

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y CAPACIDAD  
ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE TRES VARIEDADES  
COMERCIALES DE CAFÉ (*Coffea arabica*) DE LA  
REGIÓN AMAZONAS**

**Autora: Bach. Lidia Riveros Tineo**

**Asesor: M.Sc. Segundo Victor Olivares Muñoz**

**Registro: (.....)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2023**

# Autorización de Publicación de la Tesis en el Repositorio Institucional de la UNTRM



## ANEXO 3-H

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

- Datos de autor 1**  
Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): RIVEROS TINEO LIDIA  
DNI N°: 47621933  
Correo electrónico: 031013b101@untrm.edu.pe  
Facultad: INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS  
Escuela Profesional: INGENIERIA AGROINDUSTRIAL  
**Datos de autor 2**  
Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): \_\_\_\_\_  
DNI N°: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_  
Facultad: \_\_\_\_\_  
Escuela Profesional: \_\_\_\_\_
- Título de la tesis para obtener el Título Profesional**  
CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE TRES VARIEDADES COMERCIALES DE CAFÉ (Coffea arabica) DE LA REGIÓN AMAZONAS
- Datos de asesor 1**  
Apellidos y nombres: OLIVARES MUÑOZ SEGUNDO VICTOR  
DNI, Pasaporte, C.E N°: 43456289  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>): 0000-0003-1462-9646  
**Datos de asesor 2**  
Apellidos y nombres: \_\_\_\_\_  
DNI, Pasaporte, C.E N°: \_\_\_\_\_  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>): \_\_\_\_\_
- Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Inmunología)  
[https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde\\_ford.html](https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html)  
2-11-00-OTRAS INGENIERIAS, OTRAS TECNOLOGIAS/2-11-01- ALIMENTOS Y BEBIDAS
- Originalidad del Trabajo**  
Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.
- Autorización de publicación**  
El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 19 de Julio de 2023

  
Firma del autor 1

\_\_\_\_\_  
Firma del autor 2

  
Firma del Asesor 1

\_\_\_\_\_  
Firma del Asesor 2

## **Dedicatoria**

### **A Dios**

Por la vida, la salud, la familia y por el regalo de ser parte ella, ya que todo lo que existe viene de él, le agradezco por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

### **A mis padres**

Agueda Tineo Agurto y Herminio Riveros Huamán, por ser mis guías, mis consejeros, y mis amigos; gracias por enseñarme el valor de la perseverancia por su paciencia y por acompañarme en cada paso de mi camino académico. Esta tesis es un homenaje a su amor, dedicación y sacrificio, gracias por ser mis padres.

### **A mis hermanos**

Onésimo, Susana, Alexander, y Roxana por su gran apoyo incondicional día a día hacia mi persona con palabras de aliento para poder llegar a culminar mi meta, porque que son el mayor regalo que Dios me ha dado en esta vida esto es para ustedes.

Lidia

## **Agradecimiento**

El principal agradecimiento a Dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A) y a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias (FICA), por haberme facilitado el laboratorio de Tecnología de Alimentos y Laboratorio de Ingeniería Agroindustrial.

A mis hermanos Onésimo, Susana, Alexander, y Roxana, tan increíbles y únicos son lo mejor que la vida me ha dado sin duda mi mejor ejemplo de amor y trabajo duro, porque han sido el soporte en todos los aspectos de mi formación profesional, con su ayuda incondicional para llegar a culminar mi meta, gracias totales.

Dedico este trabajo también a mi amado esposo Jaime Orlando Vargas Guevara, por su apoyo y animo que me brinda día día para poder alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.

A mi pequeña hija Jayli Kristell por ser la más bonita bendición que Dios me dio en esta vida. Este logro es por ti hijita mía, por ser el motor y motivo más grande de mi vida.

A mi asesor Segundo Víctor Olivares Muñoz por su apoyo en la elaboración y corrección del informe de investigación.

**Autoridades de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de  
Amazonas**

Ph.D. Jorge Luis Maicelo Quintana  
**Rector**

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres  
**Vicerrector Académico**

Dra. María Nelly Luján Espinoza  
**Vicerrectora de Investigación**

Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva  
**Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias**

## Visto Bueno del Asesor de la Tesis



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-L


#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE TRES VARIEDADES COMERCIALES DE CAFÉ (Coffea arábica) DE LA REGIÓN AMAZONAS; del egresado LIDIA RIVEROS TINEO de la Facultad de INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS Escuela Profesional de INGENIERÍA AGRINDUSTRIAL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.



Chachapoyas, 19 de JULIO de 2023

  
Firma y nombre completo del Asesor  
SEGUNDO VÍCTOR OLIVARES MUÑOZ

## **Jurado Evaluador de la Tesis**



---

Dr. Meregildo Silva Ramírez

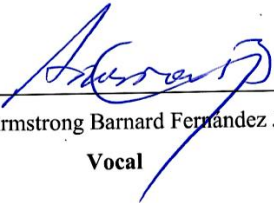
**Presidente**



---

Mg. Robert Javier Cruzalegui Fernández

**Secretario**



---

M.Sc. Armstrong Barnard Fernández Jeri

**Vocal**

# Constancia de Originalidad de la Tesis



**UNTRM**

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-Q

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

CARACTERIZACIÓN FISIQUÍMICA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE TRES  
VARIETADES COMERCIALES DE CAFÉ (Coffea arabica) DE LA REGIÓN AMAZONAS

presentada por el estudiante ( )/egresado (X) LIDIA RIVEROS TINEO

de la Escuela Profesional de INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

con correo electrónico institucional 031013b101@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 20 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene \_\_\_\_\_ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 12 de JUNIO del 2023

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:

.....  
.....



# Acta de Sustentación de la Tesis



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-5

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 19 de Junio del año 2023 siendo las 11:00 horas, el aspirante: Lidia Riveros Tineo, asesorado por M.Sc. Segundo Víctor Olivero Muñoz, defiende en sesión pública presencial (  ) / a distancia (  ) la Tesis titulada: Caracterización físico-química y capacidad antioxidante de la pulpa de tres variedades comerciales de Coffea arabica de la región Amaluza para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. Neregildo Silva Ramírez  
Secretario: Mg. Robert Javier Cruzalequi Fernández  
Vocal: MgSc. Armstrong Barred Fernández Teri

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

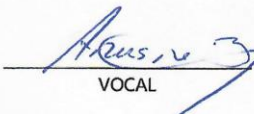
Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (  ) por Unanimidad (  ) / Mayoría (  ) Desaprobado (  )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 12:00 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....

## Índice

Autorización de Publicación de la Tesis en el Repositorio Institucional de la UNTRM .	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Autoridades de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas .v	
Visto Bueno del Asesor de la Tesis.....	vi
Jurado Evaluador de la Tesis .....	vii
Constancia de Originalidad de la Tesis .....	viii
Acta de Sustentación de la Tesis.....	ix
Índice.....	x
Índice de Tablas .....	xi
Índice de Figuras.....	xii
Resumen .....	xiii
Abstract.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	15
II. MATERIAL Y MÉTODOS .....	19
2.1. Procedencia de la materia prima.....	19
2.2. Localización del estudio .....	19
2.3. Material de estudio .....	19
2.4. Tipo de investigación.....	20
2.5. Población, muestra y muestreo.....	20
2.6. Diseño de la investigación .....	20
2.7. Métodos y procedimientos para el análisis fisicoquímico. ....	20
2.8. Análisis de datos:.....	25
III. RESULTADOS.....	26
3.1. Características fisicoquímicas de la pulpa de tres variedad de café.....	26
3.2. Capacidad antioxidante de la pulpa de tres variedades de café.....	31
IV. DISCUSIÓN.....	32
V. CONCLUSIONES .....	36
VI. RECOMENDACIONES .....	37
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
ANEXO .....	-.....43

## Índice de Tablas

Tabla 1. Valores de pH de la pulpa de tres variedades de café.....	43
Tabla 2. Valores de acidez titulable (%) de la pulpa de tres variedades de café .....	43
Tabla 3. Valores de la concentración de sólidos solubles (°Brix) de la pulpa de tres variedades de café .....	44
Tabla 4. Valores de humedad (%) de la pulpa de tres variedades de café.....	44
Tabla 5. Valores de proteína (g de proteínas/100g de pulpa) de la pulpa de tres variedades de café.....	45
Tabla 6. Valores de la concentración de grasa (%) de la pulpa de tres variedades de café .....	45
Tabla 7. Valores de la concentración de fibra bruta de la pulpa de tres variedades de café .....	46
Tabla 8. Valores de la concentración de ceniza (%) de la pulpa de tres variedades de café .....	46
Tabla 9. Valores de densidad (g/mL) de la pulpa de tres variedades de café.....	47
Tabla 10. Valores de la concentración de Vitamina C (mg ácido ascórbico/100 mL zumo) de la pulpa de tres variedades de café .....	47
Tabla 11. Valores de la actividad antioxidante (%) de la pulpa de tres variedades de café .....	48

## Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica del distrito de San Nicolás.....	19
Figura 2. Flujograma para el procedimiento de caracterización fisicoquímica de la pulpa de café.....	25
Figura 3. pH de la pulpa de tres variedades de café.....	26
Figura 4. Acidez titulable (%) de la pulpa de tres variedades de café.....	26
Figura 5. Sólidos solubles (°Brix) de la pulpa de tres variedades de café.....	27
Figura 6. Humedad (%) de la pulpa de tres variedades de café.....	27
Figura 7. Proteína (g de proteínas/100g de pulpa) de la pulpa de tres variedades de café.....	28
Figura 8. Grasa (%) de la pulpa de tres variedades de café.....	28
Figura 9. Fibra bruta(%) de la pulpa de tres variedades de café.....	29
Figura 10. Ceniza (%) de la pulpa de tres variedades de café.....	29
Figura 11. Densidad (g/mL) de la pulpa de tres variedades de café.....	30
Figura 12. Vitamina C (mg ácido ascórbico/100 mL zumo) de la pulpa de tres variedades de café.....	30
Figura 13. Actividad antioxidante (%) de la pulpa de tres variedades de café.....	31

## Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de la pulpa de tres variedades comerciales de café (*Coffea arabica*), las variedades Nacional(A), Catimor (B) y Caturra (C), procedente de la provincia de Rodríguez de Mendoza, mediante un proceso tecnológico del café se ha obtenido la pulpa, se ha pesado, desinfectado, despulpado y almacenado en hielo encapsulado y luego se realizó la caracterización fisicoquímica mediante métodos estandarizados. Se realizó un ANOVA al 5% de significancia. Se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa en la concentración de proteína, entre A - B y A-C, densidad entre A - B y B - C, pH entre A - C y B - C, humedad entre A - B y B - C; y actividad antioxidante entre B - C. Asimismo no existe diferencia significativa en la concentración de grasa, vitamina C, acidez titulable, fibra, ceniza y sólidos totales, asimismo se determinó que el pH está entre 4.89 y 5.12, la acidez entre 0.58 y 0.61%, los sólidos solubles totales entre 11.5 y 12.18 °Brix, la humedad entre 77.5% y 79.7%, la proteína entre 6.05 y 6.62 g/100g de muestra, la grasa entre 2.01% y 2.52%, la fibra entre 36.5 y 38.8, la ceniza entre 6.98 y 7.24%, la densidad entre 0.593 y 0.648 g/mL, Vitamina C entre 4.89 y 5.12mg ác. Ascórbico/100 ML zumo) y actividad antioxidante la variedad Nacional 46%, Catimor 42% y Caturra 53.6%.

*Palabras clave:* Café, pulpa de café, caracterización fisicoquímica, antioxidantes.

## **Abstract**

The objective of the research was to evaluate the physicochemical characteristics and antioxidant capacity of the pulp of three commercial varieties of coffee (*Coffea arabica*), the Nacional(A), Catimor (B) and Caturra (C) varieties, from the province of Rodríguez de Mendoza, through a technological coffee process, the pulp has been obtained, it has been weighed, disinfected, pulped and stored in encapsulated ice and then the physicochemical characterization was carried out using standardized methods. An ANOVA at 5% significance was performed. It was found that there is a statistically significant difference in protein concentration between A - B and A-C, density between A - B and B - C, pH between A - C and B - C, humidity between A - B and B - C; and antioxidant activity between B - C. Likewise, there is no significant difference in the concentration of fat, vitamin C, titratable acidity, fiber, ash and total solids, it was also determined that the pH is between 4.89 and 5.12, the acidity between 0.58 and 0.61 %, total soluble solids between 11.5 and 12.18 °Brix, humidity between 77.5% and 79.7%, protein between 6.05 and 6.62 g/100g of sample, fat between 2.01% and 2.52%, fiber between 36.5 and 38.8, the ash between 6.98 and 7.24%, the density between 0.593 and 0.648 g/mL, Vitamin C between 4.89 and 5.12mg ac. Ascorbic acid/100 ML juice) and antioxidant activity of the Nacional variety 46%, Catimor 42% and Caturra 53.6%.

**Keywords:** Coffee, coffee pulp, physicochemical characterization, antioxidants.

## I. INTRODUCCIÓN

La demanda de alimentos en la humanidad está relacionada con un proceso de cambio o rediseño de la cadena de producción de alimentos, donde las exigencias son que los alimentos tengan características nutricionales mejoradas, en relación al cuidado de la salud basados en sus propiedades físicas y funcionales (Gormley, 2019), al mismo tiempo las materias primas en el mundo tienen tendencia a la escasez por el incremento acelerado de la cantidad de población mundial, lo cual incrementa los costos, por lo que se hace necesario estudiar las posibilidades de reprocesamiento de residuos o subproductos agroalimentarios (Kowalska et al., 2017).

Los subproductos se pueden usar como materias primas o ingredientes alimentarios y que podrían ser una alternativa viable desde el punto de vista de la economía, la alimentación, la salud y el cuidado al medio ambiente (Laufenberg et al., 2003), en base a ello se revisó las diferentes condiciones relacionadas con los residuos del procesamiento de materias primas en el contexto de la región Amazonas y el Perú, donde resalta los residuos del beneficiado del café, que simplemente se elimina al medio ambiente, evidentemente un problema para el medio ambiente. Al respecto según la Organización internacional del Café, el año 2020 se ha producido en el mundo 169 634 sacos de 60 kg, en consecuencia una inmensa producción se genera grandes cantidades de subproductos, ya que el objetivo es producir granos de café verde, implicando la eliminación de la cáscara y mucilago (Figuerola et al., 2016), en un rango entre 45 a 50% del fruto (Brand et al., 2000), lo cual incluye la cascarilla, pulpa y el mucilago. Avizorando una oportunidad estos subproductos se considera que aún son importantes para la industria porque en su composición química presentan carbohidratos, fibras dietéticas, proteínas y minerales (Murthy & Madhava Naidu, 2012), así también presentan compuestos bioactivos como los polifenoles y otras moléculas con propiedades funcionales (Janissen & Huynh, 2018).

Como es evidente se tiene investigaciones relacionadas con la caracterización fisicoquímica de la pulpa de café, en otros contextos de cultivos en el mundo, dado que se cultiva en 80 países (Murthy & Madhava Naidu, 2012), sin embargo se asumió hipotéticamente que existiría diferencias, es por ello que en la investigación se propuso la caracterización fisicoquímica y capacidad antioxidante de la pulpa de café que se produce a una altitud de 1616 m s. n. m de en la región Amazonas, en Perú, sabiendo que

su probable potencialidad de uso estaría en el bajo costo ya que es un subproducto, (Galanakis, 2012), además de sus características fisicoquímicas, que lo potenciaría como una materia prima importante conforme a la tendencia de consumo en el mundo, lo cual implica el mejor aprovechamiento de las materias primas, con ello mayores ganancias y sobre todo aporte de conocimientos que coadyuven al cuidado del medio ambiente.

La pulpa de café es el subproducto de la primera etapa de beneficio del café, el cual comprende aproximadamente el 40% de la cereza (Serna et al., 2018), asimismo este posee propiedades fisicoquímicas, antioxidantes y compuestos fenólicos, etc. (Heeger et al., 2017 y Torres et al., 2020), potenciales que con ayuda de tecnologías se pueden obtener insumos funcionales para la aplicación en las diferentes industrias (Magoni et al., 2018). Por lo tanto, la evaluación de las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes, bioactivas, etc. facilitan la clasificación de este subproducto y determina su tipo de aprovechamiento.

La investigación se basó en las probables diferencias en las características fisicoquímicas que existiría entre las muestras analizadas en esta investigación y lo obtenido en otros trabajos, ello se infiere después de la revisión de antecedente como; el de Santos da Silveira *et al* (2019) caracterizaron químicamente a la pulpa de café con fines de conocer su composición inicial y EL posible aprovechamiento mediante fermentación, obteniendo como resultados humedad 85%, pH 4.3, fructosa 21.4 g L<sup>-1</sup>, glucosa 14.4 g L<sup>-1</sup>, etanol 0.65 g L<sup>-1</sup>; Miñón & Aguilar (2019) también caracterizaron la pulpa de café determinando un pH 4.16, densidad 1.04 (kg/L , solidos totales 66.5 mg/L, azúcares totales 19.7 mg dextrosa/L, fenoles totales 0.305 mg ácido gálico/L; por otro lado Londoño *et al.* (2019), determinó los nutrientes principales de la pulpa de café (en materia seca), obteniendo en humedad 11,6%, ceniza 0.31%, proteína 13.40%, grasa 1.57, carbohidratos disponibles 57%, fibra 16.2%. Estudios que muestran que hay varias diferencias entre los valores obtenidos dependiendo del estado de la muestra (pulpa de café en materia seca o sólida) o probablemente el lugar de procedencia.

Fierro et al. (2018), realizó una caracterización química más detallada, determinó un pH 4.21, °Brix 3, humedad 85.30% en base húmeda (BH) y 12.05% en base seca (BS), azúcares reductores 45.67%<sub>BS</sub>, cafeína 2.26%<sub>BS</sub>, proteína 10.63<sub>BS</sub>, grasa 5.78%<sub>BS</sub>, fibra 36.7%<sub>BS</sub>, cenizas 9.58<sub>BS</sub>; para la evaluación de la capacidad antioxidante obtuvieron 132.54<sub>BS</sub> y 28.93<sub>BH</sub> μmol ETrolox g<sup>-1</sup> pulpa mediante el método DPPH; asimismo



determinaron la presencia de fenoles totales teniendo como resultado 4.09<sub>BS</sub> y 0.91<sub>BH</sub> mg EAG g<sup>-1</sup> pulpa; estos resultados sugieren la utilización de la pulpa de café en la industria alimentaria ya que es un fuente rica en nutrientes.

Munguía et al. (2018), determinaron la composición química y capacidad antioxidante de la pulpa de café fresco, cuyos resultados fueron: pH 4.25, materia seca 22.95%, proteína cruda 10.85%, ceniza 7.40% y capacidad antioxidante 2769.9 FRAP (nmol Trolox-1 mL), por otro lado Asha & Devanna (2017), determinaron solo las propiedades fisicoquímicas de la pulpa de café, obteniendo un contenido de humedad 8.9%, densidad aparente 0.25 gm/cm<sup>3</sup>, porosidad media 65%, tamaño medio de la partícula 0.5mm, pH 4.6, nitrógeno 1.2%, potasio 58%, fosforo 1.2%; ambos resultados indican que la pulpa de café está compuesto por nutrientes que pueden ser aprovechados también en la industria no alimentaria, en la elaboración de fertilizantes y/o alimentos de animales.

Heeger et al. (2017), evaluó los compuestos bioactivos de seis variedades de pulpa de café (*Coffea arábica*) para su aplicación en bebidas, para lo cual realizó una extracción acuosa de la pulpa, el cual reveló los siguientes resultados: contenido de polifenoles totales entre 4.9 y 9.2 mg equivalentes de ácido gálico (GAE) / g de materia seca (DM), capacidad antioxidante entre 51 y 92 µmol equivalentes de Trolox (TE) / g DM (mediante el método con radical ABTS), además la variedad Bourbon del Congo y Maragogype mostraron los mayores contenidos de cafeína que fueron 6.5 y 6.8 mg / g DM, asimismo lograron utilizar y potencializar estas propiedades en la elaboración de una bebida nutricional.

Duangjai et al. (2016), estudiaron las bioactividades y las composiciones de nutrientes de la pulpa de café, para lo cual prepararon extractos de pulpa de café (CEP) de tres maneras diferentes (CEP1, CEP2, CEP3), mediante distintos procesos de selección y congelado, obteniendo el mejor resultados CEP1 (el cual tuvo menor tratamiento), cuyas propiedades fisicoquímicas, nutricionales y/o antioxidantes fueron: Humedad 5.63%, Grasa 1.4%, proteína 7.6%, compuestos polifenólicos 17.40 mg / L de ácido gálico, capacidad antioxidante mediante DPPH 82 IC<sub>50</sub> µg/mL; asimismo demostraron que el CEP tiene alta actividad antimicrobiana, concluyendo que la pulpa de café es un producto prometedor para desarrollarse como un aditivo alimentario o conservante para uso en la industria alimentaria.

Gurram et al. (2015), determinó algunas propiedades fisicoquímicas de la pulpa de café como el contenido de humedad 77.9%<sub>BH</sub>, ceniza 15.4%<sub>BS</sub> y de solidos insolubles 37.3%<sub>BS</sub>, mientras que en el estudio de (Rodríguez, 2013), se midió el rendimiento de la pulpa

café con respecto a la fruta el cual fue 43%, se determinó el pH el cual fue 4.6 y °Brix 2.90, ambos autores aprovecharon la composición de este subproducto para la obtención de bioetanol y alcohol respectivamente.

En la región Amazonas, en el cultivo de café resaltan los distritos de Omia provincia de Rodríguez de Mendoza con 5 668.46 ha y Lonya Grande provincia de Utcubamba con 5 457.22 ha de superficie de cultivo de café (Inei, 2012); donde los residuos del proceso de beneficio del café son desechados sin ningún manejo u aprovechamiento.

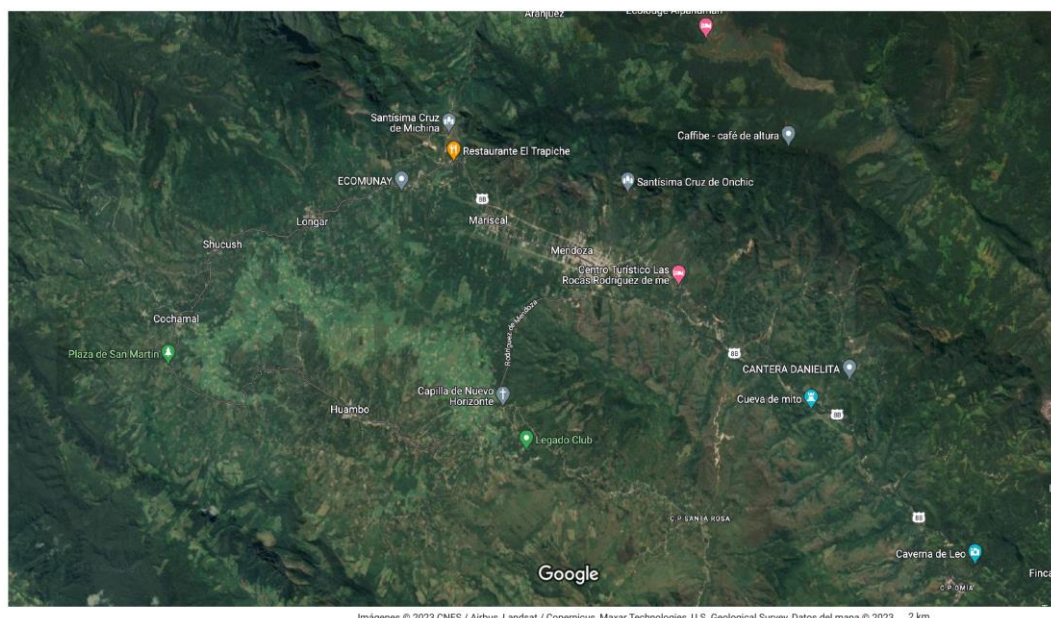
Por lo tanto, se propuso una investigación donde el objetivo fue evaluar las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de la pulpa de tres variedades comerciales de café (*Coffea arabica*), producidas en la provincia de Rodríguez de Mendoza, región Amazonas.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Procedencia de la materia prima

#### Figura 1

*Ubicación geográfica del distrito de San Nicolás*



El distrito de San Nicolás, se ubica en la provincia de Rodríguez de Mendoza en la región Amazonas – Perú, a una altitud de 1616 m s. n. m.

### 2.2. Localización del estudio

El proyecto de investigación se ha realizado en las instalaciones del laboratorio de Tecnología de alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería agroindustrial, de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

### 2.3. Material de estudio

La materia prima sometida al proceso de caracterización fisicoquímica y capacidad antioxidante fue la pulpa de tres variedades comerciales de café (*Coffea arábica*) producidas en la región Amazonas, para su selección se utilizó las siguientes condiciones:

- Pulpa de café en estado de madurez organoléptica, es decir color rojo intenso, solidos total 15°Brix – 20 °Brix. (Pacas, 2016), (Villeda, 2014)
- Peso entre 1.6 a 1.7 gramos (Ramos *et al.*, 2010)
- Selección inmediata después del proceso de despulpado.

#### **2.4. Tipo de investigación**

- De acuerdo a la orientación: Básica ya que buscó generar conocimientos de la cáscara del café.
- De acuerdo a la técnica de contrastación: Descriptiva, no habrá manipulación de variables.

#### **2.5. Población, muestra y muestreo**

En esta investigación la muestra fue seleccionada en un proceso de despulpado del café, se seleccionó cada muestra con 3 kg de las tres variedades de café.

#### **2.6. Diseño de la investigación**

Para efectos de la investigación se consideró como variable independiente a la cáscara de tres variedades de café, como café Caturra, Catimor y Nacional, a las que se aplicaron los análisis fisicoquímicos y capacidad antioxidante, con tres repeticiones. Es decir, es un estudio unifactorial, bajo un diseño completamente al azar

#### **2.7. Métodos y procedimientos para el análisis fisicoquímico.**

Para la medición o análisis fisicoquímico y sensorial se utilizó los siguientes métodos, técnicas o procedimientos.

- **pH**

La determinación pH, se realizó utilizando el pH-metro digital, basado en la metodología de la AOAC 981.12, bajo el principio de la diferencia de potencial el cual fue medido entre un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia (Hernandez, 2012).

- **Acidez titulable**

Se determinó de acuerdo al método de acidez titulable de la A.O.A.C. 2000. El cual consistió en colocar 2% de muestra 98% de agua, al cual se añadirá 3 – 5 gotas de fenolftaleína como indicador, luego se titulará con hidróxido de sodio 0, 1 N, hasta que se produzca el cambio de color a rosado pálido. Para finalmente calcular el porcentaje de acidez con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ acidez} = \frac{N.V.Peq}{W} \times 100$$

Donde:

N=normalidad de la solución NaOH

V= ml de NaOH gastados de la titulación

Peq= peso equivalente del ácido orgánico predominante. (meq)

W= peso de la muestra (g)

- **Sólidos solubles**

Se determinó mediante un refractómetro manual cuyo indicador es °Brix (AOAC, 1990). Para lo cual se ha extraído la muestra (gramos de pulpa) y en el prisma del refractómetro, se observó el valor (°Brix) que marca el equipo. Esta medida se realizó con la finalidad de determinar la cantidad de azúcar que existe en la pulpa de café.

- **Humedad**

Se utilizó el método gravimétrico basado en las técnicas de la (AOAC, 2005), para lo cual se ha pesado 20 g de muestra y se procedió a secar en estufa a 105 °C x 24 horas. Pasado ese tiempo se ha pesado en caliente, cada media hora y se ha registrado los datos del peso, hasta obtener peso constante. La humedad (%) será calculado empleando la siguiente ecuación:

$$\text{Humedad}(\%) = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

- **Proteína**

La proteína ha sido determinada mediante el Método de Kjeldahl descrito por la (AOAC, 2005) procedimiento 2005.11. para lo cual se utilizó el equipo Kjeldahl Pro Nitro Selecta del Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la UNTRM.

- **Grasa**

Se ha determinado mediante la técnica de extracción continua por Soxhlet con éter (AOAC, 1985), método 920.85. Donde la cantidad de grasa fue expresada en porcentaje calculado mediante la ecuación siguiente:

$$\text{Grasa(\%)} = \frac{p1-p2}{p} * 100$$

Donde:

P1 = es el peso del vaso con el extracto etéreo o residuos de grasa de la muestra (g).

P2 = peso del vaso vacío (g).

P = es el peso de la muestra empleada. El valor de grasa obtenida corresponde al % de grasa en el 100% de la materia seca.

- **Fibra bruta**

La fibra cruda ha sido cuantificada por hidrólisis ácida y básica según lo descrito por la (AOAC, 2005), en el procedimiento 113. Asimismo, para el cálculo del contenido de fibra se realizó utilizando la ecuación siguiente:

$$\text{Fibra(\%)} = \frac{f_1 - f_2}{W} * 100$$

Dónde:

f<sub>1</sub> = es el peso del vaso con el residuo de fibra extraída del extractor y sometida a estufa (g).

f<sub>2</sub> = Es el peso del crisol + cenizas, después de haber sido incinerado (g).

W = Es la cantidad de muestra utilizada en el análisis correspondiente (g).

- **Ceniza**

Se realizará la calcinación directa siguiendo lo descrito por la (AOAC, 2005) empleando el método 940.26. Para el cálculo del contenido de ceniza se llevará acabo de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Ceniza} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * 100$$

Donde:

$m_2$  = masa en gramos de la cápsula con las cenizas (g)

$m_1$  = masa en gramos de la capsula con la muestra (g)

$m_0$  = masa en gramos de la capsula vacía (g)

- **Densidad**

Se determinó utilizando un densímetro con rango de escala de 1000 a 1100 g/ml, según lo descrito por la norma (AOAC, 1990).

- **Vitamina C**

La determinación de vitamina C, se midió mediante el método de titulación volumétrico con el indicador redox 2,6-diclorofenolindofenol recomendado por la AOAC 967.21, 45.1.14, esto se basa en la oxidación del ácido ascórbico con un colorante redox, como el 2,6-diclorofenolindofenol (azul en medio básico y rojo en medio ácido), reduciéndose a un compuesto incoloro en presencia de un medio ácido (Cámara & Olortegui, 2015). La cantidad de ácido ascórbico fué determinado mediante la siguiente ecuación:

$$\text{mg de ácido ascórbico por 100 g de muestra} = \frac{V * T * 100}{W}$$

Donde:

V = ml de 2.6-diclorofenolindofenol utilizados para titular una alícuota de muestra.

T = equivalente en ácido ascórbico de la solución del 2.6-diclorofenolindofenol expresado en mg por ml de colorante.

W = gramos de muestra en la alícuota analizada.

- **Actividad antioxidante**

La medición se realizó con el método DPPH, en una placa de 96 pozos se añadió 22  $\mu$ l de extracto (expresados como 100  $\mu$ m equivalentes de trolox), y 200  $\mu$ l de solución de DPPH a 150  $\mu$ m, preparada en metanol al 80% (Duangjai et al., 2016). El extracto y los estándares se prepararon por triplicado, usando un rango de concentración de 0-500  $\mu$ l. se registrarán las lecturas cada 10

minutos de 0 a 90 minutos a 517 nm en un espectrofotómetro. La placa se mantendrá cubierta para protegerla de la luz y a temperatura ambiente entre las diversas lecturas (Duangjai et al., 2016).

- **Procedimiento para la caracterización de la pulpa de café**

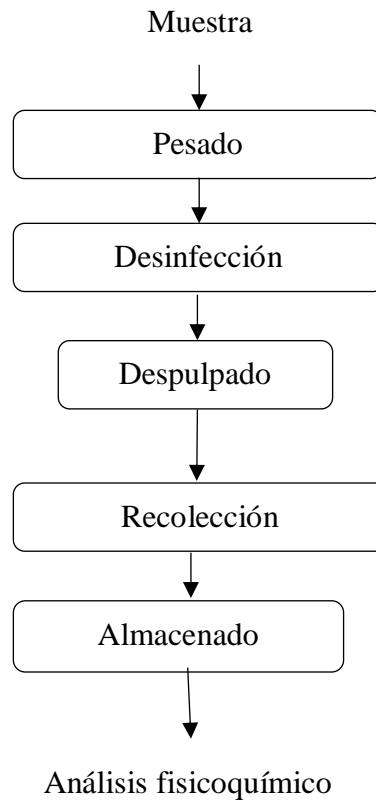
Para la caracterización fisicoquímica de la pulpa de café se realizó las siguientes etapas:

- a) Selección de la muestra: la muestra fue café en estado de madurez fisiológica – organoléptica
- b) Pesado: se utilizó tres kilogramos de cerezas de café de las tres variedades más comerciales en la región Amazonas – Perú.
- c) Desinfección: se realizó mediante lavados con hipoclorito de sodio a 50 ppm
- d) Despulpado: se realizó utilizando una despulpadora.
- e) Recolección: se recolectó la pulpa en condiciones de inocuidad se retiró la cáscara y se dejó solo pulpa, utilizando un colador de acero inoxidable.
- f) Almacenado: se procedió a almacenar en hielo encapsulado hasta su posterior análisis.
- g) Caracterización físico-química: consistió en la caracterización fisicoquímica y antioxidante de la pulpa de café.



### Figura 1

*Flujograma para el procedimiento de caracterización fisicoquímica de la pulpa de café*



#### 2.8. Análisis de datos:

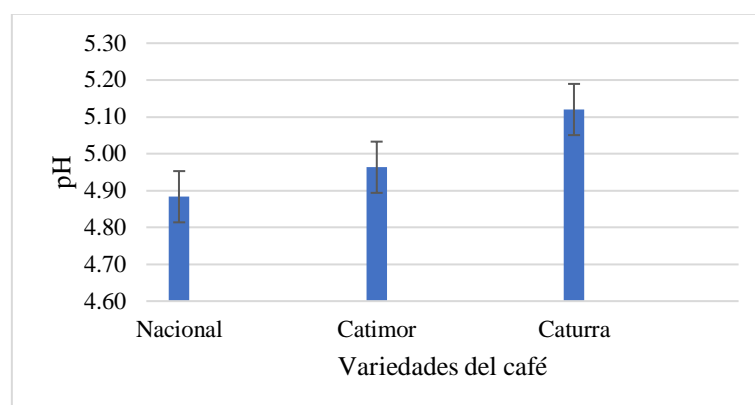
Los resultados obtenidos serán evaluados en un ANOVA al 5% de significancia. En caso de existir diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) se realizó el test de rango múltiple de Tukey al 95% de confianza.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Características fisicoquímicas de la pulpa de tres variedades de café

**Figura 3**

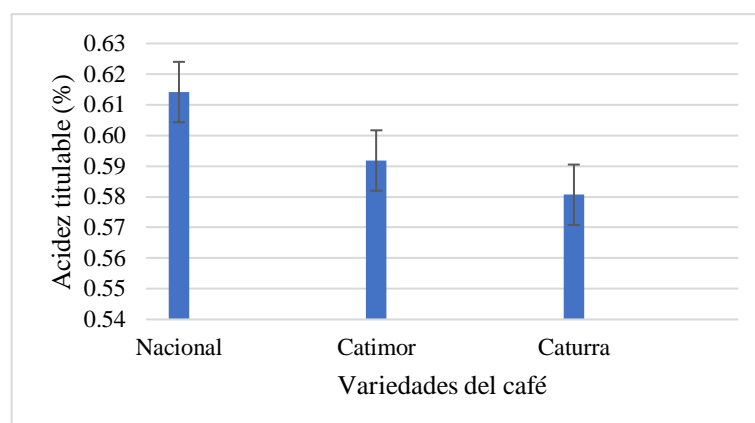
*pH de la pulpa de tres variedades de café*



La figura 3 muestra los valores promedio del pH de la pulpa de las variedades de café, donde la variedad caturra alcanza el promedio mayor que es 5.12 y la variedad nacional alcanza el menor valor con 4.88 y la variedad Catimor un valor intermedio entre las variedades estudiadas.

**Figura 4**

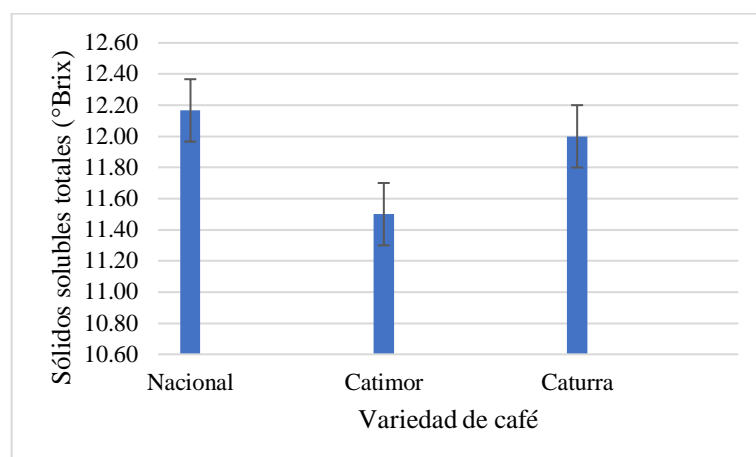
*Acidez titulable (%) de la pulpa de tres variedades de café*



La figura 4 muestra los valores promedio de la acidez titulable de la pulpa de las variedades de café, donde la variedad Caturra alcanza el promedio menor de 0.58% y la variedad nacional alcanza el mayor valor con 0.61% y la variedad Catimor un valor intermedio entre las variedades estudiadas.

**Figura 5**

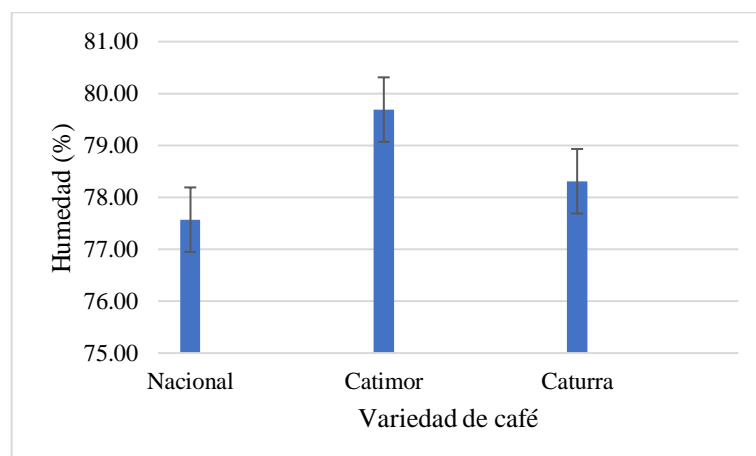
*Sólidos solubles totales (°Brix) de la pulpa de tres variedades de café*



La figura 5 muestra los valores promedio de la concentración de sólidos solubles de la pulpa de las variedades de café, donde la variedad Nacional alcanza el promedio mayor con 12.19 °Brix, la variedad caturra 12°Brix y la variedad Catimor 11.5°Brix entre las variedades estudiadas.

**Figura 6**

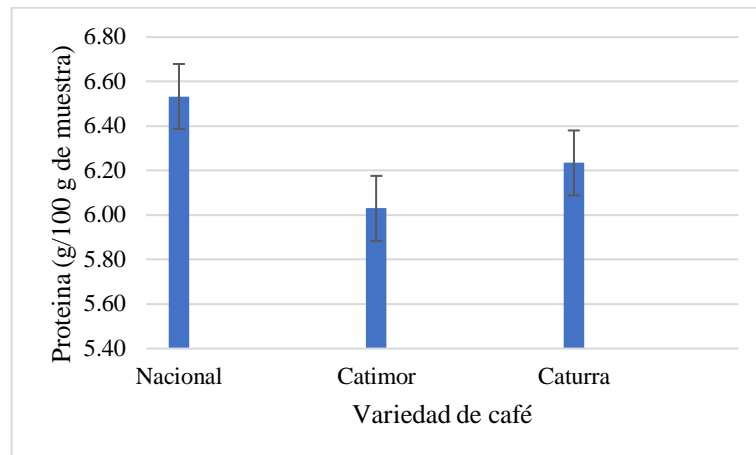
*Humedad (%) de la pulpa de tres variedades de café*



La figura 6 muestra los valores promedio de la humedad (%) de la pulpa de las variedades de café, donde la variedad Catimor alcanza el mayor promedio con 79.6%, la variedad Nacional alcanza 77.5% y la variedad Caturra 78.3% entre las variedades estudiadas.

**Figura 7**

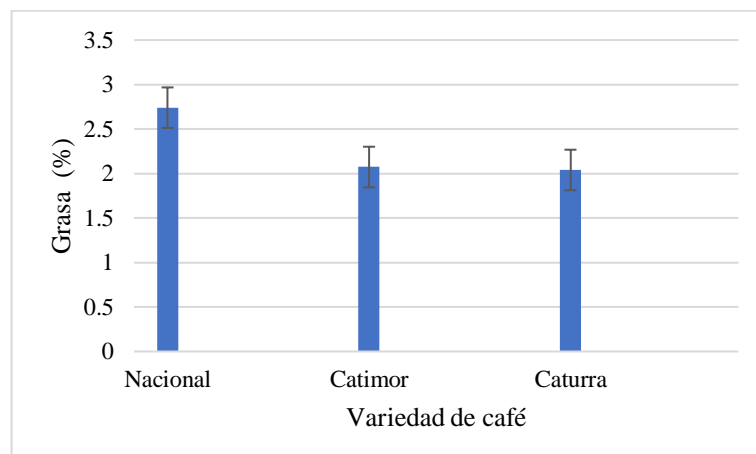
*Proteína (g de proteínas/100g de pulpa) de la pulpa de tres variedades de café*



La figura 7 muestra los valores promedio de proteína en la pulpa de las variedades de café, donde la variedad Nacional alcanza el promedio mayor con 6.46 g/100 g de muestra, la variedad Catimor alcanza el menor promedio con 6.1 g/100 g de muestra y la variedad Caturra 6.21 g/100 g de muestra, entre las variedades estudiadas.

**Figura 8**

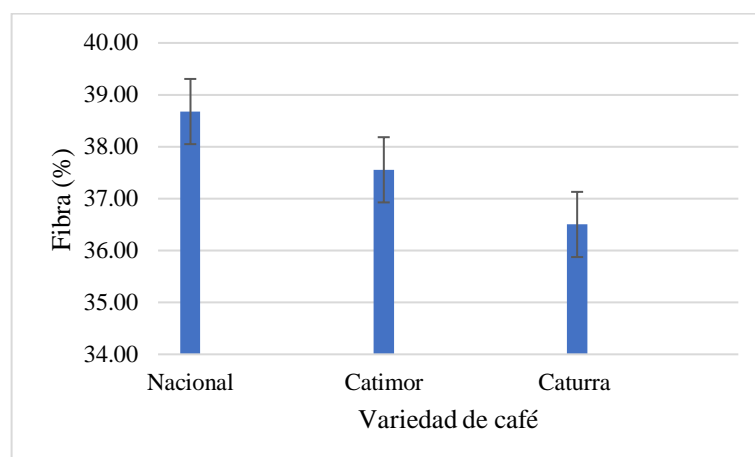
*Grasa (%) de la pulpa de tres variedades de café*



La figura 8 muestra los valores promedio de grasa en la pulpa de las variedades de café, donde la variedad Nacional alcanza el promedio mayor con 2.7%, la variedad Caturra alcanza el menor promedio con 2.0% y la variedad Catimor 2.0%, entre las variedades estudiadas.

**Figura 9**

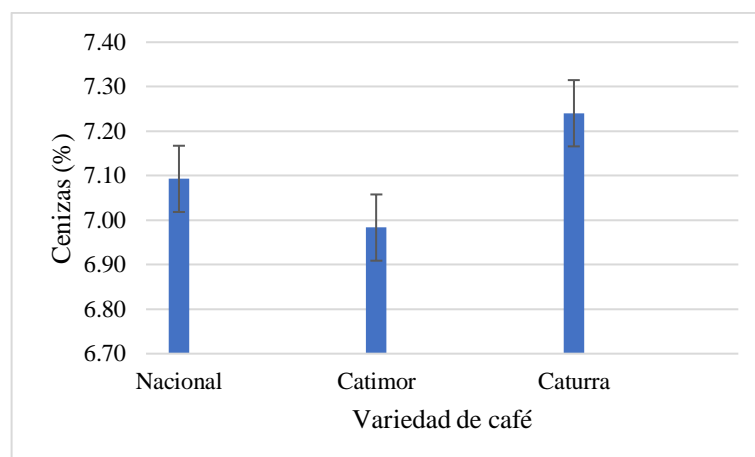
*Fibra bruta (%) de la pulpa de tres variedades de café*



La figura 9 muestra los valores promedio de la fibra bruta en la pulpa de variedades de café, donde la variedad Nacional alcanza el promedio mayor con 38.6%, la variedad Caturra alcanza el menor promedio con 36.5% y la variedad Catimor 37.5%, entre las variedades estudiadas.

**Figura 10**

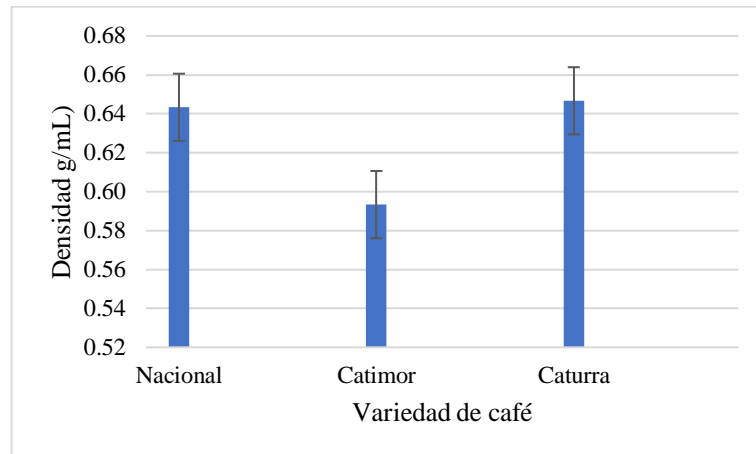
*Ceniza (%) de la pulpa de tres variedades de café*



La figura 10 muestra los valores promedio de la ceniza en la pulpa de variedades de café, donde la variedad Caturra alcanza el promedio mayor con 7.24%, la variedad Catimor alcanza el menor promedio con 6.99% y la variedad Nacional 7.09%, entre las variedades estudiadas.

**Figura 11**

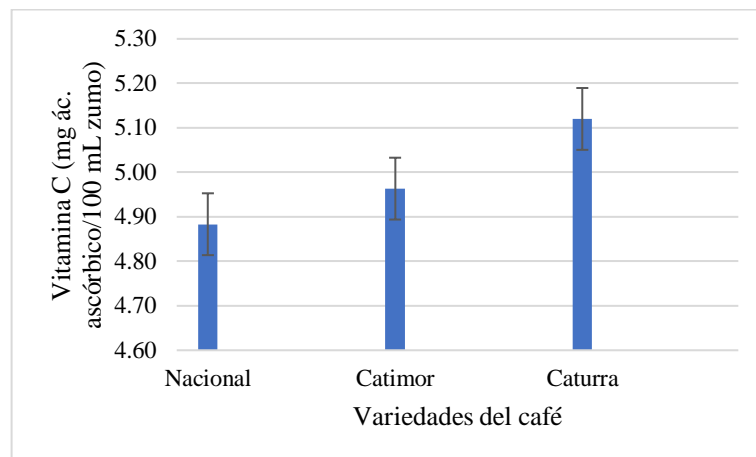
*Densidad (g/mL) de la pulpa de tres variedades de café*



La figura 11 muestra los valores promedio de la densidad en la pulpa de variedades de café, donde la variedad Caturra alcanza el promedio mayor con 0.642 g/mL, la variedad Catimor alcanza el menor promedio con 0.59 g/mL y la variedad Nacional 0.641g/mL, entre las variedades estudiadas.

**Figura 12**

*Vitamina C (mg ácido ascórbico/100 mL zumo) de la pulpa de tres variedades de café*

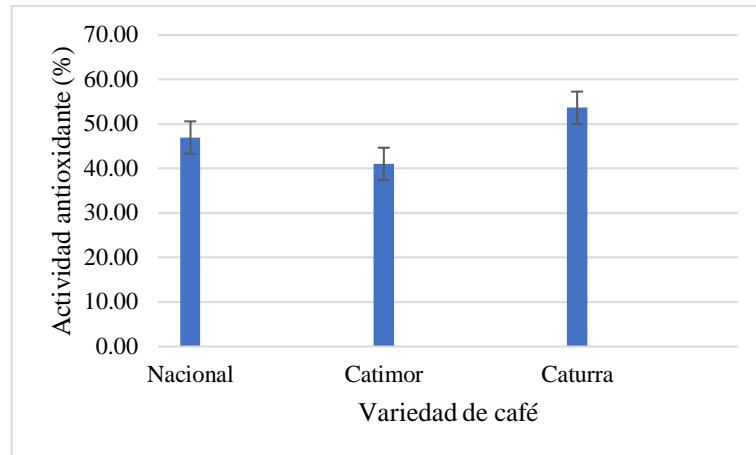


La figura 12 muestra los valores promedio de la vitamina C en la pulpa de variedades de café, donde la variedad Caturra alcanza el promedio mayor con 5.12 mg ac. ascórbico/100 mL zumo, la variedad Nacional alcanza el menor promedio con 4.89 mg ac. ascórbico/100 mL zumo y la variedad Catimor 4.96 mg ac. ascórbico/100 mL zumo, entre las variedades estudiadas.

### 3.2. Capacidad antioxidante de la pulpa de tres variedades de café

**Figura 13**

*Actividad antioxidante (%) de la pulpa de tres variedades de café*



La figura 14 muestra los valores promedio de la actividad antioxidante en la pulpa de variedades de café, donde la variedad Caturra alcanza el promedio mayor con 53% g/mL, la variedad Catimor alcanza el menor promedio con 40% y la variedad Nacional 47%, entre las variedades estudiadas.

De acuerdo al análisis estadístico no existe diferencia significativa al comparar las características fisicoquímicas y actividad antioxidante de la pulpa de las tres variedades de café evaluadas, de ello se puede mencionar que las características como pH se encuentra en el rango entre 4.89 y 5.12, la acidez entre 0.58% y 0.61%, los sólidos solubles totales entre 11.5 y 12.18 °Brix, la humedad entre 77.5% y 79.7%, la proteína entre 6.05 y 6.62 g/100g de muestra, la grasa entre 2.01% y 2.52%, la fibra entre 36.5 y 38.8, la ceniza entre 6.98 y 7.24%, la densidad entre 0.593 y 0.648 g/mL y la Vitamina C entre 4.89 y 5.12mg ác. Ascórbico/100 ML zumo); en el caso de la actividad antioxidante existe diferencia significativa entre las variedades Nacional y caturra, Catimor y Caturra, más no existe diferencia entre las variedades Nacional y Catimor, registrando valore de actividad antioxidante para la variedad Nacional 46%, Catimor 42% y Caturra 53.6%.

#### IV. DISCUSIÓN

La pulpa de café utilizada en la investigación fue procedente de la provincia de Rodríguez de Mendoza, región Amazonas – Perú, ubicada a una altitud de 1616 m s. n. m, las variedades evaluadas fueron Nacional, Caturra y Catimor, de acuerdo al análisis estadístico no existe diferencia significativa al comparar las características fisicoquímicas de las tres variedades registrando la proteína entre 6.05 y 6.62 g/100g de muestra, la grasa entre 2.01% y 2.52%, la fibra entre 36.5 y 38.8, la ceniza entre 6.98 y 7.24%, lo mencionado difiere de lo mencionado por Noriega *et al* (2009) quienes caracterizaron la pulpa de café ensilada a diferentes tiempos, en Caripe, Monagas – Venezuela; e indicaron que la pulpa de café a los cero días de ensilaje presenta ceniza 9.12%, extracto etéreo 3.86%, proteína cruda 3.87% y extracto libre de nitrógeno 60.29, la diferencia se puede atribuir justamente a la procedencia de su cultivos, evidenciándose la superioridad de la cáscara de café producida en la provincia de Rodríguez de Mendoza, región Amazonas – Perú principalmente en relación a la concentración de proteína.

Las características que también se encontró como resultado son que el pH se encuentra en el rango entre 4.89 y 5.12, los sólidos solubles totales entre 11.5 y 12.18 °Brix, la humedad entre 77.5% y 79.7%, la proteína entre 6.05 y 6.62 g/100g de muestra, la grasa entre 2.01% y 2.52% y la fibra entre 36.5 y 38.8 %; ello difiere de lo encontrado por Morales-Ramos (2018) en la caracterización química de la pulpa de café de la especie *C. arábica*, variedad Costa Rica, realizado en Vera Cruz -México, donde indica que en base húmeda el pH es 4.21, la humedad 85.37%, sólidos solubles totales 3°Brix, proteína 9.04%, grasa 6.93% y fibra 30.63%, evidentemente se podría atribuir las diferencias a la variedad de café, sin embargo también está el lugar de procedencia. Sin embargo, en general podemos seguir consolidando las mejores características de la pulpa de café procedente de la provincia de Rodríguez de Mendoza, región Amazonas – Perú, especialmente en relación a la concentración de sólidos solubles totales. Del mismo modo Blandon *et al* (1998) en una investigación realizada en Caldas – Colombia, encontró que la pulpa fresca de café presenta humedad 74.83%, pH 4.4., cenizas 6.66%, grasas 1,6%, proteínas 11% y fibra 11.43% lo cual concuerda con los encontrado en la investigación.

Según los resultados de la investigación podemos asegurar la importancia que tiene la pulpa de café procedente de la provincia de Rodríguez de Mendoza, región Amazonas –



Perú especialmente desde el punto de vista de sus características químicas, resaltando la concentración de sólidos solubles total, la baja acidez y alto pH, además de su concentración de proteína y sobre todo su actividad antioxidante, lo cual evidentemente lo proyecta como una materia prima promisoría para aumentar la rentabilidad del cultivo de café; lo mencionado concuerda con lo mencionado por Campos *et al* (2021), en una investigación donde indican la necesidad de conocer la composición y toxicidad, para que a partir de ello y en consideración a las tendencias de uso o consumo se pueda proponer nuevos subproductos que permitirá generar ingresos extra para los caficultores y acciones inherente que ayudaran a crear oportunidades para cuidar el medio ambiente.

La propuesta de utilización de la pulpa de café como materia prima para subproductos, en base a sus características fisicoquímicas encontradas se cree que es una alternativa viable, porque la materia prima es una parte pulposa de textura suave del fruto de tres variedades de café que presenta pH en el rango entre 4.89 y 5.12, los sólidos solubles totales entre 11.5 y 12.18 °Brix, la humedad entre 77.5% y 79.7%, la proteína entre 6.05 y 6.62 g/100g de muestra, la grasa entre 2.01% y 2.52% y la fibra entre 36.5 y 38.8 %; es decir la calidad fisicoquímica está demostrada; ello concuerda con lo realizado por Nolasco *et al* (2022), quienes en una investigación demostraron que el café silverskin que es un tegumento que protege el grano verde de café, puede ser utilizado en el sector alimentario por su perfil nutricional con una buena cantidad de proteínas (18,9%) y fibra dietética total (34,7%) y su bajo contenido en grasas (3,0%), además de encontrar antioxidantes e inhibidores de la dipeptidil peptidasa (DPP) IV con usos prometedores para el tratamiento de la diabetes y sus efectos secundarios. Definitivamente no se busca comparar las composiciones químicas porque son partes diferentes del café cerezo, sin embargo son partes de una misma estructura que naturalmente pueden tener usos similares y utilidades específicas, ya que desde la perspectiva de la recuperación de materiales de desecho de las cadenas de suministro de alimentos, el café por el proceso de tegumento o la pulpa podría ser un buen producto innovador para el mercado.

Según los resultados de la investigación la pulpa de café, presenta características fisicoquímicas interesantes para el probable procesamiento para la obtención de derivados, por ejemplo, se resalta la concentración de sólidos solubles totales que se encontró que está en el rango entre 11.5 y 12.18 °Brix, donde de forma inherente se encuentran en mayor concentración los azúcares mono o disacáridos, reconocidos por el

sabor dulce, lo cual indica la probabilidad de ser utilizados en procesos biotecnológicos como la fermentación para diferentes subproductos. Lo mencionado contrasta con lo realizado por Bressani *et al* (2021) que utilizaron cultivos iniciadores durante la fermentación de *Coffea arabica* var, que duró 27 h y la temperatura del café osciló entre 16,5 y 24,0 °C. La población del cultivo iniciador fue dominante a lo largo de la fermentación. *S. cerevisiae* (CCMA 0543) y *T. delbrueckii*(CCMA 0684) presentó mayor población en procesamiento natural. Los granos de café inoculados mostraron mayores puntajes de dulzura, largo postgusto y mayor complejidad. Considerando todos los parámetros analizados, *S. cerevisiae* (CCMA 0543) sería la levadura más adecuada para la var. Mundo Novo procesado por ambos métodos de fermentación. Es decir mediante un proceso de fermentación se podría encontrar subproductos de la pulpa de café, que definitivamente sería una alternativas de procesamiento.

En base a los resultados de las características químicas de la pulpa de café, donde el pH se encuentra en el rango entre 4.89 y 5.12, los sólidos solubles totales entre 11.5 y 12.18 °Brix, la humedad entre 77.5% y 79.7%, la proteína entre 6.05 y 6.62 g/100g de muestra, la grasa entre 2.01% y 2.52% y la fibra entre 36.5 y 38.8 %; se puede aseverar que es una biomasa, que es fuente de energía renovable; en ese sentido Ramos-Hernández *et al* (2021) concuerdan con lo mencionado ya que demuestran que una tonelada de pulpa de café puede producir 180 m<sup>3</sup> de biogás, que a su vez puede generar 0.41 MW de electricidad neta, con lo cual queda demostrado que la producción de energías limpias sería otra alternativa importante.

De los resultados un aspecto muy importante y necesario de resaltar de la pulpa de café estudiada es la actividad antioxidante donde existe diferencia significativa entre las variedades Nacional y caturra, Catimor y Caturra, más no existe diferencia entre las variedades Nacional y Catimor, registrando alta actividad antioxidante para la variedad Nacional 46%, Catimor 42% y Caturra 53.6%, una característica que convierte a dicha biomasa en un compuesto bioactivo, que no se debería seguir desperdiciando, ya que en comparación a otras materias primas como el mismo café en grano verde que su capacidad antioxidante es similar y depende de melanoidinas, ácidos fenólicos, ligninas y cafeína. Al respecto Hu *et al* (2023) coinciden al indicar que la pulpa de café es un subproducto subutilizado de la producción industrial de café rico en compuestos bioactivos como compuestos fenólicos, cafeína y fibra dietética. Las conocidas propiedades antioxidantes,

antiinflamatorias, antienvjecimiento, antimicrobianas y hepatoprotectoras que promueven la salud atribuida a los compuestos mencionados mejoran el uso de la pulpa de café como ingrediente alimentario bioactivo. Por lo cual sería necesario un estudio riguroso y específico de la capacidad antioxidante de la pulpa de café, como lo realizado por Puertas-Mejía *et al* (2012) sometieron a liofilización la piel del fruto de café en cinco estados de madurez y extrajeron los antioxidantes resultando que los granos sobremaduros presentó un contenido de antocianinas 63,14 mg cianidin-3-glucósido/L., siendo dicho valor de 2 a 18 veces mayor con respecto a los otros estados de maduración, sin embargo es importante resaltar que todas las muestras presentaron buena capacidad antioxidantes.

La investigación busca demostrar la importancia de los residuos del café, específicamente la pulpa de café de variedades que se producen en la región Amazonas, dicha finalidad está demostrada en los resultados y dentro de ello lo más importante su pH se encuentra en el rango entre 4.89 y 5.12, la acidez entre 0.62 y 0.78%, los sólidos solubles totales entre 11.5 y 12.18 °Brix, la humedad entre 77.5% y 79.7% y la fibra entre 36.5 y 38.8 y la actividad antioxidante que está en el rango de 42% a 53.6%; frente a lo mencionado lamentablemente Janissen y Huynh (2018), al realizar una revisión bibliográfica concluyeron que no siempre se logra la plena utilización de estos subproductos, a pesar de que existe evidencia que respalda su potencial, por la falta de infraestructura y redes de cadenas cruzadas entre aplicaciones.

En la investigación se encontró que la fibra de la pulpa de café esta entre 36.5 y 38.8%, un componente que tiene inmensos beneficios para la salud, especialmente del sistema digestivo del ser humano, un componente químico que es necesario para la alimentación, al respecto Benitez *et al* (2019), estudiaron el pergamino de café como un ingrediente potencial de fibra dietética determinándose que el café pergamino (hojuelas y harina) fue una buena fuente de fibra dietética insoluble (FDI), compuesta principalmente por xilanos (35 %), lignina (32 %) y celulosa (12 %). De lo mencionado se reconoce la necesidad de realizar un estudio más específico de la composición de la fibra contenida en la pulpa de café para los fines de potenciar su utilidad.

## V. CONCLUSIONES

Se evaluó las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de la pulpa de tres variedades comerciales de café (*C. arábica*), variedad nacional, caturra y catimor producidos en la provincia de Rodríguez de Mendoza, región Amazonas – Perú, encontrándose que las características como pH se encuentra en el rango entre 4.89 y 5.12, la acidez entre 0.62 y 0.78%, los sólidos solubles totales entre 11.5 y 12.18 °Brix, la humedad entre 77.5% y 79.7%, la proteína entre 6.05 y 6.62 g/100g de muestra, la grasa entre 2.01% y 2.52%, la fibra entre 36.5 y 38.8, la ceniza entre 6.98 y 7.24%, la densidad entre 0.593 y 0.648 g/mL y la Vitamina C entre 4.89 y 5.12mg ác. Ascórbico/100 ML zumo); en el caso de la actividad antioxidante existe diferencia significativa entre las variedades Nacional y caturra, Catimor y Caturra, más no existe diferencia entre las variedades Nacional y Catimor, registrando valore de actividad antioxidante para la variedad Nacional 46%, Catimor 42% y Caturra 53.6%.

Existe diferencia estadísticamente significativa en la concentración de proteína, entre la variedad Nacional- Catimor y entre Nacional y Caturra, densidad entre Nacional y Catimor y Catimor y Caturra, pH entre Nacional y Caturra y Catimor y Caturra, humedad entre Nacional - Catimor y Catimor y Caturra; y actividad antioxidante solamente entre Catimor y Caturra. Asimismo, no existe diferencia significativa en la concentración de grasa, vitamina C, acidez titulable, fibra, ceniza y sólidos totales entre las tres variedades de café que se evaluó

La pulpa de café es una biomasa con características fisicoquímicas útiles para la elaboración o procesamiento de derivados, mediante procesos de fermentación, extracción, deshidratación, alimentos bioactivos, entre otros.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar un proyecto de inversión pública o privada para el aprovechamiento de la pulpa de café, en razón de su composición química.
- La pulpa de café es materia prima apta para obtener derivados resultados de procesos de fermentación.
- La pulpa de café es materia prima adecuada para la producción de compuestos bioactivos.
- La pulpa de café mediante un proceso de deshidratación para su estabilización puede ser un producto apto para infusiones.
- Para la conservación de la pulpa de café dado su pH alto y baja acidez es necesario procesos de refrigeración para tiempos en anaquel.
- Es necesario proceder inmediatamente a su conservación para evitar la incidencia de microorganismos, dado que ya es materia prima procedente o manipulada en el proceso de beneficio del café.
- Es necesario que el café registre al momento de su beneficio un índice de madurez fisiológica.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aoac. (1990). *Official methods of analysis: vol. Virginia: 15*.  
<https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>
- Aoac. (2005). *Aoac official methods icial methods of analysis*.
- Asha, c., & devanna, n. (2017). *Evaluation of physical and chemical properties of coffee pulp for its potentiality as soil fertilizer. 4*, 388-390.
- Benitez, V., Rebollo-Hernanz, M., Hernanz, S., Chantres, S., Aguilera, y., & Martin-Cabrejas, M. A. (2019). Coffee parchment as a new dietary fiber ingredient: functional and physiological characterization. *Food research international*, 122, 105-113. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.04.002>
- Bhoite, R. N., & Murthy, P. S. (2015). Biodegradation of coffee pulp tannin by penicillium verrucosum for production of tannase, statistical optimization and its application. *Food and bioproducts processing*, 94, 727-735. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2014.10.007>
- Blandon C., G., Rodriguez V., N., & Davila A., M. T. (1998). *Caracterización microbiológica y físico química de los subproductos del beneficio del café en proceso de compostaje*. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/753>
- Brand, D., Pandey, A., Roussos, S., & Soccol, C. R. (2000). Biological detoxification of coffee husk by filamentous fungi using a solid state fermentation system. *Enzyme and microbial technology*, 27(1-2), 127-133. Scopus. [https://doi.org/10.1016/s0141-0229\(00\)00186-1](https://doi.org/10.1016/s0141-0229(00)00186-1)
- Bressani, a. P. P., Martinez, S. J., Sarmiento, A. B. I., Borém, F. M., & Schwan, R. F. (2021). Influence of yeast inoculation on the quality of fermented coffee (coffea arabica var. Mundo novo) processed by natural and pulped natural processes. *International journal of food microbiology*, 343, 109107. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109107>
- Cámara, O, & Olortegui, T. (2015). *Determinación de ácido ascórbico por titulación visual con 2.6 diclorofenolindofeno*. [https://www.academia.edu/18546682/determinacion\\_de\\_vitamina\\_c](https://www.academia.edu/18546682/determinacion_de_vitamina_c)
- Campos, r. C., pinto, v. R. A., melo, l. F., rocha, s. J. S. S. Da, & coimbra, j. S. (2021). New sustainable perspectives for “coffee wastewater” and other by-products: a critical review. *Future foods*, 4, 100058.

<https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100058>

- Cortés-Macías, E. T., López, C. F., Gentile, P., Girón-Hernández, J., & López, A. F. (2022). Impact of post-harvest treatments on physicochemical and sensory characteristics of coffee beans in huila, colombia. *Postharvest biology and technology*, 187, 111852. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2022.111852>
- Dias, M., Magalhaes, M., Marques, J., Dos, K. C., Freitas, R., & Ferreira, c. (2018). Solid coffee waste as alternative to produce carotenoids with antioxidant and antimicrobial activities. *Waste management*, 82, 93-99. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.017>
- Duangjai, A., Suphrom, N., Wungrath, J., Ontawong, A., Nuengchamnon, N., & Yosboonruang, A. (2016). Comparison of antioxidant, antimicrobial activities and chemical profiles of three coffee (coffea arabica l.) Pulp aqueous extracts. *Integrative medicine research*, 5(4), 324-331. <https://doi.org/10.1016/j.imr.2016.09.001>
- Fierro, N., Contreras, A., González, O., Rosas, E., & Morales, V. (2018). *Caracterización química y nutrimental de la pulpa de café (coffea arabica l.)*. 11, 9-13.
- Figueroa, G., Homann, T., & Rawel, H. (2016). Coffee production wastes: potentials and perspectives. *Austin food sci.*, 1(3), 1014. Scopus.
- Galanakis, C. M. (2012). Recovery of high added-value components from food wastes: conventional, emerging technologies and commercialized applications. *Trends in food science and technology*, 26(2), 68-87. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.03.003>
- Gormley, R. (2019). Developing innovative food structures & functionalities through process & reformulation to satisfy consumer needs & expectations: outcomes from the 32nd effost international conference 2018, nantes, france. *Trends in food science & technology*, 93, 37-41. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.09.001>
- Gurram, R., al-shannag, m., knapp, s., das, t., singsaas, e., & alkasrawi, m. (2015). *Posibilidades técnicas de producción de bioetanol a partir de pulpa de café: una materia prima renovable*. 269-278.
- Heeger, A., Kosińska-Cagnazzo, A., Cantergiani, E., & Andlauer, W. (2017). Bioactives of coffee cherry pulp and its utilisation for production of cascara beverage. *Food chemistry*, 221, 969-975.
- Hernandez, M. (2012). *Propuesta de un manual de métodos de análisis para diversos*

*alimentos procesados según las exigencias de la normativa salvadoreña y el reglamento técnico centroamericano* [tesis de pregrado, universidad del salvador].

[Http://ri.ues.edu.sv/2209/1/hernandez\\_miranda\\_marta\\_cecilia.pdf](http://ri.ues.edu.sv/2209/1/hernandez_miranda_marta_cecilia.pdf)

- Hu, S., Gil-Ramírez, A., Martín-Trueba, M., Benítez, V., Aguilera, Y., & Martín-Cabrejas, M. A. (2023). Valorization of coffee pulp as bioactive food ingredient by sustainable extraction methodologies. *Current research in food science*, 6, 100475. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100475>
- Janissen, B., & Huynh, T. (2018). Chemical composition and value-adding applications of coffee industry by-products: a review. *Resources, conservation and recycling*, 128, 110-117. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.001>
- Kowalska, H., Czajkowska, K., Cichowska, J., & Lenart, A. (2017). What's new in biopotential of fruit and vegetable by-products applied in the food processing industry. *Trends in food science and technology*, 67, 150-159. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.016>
- Laufenberg, G., Kunz, B., & Nystroem, m. (2003). Transformation of vegetable waste into value added products: (a) the upgrading concept; (b) practical implementations. *Bioresource technology*, 87(2), 167-198. Scopus. [https://doi.org/10.1016/s0960-8524\(02\)00167-0](https://doi.org/10.1016/s0960-8524(02)00167-0)
- Londoño, L., Ruiz, H., Ramírez, T., Ascacio-Valdés, J., Rodriguez, R., & Aguilar, C. (2019). Fungal detoxification of coffee pulp by solid-state fermentation. *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, 23, 101467.
- Magoni, C., Bruni, I., Guzzetti, L., Dell'agli, M., Sangiovanni, E., Piazza, S., Regonesi, M. E., Maldini, M., Spezzano, R., Caruso, D., & Labra, M. (2018). Valorizing coffee pulp by-products as anti-inflammatory ingredient of food supplements acting on il-8 release. *Food research international*, 112, 129-135.
- Miñón, R., & Aguilar, O. (2019). Hydrogen production from coffee pulp by dark fermentation. *Water science and technology*, 80.
- Morales-Ramos, V. (2018). Caracterización química y nutrimental de la pulpa de café (*coffea arabica* l.). *Agro productividad*, 11(4). <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/261>
- Munguía, G., Ortega, M., Zetina, P., Díaz, A., Soto, M., & Herrera, J. (2018). Chemical



- composition and antioxidant capacity of coffee pulp. *Ciência e agrotecnologia*, 42, 307-313.
- Murthy, P. S., & Madhava Naidu, M. (2012). Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—a review. *Resources, conservation and recycling*, 66, 45-58. Scopus.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.005>
- Nolasco, A., Squillante, J., Velotto, S., D'auria, G., Ferranti, P., Mamone, G., Errico, M. E., Avolio, R., Castaldo, R., Cirillo, T., & Esposito, F. (2022). Valorization of coffee industry wastes: comprehensive physicochemical characterization of coffee silverskin and multipurpose recycling applications. *Journal of cleaner production*, 370, 133520.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133520>
- Noriega Salazar, A., Silva Acuña, R., & García De Salcedo, M. (2009). Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal. *Zootecnia tropical*, 27(2), 135-141.
- Pacas, J. A. (2016, febrero 24). Coffee science: how can we identify & improve cherry ripeness? *Perfect daily grind*. <https://perfectdailygrind.com/2016/02/coffee-science-how-can-we-identify-improve-cherry-ripeness/>
- Puertas-Mejía, M. A., Rivera-Echeverry, F., Villegas-Guzmán, P., Rojano, B. A., & Pelaez-Jaramillo, C. (2012). Comparación entre el estado de maduración del fruto de café (coffee arabica l.), el contenido de antocianinas y su capacidad antioxidante. *Revista cubana de plantas medicinales*, 17(4), 360-367.
- Ramos, P. J. R., Sanz, J. R. S., & Oliveros, C. E. O. (2010). Identificación y clasificación de frutos de café en tiempo real, a través de la medición de color. *Cenicafé*, 315-326.
- Ramos-Hernández, R., Sánchez-Ramírez, C., Mota-López, D. R., Sandoval-Salas, F., & García-Alcaraz, J. L. (2021). Evaluation of bioenergy potential from coffee pulp trough system dynamics. *Renewable energy*, 165, 863-877.  
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.11.040>
- Rodríguez, N. (2013). *Producción de alcohol a partir de la pulpa de café*. 64, 78-93.
- Santos Da Silveira, J., Durand, N., Lacour, S., Belleville, M.-P., Perez, A., Loiseau, G., & Dornier, M. (2019). Solid-state fermentation as a sustainable method for coffee pulp treatment and production of an extract rich in chlorogenic acids. *Food and bioproducts processing*, 115, 175-184.

- Serna, J., Martínez Cortínez, K., & Hernández Sandoval, M. C. (2018). Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos. *Revista ion, investigación, optimización y nuevos procesos en ingeniería*, 31(1), 37-42. <https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018006>
- Torres-Valenzuela, L. S., Ballesteros-Gómez, A., & Rubio, S. (2020). Supramolecular solvent extraction of bioactives from coffee cherry pulp. *Journal of food engineering*, 278, 109933. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.109933>
- Villeda, M. A. V. (2014). *Rango ideal de concentración de sólidos solubles durante la maduración del café y su influencia sobre la calidad de taza.*

## ANEXOS

### Anexo 1. Datos de la evaluación fisicoquímica

**Tabla 1**

*Valores de pH de la pulpa de tres variedades de café*

Variedad	pH	Promedio	Desv. Estándar
<b>Nacional</b>	4.81	4.88	0.054
	4.90		
	4.94		
<b>Catimor</b>	4.92	4.96	0.033
	4.97		
	5.00		
<b>Caturra</b>	5.11	5.12	0.008
	5.13		
	5.12		

**Tabla 2**

*Valores de acidez titulable (%) de la pulpa de tres variedades de café*

Variedad	Volumen de NaOH gastado (mL)	N	Peq (g)	W (mg)	%	Promedio	Desv. estándar
<b>Nacional</b>	2	0.1	67	2000	0.67	0.61	0.079
	2	0.1	67	2000	0.67		
	1.5	0.1	67	2000	0.50		
<b>Catimor</b>	1.8	0.1	67	2000	0.60	0.59	0.016
	1.8	0.1	67	2000	0.60		
	1.7	0.1	67	2000	0.57		
<b>Caturra</b>	1.7	0.1	67	2000	0.57	0.58	0.016
	1.7	0.1	67	2000	0.57		
	1.8	0.1	67	2000	0.60		

**Tabla 3**

*Valores de la concentración de sólidos solubles (°Brix) de la pulpa de tres variedades de café*

<b>Variedad</b>	<b>Sólidos solubles totales (°Brix)</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desv. Estándar</b>
Nacional	12.5	12.17	0.850
	13		
	11		
Catimor	11	11.50	0.408
	11.5		
	12		
Caturra	11	12.00	0.816
	13		
	12		

**Tabla 4**

*Valores de humedad (%) de la pulpa de tres variedades de café*

<b>Variedad</b>	<b>W1</b>	<b>W2</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Humedad promedio (%)</b>	<b>Desv. Estándar</b>
Nacional	5.537	1.218	78.00	77.57	0.601
	5.756	1.340	76.72		
	5.138	1.131	77.99		
Catimor	5.072	1.044	79.42	79.69	0.351
	5.587	1.107	80.19		
	5.051	1.037	79.47		
Caturra	5.441	1.159	78.70	78.31	0.333
	5.372	1.188	77.89		
	5.265	1.140	78.35		

**Tabla 5***Valores de proteína (g de proteínas/100g de pulpa) de la pulpa de tres variedades de café*

<b>Variedad</b>	<b>Gasto de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>Equivalentes de N=Equivalentes de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>Nitrógeno (g)</b>	<b>g N/100g</b>	<b>g proteína/100 g</b>	<b>Prom.</b>	<b>Desv. Estándar</b>
<b>Nacional</b>	2.92	0.00073	0.01022	1.02	6.39	6.53	0.126
	3.02	0.000755	0.01057	1.06	6.61		
	3.02	0.000755	0.01057	1.06	6.61		
<b>Catimor</b>	2.78	0.000695	0.00973	0.97	6.08	6.03	0.070
	2.72	0.00068	0.00952	0.95	5.95		
	2.77	0.0006925	0.009695	0.97	6.06		
<b>Caturra</b>	2.88	0.00072	0.01008	1.01	6.30	6.23	0.079
	2.81	0.0007025	0.009835	0.98	6.15		
	2.86	0.000715	0.01001	1.00	6.26		

**Tabla 6***Valores de la concentración de grasa (%) de la pulpa de tres variedades de café*

<b>Variedad</b>	<b>Peso de muestra (g)</b>	<b>Peso de balón + extracto (g)</b>	<b>Peso de balón vacío (g)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desv. Estándar</b>
<b>Nacional</b>	5	126.622	126.512	2.2	2.74	0.722
	5	123.614	123.501	2.26		
	5	131.291	131.103	3.76		
<b>Catimor</b>	5	126.623	126.513	2.2	2.07	0.093
	5	123.614	123.515	1.98		
	5	131.290	131.188	2.04		
<b>Caturra</b>	5	126.626	126.524	2.04	2.04	0.016
	5	123.619	123.516	2.06		
	5	131.297	131.196	2.02		

**Tabla 7***Valores de la concentración de fibra bruta de la pulpa de tres variedades de café*

<b>Variedad</b>	<b>Peso de bolsa (g)</b>	<b>Peso de bolsa + muestra (g)</b>	<b>Peso de crisol-bolsa-extracto (g)</b>	<b>Peso del crisol-cenizas (g)</b>	<b>Fibra (%)</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desv. Estándar</b>
	0.544	1.485	22.047	21.491	37.44		
<b>Nacional</b>	0.571	1.467	22.192	21.610	39.67	38.68	0.927
	0.558	1.462	21.931	21.362	38.92		
	0.571	1.512	21.167	20.591	38.10		
<b>Catimor</b>	0.568	1.496	21.960	21.411	36.70	37.56	0.613
	0.553	1.476	14.062	13.503	37.87		
	0.566	1.480	21.683	21.189	33.38		
<b>Caturra</b>	0.544	1.463	22.392	21.837	37.94	36.50	2.211
	0.546	1.461	21.668	21.110	38.19		

**Tabla 8***Valores de la concentración de ceniza (%) de la pulpa de tres variedades de café*

<b>Variedad</b>	<b>Peso de capsula (g)</b>	<b>W2</b>	<b>Peso de capsula+cenizas (g)</b>	<b>Peso de capsula +muestra (g)</b>	<b>Fibra (%)</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desv. Estándar</b>
	21.836	2.001	21.977	23.837	7.05		
<b>Nacional</b>	21.490	2.002	21.635	23.492	7.24	7.09	0.108
	21.362	2.003	21.502	23.365	6.99		
	20.791	1.999	20.941	22.790	7.50		
<b>Catimor</b>	21.105	2.001	21.243	23.106	6.90	6.98	0.394
	21.611	2.000	21.742	23.611	6.55		
	13.502	2.001	13.648	15.503	7.30		
<b>Caturra</b>	20.593	2.004	20.735	22.597	7.09	7.24	0.111
	21.111	2.003	21.258	23.114	7.34		

**Tabla 9**

*Valores de densidad (g/mL) de la pulpa de tres variedades de café*

<b>Variedades</b>	<b>Densidad (g/mL)</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desv. Estándar</b>
	0.64		
<b>Nacional</b>	0.63	0.64	0.012
	0.66		
	0.6		
<b>Catimor</b>	0.58	0.59	0.009
	0.60		
	0.65		
<b>Caturra</b>	0.64	0.65	0.005
	0.65		

**Tabla 10**

*Valores de la concentración de Vitamina C (mg ácido ascórbico/100 mL zumo) de la pulpa de tres variedades de café*

<b>Variedades</b>	<b>V</b>	<b>Vitamina C</b>		
		<b>(mg ácido ascórbico/100 mL zumo)</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desv. Estándar</b>
	0.2	1.315		
<b>Nacional</b>	0.18	1.1835	1.27	0.062
	0.2	1.315		
	0.15	0.98625		
<b>Catimor</b>	0.15	0.98625	1.05	0.093
	0.18	1.1835		
	0.2	1.315		
<b>Caturra</b>	0.18	1.1835	1.23	0.062
	0.18	1.1835		

**Tabla 11**

*Valores de la actividad antioxidante (%) de la pulpa de tres variedades de café*

<b>Variedades</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>Actividad antioxidante (%)</b>	<b>Promedio</b>	<b>desviación estándar</b>
<b>Nacional</b>	0.542	0.026	41.208	46.98	4.187
	0.467	0.017	48.728		
	0.447	0.017	51.006		
<b>Catimor</b>	0.538	0.003	39.043	41.06	2.687
	0.490	0.006	44.854		
	0.536	0.003	39.271		
<b>Caturra</b>	0.365	0.002	58.640	53.67	3.520
	0.433	0.003	51.006		
	0.430	0.003	51.348		



## Anexo 2. Análisis estadístico

### a) Densidad

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de densidad de las tres variedades de café?

*Hipótesis Nula*= El promedio de densidad en los tres grupos es igual, con 95% de confiabilidad

*Hipótesis alterna*=En al menos un grupo el promedio de densidad es distinto con 95% de confiabilidad

### Análisis de varianza de un factor

#### Resumen

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	3	1.93	0.64333333	0.0002333
Columna 2	3	1.78	0.59333333	0.0001333
Columna 3	3	1.94	0.64666666	3.3333E-05

#### Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.00535556	2	0.00267777	20.08	0.0022	5.143252
Dentro de los grupos	0.0008	6	0.00013333			
Total	0.00615556	8				

Decisión: Se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$

#### Prueba de Tuckey

	0.028933
HSD=	33
Multiplicador=	4.34
	0.000133
Mse=	33
N=	3

	A	B	C
A		0.05	0.00
B			-0.05
C			

Resultado: Si existe diferencia estadísticamente significativa, entre A - B y B-C

### b) Grasa

Análisis de varianza de un factor

#### Resumen

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	3	8.22	2.74	0.7812
Columna 2	3	6.22	2.07333333	0.01293333
Columna 3	3	6.12	2.04	0.0004

#### Análisis de varianza

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.93555556	2	0.46777778	1.766	0.249	5.14325285
Dentro de los grupos	1.58906667	6	0.26484444			
Total	2.52462222	8				

Decisión: Se acepta la hipótesis nula, es decir no existe diferencia significativa entre las tres variedades de café que se evaluó.

### c) Proteína

Análisis de varianza de un factor

#### Resumen

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	3	19.61	6.53666667	0.01613333
Columna 2	3	18.09	6.03	0.0049
Columna 3	3	18.71	6.23666667	0.00603333

#### Análisis de varianza

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.38942222	2	0.19471111	21.58	0.0018	5.14325285
Dentro de los grupos	0.05413333	6	0.00902222			
Total	0.44355556	8				

Decisión: Se rechaza Ho y se acepta Ha

#### Prueba de Tuckey

HSD=	0.23800488
Multiplicador=	4.34
Mse=	0.00902222
N=	3

	A	B	C
A		0.51	0.30
B			-0.21
C			

Resultado: Si existe diferencia estadísticamente significativa, entre A-B y A -C

#### d) Vitamina C

Análisis de varianza de un factor

##### Resumen

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	3	3.8135	1.27116667	0.00576408
Columna 2	3	3.156	1.052	0.01296919
Columna 3	3	3.682	1.22733333	0.00576408

##### Análisis de varianza

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.08069717	2	0.04034858	4.941	0.0539	5.143
Dentro de los grupos	0.04899471	6	0.00816578			
Total	0.12969188	8				

Decisión: Se acepta Ho

#### e) pH

Análisis de varianza de un factor

##### Resumen

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	3	14.65	4.88333333	0.00443333
Columna 2	3	14.89	4.96333333	0.00163333
Columna 3	3	15.36	5.12	1E-04

##### Análisis de varianza

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.08695556	2	0.04347778	21.15	0.0019	5.1432
Dentro de los grupos	0.01233333	6	0.00205556			
Total	0.09928889	8				

Decisión: Se rechaza Ho y se acepta Ha

Prueba de Tuckey

HSD= 0.11360402  
 Multiplicador= 4.34  
 Mse= 0.00205556  
 N= 3

	A	B	C
A		-0.08	-0.24
B			-0.16
C			

Resultado: Si existe diferencia estadísticamente significativa, entre A -C y B-C

**f) Humedad**

Análisis de varianza de un factor

Resumen

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	3	232.71	77.57	0.5419
Columna 2	3	239.08	79.6933333	0.18563333
Columna 3	3	234.94	78.3133333	0.16503333

Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	6.96548889	2	3.48274444	11.705	0.0084	5.1432528
Dentro de los grupos	1.78513333	6	0.29752222			
Total	8.75062222	8				

Decisión: Se rechaza Ho y se acepta Ha

Prueba de Tuckey

HSD= 1.36674913  
 Multiplicador  
 = 4.34  
 Mse= 0.29752222  
 N= 3

	A	B	C
A		-2.12	-0.74
B			1.38
C			

Resultado: Si existe diferencia estadísticamente significativa, entre A - B y B - C

### g) Acidez titulable

Análisis de varianza de un factor

Resumen

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
			0.6133333	0.009633
Columna 1	3	1.84	0.6133333	0.009633
Columna 2	3	1.77	0.59	0.0003
Columna 3	3	1.74	0.58	0.0003

Análisis de varianza

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.0017555	2	0.0008778	0.257329	0.78123	5.143252
Dentro de los grupos	0.0204666	6	0.0034111			
Total	0.0222222	8				

Respuesta: Se acepta la Ho

## h) Fibra

Análisis de varianza de un factor

### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	3	116.03	38.6766667	1.2876333
Columna 2	3	112.67	37.5566667	0.5636333
Columna 3	3	109.51	36.5033333	7.3320333

### Análisis de varianza

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	7.087289	2	3.543644	1.157637	0.37568501	5.143252
Dentro de los grupos	18.3666	6	3.0611			
Total	25.453888	8				

Respuesta: Se acepta la Ho

## i) Ceniza

Análisis de varianza de un factor

### Resumen

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	3	21.28	7.09333333	0.01703333
Columna 2	3	20.95	6.98333333	0.23083333
Columna 3	3	21.73	7.24333333	0.01803333

### Análisis de varianza

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.1022	2	0.0511	0.57653253	0.59017013	5.1432528
Dentro de los grupos	0.5318	6	0.08863333			
Total	0.634	8				

Respuesta: Se acepta la Ho

## j) Sólidos totales

Análisis de varianza de un factor

R

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	3	36.5	12.1666667	1.08333333
Columna 2	3	34.5	11.5	0.25
Columna 3	3	36	12	1

Análisis de varianza

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.72222222	2	0.36111111	0.46428571	0.64941551	5.14325285
Dentro de los grupos	4.66666667	6	0.77777778			
Total	5.38888889	8				

Respuesta: Se acepta la Ho

## k) Actividad antioxidante

Análisis de varianza de un factor

Resumen

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	3	140.942	46.9806667	26.2900813
Columna 2	3	123.168	41.056	10.831599
Columna 3	3	160.994	53.6646667	18.5946973

Análisis de varianza

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	238.756006	2	119.378003	6.4278049	0.0322204	5.14325285
Dentro de los grupos	111.432755	6	18.5721259	7	8	
Total	350.188762	8				

Decisión: Se rechaza Ho y se acepta Ha

Prueba de Tuckey



HSD= 10.7984  
 125  
 Multiplicador= 4.34  
 18.5721  
 Mse= 259  
 N= 3

	A	B	C
A		5.92	-6.68
B			-12.61
C			

Resultado: Si existe diferencia estadísticamente significativa, entre B - C

### Anexo 3. Fotografías

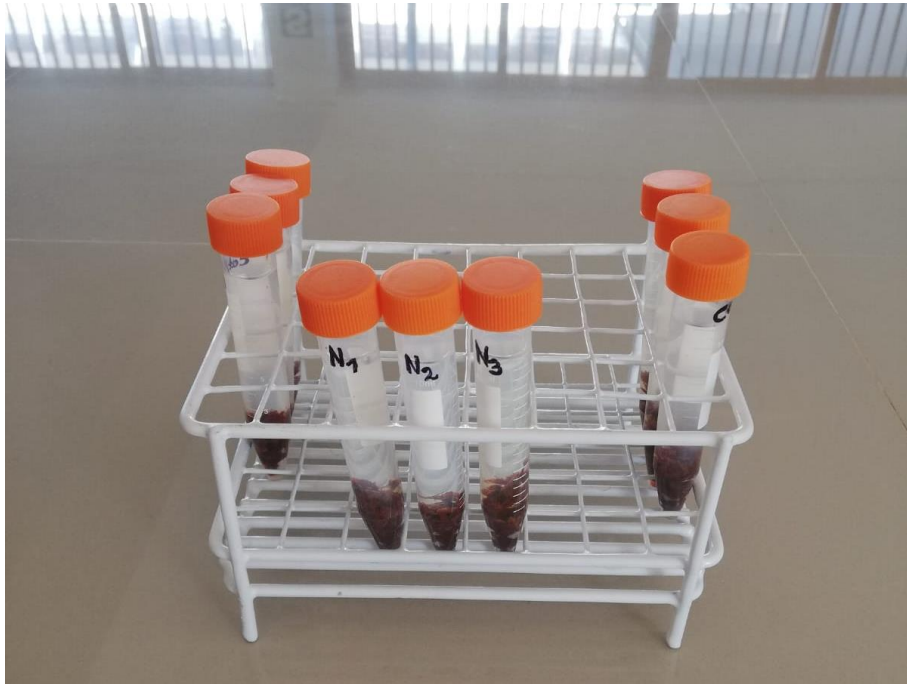
**Fotografía 1.** *Selección de la materia prima*



**Fotografía 2.** *Materia prima, café fresco*



**Fotografía 3** *Preparación de muestras para análisis*



**Fotografía 3.** *Muestras después del secado*



**Fotografía 4. Determinación de fibra**



**Fotografía 5. MUESTRAS PARA SER ANALIZADAS**



**Fotografía 6.** *Muestras para ser almacenadas para su posterior análisis*



**Fotografía 7.** *Determinación de Cenizas*



**Fotografía 8. Determinación de proteínas**



**Fotografía 9. Determinación de densidad**



**Fotografía 10.** *Determinación de Grasa*



**Fotografía 11.** *Determinación de solidos solubles*

