULO V.....	26
BIBLIOGRAFIA.....	26
CAPÍTULO VII.....	28
ANEXOS.....	28

Índice de tablas

Tabla N°1. Clasificación taxonómica del café robusta.	3
Tabla N° 2. Clasificación de la molienda y métodos recomendados de preparación del café. ...	8
Tabla N°3. Granulometría del café tostado y molido.	8
Tabla N° 4. Requisitos fisicoquímicos del café tostado y molido.	9
Tabla N° 5. Composición química del grano de café Robusta (<i>Coffea canephora</i>)	9
Tabla N° 6. Otros componentes químicos del grano	10
Tabla N° 7. Composición (% extracto seco) de los granos de café verde y tostado	11
Tabla N° 8. Densidad aparente del extracto de café robusta	12
Tabla N° 9. Determinación del porcentaje de granulometría del café tostado y molido.	19

Índice de cuadros

Gráfico N° 1. Determinación de humedad porcentaje.....	20
Gráfico N° 2. Determinación del % de proteínas del café tostado y molido.....	21
Gráfico N° 3 . Determinación del porcentaje (%) de cenizas en el café tostado y molido.....	21
Gráfico N° 4. Determinación de pH del extracto de café tostado y molido.	22
Gráfico N° 5. Determinación de Brix del extracto líquido del café tostado y molido.	23
Gráfico N° 6. Determinación de acidez titulable del extracto del café tostado y molido.....	23

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En el mercado mundial, el café se caracteriza por la inestabilidad de los precios y cambios en los niveles de producción, lo cual afecta en forma directa los ingresos y el bienestar de los agricultores que lo cultivan. Los principales países productores de café a nivel mundial son: Brasil, Vietnam, Colombia e Indonesia, siendo Brasil mayor productor de café y el segundo mayor consumidor mundial (OIC, 2015).

Ecuador por su parte, presenta una diversidad de ecosistemas propios para la producción de café, en sus cuatro regiones. En la Amazonía, el área de interés de este estudio, las provincias de Sucumbíos y Orellana son las principales productoras y se especializan en la producción de la variedad robusta (PROECUADOR, 2013).

Uno de las principales limitantes para la expansión y desarrollo de la producción de café es la baja calidad del producto final, ya que para poder mantener los estándares de calidad del producto en el mercado se requiere cumplir con ciertos parámetros físico-químicos. Se entiende por “café molido” al polvo o granulado, obtenido mediante la molienda (fragmentación o pulverización) de los granos de café tostado; mientras que la infusión de café es definida como el producto líquido obtenido por tratamiento con agua del café molido (Galán *et al*, 2012). La calidad sensorial del café se relaciona con las propiedades intrínsecas como ; aroma, sabor, cuerpo de la bebida y los defectos en la taza causados por inadecuados procesos de beneficio (COFENAC, 2010).

El (COFENAC, 2010) define los atributos deseables del café de la siguiente manera:

La fragancia es la característica con la que se inicia la citación valorando el café tostado y molido, a partir de la percepción de los olores y frescura en seco, que ofrece indicios de lo que se hallará en la infusión.

El aroma es una característica que describe la impresión olfativa general de las sustancias volátiles de un café. Esta cualidad se relaciona con la fragancia que desprende la bebida. Un aroma delicadamente fino, fragante y penetrante es la manifestación de una calidad superior.

El sabor es una característica que describe la combinación compleja gustativa y olfativa percibida en la bebida durante la citación.

El cuerpo es una característica determinada por el contenido de sólidos solubles en la bebida y resulta de la combinación de varias percepciones captadas durante la catación como la sensación de plenitud y consistencia. El café robusta se caracteriza por tener un elevado cuerpo.

El presente trabajo de investigación y desarrollo tiene el objetivo de determinar las características físico-químicas del café (*Coffea canephora*) tostado y molido elaborado en la asociación TARPUCAMAC.

1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La asociación TARPUCAMAC, elabora café (*Coffea canephora*) tostado y molido a pequeña escala. Conociendo que la calidad del café tostado y molido depende de las características físico-químicas tales como: humedad, contenido de sólidos (azúcares solubles e insolubles), acidez, pH, proteína y cenizas; sumadas a estas el tamaño de partículas del molido determinado por la granulometría. Estas características mencionadas se encuentran normadas en Ecuador con la norma INEN 2311, la que establece los límites admisibles que consideran al producto apto para su comercialización y consumo.

El café elaborado por TARPUCAMAC no ha sido sometido a la verificación del cumplimiento de la Norma INEN debido a que no cuentan con un área de investigación y desarrollo, lo que limita su comercialización.

1.3. HIPÓTESIS.

- La caracterización físico-química del café elaborado en la asociación TARPUCAMAC determinará la calidad del producto final.

1.4. OBJETIVOS.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar las características físico-químicas del café (*Coffea canephora*) tostado y molido elaborado en la asociación TARPUCAMAC.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Caracterizar la composición físico-química del café (*Coffea canephora*) tostado y molido elaborado en la asociación TARPUCAMAC.
- Determinar la granulometría del café (*Coffea canephora*) tostado y molido producido en la asociación TARPUCAMAC.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.

2. Generalidades del café robusta.

2.1. Descripción Botánica

Según (Rojo, 2014), la especie (*Coffea canephora*)_comúnmente llamada café robusta por su carácter resistente a la roya, fue descubierta en África y posteriormente distribuida a otras zonas tropicales húmedos del mundo.

Tabla N°1. Clasificación taxonómica del café robusta.

Taxonomía	Nombre
Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Gentianales</i>
Familia:	<i>Rubiaceae</i>
Subfamilia:	<i>Ixoroideae</i>
Tribu:	<i>Coffeae</i>
Género:	<i>Coffea</i>
Especie:	<i>C. canephora</i>
Nombre binomial	<i>Coffea canephora</i> L.

Fuente: (COFENAC, 2010).

Pertenece a la familia de las rubiáceas, se trata de un arbusto que crece hasta 10 metros de altura con un sistema radicular grande, hojas anchas y de color verde pálido, las flores blancas y muy fragantes. Esta especie perenne y diploide ($2n=22$), auto incompatible; es decir el óvulo no puede fertilizarse con su propio polen y requiere de polinización cruzada, lo que lo define la naturaleza halogámica de la especie (*Duicela et al*, 2005).

Las cerezas de café robusta están en su punto de maduración alrededor de los 230 días después de la floración, dependiendo de los factores climáticos de las zonas de cultivo, especialmente de la temperatura. Los granos de café robusta tienden a ser más pequeños que los de café arábigo. Según el material genético, la forma del grano puede ser redondeada, ovalada o elíptica (*Duicela et al*, 2005) Sin embargo en los estudios realizados esta planta tiene gran capacidad de productora y capacidad de retener las cerezas en el árbol una vez alcanzado su plena madurez. Los frutos o bayas del café están formados por una masa carnosa que envuelve dos granos achatados y unidos, cada uno de ellos protegido por una corteza exterior áspera y una fina envoltura interior.

Los granos, libres de la masa carnosa y las envolturas, son los granos del café, compuestos básicamente de un tejido nutritivo que contiene entre un 0.8-2.5% de cafeína.(Columbus *et al*, 2005)

2.2. Características físicas del grano de café

Las características físicas de los granos generalmente corresponden a la forma, el tamaño, color, uniformidad, humedad, densidad, rendimiento, y defectos de los granos de café.

2.3. Forma, tamaño, uniformidad y color de los granos.

Según (Duicela *et al*, 2005)mencionan que los granos de café superior deben tener la forma y tamaño uniformes. Los granos caracoles, triángulos y elefantes son considerados defectuosos, siendo las normales de forma plano convexa. Sin embargo esta particularidad no incide en las cualidades de la bebida. El color de los granos está relacionado realmente con las zonas de cultivo, la fertilidad del suelo, el estado sanitario de los frutos, el proceso de beneficio y el tiempo de almacenamiento.

El color de los granos depende del método de beneficio: tiende a “verde” cuando es lavado y a “marrón dorado” cuando se beneficia por la vía seca. La uniformidad de los granos del café está relacionada con la homogeneidad en su tamaño y en la apariencia. Una falta de uniformidad de los granos indica un deficiente manejo de la plantación; mezcla de los cafés verde, maduro y sobre maduro en la cosecha y la presencia de hongos o ataque de insectos en las fases de producción y post-cosecha (Duicela *et al*, 2005)

Para obtener granos de calidad y por consecuente bebida de calidad la humedad adecuada para almacenar el grano debe estar comprendida del 11.0 al 12.0 por ciento. Los granos de café robusta deben tener un contenido de humedad inferior al 12.5% y estar libres de materias extrañas, mohos y micotoxinas (Montilla *et al* 2008).

2.4. Rendimiento del grano de café.

Según los estudios realizados por (Cenicafé, 2008) mencionan que los rendimientos y la composición química del grano del café pueden modificarse por factores como la especie, la variedad, la naturaleza y la fertilidad del suelo, las condiciones atmosféricas y ambientales, el manejo agronómico, la edad de la plantación, plagas y enfermedades y el control de las mismas. El período de cosecha, el contenido de humedad del café cereza y la recolección influyen en los rendimientos y características del grano; además, un café cultivado eficientemente, puede perder sus cualidades inherentes por un inadecuado proceso de beneficio.

2.5. Relación cereza pergamino.

Cantidad de café cereza requerido para obtener 1 kg de café pergamino seco (c.p.s.) tipo Federación, siendo de esa forma la relación que se obtuvo en el estudio fueron necesarias 4.94 kg de café cereza para obtener 1 kg de café pergamino que fueron seleccionadas y 4.84 kg en café sin seleccionar. (Montilla *et al.*, 2008)

2.6. Defectos físicos del café

Los factores que afectan a la calidad de los granos del café robusta son principalmente el deficiente manejo agronómico y el inapropiado control de los problemas fitosanitarios, reduciendo así el alto rendimiento por unidad de superficie. El incorrecto manejo post-cosecha y la manipulación inapropiada, contribuyen a elevar los defectos físicos del café. Los principales defectos físicos que se pueden mencionar son los siguientes: brocado, cristalizado, anormal, fermentado, inmaduro, manchado, mohoso, negro, opaco, partido, pequeño, quebrado, vano y veteado. Además, se consideran defectos a todas las materias extrañas como palos y piedras. (Duicela *et al.*, 2005)

2.7. Calidad del grano de café

La calidad física del café es determinada mediante la observación de los granos del café pergamino seco; la apariencia homogénea, presencia de un color amarillo del pergamino y verde oliva de la almendra, tamaño según las especificaciones de mercado y un contenido de humedad entre el 10 y el 12%. (Pérez, 2013)

La recolección selectiva del café cereza es esencial para obtener calidades superiores. La limpieza de los sacos, cestos o recipientes usados para la cosecha es uno de los aspectos a considerar en el proceso. Los frutos verdes o inmaduros dan a la bebida un gusto a crudo o hierba verde. Los frutos cosechados en condiciones de sobre madurez causan alteraciones en el color de los granos, con la tendencia a tonalidades marrón y la bebida con un gusto extraño a fermentado (Duicela *et al.*, 2005).

2.8. Proceso de beneficio del café

El beneficio del café es el proceso por cual se retira las cerezas maduras, las capas exteriores, dejando solo el café pergamino seco. Se realizan por vía húmeda, por vía seca y por vía húmedo-enzimática (Salamaca, 2015).

2.8.1. Beneficio Húmedo Enzimático

El beneficio húmedo enzimático es un proceso de transformación del café cereza a café pergamino húmedo, usando enzimas aceleradoras de la fermentación, que luego del secado y trillado, da como producto final el café robusta lavado (Salamaca, 2015)

Figura 1 Proceso de beneficio húmedo enzimático del café robusta.



FUENTE: (Duicela *et al.*, 2005)

El método de beneficio húmedo enzimático involucra todas las etapas del beneficio por la vía húmeda con reducción del tiempo de fermentación. Cabe indicar que cuando hay una sobre fermentación del café hay algunos efectos como: pérdida de peso en el café, pergamino manchado y granos defectuosos que producen una bebida de mala calidad, con sabores avinagrados, picantes y desabridos (Duicela *et al.*, 2005)

La fermentación enzimática se realiza usando enzimas altamente concentradas que aceleran el proceso de fermentación del “café baba”. Actualmente, se están empleando en la fermentación del café, enzimas pectinolíticas, cuyos sustratos naturales son sustancias pécticas

En el Ecuador, se realizaron ensayos de fermentación de café robusta empleando una enzima pectolítica. El producto comercial contiene poligalacturonasa, pectina esterasa y pectinasa. La pectinasa está desarrollada especialmente para el desmucilaginado de café. La

pectina es el mucílago que recubre los granos de café, la cual con el tratamiento enzimático puede ser degradada rápidamente, permitiendo acortar los períodos de fermentación, reduciendo la formación de aguas mieles y facilitando el lavado (Duicela *et al*, 2005)

Según (Cofenac, 2005) mediante su estudio resaltan que el método utilizado con la aplicación de enzimas aceleradoras de la fermentación no incide en las características físicas y sensoriales del café robusta.

2.9. Propiedades físicas del café tostado y molido

El estudio de las propiedades físicas del café tostado y molido no sólo tiene aplicaciones en el manejo, el transporte y el almacenamiento debido a sus características de cohesión y segregación, sino que se ha encontrado, entre otros aspectos, que el tamaño de las partículas tiene una marcada influencia sobre el proceso de preparación de una bebida de café de buenas características organolépticas (PROFECO, 2001).

Cabe mencionar que los atributos como el aroma, color, cuerpo y sabor se detectan en la taza mediante un panel de catación entrenado, ésta a su vez pueden ser notorios algunos anormalidades en el sabor y aroma que afectan su calidad, entre los que se citan: sabor a humedad, a fermento, terroso (sabor a tierra removida), a rancio (que es la oxidación de los aceites del café), a viejo (pérdida total o parcial del aroma, sabor y cuerpo), y sucio (mezcla indefinida de defectos, el café de calidad es aquel que no tiene defectos y se denomina café *gourmet* (PROFECO, 2001).

El café se suele tostar a diferente intensidad con la finalidad de acentuar sus atributos y obtener características que satisfagan el gusto del consumidor. Los tres grados de tostado son: claro, medio, oscuro, Generalmente un café de tueste claro tiene un sabor más suave que unos con tueste oscuro. Una vez realizado el tueste se muele a diferente granulometría, dependiendo del tipo de cafetera que se utilice para prepararla bebida estos tres grados de molienda son; grueso, medio y fino (PROFECO, 2001).

2.10. Granulometría del café tostado y molido.

En la investigación realizada por (Ramos *et al*, 2004) mencionan que en la preparación de una bebida se busca extraer los componentes de un lecho granular de café por acción del agua caliente en un tiempo definido de contacto; es así como mayor sea el tamaño de las partículas que forman el lecho, menor es el área de contacto entre el agua y el café, y la bebida producida puede resultar clara o subextraída. De igual forma, un lecho compuesto por partículas muy finas presentará una mayor área de contacto y la bebida puede resultar oscura o sobre extraída.

En Colombia el café tostado y molido se clasifica en tres grados de molienda cada molienda es recomendada para diferentes técnicas de preparación teniendo en cuenta el tiempo de contacto entre el agua y el café como se muestra en la tabla 2 según la norma técnica colombiana Norma NTC 3534 (Guevara *et al*, 2005).

Tabla N° 2. Clasificación de la molienda y métodos recomendados de preparación del café.

Molienda	Diámetro medio (µm)	Coefficiente de uniformidad	Preparación	Tiempo (min.)
Gruesa	7001-900	>2,5	Ollas, Pistón, percolador	6-9
Media	501-700	>3,0	Colador de tela, filtros de papel, greca, goteo	4-6
Fina	350-500	>3,8	Expreso doméstico e institucional	0,5-4

Fuente:(Guevara *et al*, 2005)

Según la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1123:2014 segunda revisión, el café tostado y molido para su comercialización debe cumplir con los requisitos de tamaño de partícula establecidos en la tabla.

Tabla N°3. Granulometría del café tostado y molido.

Denominación	Tamaño de partícula	Método de ensayo
Extrafino	Debajo del tamiz de 350 µm	
Fino	Entre los tamices 350 µm- 500 µm	
Mediano	Entre los tamices 500 µm- 700 µm	NTE INEN 113
Grueso	Entre los tamices 700 µm- 900 µm	
Métodos de ensayo de referencia		

Fuente: (INEN, 2014)

Uno de los requisitos físico-químicos que se requiere según la norma técnica ecuatoriana se muestra en la tabla 4.

Tabla N°4. Requisitos fisicoquímicos del café tostado y molido.

Requisitos	Valores (%)		Método de ensayo
	Mínimo	Máximo	
Humedad (Fracción de masa)	...	4,0	NTE INEN-ISO 11294 NTE INEN-ISO 11817
Contenido de cafeína (Fracción de masa en base seca)			
-Café descafeinado	...	0,1	NTE INEN-ISO 20181
-Café parcialmente descafeinado	>0,1	>1,0	
-Café sin descafeinar	1,0	
Sólidos solubles del extracto acuoso	25,0	40,0	ISO 9768
Cenizas totales	5,0	ISO 1575
Grado de tueste			
-Oscuro	<18,5	NTC 2442
-Mediano	18,5	22,0	
-Claro	>22	

El contenido de humedad y cafeína se expresan en fracción de masa según el Sistema Internacional de Unidades - SI, el cual determina: “Fracción de masa V, WB: esta cantidad se expresa frecuentemente en porcentaje %.

La notación % (m/m) no debe usarse. Factor de conversión = 0,01” b El extracto acuoso del café es la infusión obtenida de una mezcla de café/agua al 10 por 100 en masa, tras la ebullición durante cinco minutos.

5.4.

Fuente: (INEN, 2014)

2.11. Composición química del grano de café robusta

El café es considerado como uno de los productos de consumo más complejo desde el punto de vista de su química. No solo por la gran cantidad de compuestos químicos contenidos en el grano de café verde, también porque estos compuestos reaccionan e interactúan en todas las etapas del procesamiento para la obtención de una taza de café con una gran diversidad y complejidad de estructuras (Pérez, 2013).

Tabla N° 5. Composición química del grano de café Robusta (*Coffea canephora*)

Composición química del grano (100 g)	
Agua	9
Proteínas	24
Grasas	11
Carbohidratos	7
Fibra	22
Cenizas	27

Fuente:(Columbus et al, 2005)

Tabla N° 6.Otros componentes químicos del grano

Otros componentes químicos del grano	
(mg)	
Calcio	150
Fósforo	200
Hierro	5
Tiamina	0,07
Riboflavina	0,1
Niacina	15
Calorías	38

Fuente:(Columbus et al, 2005)

Principales componentes de las semillas:

- Alcaloides
- Cafeína (hasta un 4%)
- Taninos
- Ácidos cafeotánicos
- Ácido caféico
- Ácido clorogénico
- Quinonas
- Ácido viridénico
- Trigonelina

Las semillas tostadas contienen: Pirroles, Ácido palmítico, Cafeol (aceite volátil).

2.12. Composición química del grano de café robusta tostado y molido

El grano de café constituye una matriz alimentaria compleja debido a la gran variedad y diferencia entre sus componentes; que dependen directamente de factores como la especie, condiciones de cultivo, grado de madurez, prácticas agrícolas, calidad del suelo y condiciones de almacenamiento entre otras. Durante cada etapa de los procesos de transformación, dichos componentes experimentan una interacción constante de la cual resultan las sustancias de mayor incidencia en el perfil aromático del café tostado y su fracción soluble junto con las características sensoriales más importantes para el consumidor; aroma, cuerpo, acidez y sabor(Montero *et al*, 1999).

En la tabla se encuentra la composición en porcentaje en base seca del estado verde y tostado del café.

Tabla N° 7. Composición (% extracto seco) de los granos de café verde y tostado

Componentes	Café robusta	
	Tostado	Verde
Minerales	4.5-5.0	4.0-4.5
Cafeína	2.0	1.6-2.4
Trigonelina	0.3-0.6	0.6-0.75
Lípidos	11.0-16.0	9.0-13.0
Ac.	3.9-4.6	7.0-10
Clorogénicos		
Ac. alifáticos	1.0-1.5	1.5-2
Oligosacáridos	0-3.5	5.0-7
Polisacáridos t	-	37.0-47.0
Aminoácidos	0	2.0
Proteínas	13.0-15.0	11.0-13.0
Ac. húmicos	16.0-17.0	-

Fuente: (Montero *et al*, 1999)

El tostado es un proceso importante donde se producen los compuestos responsables del aroma y color de las bebidas de café, principalmente como resultado de las reacciones de Maillard, las melanoidinas, son compuestos de alto peso molecular solubles en agua y constituyen más del 25% del peso del café seco, se derivan de la interacción de oligosacáridos con proteínas y aminoácidos libres que se destruyen totalmente dando origen a las características finales del producto, convirtiendo a los aminoácidos libres en los compuestos de mayor importancia relacionados en la formación del aroma del café (García, 2011)

Por otra parte Rojo, (2014) menciona que un grano de café contiene normalmente un 34% de celulosa, un 30% de azúcares, un 11% de proteínas, de un 6 a un 13% de agua, y entre un 2 y un 15% de materia grasa. Otros componentes destacables son minerales, como el potasio, calcio, magnesio y fósforo, ácidos orgánicos (cafeilquinicos o clorogénicos) y alcaloides, como la cafeína (1-2.5%) y la trigonelina. En algunos casos también se han detectado compuestos exógenos (contaminantes) como pueden ser restos de pesticidas, micotoxinas y benzopireno.

2.13. Densidad del extracto de café tostado y molido

En la normativa ecuatoriana (INEN, 2013) Se define a la densidad del extracto del café tostado y molido, como la razón de la masa de café verde o tostado y el volumen que ella ocupa (masa por unidad de volumen) después que se ha permitido llenar libremente un recipiente de medición, bajo las condiciones específicas; a un contenido de humedad

dado (o a un valor dado por pérdida de masa en calentamiento). Esta es expresada en gramos por litro (o equivalentemente, en kilogramos por metro cúbico La densidad aparente de granos de café determinada de esta forma puede variar de acuerdo con la masa, tamaño y forma de los granos individuales y, en menor medida, según el contenido de humedad en el momento de la medición.

En cuanto a densidad se refiere (gr/litro) un estudio referente realizado por obtuvieron que la mayoría de pruebas realizadas con el café robusta sobrepasaron los 650 gramos/litro, lo que indica que prevalecen los cafés de alta densidad (Duicela *et al*, 2005).

Otro estudio realizado por(Cuéllar *et al*, 2001), demuestra que los resultados obtenidos en cuanto a densidad aparente ésta posee diferencias de acuerdo a la variedad, el grado de tostión y el grado de molienda siendo los siguientes:

Tabla N° 8. Densidad aparente del extracto de café robusta

Grado de tosti3n	Densidad	Grado de molienda	Densidad
Claro	0,304709	Fino	0,289558
Medio	0,278804	Grueso	0,263334
Oscuro	0,255843	Medio	0,257350
Muy Oscuro	0,240966		

Fuente:(Cuéllar *et al*, 2001)

2.14. pH y acidez titulable del extracto de café tostado y molido

Un estudio realizado por Oblitas *et al* (2014) indica que el 95% de las muestras con valores adecuados de acidez i3nica fueron de (4,7-5,4), las cuales son niveles aceptables por la norma. Otro de los resultados realizados por las muestras de extracto de café el pH m3nimo fue de 5,08 y el m3ximo de 5,35 unidades.

El contenido de acidez depende en mayor proporci3n del grado de tostado , tipo de tostado y m3todo de infusi3n, ya que el pH y la acidez se encuentran relacionados .Los resultados obtenidos de acidez titulable de las muestras de café molido de acuerdo al hidr3xido de sodio consumido proporciona un dato de 6,8 y 11,6 % (Oblitas *et al* , 2014).

Según la Direcci3n Nacional de Normas Mexicanas de Alimentos para Humanos café soluble. Foods for Humans soluble coffee, N°139 establece que el pH m3nimo es de 4,4 a un pH m3ximo de 5.5, (Norma Mexicana, 1981) y la Norma T3cnica Ecuatoriana, Caf3 solubles. Requisitos N°1122, especifica c3mo requisito de pH m3nimo de 4,7 y pH m3ximo de 5.5, (INEN, 2000).

2.15. Sólidos Solubles, acidez del extracto y Brix (°B) de café robusta.

(Ortega *et al*, 2014) Mencionan que el porcentaje de sólidos solubles tiende a disminuir con el aumento del tamaño de la partícula, debido a que a mayor tamaño de partícula, existe mayor área de contacto del grano de café y el agua de extracción, por lo tanto hay mayor resistencia de estos a ser extraídos.

Es importante resaltar que el comportamiento de grados Brix (°B) varía de acuerdo a diversos factores mediante un rango de 1 a 2 con respecto a la pérdida de peso en el proceso de tostación, mediante mayor sea el grado de tostación se intensifican las propiedades organolépticas y físico-químicas (Oblitas *et al* 2014). Los sólidos solubles expresados en % (g sólidos/100 ml de bebida) según estudios realizados por (Puertaquintero, 1996), los resultados que arroja en el café robusta por vía seca es de 1,87% y de acidez 908,8 (mg CaCO₃/100 ml de bebida), y el porcentaje de Brix (g de sólidos/100 ml de bebida)

Si la interacción de la extracción – molienda es entre los tipos de molienda normal-gruesa se obtiene valores aproximados de 10,62%, 0,83% de sólidos solubles(°B) (CENICAFÉ, 2000)

2.16. Ceniza.

Las cenizas del café se determinan mediante la calcinación del grano seco y molido, contienen los minerales y elementos químicos. El contenido de cenizas es mayor en el café Robusta que en Arábica, y mayor en granos obtenidos del beneficio seco (secado de los frutos o cerezas) que del beneficio húmedo. Los contenidos de cenizas en el café almendra de las variedades de café que se cultivan en Colombia varían de 3,36% a 5,73%, con un promedio de 4,13% y en el tostado entre 3,05% y 5,25%, con un promedio de 4,36%. (Puerta, 2011)

2.17. Proteína

El contenido total de proteínas es similar entre las especies de café y están conformadas por 50% de albúminas que son solubles en agua y 50% de globulinas insolubles. El contenido total de aminoácidos libres es mayor en granos maduros que en inmaduros y en Robusta que en Arábica, aunque algunos aminoácidos están en menor cantidad en el grano de café maduro, que inmaduro. En granos de café almacenados a altas temperaturas se presenta mayor contenido de aminoácidos libres. Dependiendo de la humedad y calidad del grano almendra y del grado de tostación, el grano de café tostado puede contener entre 3,5% y 5,0% de agua. En el café tostado de las variedades Arábica de Colombia, la fibra constituye

cerca del 21,3%, los lípidos el 11,9%, las proteínas 13,8% y la cafeína 1,3%, siendo la robusta con un 13-15% de proteína como nos indica la tabla 6(Puerta, 2011).

2.18. Humedad.

(Oblitas *et al*, 2014)En su estudio resaltan los resultados obtenidos éstas a su vez evidencian una adecuada perdida de agua durante el proceso de tostado responsable en gran parte de esta característica en el producto final. Por lo general su proporción pasa de 9 a 12% en el café verde y de 1 a 3% en el café tostado y molido. En el café molido se encontraron resultados ajustados a las normas entre: 1,05-3,4 %p/p; 3,63-4,58 %p/p; y 4,7 a 5,4 para humedad. La Norma COVENIN 46:1994 establece que los niveles de humedad es máximo al 5 % en café tostado y molido.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. LOCALIZACIÓN.

La investigación se realizó en los laboratorios de Química y Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) ubicada en el km 2 ½ vía Napo (Paso lateral), en la ciudad del Puyo Cantón Pastaza provincia de Pastaza.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Es investigación de tipo diagnóstica-descriptiva ya que busca describir las características físico-químicas del café (*Coffea canephora*) tostado y molido mediante análisis, sin establecer correlaciones ni causalidad explicativa (Hernández Sampieri, 2014). En este contexto, el presente trabajo refleja un análisis de laboratorio de diferentes criterios de calidad y características físico-químicas.

Si bien es cierto existen varios trabajos que abordan esta temática, la especificidad y originalidad de esta investigación radica en que la misma se realiza sobre materia prima producida por pequeños productores indígenas de la región Amazónica Ecuatoriana.

3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.

En esta investigación utilizó el método analítico, el cual consiste en la “desmembración” de un todo, en sus elementos para observar sus causas y su naturaleza (Hernández Sampieri, 2014). El método analítico puede ser de dos clases: análisis real o experimental y análisis mental racional o lógico. El primer caso consiste en la separación real de los elementos componentes de un todo y se emplea fundamentalmente en las ciencias de la naturaleza, mientras que el análisis mental es en cambio aquel que descompone mentalmente un concepto, un juicio, un raciocinio en sus elementos o partes, y es usado en ciencias sociales. Por lo anteriormente expuesto, este estudio emplea método de análisis real para llegar a los objetivos anteriormente propuestos (Hernández Sampieri, 2014)

En este contexto, a continuación se detalla la metodología utilizada para la obtención de los datos:

Para el análisis diagnóstico descriptivo, se utilizó un diseño experimental de acuerdo a lo establecido con (Hernández *et al*, 2014)

En lo referente al análisis estadístico se utilizó dos métodos estadísticos tales como descriptiva e inferencial, la estadística descriptiva, en la primera se buscó caracterizar los principales atributos que en este caso fueron las características fisicoquímicas del café. Esto se complementó con estadística inferencial a fin de determinar diferencias estadísticas dentro de la muestra.

3.3.1. Selección de los lotes.

Se escogió al azar 5 lotes de producción desde el mes de marzo al mes de abril, y de cada lote se seleccionó al azar un 1 paquete de café tostado y molido de 400 gramos cada uno, determinándose los parámetros físico-químicos a cada paquete por triplicado.

3.3.2. Análisis granulométrico o tamaño de partícula.

Para la evaluación del tamaño más representativo de la granulometría del café tostado y molido, se procedió a tomar muestras de 100 gramos de cada lote. Se utilizó un tamizador mecánico RO-TAP de determinación del tamaño de partícula y coeficiente de las muestras de café tostado y molido de la Norma Técnica Colombiana 2441.

3.3.3. Determinación de porcentaje de cenizas.

Para la evaluación de este análisis se determinó mediante el método –AOAC 923.03.

3.3.4. Determinación de porcentaje de la proteína.

Este análisis se determinó por el método – AOAC 981.10.

3.3.5. Determinación del porcentaje de humedad.

Método por pérdida de peso con estufa de vacío. NTE-ISO 1124 .

3.3.6. Obtención del extracto.

Se trabajó con una cafetera marca OEMP5, con 14 gramos de café tostado y molido, hasta obtener 25 ml de extracto para los posteriores análisis.

3.3.7. Grados Brix.

Para la medición de los grados Brix (°B) se utilizó un brixómetro manual con escala de 0 a 100 (°B), de la marca ATAGO U.S.A, se colocó una gota de extracto de café para la respectiva lectura. Con el método Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos (INEN, 2008).

3.3.8. pH y acidez titulable (ACIDEZg).

En este análisis se procedió a titular 1 gramo de muestra de extracto de café aforado con agua destilada a 150 ml, con NaOH 0,01N hasta obtener un pH de 7,0 mediante el método potenciométrico (INEN, 1986). Por la cual se identificó como medida de pH, el valor inicial de la muestra diluida antes de la titulación. En la acidez se expresó mediante ml de NaOH/g consumidos en la neutralización de la muestra diluida. Según el método de Quintero, (2004).

3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

En consistencia se trabajó con un DCA (Diseño Completamente al Azar), con cinco lotes y tres repeticiones cada uno.

3.5. TRATAMIENTO DE LOS DATOS.

Para el registro de los datos de los análisis se elaboró un cuadro formateado previo en un cuaderno, de los cuales posteriormente fueron transcritos al programa excel, para ser calculados según sus fórmulas.

Para el procesamiento de los datos se utilizó un análisis de varianzas según diseño definitivo y las medias fueron comparadas utilizando las pruebas de Múltiple Rangos de Duncan. En la cual se utilizó el software STARGRAPHIC 15.2.06.

3.6. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES.

3.6.1. Recursos Humanos

En la obtención de los lotes representativos se contó con la colaboración de Karla Tanguila y Luis Cerda operarios de la planta de procesamiento de café tostado y molido de la asociación TARPUCAMAC.

En la prueba de análisis de granulometría se trabajó con la guía técnica del Ing. Renán Quito , encargado del laboratorio de Química de la Universidad Estatal Amazónica.

En las pruebas de análisis de ceniza, humedad, proteína, pH, acidez titulable y grados Brix, se contó con la guía Técnica de la Dra. Derwing Viafara, encargada del laboratorio de Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica.

Para los procesamientos de los datos estadísticos y culminación del proyecto de Investigación se contó con el Dr. David Sancho Aguilera “tutor” docente U.E.A y Andreina Bethy López Grefa egresada de la Universidad Estatal Amazónica

3.6.2. Equipos

- Tamizador mecánico – Determinación % granulométrico
- Mufla- Determinación de % de ceniza
- Equipo de Kjeldahl – Determinación de % de proteína
- Estufa – Determinación de % de Humedad
- Balanza analítica
- Potenciómetro- Determinación de pH y acidez.

3.6.3. Materiales

- Erlenmeyer
- Cajas Petri
- Vasos de precipitación
- Agitadores magnéticos
- Secador de aire
- Pinzas
- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Brocha
- Crisoles
- Pinza de crisoles
- Espátula

3.6.4. Instalaciones

- Planta de procesamiento de café tostado y molido de la Asociación TARPUCAMAC.
- Laboratorio de Química y Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Análisis del café tostado y molido

4.1.1. Análisis de granulometría

Los valores de promedio para cada lote y cada tamiz aparecen en la tabla 8. Para el Tamiz N1 (μm 850), los resultados muestran que existen diferencias significativas siendo T3, T4, T5 estadísticamente similares y difiriendo de T2 y T1, el valor mínimo corresponde al T1 y el valor máximo corresponde la T2 de la prueba de Duncan con comparación de medias identifica 3 grupos. En el caso del tamiz N2 (μm 425), no existe diferencias significativas de los lotes encontrándose en un rango de 57,8 % a 64 %.

Para el tamiz N3 (μm 300), Existen diferencias significativas siendo T3, T4 y T5 estadísticamente similares, difiriendo T1, los valores fluctuaron de 22 % en T5 a 26,8% en T1. En los tamices N4 (μm 212), N5 (μm 300), N6 (μm 300) y N7 (μm 300), no existe diferencias significativas al comparar las medias de las muestras de cada lote.

Como se puede observar el porcentaje de las partícula retenidas en cada tamiz no existe uniformidad en el producto, ya que según la Normativa INEN, en los Requisitos de Café tostado y molido considera que de (μm)350 a (μm) 500 son de tamaño fino, (μm)500 a (μm)700 es de tamaño mediano, así también los de (μm) 700 a (μm)900 son de tamaño grueso. Por lo cual cómo la mayor parte de partículas retenidas de café tostado y molido es en el tamiz N2, este se clasifica cómo café expreso con un tamaño mediano.

Tabla N° 9. Determinación del porcentaje de granulometría del café tostado y molido

Tabla resultados de granulometría							
N° Tamiz Lotes	Tamiz (μm 850) N° 1	Tamiz (μm 425) N° 2	Tamiz (μm 300) N° 3	Tamiz (μm 212) N° 4	Tamiz (μm 180) N° 5	Tamiz (μm 150) N° 6	Tamiz (μm 150) N° 7
T1	4,66 ^c	60,02 ^a	26,8 ^a	7,56 ^a	1,67 ^a	0,13 ^a	0,0467 ^a
T2	8,08 ^b	57,8 ^a	24,2 ^b	8,42 ^a	8,42 ^a	0,163 ^a	0,0233 ^a
T3	9,79 ^a	64,1 ^a	22,2 ^c	3,15 ^a	3,15 ^a	0,127 ^a	0 ^a
T4	9,78 ^a	64,1 ^a	21,9 ^c	3,48 ^a	3,48 ^a	0,07 ^a	0 ^a
T5	9,38 ^a	59,6 ^a	22 ^c	8,29 ^a	8,29 ^a	0 ^a	0 ^a

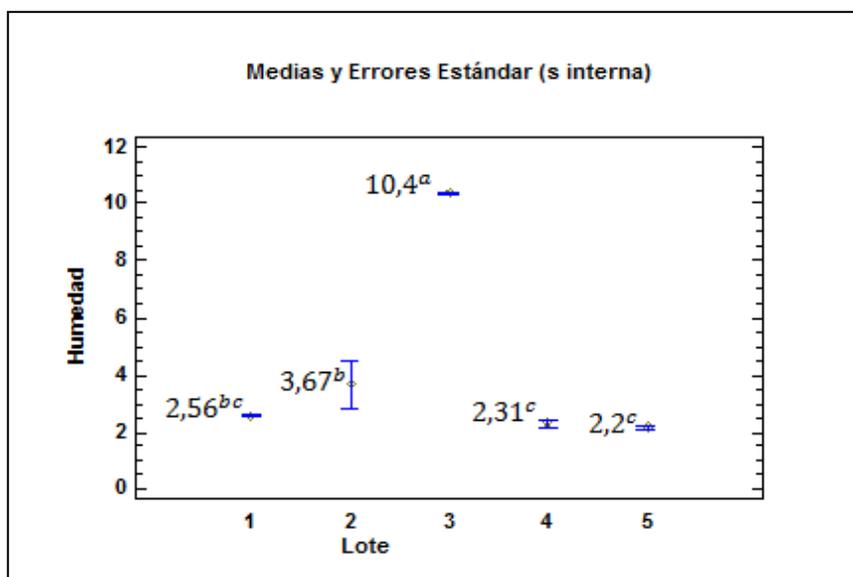
Fuente: (López A, 2016)

4.1.2. Humedad.

En el Gráfico 1 existen diferencias significativas, encontrándose T1 y T2 estadísticamente similares, en cuanto a los valores T4 y T5 diferidos por T3, los valores fluctuaron de 2,2% en T5 y 10,4% en T3.

La Normativa Ecuatoriana INEN 1123:2014 de café tostado en grano o molido, establece una especificación de porcentaje de humedad máxima de 4 %, la cual se cumple para los lotes T1 (2,56%), T2 (3,67%), T4 (2,31%) y T5 (2,2%). En tanto, la especificación de la Normativa no se cumple para el lote T3 (10,4 %).

Gráfico N° 1. Determinación de humedad porcentaje

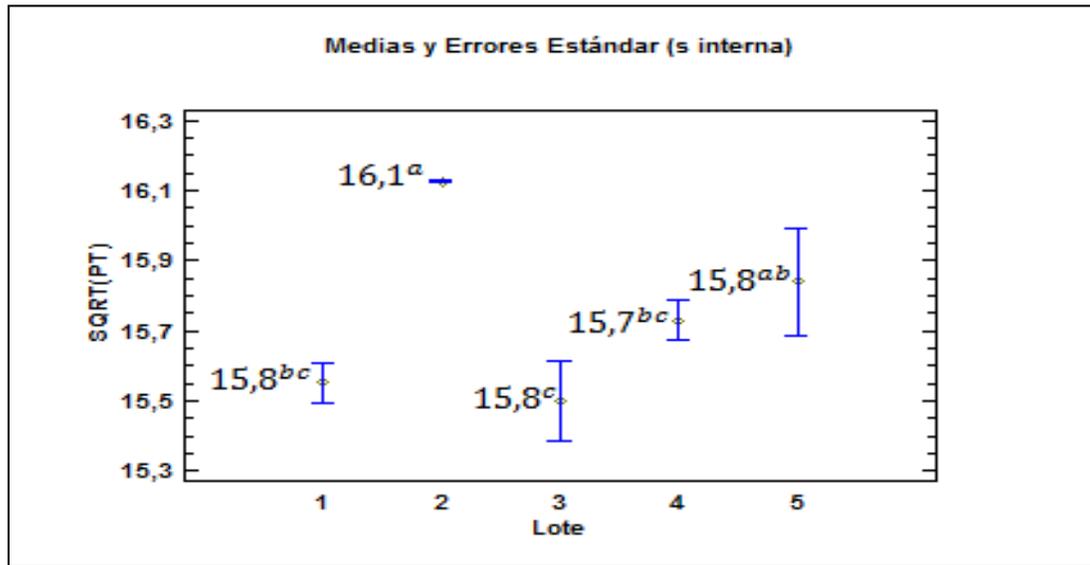


Fuente: (López A, 2016)

4.1.3. Proteína

Según Montero *et al.*(1999) el valor de proteína del grano de café robusta tostado debe tener un porcentaje de proteína de 13,0 a 15,0. Los 5 tratamientos: T1 (15,6%), T2 (16,1), T3(15,5), T4(15,7) y T5(15,8); excedieron el límite superior establecido en la normativa.

Gráfico N° 2. Determinación del % de proteínas del café tostado y molido.

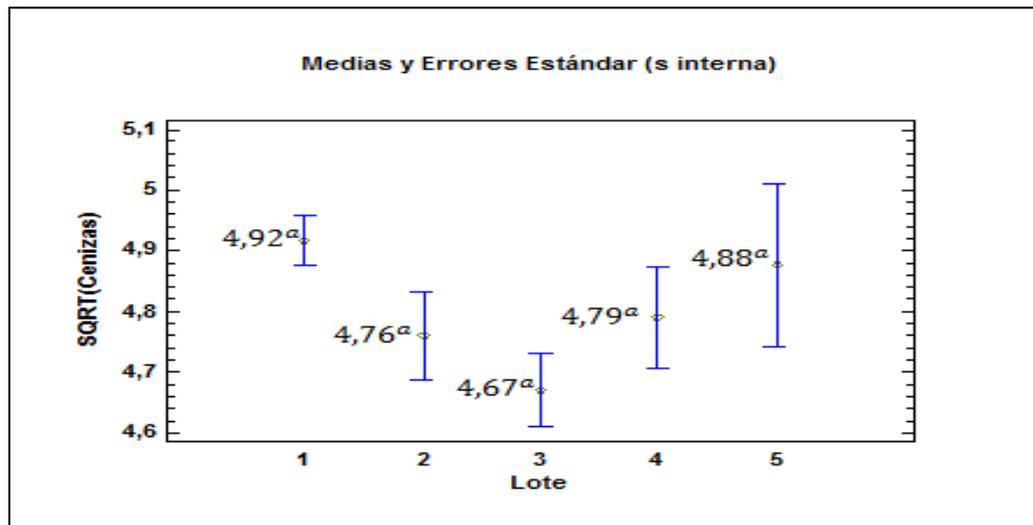


Fuente: (López A, 2016)

4.1.4. Ceniza

En la gráfica 3 no existe diferencias significativas, los valores fluctuaron de 4,67% en T3 y 4,92% en T1. La Normativa Ecuatoriana INEN 1123:2014 de Café tostado en grano o molido, establece que los valores máximos de ceniza deben ser de 5 % , en la cual mediante estos resultados se puede apreciar que los valores obtenidos están dentro del parámetro de la norma con los lotes analizados.

Gráfico N° 3 . Determinación de cenizas en el café tostado y molido.



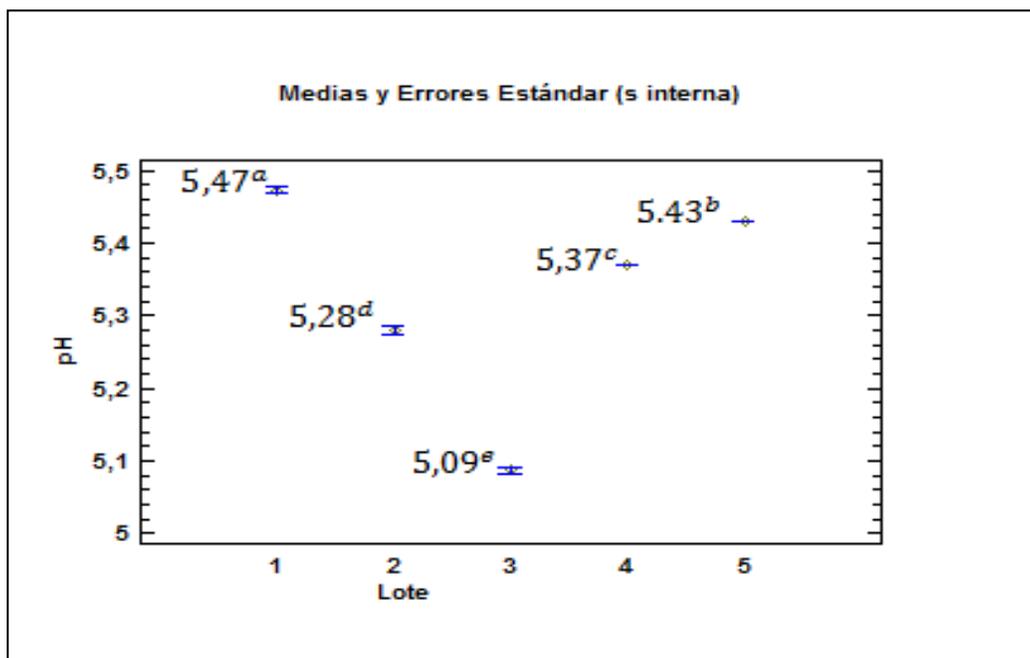
Fuente: (López A, 2016)

4.2. Análisis del Extracto del café tostado y molido.

4.2.1. pH

Como se observa en el gráfico 4 existen diferencias significativas en todos los lotes entre los rangos de 5,09 pH en T3 y 5,47 en T1. La Normativa Ecuatoriana INEN 1122:2000 de Café soluble, establece que los valores de pH mínimo deben ser de 4,7 y máximo 5,5, mediante estos resultados se puede apreciar que los valores obtenidos de los lotes T1(5,47), T2(5,28), T3(5,09), T4(5,37) y T5(5,43) se encuentran dentro de las especificaciones de la normativa INEN.

Gráfico N° 4. Determinación de pH del extracto de café tostado y molido.



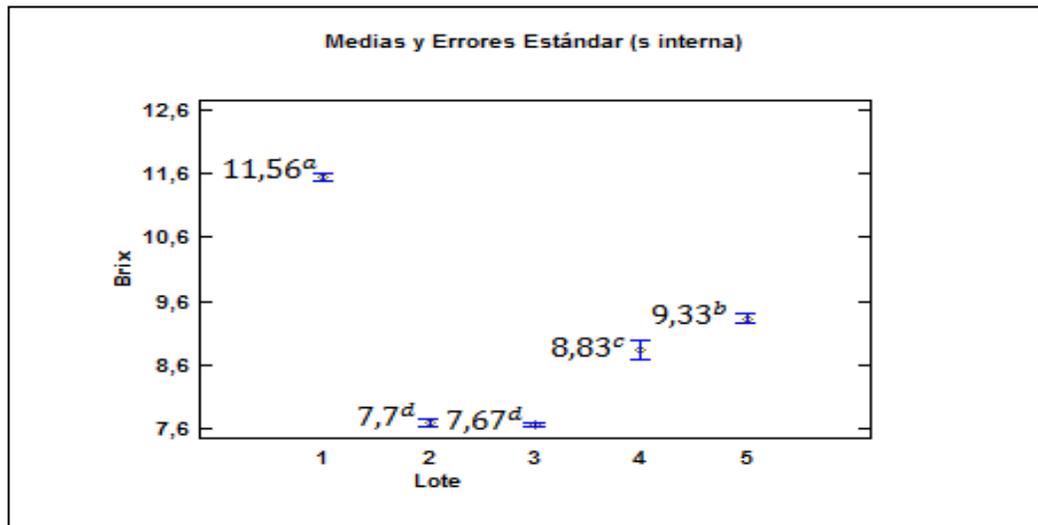
Fuente: (López A, 2016)

4.2.2. Grados Brix.

Como se observa en el gráfico 5 existen diferencias significativas, encontrándose T2 y T3 estadísticamente similares, T1, T4 y T5 son estadísticamente diferentes. Encontrándose entre los rangos de 7,7 % en T2 y 11,56% en T1.

Según los estudios realizado por (CENICAFÉ, 2000), en cuanto a la cantidad de sólidos solubles dependen de la interacción entre la extracción y la molienda normal-gruesa se obtiene un valor de sólidos solubles de 10,68 máximo y 0,83 mínimo. Todas las medias obtenidas se encuentran dentro del rango establecido por CENICAFÉ, T1 (11,56%), T2 (7,7%), T3 (7,67%), T4(8,83%), T5 (7,67%).

Gráfico N° 5. Determinación de Brix del extracto liquido del café tostado y molido.

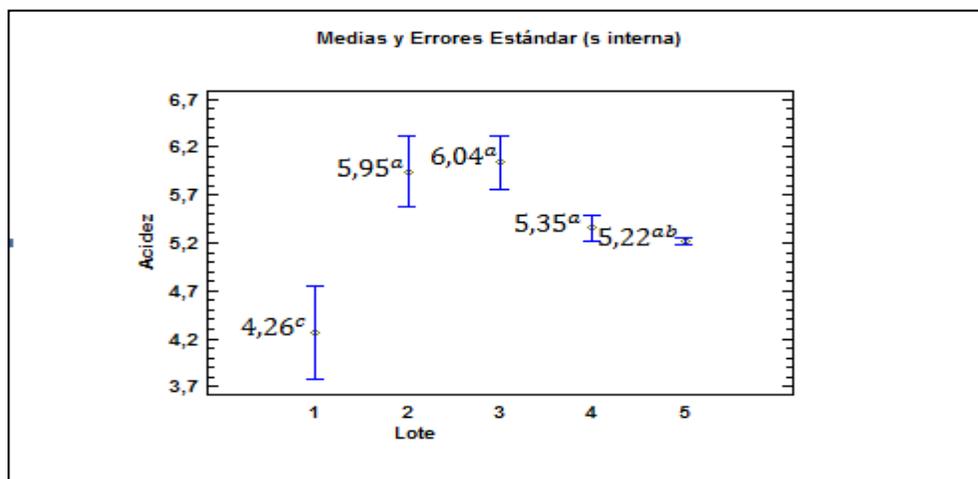


Fuente: (López A, 2016)

4.2.3. Acidez

En el gráfico 6 se puede observar que existen diferencias significativas, encontrándose T2, T3, T4 y T5 estadísticamente similares, diferido por T1, los valores fluctuaron de 4,26% en T1 y 6,04 % en T3. Gareca *et al.* (2014) establecen las especificaciones de la normativa mexicana de la acidez titulable entre 4,7 a 5,4. En comparación con la normativa tan solo el lote T3 no cumple con los valores arriba referidos.

Gráfico N° 6. Determinación de acidez titulable del extracto del café tostado y molido.



Fuente: (López A, 2016)

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.

La presente investigación ha analizado las características físico-químicas del café tostado y molido elaborado por la Asociación TARPUCAMAC en la Parroquia Limoncocha.

Los análisis de granulometría se observa que las muestras no cuenta con los tamaños de partículas homogéneas de acuerdo a los estándares de la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1123, Café tostado y molido.

En la determinación de granulometría de las partículas del café tostado y molido, existieron diferencias estadísticamente significativas en los tamices N1 (μm 850) y N3 (μm 300), mientras que en los tamices N2 (μm 425), N3 (μm 300), N4 (μm 212), N5 (μm 300), N6 (μm 300) y N7 no existieron diferencias estadísticamente significativas.

De acuerdo a las normativas y referencias bibliográficas de los valores establecidos a los porcentajes de; humedad, proteína y acidez no cumplen en su totalidad con los requisitos. Los valores de ceniza, y pH si cumplen con los requisitos.

En las gráficas de análisis de humedad, proteína, pH, Brix y acidez presentaron estadísticamente diferencias significativas y en el gráfico del análisis de ceniza no presento diferencia significativa.

5.2. RECOMENDACIONES.

Realizar todos los análisis establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana 1123, requisitos del Café Tostado en Grano o molido, que debe cumplir para su comercialización.

Los hallazgos presentados sugieren que el café producido en la Asociación TARPUCAMAC, en términos generales, no cumple con las normativas Nacionales e Internacionales como las mencionadas normas Mexicanas y de algunos autores citados. Dado que estas características están estrechamente ligadas a criterios de calidad, la falta de cumplimiento de los estándares limita de sobremanera la competitividad y posibilidades de comercializarlo en el mercado del café tostado y molido.

Más allá de este análisis, este trabajo de investigación también ofrece algunas recomendaciones para los involucrados con este emprendimiento.

Realizar un seguimiento exhaustivo al proceso de producción y procesamiento del café producido en la Asociación TARPUCAMAC, a fin de establecer las causas en el incumplimiento de la normativa.

Capacitar a los productores y encargados de la planta sobre la normativa vigente y las normas de calidad del café.

Concientizar a los actores arriba referidos sobre la importancia del cumplimiento de la normativa en términos de competitividad y precio de mercado.

Organizar visitas a otras iniciativas comunitarias exitosas a fin de que los productores de la Asociación TARPUCAMAC se concienticen sobre la importancia del buen manejo del proceso y las ventajas a obtener del mismo.

CAPÍTULO V

BIBLIOGRAFIA

- CENICAFÉ. (2000). *Caracterización del rendimiento de extracción y del contenido de sólidos solubles de la bebida de café*. Cenicafé (Vol. 51). Colombia.
- COFENAC. (2010). *Influencia de métodos de beneficio sobre la calidad organoléptica del café robusta*. Portoviejo: COFENAC.
- Columbus, M., & Pulgarín, L. (2005). Proyecto de Producción de café orgánico para exportación como una nueva alternativa comercial para Ecuador. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica de Litoral.
- Cuéllar, P., & Castaño, J. (2001). *Influencia de la materia prima, del grado de tuestión y de molienda en la densidad del café tostado y molido y en algunas propiedades del extracto obtenido*. (Vol. 52). Colombia.
- Duicela, L., García, J., Corral, R., Farfá, D., & Fernández, F. (2005). Calidad física y organoléptica de los cafés robustas Ecuatorianos. Quevedo.
- Galán, H., García, J., Oriente, U. De, Esparta, N. N., Ciencias, E. De, De, D., ... Isla, G. (2012). Evaluación de la calidad físicoquímica y sensorial de tres marcas comerciales de café tostado y molido . *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(2), 428–438.
- García, R. (2011). Influencia del grado de tostado sobre la capacidad antioxidante y el efecto genoprotector del café soluble . Contribución de la fracción de melanoidinas. Burgos. Retrieved from Tesis de Master Oficial en Seguridad y Biotecnologías Alimentarias.
- Guevara, R., & Castaño, J. (2005). *Caracterización granulométrica del café tostado y molido*. Colombia.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, C. (2014). *Metodología de la investigación*. (6^{ta}.Ed)He Graw-Hill; México.
- INEN. (1986). Determinación de pH. Norma Inen 389. *Lexus*. Quito.
- INEN. (2000). *Café Solubles. Requisitos* (Vol. 2202). Quito. Retrieved from <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2145.2000.pdf>
- INEN. (2008). *Jugos, pulpas, concentrados, nectares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos* (Vol. 2337). Quito.
- INEN. (2014). Café tostado en grano o molido . Requisitos, 4–7.
- Montero, M., Talón, M., & Sanchez, F. (1999). Consumo de café y coilesterol sérico, 50, 141–152.
- Montilla, J., Arcila, J., & Aristizábal, M. (2008). Caracterización De Algunas Propiedades

- Físicas Y Factores De Conversión Del Café Durante El Proceso De Beneficio Húmedo Tradicional. *Cenicafé*, 62(2), 120–142.
- Norma Mexicana. (1981). *Alimentos para Humanos café soluble. Foods for Humans soluble coffee*. Colpos.Mx. México. Retrieved from <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-038-2002.PDF>
- Oblitas, S., Laurimar, B., Gloria, M., & Hugo, B. (2014). *Evaluación de las características físico-químicas de calidad del café verde y molido*. Venezuela.
- OIC. (2015). *Informe sobre la Actividad Cafetalera de Costa Rica*. Costa Rica.
- Ortega, J., Caballero, L., & Maldonado, L. (2014). Evaluación del rendimiento de la extracción de café tostado molido comercial, *12*(1), 40–47.
- Pérez, L. (2013). Determinación de la calidad de tres variedades de café (Caturra, Bourbon y Typica o Criollo) de la especie arábica L. del municipio de Jitotol, Chiapas. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- PROECUADOR. (2013). Análisis sectorial de café 1. *Dirrección de Inteligencia Comercial*, 1–52.
- PROFECO. (2001). *Calidad de café tostado, en grano o molido*. México.
- Puerta, G. (2011). *Composición Química de una taza de café*. Colombia.
- Puerta-quintero, G. I. (1996). ESCALA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA BEBIDA DE CAFE VERDE *Coffea arabica*, PROCESADO POR VIA HUMEDA, *47*(2), 231–234.
- Quintero, G. P. (2004). Calidad de Extractos de café perforado por broca obtenidos por crioconcentración, *55*(3), 183–201.
- Ramos, M., & Castaño, J. (2004). *Almacenamiento de café tostado y molido en atmosfera de nitrógeno y gas carbónico*. *Cenicafé* (Vol. 55). Colombia.
- Rojo, E. (2014). *Café I(G.Coffea) Reduca. Serie Botánica*. Madrid.
- Salamaca, C. (2015). *Métodos estadísticos para evaluar la calidad del café*. Girona.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

1.- Anexos fotográficos



- Selección de los lotes de la planta de procesamiento de café tostado y molido en la asociación TARPUCAMAC.



- Utilización de un tamizador mecánico ROT-TAP para la determinación de la granulometría del café tostado y molido.



- En la parte izquierda se observa la utilización de la estufa para la determinación de porcentaje de cenizas mediante el método AOAC 981.10. En la parte derecha el desecador para enfriar las muestras



- Determinación del porcentaje de humedad por pérdida de peso con estufa de vacío,



- Utilización de pastilal kjendalh para utilizados en el métodos para la obtención de proteína.



- Utilización del destilador automático, para efectuar la digestión de proteína.



- Obtención del extracto del café tostado y molido mediante una cafetera.
-



- Determinación del pH y acidez titulable mediante el método potencio métrico.