



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**ELABORACIÓN DE UN COMPRIMIDO INSTANTÁNEO  
DE CAFÉ (*Coffea arabica*) SOLUBLE EN AGUA, PARA  
EL CONSUMO HUMANO**  
**TRABAJO INVESTIGATIVO – EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la  
obtención del título de  
**INGENIERA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**AUTORA**

**CRUZ SANCÁN ERICKA GUISELLA**

**TUTOR**

**Ph.D. BORODULINA TAMARA**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2021**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, **BORODULINA TAMARA**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **ELABORACIÓN DE UN COMPRIMIDO INSTANTÁNEO DE CAFÉ (*Coffea arabica*) SOLUBLE EN AGUA, PARA EL CONSUMO HUMANO**, realizado por la estudiante **CRUZ SANCÁN ERICKA GUISELLA**; con cédula de identidad N° **095332552-9** de la carrera **INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**, Unidad Académica **Guayaquil**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Dra. Tamara Borodulina, M.Sc.  
Docente

Guayaquil, 19 de noviembre del 2021



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “**ELABORACIÓN DE UN COMPRIMIDO INSTANTÁNEO DE CAFÉ (*Coffea arabica*) SOLUBLE EN AGUA, PARA EL CONSUMO HUMANO**”, realizado por la estudiante **CRUZ SANCÁN ERICKA GUISELLA**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

Ing. Daniel Borbor Suárez  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Ahmed El Salous  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Ing. Luis Zúñiga Moreno  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Dra. Tamara Borodulina  
**EXAMINADOR SUPLENTE**

Guayaquil, 17 de septiembre del 2021

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo aquellos que creyeron en mí, brindándome apoyo incondicional durante todo el trayecto universitario, a todas las personas que se esfuerzan arduamente para cumplir sus metas deseadas, a mi entorno familiar por tanto sacrificio y esfuerzo, han sabido comprenderme y no han dudado de mi capacidad.

A mis compañeros y amigos cercanos quienes me han impartido conocimiento, anécdotas y consejos de superación para seguir adelante.

A cada uno de ellos le retribuyo su apoyo por ser parte de este efecto llamado felicidad por el objetivo alcanzado.

## **Agradecimiento**

Agradezco totalmente a Dios por la vida que me ha dado y la fortaleza que me ha brindado para terminar este proyecto, y a todas las personas que Él ha puesto en mi camino.

A la universidad la cual me ha otorgado conocimiento mediante sus formadores académicos, a mi tutor de tesis, por cada palabra de apoyo, paciencia y crecimiento durante todo este proceso.

A mis padres, hermanas y a la mejor amiga del mundo, por el apoyo incondicional, confianza y cariño insuperable en mi vida.

Gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral de cada una de las personas que compartimos en todo el periodo universitario.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo, CRUZ SANCÁN ERICKA GUISELLA, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre "ELABORACIÓN DE UN COMPRIMIDO INSTANTÁNEO DE CAFÉ (*Coffea arabica*) SOLUBLE EN AGUA, PARA EL CONSUMO HUMANO" para optar el título de INGENIERA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autora me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y, demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, noviembre 19 de 2021

CRUZ SANCÁN ERICKA GUISELLA

**C.I.** 095332552-9

## Índice general

PORTADA .....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	3
Dedicatoria .....	4
Agradecimiento .....	5
Autorización de Autoría Intelectual .....	6
Índice general.....	7
Índice de tablas .....	13
Índice de figuras .....	14
Resumen.....	16
Abstract .....	17
1. Introducción .....	18
1.1 Antecedentes del problema.....	18
1.2 Planteamiento y formulación del problema .....	19
1.2.1 Planteamiento del problema .....	19
1.2.2 Formulación del problema .....	20
1.3 Justificación de la investigación.....	20
1.4 Delimitación de la investigación .....	21
1.5 Objetivo general .....	22
1.6 Objetivos específicos .....	22
1.7 Hipótesis.....	23
2. Marco teórico .....	24

<b>2.1 Estado del arte .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2 Bases teóricas.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.1 La Historia del café.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.2 Nomenclatura taxonómica del café .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.3 Caracterización morfológica del café.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.3.1. Raíz.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.3.2. Tallo y ramas.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.3.3. Hojas .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.3.4. Flores .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.3.5. Fruto .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.3.6. Semillas.....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.4 Composición nutricional del café.....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.5. Tecnología de procesamiento del café .....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.5.1. Procesamiento en seco.....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.5.2. Procesamiento en húmedo.....</b>	<b>33</b>
<b>2.2.6 Mercado del café.....</b>	<b>35</b>
<b>2.2.7 Cafeína .....</b>	<b>36</b>
<b>2.2.7.1. Beneficios de la cafeína .....</b>	<b>36</b>
<b>2.2.8 Calidad del café .....</b>	<b>36</b>
<b>2.2.9 Principales plagas del café .....</b>	<b>37</b>
<b>2.2.9.1. Hongos.....</b>	<b>37</b>
<b>2.2.9.1.1. Mancha de hierro (Cercospora coffeicola) .....</b>	<b>37</b>

2.2.9.1.2. <i>Roya del café (Hemielia vastatrix)</i> .....	37
2.2.9.1.3. <i>Ojo de gallo (Mycena citricolor)</i> .....	38
2.2.9.1.4. <i>Mal del talluelo (Rhizoctonia solani)</i> .....	38
2.2.9.1.5. <i>Antracnosis (Colletotrichum sp.)</i> .....	38
2.2.9.2. <i>Insectos</i> .....	39
2.2.9.2.1. <i>La broca del café (Hypothenemus hampei Ferr.)</i> .....	39
2.2.9.2.2. <i>Minador de la hoja (Leucoptera coffeella Guer.)</i> .....	39
2.2.9.2.3. <i>Cochinillas de la raíz Dysmicoccus cryptus (Hempel)</i> ..	39
2.2.9.2.4. <i>Nematodos (Meloidogyne sp., Pratylenchus coffea, Rotylenchulus sp)</i> .....	40
2.2.10 <i>Café soluble</i> .....	40
2.2.11 <i>Comprimidos</i> .....	40
2.2.11.1. <i>Comprimidos dispersables</i> .....	41
2.2.12 <i>Excipientes</i> .....	41
2.2.12.1. <i>Croscarmelosa sódica</i> .....	41
2.3 <i>Marco legal</i> .....	41
2.3.1 <i>Ley orgánica de consumo, nutrición y salud alimentaria, 2013.</i>	41
2.3.2 <i>Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria. (LORSA, 2010).</i> .....	42
2.2.3 <i>Normativa INEN 1122: 2013</i> .....	43
3. <i>Materiales y métodos</i> .....	44
3.1 <i>Enfoque de la investigación</i> .....	44

	10
3.1.1 Tipo de investigación .....	44
3.1.2 Diseño de investigación.....	44
3.2 Metodología.....	44
3.2.1 Variables .....	44
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i> .....	44
3.2.1.2. <i>Variable dependiente</i> .....	44
3.2.2 Tratamientos .....	45
3.2.3 Diseño experimental.....	45
3.2.4 Recolección de datos.....	46
3.2.4.1. <i>Recursos</i> .....	46
3.2.4.2. <i>Diagrama de flujo comprimido a base de café</i> .....	47
3.2.4.2.1. <i>Descripción del diagrama de flujo</i> .....	48
3.2.4.3. <i>Métodos y técnicas</i> .....	49
3.2.4.3.1. <i>Pérdida de masa a 70 °C (NTE INEN 3726)</i> .....	49
3.2.4.3.2. <i>Determinación de cenizas totales (NTE INEN 1117:2013)</i> .....	49
3.2.4.3.3. <i>Determinación de cafeína. (NTE INEN 1112:2013)</i> .....	51
3.2.4.3.4. <i>Determinación de solubilidad (Grumezescu y Holban, 2019)</i> .....	52
3.2.5 Análisis estadístico .....	53
4. Resultados.....	54

4.1 Diseño del proceso de compresión en la elaboración de comprimidos de café ( <i>Coffea arabica</i> ), demostrando una alternativa más efectiva e instantánea .....	54
4.2 Realización de panel sensorial y determinación de solubilidad en la bebida para seleccionar el tratamiento con mayor aceptabilidad .....	55
4.2.1 Evaluación sensorial de color .....	55
4.2.2 Evaluación sensorial de aroma .....	56
4.2.3 Evaluación sensorial de sabor .....	57
4.2.4 Evaluación sensorial de apariencia .....	58
4.2.5 Evaluación sensorial de aceptación general.....	59
4.2.6 Determinación de solubilidad .....	60
4.3 Análisis de características físicas y químicas como pérdida de masa a 70°C, cenizas totales y cafeína en base seca, según la norma NTE INEN 1122:2013 al producto que obtenga la mayor aceptabilidad .....	61
5. Discusión .....	62
6. Conclusiones .....	64
7. Recomendaciones .....	66
8. Bibliografía .....	67
9. Anexos.....	74
9.1 Anexo 1 Norma Técnica Ecuatoriana 1122:2013 .....	74
9.2 Anexo 2. Formulario de evaluación sensorial .....	84
9.3 Anexo 3. Ingredientes mezclados previo a la compresión .....	85
9.4 Anexo 4. Etapa de compresión de los tratamientos planteados...	85

<b>9.5 Anexo 5. Producto final - Comprimidos de café (tratamiento 1) ...</b>	<b>86</b>
<b>9.6 Anexo 6. Producto final - Comprimidos de café (tratamiento 2) ...</b>	<b>86</b>
<b>9.7 Anexo 7. Producto final - Comprimidos de café (tratamiento 3) ...</b>	<b>87</b>
<b>9.8 Anexo 8. Resultados de ANOVA y prueba de Tukey de parámetro color .....</b>	<b>87</b>
<b>9.9 Anexo 9. Resultados de ANOVA y prueba de Tukey de parámetro aroma .....</b>	<b>88</b>
<b>9.10 Anexo 10. Resultados de ANOVA y prueba de Tukey de parámetro sabor .....</b>	<b>88</b>
<b>9.11 Anexo 11. Resultados de ANOVA y prueba de Tukey de parámetro textura .....</b>	<b>89</b>
<b>9.12 Anexo 12. Resultados de ANOVA y prueba de Tukey de parámetro aceptación general .....</b>	<b>89</b>
<b>9.13 Evaluación sensorial de los 3 tratamientos de comprimidos de café .....</b>	<b>90</b>
<b>9.14 Anexo 14. Prueba de solubilidad .....</b>	<b>90</b>
<b>9.15 Anexo 15. Tratamiento T1 obtuvo la más alta solubilidad .....</b>	<b>91</b>
<b>9.16 Anexo 16. Resultados de análisis fisicoquímicos del tratamiento T1 .....</b>	<b>92</b>

### Índice de tablas

Tabla 1. Nomenclatura taxonómica del café .....	27
Tabla 2. Componentes químicos en granos de café .....	30
Tabla 3. Composición nutricional del café .....	32
Tabla 4. Requisitos físicos y químicos de café soluble .....	43
Tabla 5. Formulaciones de los comprimidos .....	45
Tabla 6. Análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor.....	53
Tabla 7. Análisis de varianza del parámetro color .....	56
Tabla 8. Análisis de varianza del parámetro aroma.....	57
Tabla 9. Análisis de varianza del parámetro sabor .....	58
Tabla 10. Análisis de varianza del parámetro apariencia .....	59
Tabla 11. Análisis de varianza del parámetro aceptación general .....	60
Tabla 12. Resultados de la prueba de solubilidad .....	61
Tabla 13. Resultados fisicoquímicos de tratamiento T1 .....	61

## Índice de figuras

Figura 1 Diagrama de flujo elaboración del comprimido a base de café.....	47
Figura 2. Norma INEN 1122:2013. Pág. 1.....	74
Figura 3. Norma INEN 1122:2013. Pág. 2.....	74
Figura 4. Norma INEN 1122:2013. Pág. 3.....	75
Figura 5. Norma INEN 1122:2013. Pág. 4.....	77
Figura 6. Norma INEN 1122:2013. Pág. 5.....	77
Figura 7. Norma INEN 1122:2013. Pág. 6.....	78
Figura 8. Norma INEN 1122:2013. Pág. 7.....	79
Figura 9. Norma INEN 1122:2013. Pág. 8.....	80
Figura 10. Norma INEN 1122:2013. Pág. 9.....	81
Figura 11. Norma INEN 1122:2013. Pág. 10.....	83
Figura 12. Formulario de evaluación sensorial.....	83
Figura 13. Mezcla de componentes de los comprimidos de café.....	85
Figura 14. Compresión de los tratamientos.....	85
Figura 15. Tratamiento 1 de comprimidos de café.....	86
Figura 16. Tratamiento 2 de comprimidos de café.....	86
Figura 17. Tratamiento T3 de comprimidos de café.....	87
Figura 18. ANOVA y prueba de Tukey del parámetro color.....	87
Figura 19. ANOVA y prueba de Tukey del parámetro aroma.....	88
Figura 20. ANOVA y prueba de Tukey del parámetro sabor.....	88
Figura 21. ANOVA y prueba de Tukey del parámetro textura.....	89
Figura 22. ANOVA y prueba de Tukey del parámetro aceptación general.....	89
Figura 23. Evaluación sensorial de los tratamientos.....	90
Figura 24. Prueba de solubilidad de los comprimidos.....	90

Figura 25. Prueba de solubilidad de los comprimidos .....	91
Figura 26. Resultados de análisis fisicoquímicos .....	91

## Resumen

Se desarrollaron tres tratamientos de comprimidos de café soluble de variedad arábica (*Coffea arabica*). Los ingredientes: contenido de café, stevia y esencia de vainilla fueron manipulados para obtener tres formulaciones. El proceso de elaboración de los comprimidos involucró la recepción, tostado de los granos (193 °C - 213 °C durante 15-20 min), molienda, tamizado (250 µm de tamaño de partícula), extracción mediante agua caliente (170 °C), clarificación, concentración o evaporación (190 - 200 °C), pesado, mezclado, prensado o compresión, empaçado en funda de polipropileno y selladas al vacío. Los 3 tratamientos fueron evaluados en 5 parámetros organolépticos: Color, aroma, sabor, apariencia y aceptación general, empleando un panel sensorial compuesto por 30 panelistas no entrenados usando una escala hedónica de 5 niveles, además se determinó la solubilidad. Los datos fueron tabulados empleando ANOVA y prueba de Tukey al 95 % de confianza, destacando la formulación T1 como el producto con mayor aceptación sensorial y buena solubilidad alcanzando una completa disolución en un tiempo inferior a 35 segundos. Los requisitos fisicoquímicos de T1 fueron: 2,25 g de cafeína (base seca), 11,79 g de cenizas y 3,77 g de pérdida de masa (a 70 °C), estos valores están en concordancia con lo exigido por la norma NTE INEN 1122:2103 que se empleó como referencia.

Palabras clave: Cafeína, *Coffea arabica*, comprimidos, solubilidad, stevia.

### Abstract

Three treatments of soluble coffee tablets of the Arabica variety (*Coffea arabica*) were developed. The ingredients: coffee content, stevia and vanilla essence were manipulated to obtain three formulations. The tablet-making process involved receiving, roasting the beans (193 °C - 213 °C for 15 - 20 min), grinding, sieving (250 µm in particle size), extraction with hot water (170 °C), clarification, concentration or evaporation (190 - 200 °C), weighed, mixed, pressed or compression, packed in polypropylene bags and vacuum sealed. The 3 treatments were evaluated on 5 organoleptic parameters: Color, aroma, flavor, appearance and general acceptance, using a sensory panel composed of 30 untrained panelists using a 5-level hedonic scale, and solubility was also determined. The data were tabulated using ANOVA and Tukey's test at 95% confidence, highlighting the T1 formulation as the product with the highest sensory acceptance and good solubility, reaching a complete dissolution in a time less than 35 sec. The physicochemical requirements of T1 were: 2.25 g of caffeine (dry basis), 11.79 g of ash and 3.77 g of mass loss (at 70 °C), these values are in accordance with that required by the NTE INEN 1122:2103 standard that was used as a reference.

Keywords: Caffeine, *Coffea arabica*, tablets, solubility, stevia.

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes del problema

El cultivo de café representa gran valor social, económico y ecológico en diversas provincias del Ecuador, la mayor parte de familias y productores, aprovechan dicho grano como fuente sostenible de trabajo, actividades de comercio, agroindustria artesanal, industria cafetera, transporte y exportación. Utilizando la diversidad del ecosistema que existe en el país su rendimiento se extiende en todas las regiones incluyendo a la peninsular Galápagos; existen dos tipos de producción de café, el robusta, proveniente de un arbusto resistente, su cultivo se da en diferentes terrenos, a 600 metros al nivel de mar y tiene un tercio de la producción mundial en el mercado. No obstante, el café arábigo, originario del sur de Etiopía, figura alrededor de dos tercios de la producción mundial de café y es cultivada principalmente en el Centro y Sudamérica, a pesar de ser una planta más delicada su aprovechamiento es mayor debido a su alta concentración de sabores y aromas, además de poseer propiedades estimulantes de forma natural (Sánchez, Bueno y Jara, 2018).

Las principales provincias con más explotación de este cultivo, en la variedad arábica, son Manabí y Loja, ubicadas respectivamente en la Costa y Sierra del Ecuador, demostrando que este grano es la principal representación de calidad, siendo el más valorado a nivel exportación. La cosecha se la hace a mano y a costos bajos, lo cual favorece sobre los competidores globales. Cabe recalcar, que en la actualidad hay competencia masiva entre el sector comercial y de servicio por la creación de productos o bienes innovadores de uso práctico para el consumidor; entre estos se encuentra el café. No obstante, la industria cafetera demuestra los diversos valores agregados a esta materia prima entre ellos el

café soluble el cual se obtiene por diferentes procesos, lo cual tiene mayor demanda, pero su preparación no es de manera instantánea, ya que con lleva a varios pasos para hacerla bebible (Trujillo, González y Barradas, 2014).

El comprimido de café será una alternativa nueva, obtenida mediante un proceso de compresión con el fin de compactar la materia prima, el café, y demás ingredientes para su obtención; generalmente los comprimidos son sólidos y administrados por vía oral, con alta estabilidad física química y varían en tamaño y forma. Su importancia radica en las propiedades de solubilidad, estabilidad y la rapidez de disolución de los materiales y productos. De acuerdo a investigaciones, la demanda de café es elevada, siendo la provincia del Guayas una de tantas provincias que lo consume, principalmente por personas en edad promedio de 18 a 50 años, en el trabajo, reuniones sociales o familiares (Villafuerte, 2011).

Por lo tanto, el presente trabajo tuvo como objeto mostrar una nueva alternativa instantánea para el café, presentando un producto innovador y disminuir el tiempo en preparar dicha bebida, mediante una pastilla comprimida soluble en agua, supliendo las necesidades y grados de preferencia del consumidor hacia el producto, esto aumentará el valor agregado beneficiando tanto al productor como al país.

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

En Ecuador, existen ciertas épocas que desfavorecen la producción del café, el cual se ve afectada por factores ambientales, presencia de plagas, enfermedades y un grano deficiente; obteniendo como resultados la reducción de los cultivos cafetales y pérdidas económicas para los productores, todas estas

situaciones adversas hacen que la calidad del café descienda. Actualmente el sector cafetero ha tomado medidas para mejorar y promover la productividad, calidad y competitividad; mediante la obtención de material genético aprobado, el uso de tecnologías, capacitación técnica y personal, componentes que han enmendado la calidad e inocuidad y producción del cultivo (Vaca, Suárez y Velázquez, 2016).

El café es un producto esencial y primordial en el sector agropecuario por el potencial de ingresos, alcanzando divisas superiores asociadas a su exportación evidenciando las 5,283 ton de café en grano en el año 2016; desglosando los siguientes porcentajes que constituyeron las dos especies más producidas; el 63 % de la producción nacional de café fue establecido por la especie Arábigo, mientras que el 37 % sobrante lo produjo la especie Robusta. Así mismo, se demostró que el 85 % de los agricultores cultivan café Arábigo, y el 15 % restante en café Robusta (Asociación Nacional de Exportadores de Café [ANECAFE], 2017).

El café procesado se encuentra en diversas presentaciones, siendo los más comunes envases de vidrio y en sobres; por eso en este proyecto intentamos demostrar un producto comprimido en forma de tableta, de fácil preparación que se ajusta a la necesidad del consumidor.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Qué efecto tendría la elaboración de un nuevo producto a base de café como innovación en el mercado nacional, para el consumo humano?

### **1.3 Justificación de la investigación**

La demanda de café crece y evoluciona de manera constante, de este se puede elaborar varios derivados, esta semilla actualmente se la ha potenciado

para no solo consumirlo como bebida, sino para crear e innovarlo, es decir disfrutarlo de diversas maneras. A pesar de que hay un sinnúmero de formas de prepararlo o acompañarlo, debido a la tradición o costumbre, se sirve y bebe caliente o frío. No obstante, al darle un valor agregado se lo utiliza en la industria de confitería, repostería, bebidas alcohólicas y medicamentos (Organización Internacional del café [OIC], 2019).

En el mercado se encuentra distintas marcas y variedades, de acuerdo a las diferentes preferencias de los consumidores. En la producción industrial los productos con mayor consumo son el café soluble y liofilizado siendo presentaciones que se puede disolver instantáneamente en agua caliente para ser consumido y además una necesidad económica, debido a sus cualidades y ventajas que ofrece, su consumo ha logrado una sorprendente difusión y un creciente éxito en diferentes mercados (Izquierdo y Del Salto, 2016).

Hoy en día se buscan programas de emprendimientos para el aprovechamiento de recursos, tecnología incluyendo el desarrollo personal, al emplear al grano de café como materia prima por su alta popularidad y consumo en la mayoría de las personas. Esta progresiva demanda en productos innovadores ha logrado conseguir otras maneras instantáneas de consumir café, llegando ahorrar tiempo, espacio e inclusive la fácil preparación y administración de este grano, al ser procesado mediante el método de compresión, obteniendo un comprimido compacto y soluble.

#### **1.4 Delimitación de la investigación**

Para la realización de este trabajo de investigación se cuenta con la siguiente información:

- **Espacio:** El siguiente proyecto se realizó en la planta piloto de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Agraria del Ecuador, campus Guayaquil. Mientras que los análisis se realizaron en laboratorios acreditados para dichos fines.
- **Tiempo:** El desarrollo del proyecto tomó aproximadamente 6 meses.
- **Población:** El producto está dirigido a personas adultas en edad promedio de 18 a 50 años; incluyendo a la población económicamente activa, sector doméstico, empresarial y comercial, facilitando y brindando un producto novedoso, innovador y de rápido consumo.

### 1.5 Objetivo general

Elaborar un comprimido instantáneo de café (*Coffea arabica*), soluble en agua, mediante el método de compresión, para el consumo humano.

### 1.6 Objetivos específicos

- Diseñar el proceso de compresión en la elaboración de comprimidos solubles de café (*Coffea arabica*), demostrando una alternativa más efectiva e instantánea.
- Realizar un panel sensorial y determinación de solubilidad en la bebida, adicional seleccionar el tratamiento con mayor aceptabilidad para los respectivos análisis.
- Analizar las características físicas y químicas como pérdida de masa a 70 °C, cenizas totales y cafeína en base seca, según la norma NTE INEN 1122:2013 al producto que obtenga la mayor aceptabilidad.

### **1.7 Hipótesis**

El comprimido a base de café (*Coffea arabica*), presentará propiedades organolépticas deseables y apetecibles para el consumidor, cumpliendo con los requisitos establecidos de la norma INEN 1122:2013.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Estado del arte

Como menciona Wuerges, Eloy, Caldeira y Benassi, (2020) en su estudio el proceso para la obtención de café instantáneo, realizaron de forma estándar procedimiento como granulación y extracción por filtración, en un lote de 30 kg de café. En la primera etapa iniciaron con el café más antiguo, introduciendo 180 °C de agua a presión y finalizando con las etapas se obtuvo el café recién cargado. Durante este proceso, los sólidos solubles aumentaron y la temperatura disminuyó; finalmente se extrajo café fresco a aproximadamente 100 °C, con mínimos daños térmicos, perseverando el aroma y sabor. Además, el secado de extractos se realizó mediante un proceso de liofilización, obteniendo aproximadamente 0,8 kg de café instantáneo.

Según la investigación de González, Suárez, Winkler y Ramírez, (2018) para determinar la concentración de cafeína, realizaron una extracción acuosa con  $1 \pm 0.001$  g de polvo café verde en una solución de 250 ml de agua añadiendo  $5 \pm 0.001$  g de óxido de magnesio, la mezcla se llevó a baño maría aproximadamente 20 min a 90 °C; posteriormente se filtró el extracto (filtro de jeringa 0.20  $\mu$ m). El contenido de cafeína se calculó por medio de estándar externo. Además, recalcan la presencia de ácido clorogénico 5-CQA, alrededor del 75 % de los ácidos clorogénicos totales en granos verde de café arábica, destacando su localización en las paredes celulares del grano y planta del café, compuestos que le brinda protección ante microorganismos, luz ultravioleta, daños físicos y daños por herbívoros.

Según Zambrano et al. (2018) en su estudio "Relación entre productividad y calidad integral del grano en selecciones avanzadas de café Robusta (C.

*canephora*) en Ecuador”. En las muestras determinaron humedad, densidad y tamaño de granos. Evaluaron los sólidos solubles de 10 g de café molido en 200 ml de agua, procediendo a colocar en un calentador-agitador por 15 min hasta ebullición, se centrifugó con 15 ml del extracto líquido durante 10 min. Así mismo, secaron alrededor de 3 h en una estufa, otra muestra de 10 ml, se deshidrató en un desecador en un tiempo de 5 a 10 min, pesaron y obtuvieron el rendimiento de café soluble “extracto seco”. Los porcentajes de cafeína, glucosa, fructosa y sacarosa se determinaron por HPLC.

Como menciona Ruiz, Riaño y Orozco, (2004) en su estudio de concentración de extractos de café tratados enzimáticamente en el cual proyecta mejores resultados para el café más soluble, cuando en esta se utilizan enzimas, ya que mejora el tiempo de solubilizar, en relación al pH resultó mayor en el producto atomizado, debido a la disminución parcial de ácidos volátiles a diferencia del liofilizado. Así mismo, se manifestó un aumento en la retención de aroma por la concentración de sólidos inicial, mayor rendimiento teniendo un producto con más peso al final, debido a su densidad, además de las variaciones del color que resultó ser más claro; todos estos aspectos se dieron en el proceso de atomizado.

Además de estos escenarios, Suárez, Gil y Penagos, (2019) establecen en su publicación “incorporación de un agente aglutinante en el proceso de granulación de un producto instantáneo de chocolate y su efecto sobre la resistencia mecánica”; determinaron diferentes variables como densidad, compactación y volumen de partícula, en cacao pulverizado durante el proceso de aglomeración, dando como resultados en las pruebas de presión que se efectuaron por 3 repeticiones tanto para la muestra instantánea con la mezcla de aglutinantes GX

(1 %)/GA (0.5 %), y la muestra patrón (sin aglutinante), manifestaron un comportamiento similar. Además, compararon las muestras que tuvieron mayor cantidad de granulación con las de menor fuerza de compactación; confirmando, que las anteriores mencionadas coinciden. Así mismo estudiaron el efecto de las variables de un proceso de aglomeración con vapor sobre el tamaño de partícula y otras características del producto granulado, el flujo de vapor y tamaño de partícula del pulverizado, todas estas características, presentaron dominio sobre el diámetro del producto, indicando que mientras mayor flujo de vapor se genera mayor diámetro de partículas.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 La Historia del café**

De acuerdo con Gotteland y De Pablo V, (2007); el café tuvo su origen en Etiopía, precisamente en el altiplano de Abisinia, de forma silvestre; para obtener la bebida de café, empezaron por un estudio total en la planta enfocándose más en el fruto; descubriendo que, al colocar el grano de café al fuego, este se tostaba llegando adquirir un agradable aroma y posteriormente realizaron dicha bebida. Por consiguiente, la llegada del café a Europa fue en el siglo XVII, precisamente entre los años 1600 y 1700, expandiéndose en distintos países, llegando a introducir este cultivo de café en América Central y Sur, en países como Brasil, Guatemala, Puerto Rico, Costa Rica, Venezuela, Colombia y Ecuador.

Pizarro, Barrezueta y Prado, (2016), en su estudio, menciona que el café arábigo se introdujo al Ecuador en el siglo XIX, exactamente en el año 1830, en el cantón Jipijapa ubicado al sur de la provincia de Manabí, a pesar de contar con pocas plantaciones, lograron ingresar al comercio mundial. No obstante, en la década de los 90, surgieron situaciones negativas, por la calidad de los granos,

debido a esto, los caficultores cuidaron las plantaciones optimizando las exigencias de los clientes, logrando producir a gran escala.

Como señala Delgado et al. (2002); el café se produce en gran parte de las provincias del país lo cual revela el grado socioeconómico del sector. Indicando que La Asociación Nacional de Exportadores de Café, ANECAFE, considera que se siembra en la región Costa alrededor de 112,000 ha, en la Sierra 62,000 ha, en la Amazonía 55.000 ha y en Galápagos 1.000 ha de cafetales. Así mismo señala que la demanda nacional en el 2019 fue de 2.200.000 sacos de 60 kg, distribuyéndose de la siguiente manera: 1.200.000 sacos en la industria de café soluble; 800.000 sacos para los exportadores de café en grano y 200.000 sacos, para abastecer el consumo interno.

### 2.2.2 Nomenclatura taxonómica del café

El café arábico pertenece a la familia de las Rubiáceas, en la que se encuentran alrededor de 500 géneros, de las cuales desencadenan aproximadamente 800 especies.

En la tabla 1 se aprecia la clasificación taxonómica del café:

**Tabla 1. Nomenclatura taxonómica del café**

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Rubiales
Familia:	Rubiaceae
Género:	<i>Coffea</i>
Especie:	<i>C. arabica</i> L.
Nombre común:	café

Taxonomía de *C. arábica*  
Mamani y Condori, 2019

## **2.2.3 Caracterización morfológica del café**

### **2.2.3.1. Raíz**

Principal soporte, transportador de agua y minerales para el total desarrollo de la planta, conformado por una raíz pivotante, en la cual desglosa raíces llamadas axiales o de sostén y laterales, en esta última desencadena raicillas que se encuentran en los primeros 30 cm del suelo, con su principal función de absorber el agua y nutrientes del suelo (Coronel, 2019).

### **2.2.3.2. Tallo y ramas**

Como plantea Monroing, (2010) en el tronco o tallo del *C. arabica*, se producen únicamente yemas vegetativas, nunca flores ni fruto. Sin embargo, el arbusto de café está compuesto de un solo tallo; el cual presenta dos tipos de crecimiento. El de crecimiento vertical, y el horizontal, cuenta con ramas laterales; las cuales empiezan alargarse a medida que el eje central se extiende y madura, procedimientos que ocurren el tallo central.

### **2.2.3.3. Hojas**

En *C. arabica* las hojas son elípticas, sutilmente coriáceas, con lámina y márgenes poco onduladas, las tiernas son de tono verde claro y en su desarrollo cambia a verde oscuro. Estas realizan los procesos fisiológicos de la fotosíntesis y funciones como la respiración; necesaria para el crecimiento y desarrollo; mientras que, en la transpiración; existe eliminación del exceso de agua absorbida. Por otra parte, protege las flores y frutos, de las condiciones climáticas como el granizo y el exceso de radiación (Arcila, 2018).

### **2.2.3.4. Flores**

La floración es la iniciación de la fase reproductiva del cafeto, las primeras flores aparecen durante el tercer año del cultivo, pero alcanzan su plenitud hacia

el cuarto o quinto año, este suceso se manifiesta en múltiples etapas como la inducción, iniciación, diferenciación, crecimiento, desarrollo, latencia y la antesis. Este proceso depende de diversos factores como la variedad del grano y las condiciones climáticas de cada región (Coa, Silva, Méndez y Mundarain, 2015).

#### **2.2.3.5. Fruto**

De acuerdo con Alvarado y Rojas, (2007); el fruto es de superficie lisa y brillante; de pulpa delgada, conformado por capas de epicarpio, mesocarpio y el endospermo; dependiendo de la variedad en la etapa de maduración es de color rojo o amarillo. El fruto maduro alcanza medidas de, 12 y 18 mm longitud, 8 y 14 mm ancho y 7 a 10 mm espesor. El grano de café (*Coffea arabica*) posee una genética diferente a las demás especies de café, compuesto de cuatro juegos de cromosomas en lugar de dos. Las frutas son ovaladas y su maduración dura de 7 a 9 meses. Este cultivo es más delicado y más propenso a enfermedades (Mariel y Noel, 2010).

#### **2.2.3.6. Semillas**

Como plantea Figueroa, Pérez y Godínez, (2012); las semillas representan entre el 35 y 38 % del fruto del café, físicamente son oblongas y compuestas por el endocarpio, endospermo cotiledón o embrión. Resaltando al endospermo por la mayor cantidad de componentes que se encuentran, entre los que destacan la cafeína, proteínas, aceites, azúcares, dextrina, celulosa, hemicelulosa, ácido clorogénico, minerales entre otros”.

### **2.2.4 Composición química del grano de café**

En el grano de café están presentes muchos compuestos los cuales se considera que tienen implicaciones sobre la salud humana. Estos incluyen cafeína, micronutrientes y ácido clorogénico. La bebida de café es rica en

sustancias biológicamente activas como ácido nicotínico, trigonelina, ácido quinolínico, ácido pirogólico, ácido tánico y cafeína (Minamisawa, Yoshida y Takai, 2004). De manera general se compone de agua y materia seca, la cual se encuentra integrada por aminoácidos, lípidos, proteínas, compuestos nitrogenados, polisacáridos, azúcares, triglicéridos, vitaminas, minerales, compuestos fenólicos, cafeína, sustancias volátiles (entre 60-80 conlleva al aroma del café). También incluye otros compuestos como las melanoidinas sustancias que se forman en las reacciones originados en el tostado, la concentración de estos compuestos depende de la variedad de café y las temperaturas de tostado aplicada.

**Tabla 2. Componentes químicos en granos de café**

<b>Componente químico</b>	<b>Arábica (%)</b>	<b>Robusta (%)</b>
Polisacáridos	50.8	56.40
Sacarosa	8.00	4.00
Azúcares reductores	0.10	0.40
Proteínas	9.80	9.50
Aminoácidos	0.50	0.80
Cafeína	1.20	2.20
Trigonelina	1.00	0.70
Lípidos	16.20	10.00
Ácidos alifáticos	1.10	1.20
Ácidos clorogénicos	6.90	10.40
Minerales	4.20	4.40
Compuestos aromáticos	Trazas	Trazas

Promedios de la composición química del grano de café almendra  
Centro Nacional de Investigaciones de Café [CENICAFÉ], 2011

#### **2.2.4 Composición nutricional del café**

Los granos de café verde están compuestos principalmente, como la mayoría tejidos vegetales, por polisacáridos insolubles como celulosa y hemicelulosa (50 % p/p). También contiene carbohidratos solubles, monosacáridos tales como fructosa, glucosa, galactosa y arabinosa, oligosacáridos como sacarosa, rafinosa y estaquiosa, y algunos polímeros de galactosa, manosa, arabinosa y glucosa. Los carbohidratos solubles actúan reteniendo aroma, espuma de estabilización, sedimentando y aumentando viscosidad del extracto. Además, están presentes algunos ácidos alifáticos no volátiles (ácido cítrico, málico y quínico) y ácidos volátiles (como acético, propanoico, butanoico, isovalérico, ácidos hexanoicos). Los aceites y ceras también son importantes constituyentes, los cuales representan del 8 al 18% de la masa seca, junto con proteínas y aminoácidos libres (9 – 12 % p/p) y minerales (3 – 5 % p/p) (Arya y Rao, 2007).

La composición nutricional del café abarca sustancias como grasa, azúcares, celulosa, agua, incluyendo la cafeína con un aporte aproximadamente entre 1 %. Resaltando que, en el proceso de tostado, debido a los cambios que experimenta el grano en la composición química la característica sensorial aumenta (Rodríguez, García, Negreira y Gaspar, 2014).

A continuación, se muestra en la tabla 3 la composición nutricional del café:

**Tabla 3. Composición nutricional del café**

<b>Componentes</b>	<b>Por 100 g de porción comestible</b>	<b>Por taza pequeña (50 g)</b>
Energía (Kcal)	4	2
Proteínas (g)	0.3	0.2
Hidratos de carbono (g)	0.8	0.4
Agua (g)	98.9	49.5
Calcio (mg)	5	2.5
Magnesio (mg)	6	3.0
Sodio (mg)	3.5	1.8
Potasio (mg)	66	33.0
Fósforo (mg)	5	2.5
Tiamina (mg)	0.01	0.01
Riboflavina (mg)	0.01	0.01
Equivalentes niacina (mg)	0.7	0.4

Composición nutricional del café en 100 g y 50 g  
Moreiras, Carbajal, Cabrera, y Cuadrado, 2013

### **2.2.5. Tecnología de procesamiento del café**

Existen dos mecanismos empleados en el procesamiento de los granos de café, procesamiento en seco y procesamiento en húmedo. El procesamiento en seco es más sencillo y económico. Mientras que el método de procesamiento en húmedo, requiere mayores cuidados e inversión, pero se obtiene un producto de calidad superior (Koskei, Patrick y Simon, 2015).

#### **2.2.5.1. Procesamiento en seco**

Este es el método más simple para el procesamiento de los granos de café, es un método popular para procesar la variedad de café Robusta en Brasil y en Sri Lanka para manufacturar la variedad Arábica.

## Secado

Las cerezas de café se secan inmediatamente después de la cosecha. Suelen secarse al sol en un suelo limpio y seco o sobre esteras. La profundidad del lecho debe ser inferior a 40 mm y deben rastrillarse con frecuencia para evitar la fermentación o decoloración. Sin embargo, existen problemas asociados con este método. El problema más grave es el polvo y la suciedad que caen sobre el producto. Se busca alcanzar un contenido de humedad en los granos del 12 %.

## Pelado o descascarado

A la cereza seca se le retira la piel o pericarpio. Se puede realizar a mano con un mortero o en una descascaradora mecánica. Las descascaradoras mecánicas consisten en un tornillo de acero, cuyo paso aumenta a medida que se acerca a la salida removiendo el pericarpio.

## Limpieza

El café descascarado se limpia mediante aventado. También se eliminan los granos defectuosos. La clasificación se realiza por medios mecánicos u ópticos. En el método mecánico, los granos defectuosos se recogen a mano y se introducen en clasificadores de aire (catadores) donde entran en una corriente de aire ascendente ajustable (Ghosh y Venkatachalapathy, 2014).

### **2.2.5.2. Procesamiento en húmedo**

En este método, la cereza se exprime en una máquina despulpadora o mortero que elimina la capa carnosa exterior (mesocarpio y exocarpio) dejando el frijol o grano cubierto del mucílago. Este mucílago se fermenta y se dispersa. El grano es lavado y secado.

## Despulpado

El despulpado implica la eliminación de la piel roja exterior (exocarpio) y la pulpa carnosa blanca (mesocarpio) y la separación de la pulpa y granos. Las cerezas inmaduras verdes son duras y muy difíciles de despulpar. Si el grano de café se va a procesar por el método húmedo, el correcto momento de cosecha es fundamental. En pequeña escala, las cerezas se pueden despulpar en un mortero, esta acción, sin embargo, es muy laboriosa. Los dos despulpadores más adecuados para unidades de pequeña escala son los despulpadores de tambor y de disco.

## Remoción del mucílago

La fermentación del mucílago tiene lugar en grandes tanques y tiene una duración de 24 a 40 h. Sin embargo, este proceso que proporciona un producto de mejor calidad, es efectuado en dos etapas. Durante la primera etapa el mucílago se degrada y durante la segunda etapa se remoja en agua durante 24 a 48 h. Después de la fermentación, el café se conoce como 'café pergamino', ya que la semilla conserva su capa de endocarpio. Debe secarse hasta aproximadamente un 10-12 % (peso) de contenido de humedad para asegurar la estabilidad.

## Secado

Para evitar que se agriete, los granos de café deben secarse lentamente hasta un contenido de humedad del 10 % (base húmeda). El secado debe tener lugar inmediatamente después de la fermentación para evitar el desarrollo de sabores indeseables.

### Pelado o descascarado

Después de secar, el café debe dejarse reposar durante 8 h en un lugar bien ventilado. La fina piel (pergamino) alrededor del grano de café se quita a mano, en un mortero o en un equipo descascarador (Ghosh y Venkatachalapathy, 2014).

### **2.2.6 Mercado del café**

El consumo de café se produce durante todo el año. Sin embargo, la producción de café es estacional. Una parte de la producción es almacenada para mantener la calidad de la materia prima. Alrededor de 60 países tropicales y subtropicales producen café extensivamente, siendo para algunos el principal producto agrícola de exportación. La mayoría del café consumido a nivel mundial proviene de las especies *Coffea arabica* (Arábica) y *Coffea canephora* (Robusta). Arábica es considerada como superior por sus propiedades sensoriales y por tanto tiene un precio superior en el mercado internacional. Brasil es el principal productor de café en el mundo, además otros cinco países latinoamericanos se ubican dentro del top 10 de países productores (Ghosh y Venkatachalapathy, 2014).

En el caso de Ecuador, en los últimos 10 años la producción de café ha venido disminuyendo significativamente. En el año de 1994, el mercado de café ecuatoriano se estimaba en cerca de \$500 millones. Mientras que, en el año 2012, las exportaciones totalizaron \$274 millones. A diferencia de lo reportado en el año 2019, en el que las exportaciones se calcularon en tan solo \$77,8 millones (El Universo, 2020).

### **2.2.7 Cafeína**

Como señala, Ramírez, (2010); la cafeína también es llamada teína, guaranina o mateína, se encuentra en más de 60 especies de plantas, de forma natural. En el café, esta sustancia ofrece las propiedades estimulantes y forma parte del sabor amargo; junto con los ácidos orgánicos contribuyen al sabor, olor y aroma del café. Aunque Tavares y Kimiko, (2012); enfatizan que la cantidad de cafeína presente en bebidas depende del tipo de grano, la especie de la planta, la zona geográfica, el clima, el manejo cultural y la porción consumida; mientras que, en una taza de café, la cantidad de cafeína varía entre 47 y 134 mg. El porcentaje de cafeína en los granos arábica, son los encargados del aroma del café, contienen de 1 % a 1,7 % de cafeína.

#### **2.2.7.1. Beneficios de la cafeína**

Al ingerir se introduce en todas las células del organismo estimulando la transmisión de los impulsos entre las neuronas, además de tonificar al organismo, aliviar la fatiga, retrasar el cansancio y favorecer las funciones intelectuales. Además, la cafeína posee un efecto vasoconstrictor a nivel cerebral, lo que explica su presencia en algunos medicamentos indicados para tratar la migraña. Al mismo tiempo, tiene cierto efecto diurético y en grandes dosis pueden provocar deshidratación (Pardo, Álvarez, Barral y Farré, 2007).

### **2.2.8 Calidad del café**

La calidad del café se obtiene por las características físicas y organolépticas; mencionando la altitud en la zona de cultivo, composición, fertilidad del suelo, cantidad de lluvia, temperatura ambiental, manejo agronómico de la plantación, cosecha, el beneficio, secamiento y almacenamiento como características físicas. Así mismo mencionando la acidez, el amargor, aroma y sabor,

apreciadas por el consumidor al degustar la bebida de café se señalan como características organolépticas. Sobre todo, la calidad de *C. arábica* varía al ser más cara y apreciada, debido al cuidado que requiere en su crecimiento como un clima subtropical fresco, además, necesita sembrarse en tierra fortalecida, aunque, es muy vulnerable a frío e insectos, estas cualidades mencionadas hacen que su nivel de cafeína sea mucho menor que otras variedades (Duicela, Farfán, García, Corral y Chilán, 2004).

### **2.2.9 Principales plagas del café**

Durante muchos años las plantaciones de cafetales en Ecuador han sido afectadas y amenazadas en forma individual o combinada por agentes; atacando a los diferentes órganos de la planta y originando alteraciones en el desarrollo de sus funciones fisiológicas; dejando consecuencias en descensos de la producción y productividad del cultivo.

#### **2.2.9.1. Hongos**

##### *2.2.9.1.1. Mancha de hierro (Cercospora coffeicola)*

Perjudica el cafeto en todos sus estados de desarrollo, desde las hojas hasta los frutos. En las hojas y tallos se manifiestan diversas manchas de color pardo rojizo en forma circular, con bordes oscuro y el centro se tornan blancas. Mientras, que en las cerezas verdes o maduras aparecen pigmentos negros. Los cafetales antiguos son mayormente susceptibles, debido a que el mesocarpio queda adherido a la membrana pergamino, de modo que resulta imposible lograr una fruta perfecta (Batista, 2018).

##### *2.2.9.1.2. Roya del café (Hemielia vastatrix)*

Enfermedad de este hongo lo causa un parásito, que únicamente completa su ciclo de vida en las hojas del cafeto, afecta constantemente el follaje y produce

defoliación. Las lesiones son producidas en la parte superior de la hoja adquiriendo un color amarillo y con forma circular. Mientras que debajo de la hoja, se forma un polvo anaranjado; el cual se disipa a través del viento, lluvia y el traslado de material vegetal, animales o personas.

#### 2.2.9.1.3. Ojo de gallo (*Mycena citricolor*)

En el café, se manifiesta en las hojas formando lunares que miden alrededor de 0.5 cm de diámetro, adquieren el color marrón claro a rojizo. Entre los factores de su continua proliferación está la alta humedad y temperatura, como consecuencia hay caída de hojas, reducción en el crecimiento.

#### 2.2.9.1.4. Mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*)

El mal del talluelo o "rizoctoniosis", provocado por el hongo *Rhizoctonia solani*, en conjunto con *Pythium* y *Fusarium*. Se manifiesta en dos partes; en el tallo, forman lesiones necróticas que varían de color café a rojizo; en las hojas provoca marchitez en las hojas, incitando la muerte de la planta. Adicionalmente los factores de su proliferación son el exceso de humedad, de sombra y de bajas temperaturas (Instituto Hondureño del café [IHCAFE], 2012).

#### 2.2.9.1.5. Antracnosis (*Colletotrichum sp.*)

El encargado de esta enfermedad, es el hongo *Colletotrichum sp.* Su aparición se da por materiales en descomposición, se presenta generalmente en las hojas, en la parte central y extremos, mediante puntos negros y manchas de color café o gris con bordes irregulares. Así mismo, afecta los frutos verdes y ramas. Entre los factores que aumenta la reproducción de este hongo, son los vientos fríos, abundante lluvia, suelos con dificultades de penetración de raíces, desbalances nutricionales, además de pérdidas económicas para los productores.

### **2.2.9.2. Insectos**

#### **2.2.9.2.1. La broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferr.)**

La broca similar al gorgojo de diminuto tamaño. Ataca el fruto del cafeto en cualquier estado de desarrollo, es decir, frutos verdes, maduros y sobre maduros. Las hembras penetran las cerezas, en un tiempo aproximado de 5 horas, hasta llegar a la semilla para alimentarse y continuar con su reproducción. Esta enfermedad es endémica y los productores tienen que aprender a convivir con ella (Instituto Nacional Tecnológico [INATEC, 2016]).

A continuación, se detallan los principales daños que causa:

- Las cerezas se caen o se pudren cuando son perforadas en edad muy tierna.
- En frutos maduros y pintones la producción de café es de poco peso o café vano.
- Una vez atacados por la broca son más susceptibles a otras enfermedades.

#### **2.2.9.2.2. Minador de la hoja (*Leucoptera coffeella* Guer.)**

El minador es de color blanco plateado, antenas finas y en la adultez llega a medir 2.5 mm de largo, su enfermedad prolifera en cafetales situados por debajo de 1.300 msnm, en zonas con humedades relativas entre 75 % y 85 % y temperaturas que oscilan entre 22 y 25 °C, afectando plantaciones de café de todas las edades. Es una de las principales plagas en las regiones cafeteras de América, ocasionando pérdidas en la producción.

#### **2.2.9.2.3. Cochinillas de la raíz *Dysmicoccus cryptus* (Hempel)**

Las cochinillas, son insectos polípagos, originarios de las regiones tropicales, viven sobre la raíz del cafeto, forjando colonias muy cuantiosas. Su ataque

produce un color amarillo intenso en la planta, caída de hojas y ocasionar la muerte del árbol. Debilitan las raíces haciéndolas propensas a enfermedades fungosas.

*2.2.9.2.4. Nematodos (Meloidogyne sp., Pratylenchus coffea, Rotylenchulus sp)*

Son organismos microscópicos en forma cilíndrica, delgados, alargados e incoloros. En el café atacan el cuello y las raíces, produciendo atrofas en éstos. Además, forman nudos en las raíces atacadas.

### **2.2.10 Café soluble**

Según la norma INEN 1122: 2013 define al Café soluble como el producto que resulta de la deshidratación del extracto acuoso, obtenido exclusivamente de granos de café recientemente tostados y molidos, por métodos físicos, usando el agua como único elemento transportador.

Entre los requisitos de solubilidad indica lo siguiente:

- El café soluble debe disolverse completamente en agua caliente en el tiempo no mayor de 30 s con una agitación moderada.
- El café soluble debe disolverse completamente en agua fría en el tiempo no mayor de 3 min con una agitación moderada.

### **2.2.11 Comprimidos**

Los comprimidos mayormente son preparaciones sólidas, elaboradas a partir de diferentes sustancias como polvo, cristalinas o granulares; obtenidas por métodos de compresión o moldeado mediante la agrupación constante de partículas, visualmente estos comprimidos suelen ser cilíndricos, planos, con bordes, símbolos, marcas o fisuras y existen en varias presentaciones (Real Farmacopea Española [RFE], 2002).

### **2.2.11.1. Comprimidos dispersables**

Los comprimidos dispersables son pastillas que deben indicar que han sido elaborados para prepararse en soluciones, generalmente agua, en un tiempo aproximado de tres minutos, obteniendo una solución homogénea y lista para administrarse. No obstante, son más sensibles a la humedad, debido a su deficiente resistencia física en comparación de las pastillas convencionales y son envasados en blíster (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], 2010).

### **2.2.12 Excipientes**

Sustancias inertes utilizados en la fabricación de comprimidos, funcionan como solventes, lubricantes, desintegrantes, colorantes, aromatizantes, edulcorantes, entre otros; además ayudan a conservar la forma física, estabilidad y más del producto.

#### **2.2.12.1. Croscarmelosa sódica**

Por su estructura fibrosa es de veloz disgregación, posee acción de absorción con una mínima gelificación. En elaboración de comprimidos, se utiliza en compresión directa como granulación húmeda; se añade en etapas secas y húmedas (intra- y extragranular), para obtener mayor potencial y mejor uso de absorción y de hinchamiento (Hernández-Torres y Melgoza-Contreras, 2015).

## **2.3 Marco legal**

### **2.3.1 Ley orgánica de consumo, nutrición y salud alimentaria, 2013.**

La Soberanía Alimentaria se constituye como el derecho de los pueblos a controlar el sistema agroalimentario y sus factores de producción, de modo que la agricultura familiar, campesino, la pesca y recolección artesanal, puedan desarrollarse de forma autónoma y equilibrada; priorizando los siguientes artículos.

## **Art.- 5. Principios**

a) No Discriminación. - Significa que ninguna persona pueda ser discriminada en el suministro y acceso alimentario por razones de pertenencia a pueblos y nacionalidades, lugar de nacimiento, edad, identidad de género, identidad cultural, religión, ideología, filiación política, pasado judicial, condición socio-económica, condición migratoria, estado de salud, ni por cualquier otra distinción, personal o colectiva, temporal o permanente.

j) Prevención: Significa la adopción de políticas y mecanismos que reduzcan los riesgos de una actividad productiva de alimentos que pueda afectar a la familia consumidora.

k) Responsabilidad Social: siendo una inspiración voluntaria que implica reconocer el compromiso que las personas consumidoras tienen ante la sociedad, se debe afirmar una actitud conciente y sensible a los problemas del sistema agroalimentario definiendo acciones concretas para adoptar hábitos, estrategias y procesos que reduzcan los impactos negativos en el ambiente y en la salud pública generados por el modelo industrializante en la agricultura y alimentación.

## **Art.- 13. Es obligación de las y los proveedores y expendedores de alimentos:**

d) Inocuidad de los alimentos. - Ofrecer productos alimenticios inocuos de conformidad con las normativas sanitarias, siendo además obligatorio probar, ante la autoridad competente, la calidad de los productos que se ofrecen cuando le sea requerido. En los criterios y parámetros de verificación de la inocuidad alimentaria, además de los establecidos en la normativa correspondiente, se incluirá información relacionada con la presencia de: sustancias tóxicas, pesticidas, hormonas, reguladores de crecimiento, antibióticos, y otras sustancias o insumos usados en la producción agrícola y crianza animal que pudieren afectar la calidad e inocuidad de los alimentos.

### **2.3.2 Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria. (LORSA, 2010).**

Esta Ley tiene por objeto establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente.

## **Art.- 9. Investigación y extensión para la soberanía alimentaria.**

El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad.

### **Art.- 15. Fomento a la Producción agroindustrial rural asociativa.**

El Estado fomentará las agroindustrias de los pequeños y medianos productores organizados en forma asociativa.

#### **2.2.3 Normativa INEN 1122: 2013**

El proyecto de investigación se va a realizar y analizar de acuerdo a los parámetros requeridos por la norma INEN 1122, (ver anexo 1). Esta norma establece los requisitos y especificaciones que debe cumplir el café soluble o instantáneo.

En la tabla 4 se observa las especificaciones los cuales se utilizaron como referencia en este proyecto de investigación.

**Tabla 4. Requisitos físicos y químicos de café soluble**

Requisitos	Unidad	Café soluble		Método de ensayo
		Atomizado		
		Mín	Máx	
Pérdida de masa a 70 °C	%	--	3,8	NTE INEN-ISO 3726
Cenizas totales	%	--	14	NTE INEN 1117
Cafeína base seca	%	2,0	--	NTE INEN 1112

Especificaciones físicas – químicas establecidas por la norma INEN, 2013

### **3. Materiales y métodos**

#### **3.1 Enfoque de la investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

La metodología empleada fue de tipo bibliográfica porque se basó en la revisión de varias fuentes e investigaciones previas para diseñar el proceso de la formulación y elaboración de un comprimido a base de café. Así mismo, de tipo experimental debido a que dentro del proceso de desarrollo del producto se manipularon variables como la formulación de los comprimidos de café.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

Fue una investigación de tipo experimental en el que se desarrollaron 3 tratamientos, a los cuales se les adicionó porcentajes diferentes de café, panela y esencia de vainilla; mientras que los porcentajes de extracto de agua y croscarmelosa sódica permanecieron inalterados. La siguiente etapa consistió en determinar el producto de mayor aceptación de acuerdo a la evaluación sensorial y prueba de solubilidad. Para finalizar, se realizaron los análisis fisicoquímicos según las especificaciones señaladas en la norma INEN 1122:2013 para café solubles.

#### **3.2 Metodología**

##### **3.2.1 Variables**

###### **3.2.1.1. Variable independiente**

- Formulación de los ingredientes (comprimido a base de café).

###### **3.2.1.2. Variable dependiente**

- Características organolépticas (color, olor sabor, textura y aceptación general) de los tratamientos.

- Características fisicoquímicas del comprimido de mayor aceptación sensorial y solubilidad.
- Concentración de cafeína presente en el comprimido de mayor aceptación sensorial y solubilidad.

### 3.2.2 Tratamientos

Se realizaron 3 diferentes formulaciones como indica la tabla 5, donde se observa los tratamientos desarrollados.

**Tabla 5. Formulaciones de los comprimidos**

Componente	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	%	g	%	g	%	g
Café	37	888	55	1320	70	1680
Stevia	31	744	19	456	7	168
Esencia de vainilla	10	240	4	96	1	24
Agua	20	480	20	480	20	480
Croscarmelosa sódica	2	48	2	48	2	48
Total	100	2400	100	2400	100	2400

Comprimidos de 6 g c/u. Se utilizaron ingredientes naturales para conservar el sabor y aroma

Cruz, 2021

### 3.2.3 Diseño experimental

El diseño estadístico que se utilizó fue el del diseño completamente al azar (DCA) y prueba de Tukey al 95 % de confianza para determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos.

### **3.2.4 Recolección de datos**

Para la recolección de datos, se emplearon 30 panelistas no entrenados compuestos por participantes de entre 18 a 50 años de edad, los cuales mediante una escala hedónica de 5 niveles (Anexo 2), evaluaron 5 parámetros organolépticos: color, aroma, sabor, apariencia y aceptación general.

#### **3.2.4.1. Recursos**

##### **Recursos bibliográficos**

- Libros digitales
- Artículos científicos
- Tesis de grado y pregrado
- Revistas virtuales

##### **Ingredientes**

- Café variedad arábica (*Coffea arabica*)
- Stevia
- Esencia de vainilla
- Agua
- Croscarmelosa sódica

### 3.2.4.2. Diagrama de flujo comprimido a base de café

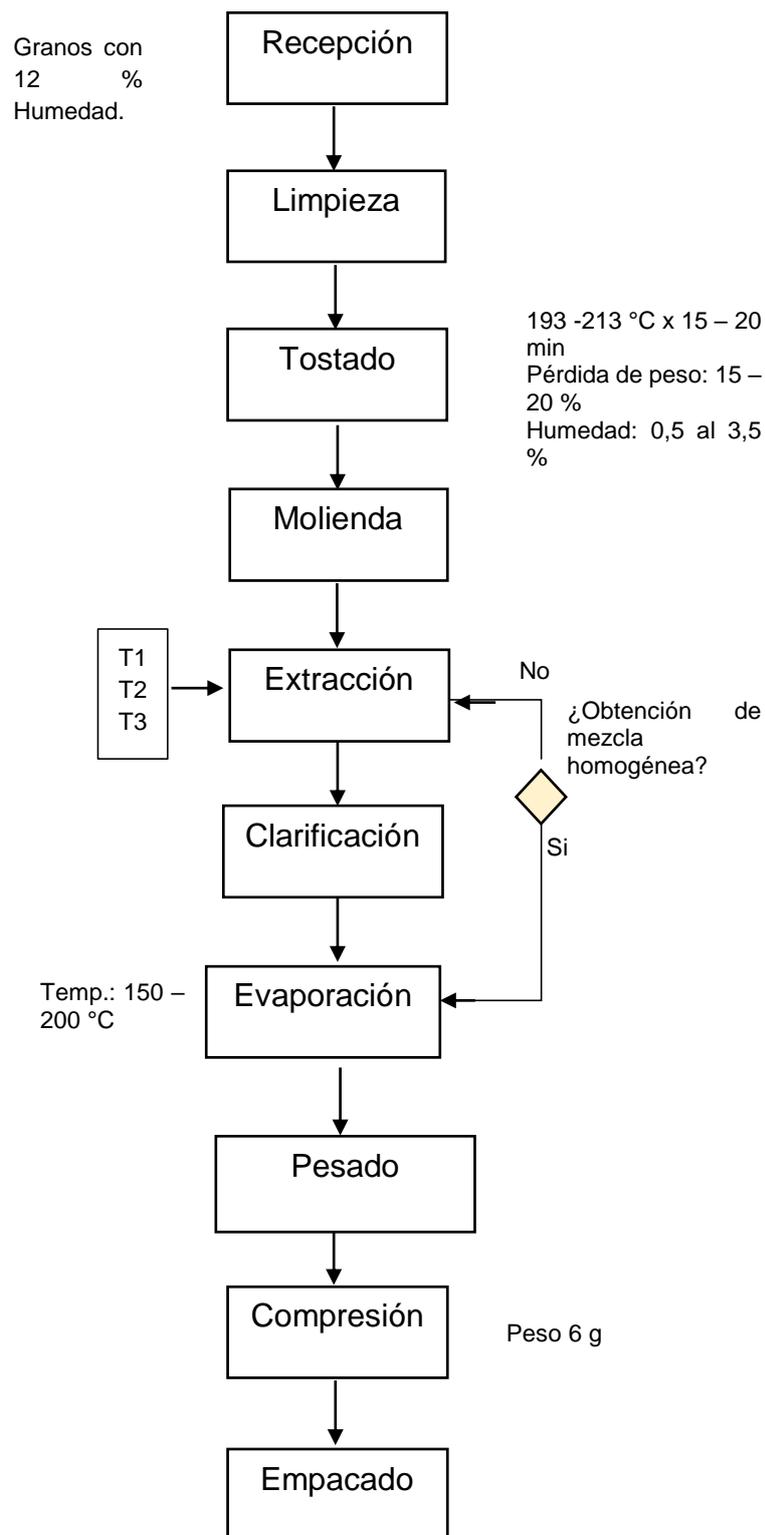


Figura 1. Diagrama de flujo elaboración del comprimido a base de café.

Cruz, 2021

#### 3.2.4.2.1. Descripción del diagrama de flujo

**Recepción:** Se procedió a receiptar los ingredientes para la elaboración del comprimido de café, se emplearon materias primas que aseguren la calidad del producto final. El grano de café debe tener un contenido de humedad menor o igual al 12 %.

**Limpieza:** Se eliminaron impurezas o materiales contaminantes de origen físico, químico o microbiológico que comprometan al proceso y la calidad del producto final.

**Tostado:** Se procedió a tostar el grano de café, a temperaturas entre 193 °C a 213 °C, durante 15 a 20 min; luego de esta etapa, el grano alcanzó una humedad entre 0,5 % a 3,5 % y una pérdida de peso del 15 % al 20 %.

**Molienda:** Se realizó en un molino manual, en la cual se obtuvieron tamaños de partículas de aproximadamente entre 300 a 500 µm.

**Extracción:** Al café tostado y molido se le aplicó agua caliente (170 °C) con la intención de extraer los componentes solubles a la fase acuosa.

**Clarificación:** Se realizó la separación de la fase líquida de la sólida.

**Evaporación o concentración:** El extracto se evaporó mediante un horno de convección que empleó aire caliente a temperaturas que oscilan entre 150 °C y 200 °C, evaporando el agua y obteniendo las partículas de café soluble con humedad del 3 %.

**Pesado:** Se pesaron los ingredientes de acuerdo a las formulaciones expresadas en la tabla 5.

**Compresión:** Las partículas de café soluble obtenidas en la etapa previa, se comprimieron empleando una prensa manual. Aquí se obtuvo el producto planteado de acuerdo a las formulaciones indicadas.

**Empacado:** El producto final se colocó en fundas de polietileno de alta densidad y fueron selladas al vacío empleando una selladora al vacío de tipo casera.

### **3.2.4.3. Métodos y técnicas**

La normativa INEN 1122:2013 contempla los requisitos para el café soluble, estableciendo las directrices para los parámetros físicos químicos como pérdida de masa a 70 °C (NTE INEN 3726), cenizas totales (NTE INEN 1117:2013), y cafeína en base seca (NTE INEN 1112:2013).

#### *3.2.4.3.1. Pérdida de masa a 70 °C (NTE INEN 3726)*

En el método descrito en esta norma nacional se utiliza la temperatura de 70 °C y la presión absoluta de 5000 Pa debido a que mayores temperaturas pueden descomponer los carbohidratos normalmente presentes en el café instantáneo, provocando la formación de agua como reacción del producto.

#### **Equipos**

- Horno isotérmico al vacío, Horno que calienta eléctricamente y se ajuste de tal forma que la temperatura del sistema debe controlarse a 70 °C ±1 °C.
- Horno, Horno con capacidad de ser controlado a 103 °C ± 2 °C.
- Bomba de vacío, Con capacidad de reducir la presión en el horno (5.1) a 5000 Pa ± 100 Pa<sup>2</sup>

#### *3.2.4.3.2. Determinación de cenizas totales (NTE INEN 1117:2013)*

Se calcinó una muestra del producto a 550 °C ± 10 °C, y se pesó el residuo que corresponde a las cenizas.

#### **Equipos**

- Balanza analítica. Sensible al 0,1 mg.

- Campana de extracción
- Mechero de Bunsen
- Crisoles de porcelana o cápsulas de platino
- Estufa, con regulador de temperatura, ajustada a  $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Desecador, con cloruro de calcio anhidro u otro deshidratante adecuado,
- Triángulo de porcelana
- Trípode de fierro
- Mufla, con regulador de temperatura, ajustada a  $550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Rejilla de asbesto
- Pinzas para crisol
- Espátula.

### **Procedimiento**

1. La determinación se efectuó por duplicado sobre la misma muestra preparada.
2. En un crisol o cápsula de peso constante se pesaron de 3 a 4 de muestra con aproximación de a 0,2 mg.
3. Se colocó el crisol con muestra sobre la flama del mechero y se incineró lentamente, evitando la proyección de la muestra fuera del crisol. Se encendió la campana de extracción para eliminar el humo desprendido por la muestra.
4. Se calentó la muestra hasta que ya no desprendió humo y se encuentre completamente carbonizada.
5. Se colocó la cápsula con su contenido, cerca de la puerta de la mufla abierta y se mantuvo allí durante unos pocos minutos para evitar pérdidas por proyección de material. Se introdujo la cápsula en la mufla a  $550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm$

10 °C hasta que se presentaron cenizas libres de partículas de carbón, lo que se logró aproximadamente a las 5 h cuando las cenizas presentaron una coloración gris claro.

6. Se retiró la cápsula (con las cenizas), se la transfirió a la estufa y se mantuvo ahí durante 1 h a 90 °C, se dejó enfriar en el desecador y se registró el peso con aproximación al 0,1 mg.

#### 3.2.4.3.3. *Determinación de cafeína. (NTE INEN 1112:2013)*

Determinar el contenido de cafeína por extracción de la materia en medio ácido-alcalino, por purificaciones sucesivas con cloroformo; su estimación debe hacerse por el método Kjeldahl.

#### **Equipos**

- Aparato Kjeldahl para digestión y destilación.
- Matraz Kjeldahl de 50 cm<sup>3</sup>.
- Matraz Erlenmeyer de 500 cm<sup>3</sup>.
- Matraz Erlenmeyer de 1000 cm<sup>3</sup>.
- Bureta de 50 cm<sup>3</sup>.
- Embudo de separación 125 cm<sup>3</sup>.
- Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.

#### **Procedimiento**

1. Se homogenizó la muestra, invirtiendo varias veces el recipiente que lo contenía.
2. La cantidad de muestra de café extraída de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.
3. El material que se usó para este ensayo se encontraba completamente limpio y seco.

4. Muestras de café en grano se trituraron rápida y uniformemente, sin que desarrollen calor sensible, debiendo obtener un producto en que el 90 % de sus partículas queden retenidas sobre un tamiz de 600 - 630  $\mu\text{m}$ .

#### 3.2.4.3.4. *Determinación de solubilidad (Grumezescu y Holban, 2019)*

La solubilidad de una sustancia se refiere a la cantidad de sustancia que pasa a una solución para alcanzar una solución saturada a una determinada presión y temperatura.

#### **Materiales**

- Muestra de alimentos
- Vaso de precipitación de 500 ml de capacidad
- Agua hirviendo
- Cronómetro

#### **Procedimiento**

1. Se pesaron 2,5 g de muestra.
2. Se colocó la muestra previamente pesada en un vaso de precipitación de 500 ml.
3. Se agregaron 150 ml de agua hirviendo al vaso de precipitación.
4. Se registró el tiempo en segundos, desde el momento en que se añadió el agua hirviendo hasta el instante en que se disolvió completamente la muestra.
5. Dependiendo del tiempo registrado, se considera una solubilidad muy buena al requerirse 30 s o menos para una completa disolución; inferior a 40 s como buena; entre 40 y 50 s se considera pobre.

### 3.2.5 Análisis estadístico

El diseño estadístico de la investigación empleado fue un diseño completamente al azar (DCA) en el cual se desarrollaron 3 tratamientos con 30 repeticiones (panelistas); quienes evaluaron las características organolépticas de los tratamientos: color, aroma, sabor, apariencia y aceptación general. Los datos obtenidos se analizaron mediante la prueba de Tukey con 95 % de confianza. Adicionalmente, se empleó un análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor, con los grados de libertad mostrados en la tabla 6. Para tabular los resultados se empleó el software estadístico InfoStat versión estudiantil.

**Tabla 6. Análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos	$3 - 1 = 2$
Panelistas	$30 - 1 = 29$
Error	$(3 - 1) * (30 - 1) = 58$
Total	$(3 * 30) - 1 = 89$

Grados de libertad de la tabla ANOVA  
Cruz, 2021

## 4. Resultados

### 4.1 Diseño del proceso de compresión en la elaboración de comprimidos de café (*Coffea arabica*), demostrando una alternativa más efectiva e instantánea

El proceso de elaboración de los comprimidos de café, se basó en las etapas y condiciones del proceso expresadas en la figura 1, las cuales se describen a continuación. Se inició con la recepción de las materias primas, que se encuentren en óptimo estado para asegurar la calidad de los procesos y el producto final. Un punto esencial a considerar durante la recepción, fue el grado de humedad del café, el cual no debía superar el 12 %. A continuación, se realizó la limpieza de las materias primas con la intención de separar contaminantes de tipo físico, químico o microbiológico que pudieran estar presentes. La etapa posterior fue el tostado de los granos de café, esta es una etapa sumamente importante en el desarrollo del café con características sensoriales atractivas, las condiciones empleadas para el tostado de los granos fueron de 193 a 213 °C de temperatura durante 15 a 20 min. Esta acción facilita reducir el contenido de humedad y peso de los granos, lo cual facilita la etapa posterior. Para realizar la molienda se utilizó un molino manual para reducir el tamaño de partícula de los granos de café, esta acción se realizó de forma reiterada durante múltiples veces con la intención de conseguir un tamaño reducido y homogéneo, también se empleó un tamiz de tamaño de apertura de partícula de 250  $\mu\text{m}$  (malla Mesh 60), las partículas que fueron retenidas por el tamiz fueron descartadas. Se empleó agua caliente a 170 °C para extraer los componentes solubles presentes en las partículas de café molido y emplearlas en el desarrollo del comprimido. Posteriormente, se realizó un proceso de clarificación para separar el soluto

(partículas del café molido no disueltas) del solvente (agua conteniendo los compuestos solubles del café). La siguiente etapa consistió en la evaporación del agua por medio de calor con la finalidad de obtener las partículas de café soluble contenidas en el solvente, esta acción se ejecutó con ayuda de un horno deshidratador por convección, el cual empleó aire caliente a temperaturas de entre 190 a 200 °C. La siguiente etapa fue el pesado de las materias primas de acuerdo a los porcentajes establecidos en las formulaciones planteadas (tabla 5) y se procedió a la mezcla de todos los ingredientes y compresión en comprimidos de café de 6 g de peso (Anexo 3). Para lograr esto, se utilizó una prensa de tipo casero (Anexo 4) que permitió compactar los componentes y obtener los comprimidos de café. Una vez que se obtuvieron los 3 tratamientos (Anexo 5, 6 y 7) se procedieron a empacar en fundas de polipropileno, las cuales fueron selladas al vacío empleando una selladora al vacío de tipo casera.

#### **4.2 Realización de panel sensorial y determinación de solubilidad en la bebida para seleccionar el tratamiento con mayor aceptabilidad**

Se realizó un panel sensorial compuesto por 30 panelistas no entrenados con la finalidad de identificar el tratamiento con la más alta aceptabilidad. Se evaluaron 5 parámetros organolépticos: color, aroma, sabor, apariencia y aceptación general. Los datos fueron analizados empleando análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor y la prueba de Tukey al 95 % de confianza. A continuación, los resultados de cada parámetro sensorial se presentan de forma individual.

##### **4.2.1 Evaluación sensorial de color**

La evaluación sensorial del color obtuvo los datos que se observan en la tabla 7. Los resultados de ANOVA y prueba de Tukey (Anexo 8) señalaron a T1 como

el tratamiento con la más alta aceptación con respecto al parámetro color. En segundo lugar, de aceptación, se ubicó T2, y finalmente, T3 fue el tratamiento con la media más baja. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) señaló un valor de 0,84 el cual se encuentra bastante cercano a 1 (valor máximo posible), esto se interpreta como una medida del nivel de fiabilidad del ajuste del modelo con respecto a un conjunto de datos. Por otro lado, el coeficiente de variación (C.V.) presentó 17,16, lo cual sirve para tener una referencia de la dispersión de los datos que presenta la desviación estándar con relación a la media.

**Tabla 7. Análisis de varianza del parámetro color**

Tratamiento	Medias	E.E.	$R^2$	C.V.
T1	4,47a	0,10		
T2	2,73b	0,10	0,84	17,16
T3	2,30c	0,10		

Medias con una letra minúscula diferente indica diferencia estadística significativa entre tratamientos según la prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ) Cruz, 2021

De los datos, también se puede destacar que cada uno de los tratamientos obtenidos alcanzó diferencia estadística significativa en comparación con los restantes. Esto indica que, de acuerdo a los panelistas, el parámetro que se evaluó entre los tratamientos fue notoriamente diferente.

#### 4.2.2 Evaluación sensorial de aroma

En la tabla 8 se observan los resultados de la evaluación sensorial del parámetro aroma. Los resultados de ANOVA y prueba de Tukey (Anexo 9) indicaron a T1 como el tratamiento con la más elevada aprobación. A continuación, se ubicó T2 como el segundo tratamiento con la más alta aceptación. En último lugar de la aceptación se encontró T3, el cual alcanzó la

media más baja. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) señaló un valor de 0,39, el cual se encuentra bastante bajo, en comparación con los restantes parámetros sensoriales. Por otro lado, el coeficiente de variación (C.V.) presentó 15,82, sirve para estimar la dispersión que presenta la desviación estándar con relación a la media.

**Tabla 8. Análisis de varianza del parámetro aroma**

Tratamiento	Medias	E.E.	$R^2$	C.V.
T1	4,33a	0,11		
T2	3,73b	0,11	0,39	15,82
T3	3,63b	0,11		

Medias con una letra minúscula diferente indica diferencia estadística significativa entre tratamientos según la prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ) Cruz, 2021

Cabe destacar que, de acuerdo a la prueba de Tukey, los tratamientos T2 y T3 presentaron diferencia estadística significativa con respecto a la restante formulación. En base a los resultados se infiere que, los panelistas encontraron notables diferencias entre T1 con relación a los dos siguientes tratamientos.

#### **4.2.3 Evaluación sensorial de sabor**

La tabla 9 visualiza los resultados de las pruebas de ANOVA y Tukey con relación al parámetro sabor (Anexo 10). Se puede apreciar que la formulación T1 obtuvo la más elevada aprobación del panel con 4,87. En segundo lugar se encuentra el comprimido identificado como T2 con una media de 3,23. En último lugar se ubicó la formulación T3, con la media de 2,43. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) mostró un valor de 0,90, mientras que el coeficiente de variación (C.V.) presentó una cantidad de 12,43.

**Tabla 9. Análisis de varianza del parámetro sabor**

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>C.V.</b>
T1	4,87a	0,08		
T2	3,23b	0,08	0,90	12,43
T3	2,43C	0,08		

Medias con una letra minúscula diferente indica diferencia estadística significativa entre tratamientos según la prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ) Cruz, 2021

De los datos, también se observa que cada uno de los tratamientos obtenidos obtuvo diferencia estadística significativa en comparación con los restantes, según la prueba de Tukey. Se interpreta que, de acuerdo a los panelistas, el parámetro que se evaluó entre los tratamientos fue notoriamente diferente.

#### **4.2.4 Evaluación sensorial de apariencia**

La tabla 10 muestra los resultados de las pruebas de ANOVA y Tukey con respecto al parámetro apariencia (Anexo 11). Como se aprecia, la formulación T1 con una media de 4,60, obtuvo la más alta aceptación, en segundo lugar, se encuentra T2 con 3,07 y al final con la media más baja, correspondiente a 2,53 se ubica el tratamiento T3. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) obtuvo un resultado bastante elevado con 0,86. Mientras que el coeficiente de variación (C.V.) alcanzó un valor de 13,53.

**Tabla 10. Análisis de varianza del parámetro apariencia**

Tratamiento	Medias	E.E.	R <sup>2</sup>	C.V.
T1	4,60a	0,08		
T2	3,07b	0,08	0,86	13,53
T3	2,53c	0,08		

Medias con una letra minúscula diferente indica diferencia estadística significativa entre tratamientos según la prueba de Tukey ( $p > 0,05$ )

Cruz, 2021

La prueba de Tukey mostró que cada formulación de producto presentó diferencia estadística significativa con los restantes. Esto permite inferir que, a juicio de los panelistas, el parámetro evaluado ofrecía características diferentes con relación a los dos restantes.

#### **4.2.5 Evaluación sensorial de aceptación general**

La tabla 11 muestra los resultados de las pruebas de ANOVA y Tukey a los datos obtenidos de la evaluación sensorial del parámetro aceptación general (Anexo 12). Se aprecia un patrón similar a los restantes parámetros sensoriales analizados, es decir, que el tratamiento T1 fue el que alcanzó la más alta aceptación con una media de 4,73, seguido por T2 con 3,17 y en último lugar se ubicó T3 con 2,63. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) alcanzó un valor bastante elevado con 0,87. En cambio, el coeficiente de variación mostró un valor razonablemente bajo con 12,87.

**Tabla 11. Análisis de varianza del parámetro aceptación general**

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>C.V.</b>
T1	4,73a	0,08		
T2	3,17b	0,08	0,87	12,87
T3	2,63c	0,08		

Medias con una letra minúscula diferente indica diferencia estadística significativa entre tratamientos según la prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ) Cruz, 2021

La prueba de Tukey reveló que cada tratamiento presenta diferencia estadística significativa hacia los restantes. En base a los resultados, para los panelistas, con respecto al parámetro de aceptación general, cada tratamiento presentó características que lo diferencian del resto.

#### **4.2.6 Determinación de solubilidad**

La solubilidad es una propiedad que posee un alimento (solute) de disolverse en un solvente, generalmente agua. Los resultados de la prueba de solubilidad de los comprimidos (Anexos 13 y 14) se muestran en la tabla 12.

Como se observa, el tratamiento T1 fue el que presentó una mayor solubilidad al disolverse en un tiempo menor a 35 s (Anexo 14). Las formulaciones T2 y T3 presentaron una menor solubilidad, en ese orden, al disolverse en tiempos mayores a 40 y 50 s, respectivamente.

**Tabla 12. Resultados de la prueba de solubilidad**

Tratamiento	Tiempo (s)	Interpretación de solubilidad*
T1	35	Buena
T2	>40	Pobre
T3	>50	Pobre

\*Depende del tiempo en que disuelven 2,5 g de café soluble en 150 mL de agua hirviendo, procedimiento según Grumezescu y Holban, 2019 Cruz, 2021

#### **4.3 Análisis de características físicas y químicas como pérdida de masa a 70°C, cenizas totales y cafeína en base seca, según la norma NTE INEN 1122:2013 al producto que obtenga la mayor aceptabilidad**

En base a los resultados de aceptación organoléptica y solubilidad, muestras del tratamiento T1 se evaluaron tomando como referencia la norma NTE INEN 1122:2013. En la tabla 13 se presentan los resultados de los parámetros físicos y químicos (Anexo 15). Como se observa, el contenido de cafeína (base seca) fue de 2,25 g, el cual se encuentra dentro de lo exigido por la norma de referencia. El valor de cenizas del tratamiento T1 fue de 11,79 g, el cual está en concordancia con lo exigido por la norma INEN. Finalmente, el parámetro de pérdida de masa a 70 °C, alcanzó un valor de 3,77 g, este valor se encuentra por debajo de 3,8 g, lo cual se registra en la norma correspondiente.

**Tabla 13. Resultados fisicoquímicos de tratamiento T1**

Parámetro	Unidad	Resultado	Requisito*
Cafeína (base seca)	g/100 g	2,25	> 2
Cenizas	g/100 g	11,79	≤ 14
Pérdida de masa	g/100 g	3,77	≤ 3,8

\*Requisitos indicados en la norma NTE INEN 1122:2013. Cruz, 2021

## 5. Discusión

A continuación, se discuten los resultados obtenidos en la investigación, analizando cada resultado alcanzado en relación al objetivo específico planteado.

Respecto al proceso de elaboración de los comprimidos de café empleando la variedad arábica en la actual investigación, el proceso incluyó operaciones como la extracción empleando agua caliente a 170 °C y la posterior evaporación empleando un horno de convección por aire caliente con temperaturas de entre 190 y 200 °C. En ese sentido, estas condiciones mantienen cierta similitud con las empleadas por Wuerges, Eloy, Caldeira y Benassi (2020), quienes emplearon extracción usando agua a 180 °C y la deshidratación se ejecutó empleando una fase de liofilización. De similar manera, las características del proceso de la presente tesis guardan semejanza con las desarrolladas por Franco (2017), quien utilizó un proceso de extracción con agua caliente a temperaturas de entre 160 y 180 °C, mientras que el proceso de evaporación se ejecutó por medio de pulverización empleando aire caliente a una temperatura de 250 °C. Las diferencias entre los actuales resultados con los expuestos por Wuerges, Eloy, Caldeira y Benassi (2020) y Franco (2017), radican en el proceso de evaporación posterior a la extracción, se lo realizó de la manera descrita debido a que no se contaba con un equipo liofilizador o de pulverización para reducir el contenido de agua.

En lo concerniente a los resultados de la evaluación sensorial de cinco parámetros organolépticos y la prueba de solubilidad, se identificó a la formulación T1 como el producto con la mayor aceptación por parte de los panelistas no entrenados, de igual manera, T1 fue el tratamiento que alcanzó la

más elevada solubilidad, ya que presentó un tiempo de disolución inferior a 35 segundos. Mientras que las restantes formulaciones alcanzaron una menor solubilidad al requerir un tiempo superior hasta disolverse por completo. Se ha atribuido la solubilidad del café soluble a ciertos parámetros microestructurales como el tamaño y forma de las partículas (Gaiani et al., 2011), el contar con un molino de mejores características y un sistema de liofilización, pulverización, aspersion o liofilización por aspersion podría facilitar obtener una mejor solubilidad del producto y por ende mejorar su calidad. Estos equipos requieren una alta inversión, sin embargo, en algunas industrias locales se dispone de ellos. Esta situación ha sido confirmada por Ishwarya y Anandharamakrishnan (2015), quienes determinaron que la superficie porosa de las partículas de granos de café liofilizadas por aspersion permite la imbibición capilar de agua durante la rehidratación lo que incrementa la solubilidad en comparación a partículas de granos de café liofilizadas.

Los resultados fisicoquímicos del tratamiento T1 con la más alta aceptación sensorial fueron 2,25 g de cafeína; 11,79 g de contenido de cenizas y 3,77 g de pérdida de masa a 70 °C. Estos valores guardan semejanza con los contenidos de cafeína determinados por Zambrano et al. 2018), quienes detectaron la presencia desde 1,78 g hasta 2,21 g de este alcaloide en muestras de café soluble pertenecientes a la variedad arábica, como es visible este último resultado se encuentra bastante próximo al detectado en el comprimido T1. Por otra parte, Fierro-Cabrales, Contreras-Oliva, González-Ríos, Rosas-Mendoza y Morales-Ramos (2018), detectaron 9,58 g de contenido de cenizas en muestras de café soluble, valor bastante próximo al hallado en la actual investigación.

## 6. Conclusiones

En referencia a los resultados obtenidos se presentan las siguientes conclusiones.

El proceso de elaboración de comprimidos de café soluble incluyó varias etapas como la recepción de materias primas e insumos, limpieza, pesado, tostado de los granos a 193 °C – 213 °C durante 15 a 20 min, molienda, tamizado, extracción empleando agua caliente a 170 °C, clarificación, evaporación por medio de un horno de convección con aire caliente a 190 °C – 200 °C, mezclado de ingredientes, compresión del producto y empaçado en fundas de polietileno de alta densidad y finalmente selladas al vacío.

Con la intención de identificar el producto que presente la mayor aceptación sensorial, se ejecutó la evaluación sensorial por medio de 30 panelistas no entrenados los cuales analizaron cinco parámetros: Color, aroma, sabor, apariencia y aceptación general. El tratamiento T1 fue el que obtuvo las medias más altas en los cinco parámetros mencionados y T1 presentó la mayor solubilidad frente a los restantes tratamientos. También se realizó una prueba de solubilidad, para seleccionar a la formulación que destaque por esta propiedad.

Se concluye, que el panel sensorial optó por escoger el T1 en función de la formulación de 37 % de café y 31% de stevia, siendo esta mezcla de ingredientes, la que más agradó al panel sensorial, por lo que el resto de tratamientos resultaron bebidas muy amargas por el alto porcentaje de café presente en la formulación.

Los análisis fisicoquímicos a la formulación T1 tomando como referencia la norma NTE INEN 1122:2013, arrojaron los siguientes resultados: 2,25 g de

contenido de cafeína; 11,79 g de cenizas y 3,77 g de pérdida de masa a 70 °C, todos los parámetros analizados se encuentran en conformidad con los valores exigidos por la respectiva norma.

## 7. Recomendaciones

Es necesario disponer de materias primas de calidad en combinación con normas básicas de higiene durante la manufactura de alimentos como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para obtener productos finales de alta calidad e inocuidad.

El disponer de equipos de procesamiento e instrumentos de análisis y monitoreo calibrados y en buen estado facilitan la experimentación y desarrollo de nuevos e innovadores productos que podrían ser comercializados en el mercado.

Para asegurar la calidad e inocuidad del producto es necesario considerar como referencia alguna norma técnica, en este caso se tomó a la Norma NTE INEN 1122:2013, la cual indica los requerimientos fisicoquímicos para el café soluble.

Ecuador es un país tradicionalmente productor de materias primas de alta calidad, como el café, cacao, entre otras, las cuales pueden ser aprovechadas de mejor manera al proporcionar valor agregado ampliando la oferta agroindustrial, generando una mayor productividad y generación de emprendimientos e industrias.

## 8. Bibliografía

- Alvarado, M., y Rojas, G. (2007). Características botánicas del cultivo. En *Cultivo y beneficiado del café* (págs. 9-15). San José, Costa Rica: EUNED.
- Arcila, J. (2018). Sistemas de producción de café en Colombia. En *Crecimiento y desarrollo de la planta de café Capítulo 2*. Colombia.
- Arya, M., y Rao, L. J. M. (2007). An impression of coffee carbohydrates. *Critical reviews in food science and nutrition*, 47(1), 51-67. Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408390600550315>
- Asociación Nacional de Exportadores de Café [ANECAFE]. (Noviembre de 2017). Recuperado de Rendimientos de café grano seco en el Ecuador 2017: <http://anecafe.org.ec/noticias/rendimientos-de-cafe-grano-seco-en-el-ecuador-2017>
- Batista, I. (2018). *Enfermedades del cultivo del café (Diplomado)*.
- Centro Nacional de Investigaciones de Café [CENICAFÉ]. (2011). *Composición química de una taza de café*. Colombia.
- Coa, M., Silva, R., Méndez, J., y Mundarain, S. (2015). Fenología de la floración del cafeto var. Catuaí Rojo en el municipio Caripe del estado Monagas, Venezuela. *Revista Idesia*, 59-67. doi:10.4067/s0718-34292015000100007
- Coronel, D. (2019). *Identificación de variedades de café en las parcelas agroforestales certificadas en Jaén y San Ignacio. (Tesis)*. Recuperado de [http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/62/Coronel\\_BD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/62/Coronel_BD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Delgado, P., Larco, A., Alcívar, R., Chilán, W., y Patiño, M. (2002). Manejo de la Broca del Fruto (*Hypothenemus hampei Ferrari*). Informe de Terminación de Proyecto Manejo Integrado de la Broca del Café. Manta - Ecuador: Feriva S.A.

Recuperado de: <http://www.ico.org/projects/cabicdrom/PDFFiles/EcuadorADOR.pdf>.

Duicela, L., Farfán, D., García, J., Corral, R., y Chilán, W. (2004). *Post-cosecha y calidad del café arábigo*. IMPREGCOL Cía. Ltda.

El Universo. (2020). Café de Ecuador cae drásticamente en cosecha y venta.

Recuperado de:

<https://www.eluniverso.com/noticias/2020/02/07/nota/7727550/asociacion-nacional-exportadores-cafe-anecafe-exportaciones-bajas>

Fierro-Cabrales, N., Contreras-Oliva, A., González-Ríos, O., Rosas-Mendoza, E. S., y Morales-Ramos, V. (2018). Caracterización Química y Nutricional de la Pulpa de Café (*Coffea arabica L.*). *Agroproductividad*, 11(4), 9-14. Recuperado de:

<https://go.gale.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA619548660&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=fulltext&issn=&p=IFME&sw=w>

Figuroa, E., Pérez, F., y Godínez, L. (2012). *La producción y el consumo del café*. Ecorfan.

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF]. (2010).

Comprimidos dispersables. Recuperado el 22 de julio de 2020 en [https://www.unicef.org/spanish/supply/index\\_53571.html](https://www.unicef.org/spanish/supply/index_53571.html)

Franco, V. C. F. (2017). Estudio de tiempo de vida útil del café instantáneo (Tesis de pregrado). Recuperado de:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3021/J11-F7-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- Gaiani, C., Boyanova, P., Hussain, R., Pazos, I. M., Karam, M. C., Burgain, J., y Scher, J. (2011). Morphological descriptors and colour as a tool to better understand rehydration properties of dairy powders. *International Dairy Journal*, 21(7), 462-469. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694611000525>
- Ghosh, P., y Venkatachalapathy, N. (2014). Processing and drying of coffee— a review. *Int. J. Eng. Res. Technol*, 3(12), 784-794. Recuperado de: [http://www.academia.edu/download/36048548/My\\_paper.pdf](http://www.academia.edu/download/36048548/My_paper.pdf)
- González, O., Suárez, M., Winkler, R., y Ramírez, A. (2018). Caracterización química de una nueva variedad de *Coffea arábica L.* cosechado en 2016 en Huatusco, Veracruz-México. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*. doi:10.23850/24220582.1596
- Gotteland, M., y De Pablo V, S. (2007). Algunas verdades sobre el café. *Revista Chilena de Nutrición*.
- Grumezescu, A. M., y Holban, A. M. (2019). Caffeinated and cocoa based beverages. Duxford: Reino Unido, Woodhead Publishing
- Hernández-Torres, J., y Melgoza-Contreras, L. (2015). Principales superdisgregantes sintéticos, mecanismos y factores que influyen en su actividad. *Revista Colombiana De Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 43(2), 234-247. doi: 10.15446/rcciquifa.v43n2.54211
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN 1122]. (2013). *Norma Técnica Ecuatoriana (Café soluble requisitos)*. Quito.

Instituto Hondureño del café [IHCAFE]. (2012). En *Principales Enfermedades del Cultivo del Cafeto Cap. 11*. Honduras.

Instituto Nacional Tecnológico [INATEC]. (2016). *Manejo integrado de plagas (MIP)*. Nicaragua.

Ishwarya, S. P., y Anandharamakrishnan, C. (2015). Spray-freeze-drying approach for soluble coffee processing and its effect on quality characteristics. *Journal of Food Engineering*, 149, 171-180.

Recuperado de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877414004312>

Izquierdo, C, y Del Salto, E. (2016). "Propuesta para la creación de una empresa en la ciudad de Guayaquil productora de café en cubos saborizado." Recuperado de:

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5514/1/T-UCSG-PRE-ECO-ADM-257.pdf>

Koskei, R. K., Patrick, M. y Simon, M. (2015). Effects of coffee processing technologies on physico chemical properties and sensory qualities of coffee. Recuperado de:

<http://repository.dkut.ac.ke:8080/xmlui/handle/123456789/258>

Mamani, M., y Condori, S. (2019). *Evaluación de la calidad física y sensorial de tres variedades de café (Coffea arábica L.) en tres zonas agroecológicas del distrito de San Juan del Oro - Sandia. (Tesis)*.

Recuperado de:

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12590/Mamani\\_Max\\_Condori\\_Stefany.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12590/Mamani_Max_Condori_Stefany.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Mariel, y Noel. (2010). *El café y sus diversas aplicaciones en la pastelería*. (Tesis).

Recuperado de: [https://repotur.yvera.tur.ar/bitstream/handle/123456789/4015/cafe\\_y\\_pasteleria.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repotur.yvera.tur.ar/bitstream/handle/123456789/4015/cafe_y_pasteleria.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Minamisawa, M., Yoshida, S., y Takai, N. (2004). Determination of biologically active substances in roasted coffees using a diode-array HPLC system. *Analytical sciences*, 20(2), 325-328. Recuperado de: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/analsci/20/2/20\\_2\\_325/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/analsci/20/2/20_2_325/_pdf)

Monroing, M. (2010). *Morfología del cafeto*. Recuperado de: [http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1858/Morfologia\\_cafeto2.pdf](http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1858/Morfologia_cafeto2.pdf)

Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., y Cuadrado, C. (2013). *Tablas de composición de alimentos: guía de prácticas*. Pirámide.

Organización Internacional del café [OIC]. (Septiembre de 2019). *Informe de la OIC sobre desarrollo cafetero del 2019*. Recuperado de: <http://www.ico.org/documents/cy2018-19/ed-2318c-overview-flagship-report.pdf>

Pardo, R., Álvarez, Y., Barral, D., y Farré, M. (2007). Cafeína: Un nutriente, un fármaco, o una droga de abuso. *Revista Adicciones*. doi:10.20882/adicciones.303

Pizarro, J., Barrezueta, S., y Prado, E. (2016). Análisis de canales de comercialización y consumo de café (*Coffea arábica*) en la ciudad de Machala, Ecuador. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*.

Ramírez, M. (2010). *Análisis situacional de las fincas de café (Coffea arábica) y propuesta sustentable en la Parroquia San Roque del Cantón Piñas*.

(Tesis).

Recuperado de: [http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/5540/1/Ramirez Criollo Milton.pdf](http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/5540/1/Ramirez%20Criollo%20Milton.pdf)

Real Farmacopea Española [RFE]. (2002). *Formas Farmacéuticas*.

Recuperado de:

[http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Lecturageneralidades-3\\_15034.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Lecturageneralidades-3_15034.pdf)

Rodríguez, L., García, B., Negreira, M., y Gaspar, J. (2014). *Amor por el café: El libro del café y su gastronomía*. ITE Ambiental SC.

Ruiz, D., Riaño, E., y Orozco, L. (2004). Concentración de extractos de café tratados enzimáticamente. *Cenicafé*.

Sánchez, S., Bueno, D., y Jara, P. (2018). La realidad ecuatoriana en la producción de café. *Recimundo*, 73-85. doi:10.26820/recimundo/2.(2).2018.72-91

Suárez, M., Gil, J., y Penagos, P. (2019). Incorporación de un agente aglutinante en el proceso de granulación de un producto instantáneo de chocolate y su efecto sobre la resistencia mecánica. *Revista Alimentos Hoy*, 62-73.

Tavares, C., y Kimiko, R. (2012). Cafeína para el Tratamiento del Dolor. *Revista Scielo*.

Trujillo, P., González, O., y Barradas, M. (2014). Estudio de factibilidad de un producto innovador de café. Palibrio. Recuperado de: [https://books.google.com.ec/books?id=XqyCAwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=XqyCAwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

- Vaca, L., Suárez, K., y Velázquez, I. (2016). Diagnóstico y propuesta de un sistema de innovación tecnológica cafetalera en Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*.
- Villafuerte, L. (2011). Los excipientes y su funcionalidad en productos farmacéuticos sólidos. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*.
- Wuerges, K., Eloy, R., Caldeira, M., y Benassi, M. (2020). Kahweol and cafestol in coffee brews: comparison of preparation methods. *Revista Ciencia Agronómica*. doi:10.5935/1806-6690.20200005
- Zambrano, F., Loor, G., Plaza, L., Jaimez, R., Guerrero, H., Casanova, T., . . . Rodríguez, G. (2018). Relación entre productividad y calidad integral del grano en selecciones avanzadas de café robusta (*Coffea canephora*) en Ecuador. *Revista Agrociencia*.

## 9. Anexos

### 9.1 Anexo 1 Norma Técnica Ecuatoriana 1122:2013



Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 1122:2013**  
**Tercera revisión**

---

## **CAFÉ SOLUBLE. REQUISITOS**

### **Primera edición**

INSTANT COFFEE. REQUIREMENTS

First edition

---

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, café, café soluble  
AL 02.06-403  
CDU: 663.935  
CIU: 3121  
ICS: 67.140.20

Figura 2. Norma INEN 1122:2013. Pág. 1

INEN, 2013

CDU: 669.936 ICC: 67.140.20		CIU: 8121 AL 02.06-408
Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	<b>CAFÉ SOLUBLE REQUISITOS</b>	<b>NTE INEN 1122:2013 Tercera revisión 2013-09</b>
<p><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el café soluble o instantáneo.</p> <p><b>2. DEFINICIONES</b></p> <p>Para los propósitos de esta norma se aplican las siguientes definiciones y las que se encuentran en la NTE INEN-ISO 3509.</p> <p><b>2.1 Café soluble (café instantáneo o extracto de café deshidratado).</b> Es el producto que resulta de la deshidratación del extracto acuoso, obtenido exclusivamente de granos de café recientemente tostados y molidos, por métodos físicos, usando el agua como único elemento transportador.</p> <p><b>2.2 Extracto acuoso de café.</b> Producto obtenido exclusivamente del café tostado y molido por métodos físicos usando agua como único elemento transportador.</p> <p><b>2.3 Café soluble atomizado.</b> Es el café instantáneo que ha sido obtenido por un proceso en el cual el extracto acuoso de café es atomizado en atmósfera caliente y transformado en partículas secas por evaporación del agua.</p> <p><b>2.4 Café soluble aglomerado.</b> Es el café instantáneo que ha sido obtenido por un proceso en el cual las partículas secas de café instantáneo se unen para formar partículas más grandes.</p> <p><b>2.5 Café liofilizado o deshidratado al frío.</b> Es el café instantáneo que ha sido obtenido por un proceso en el cual el producto en estado líquido es congelado y el hielo es removido por sublimación.</p> <p><b>2.6 Café soluble descafeinado.</b> Es el café instantáneo obtenido exclusivamente de granos de café descafeinados, recientemente tostados y molidos, (ver nota 1).</p> <p><b>2.7 Café soluble Torrado.</b> Es el café instantáneo obtenido exclusivamente de granos de café recientemente tostados y molidos, añadido azúcar en cantidades declaradas.</p> <p><b>2.8 Sucedáneos del café.</b> Son aquellos productos de origen vegetal (soya, higo, achicoria u otros), que desecados, tostados con o sin azúcar y molidos, permiten con el agua caliente, preparar una infusión cuyo aspecto imita a la del café.</p> <p><b>2.9 Sucedáneos del café soluble.</b> Son los productos solubles en agua, que resulta de la deshidratación del extracto acuoso de los sucedáneos del café.</p> <p><b>3. CLASIFICACIÓN</b></p> <p><b>3.1 Por su materia prima.</b> El café soluble o instantáneo se clasifica en:</p> <p>3.1.1 Café soluble sin descafeinar, y que se designará como "café soluble".</p> <p>3.1.1 Café soluble descafeinado, y que se designará como "café soluble descafeinado".</p> <p><b>3.2 Por su proceso de elaboración.</b> El café soluble o instantáneo, sin descafeinar o descafeinado, se clasifica en:</p> <p>NOTA 1. El residuo máximo de contenido de cafeína debe declararse en las especificaciones del café descafeinado.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, café, café soluble.</p>		

Figura 3. Norma INEN 1122:2013. Pág. 2

INEN, 2013

NTE INEN 1122	2013-09
<p>3.2.1 Café atomizado</p> <p>3.2.2 Café aglomerado</p> <p>3.2.3 Café liofilizado</p>	
<b>4. DISPOSICIONES GENERALES</b>	
<p>4.1 El café soluble o instantáneo, descafeinado o no, debe ser elaborado con materia prima que cumpla con los requisitos que establecen las NTE INEN 285.</p> <p>4.2 El agua que se utilice en el proceso de elaboración del café debe ser potable y preferiblemente desmineralizada. En el proceso de extracción se permite el uso únicamente de agua y se excluye todo proceso de hidrólisis que involucre la adición de un ácido o una base.</p> <p>4.3 El equipo, maquinaria y el ambiente destinado al procesamiento del producto, debe mantenerse en condiciones higiénicas adecuadas.</p> <p>4.4 En el proceso de elaboración del café soluble o instantáneo sin descafeinar o descafeinado no deberá adicionarse ningún tipo de azúcares. Se puede añadir azúcar al café torrado, que no se encuentra en el alcance de esta norma.</p> <p>4.5 El café soluble descafeinado deberá obtenerse según lo indicado en 2.6 y 4.2 mediante un proceso adecuado que garantice la descafeinización del producto hasta el grado indicado en la presente norma.</p> <p>4.6 Los granos de café para la preparación de café soluble deberán estar limpios, exentos de materia terrosa, parásitos, restos de vegetales o animales y en perfecto estado de conservación.</p>	
<b>5. REQUISITOS</b>	
<p>5.1 Requisitos específicos</p> <p>5.1.1 El café soluble sin descafeinar o descafeinado, deberá presentarse en forma de polvo, granulado, o en escamas u hojuelas.</p> <p>5.1.2 Al producto final podrá añadirse aromas y aceites provenientes exclusivamente de café tostado y molido.</p> <p>5.1.3 No se permite la adición de conservadores u otros aditivos alimentarios y deberá estar libre de toda materia extraña, como polvo de achicoria, cortezas, hierbas u otros granos vegetales tostados.</p> <p>5.1.4 El sabor y olor del café soluble deberán ser típicos del producto fresco, sin sabor amargo, ni olor extraño u objetable y el color deberá ser castaño oscuro homogéneo. El sabor y olor deberán ser evaluados de acuerdo al ensayo de tasa que se indica en el Anexo A.</p> <p>5.1.5 No deberá comercializarse por ningún concepto, bajo la denominación de café descafeinado, cafés pobres, agotados, restos de café y sucedáneos.</p> <p>5.1.6 <i>Requisitos de solubilidad</i></p> <p>5.1.6.1 El café soluble debe disolverse completamente en agua caliente en el tiempo no mayor de 30 segundos con una agitación moderada. La metodología de ensayo deberá estar de acuerdo con lo explicado en el Anexo B.</p> <p>5.1.6.2 El café soluble debe disolverse completamente en agua fría en el tiempo no mayor de 3 minutos con una agitación moderada. La metodología de ensayo deberá estar de acuerdo con lo explicado en el Anexo B.</p>	
<i>(Continúa)</i>	
-2-	2013-1153

Figura 4. Norma INEN 1122:2013. Pág. 3  
INEN, 2013

## 5.2 Requisitos físicos y químicos

5.2.1 El café soluble, ensayado de acuerdo con las normas técnicas ecuatorianas correspondientes, debe cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos

REQUISITOS	UNIDAD	CAFÉ SOLUBLE						CAFÉ SOLUBLE DE SCAFENADO						MÉTODO DE ENSAYO
		atomizado		aglomerado		lío­filizado		Atomizado		aglomerado		Lío­filizado		
		MIN	MÁX	MIN	MÁX	MIN	MÁX	MIN	MÁX	MIN	MÁX	MIN	MÁX	
Pérdida de masa a 70°C	%	–	3,8	–	4,0	–	3,5	–	3,8	–	4,0	–	3,5	NTE INEN-ISO 3726
Caricinas totales	%	–	14	–	14	–	14	–	14	–	14	–	14	NTE INEN 1117
Caféina en base seca	%	2,0	–	2,0	–	2,0	–	–	0,3	–	0,3	–	0,3	NTE INEN 1112 NTE INEN-ISO 4052
Pb	%	4,7	5,5	4,7	5,5	4,7	5,5	4,7	5,5	4,7	5,5	4,7	5,5	Punto 5.2.2

5.2.2 *Determinación del pH.* Para la determinación del pH seguir la NTE INEN 389, excluyendo el punto 3.2. El material a ensayar consistirá en una solución al 1% del producto en agua destilada y hervida; posteriormente dejar enfriar a temperatura ambiente y medir el pH.

5.2.3 El café soluble debe cumplir con los requisitos para contaminantes establecidos en la tabla 2.

5.2.4 El café soluble debe cumplir con el perfil de carbohidratos libres y totales establecidos en la tabla 3, para garantizar la autenticidad del producto.

5.2.5 El contenido máximo de ocratoxina A, para café soluble debe ser de 10 µg/g.

TABLA 2. Requisitos del contenido máximo de contaminantes

Metal	Límite máximo mg/kg
Cobre (Cu)	20
Plomo (Pb)	1
Zinc (Zn)	50
Arsénico (As)	0,5
Estaño (Sn)	20
Cadmio (Cd)	0,1
Mercurio (Hg)	0,1

TABLA 3. Perfil de carbohidratos

Carbohidrato	Máximo % (m/m)	MÉTODO DE ENSAYO
Glucosa total	2,6	NTE INEN-ISO 11292
Xilosa total	0,6	NTE INEN-ISO 11292
Fructosa libre	1,0	NTE INEN-ISO 11292

## 5.3 Requisitos microbiológicos

5.3.1 El café soluble deberá cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 4.

(Continúa)

Tabla 4. Requisitos microbiológicos del café soluble

Requisitos	N	c	m	M	Método de ensayo
REP UFC/g Recuento total de microorganismos aerobios mesófilos	5	2	$5,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	NTE INEN 1529-5
Coliformes totales NMP/g	5	1	$< 3 \times 10^0$	$1,0 \times 10^2$	NTE INEN 1529-6
E. Coli NMP/g	5	0	$< 3 \times 10^0$ *	-	NTE INEN 1529-8
Mohos y levaduras UPC/g	5	2	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	NTE INEN 1529-10

\*  $< 3,0 \times 10^0$ , significa que no existirá ningún tubo positivo en la técnica del NMP con series de tres tubos.

En donde:

n = número de muestras del lote que deben analizarse,

c = número de muestras defectuosas aceptables, que se pueden encontrar dentro del rango m y M,

m = límite de aceptación,

M = límite de rechazo.

**Criterio de rechazo:** Si el número de muestras defectuosas dado en c posee valores mayores o iguales al de M, el lote se rechaza.

#### 5.4 Requisitos complementarios

**5.4.1 Envasado.** El producto podrá ser envasado en recipientes de hojalata, laminados metálicos y de vidrio; cuyo material deberá ser resistente a la acción del producto y que mantenga herméticamente cerrado el producto de manera que no se afecte o altere las características organolépticas y físico-químicas de composición o produzca sustancias tóxicas.

**5.4.1.1** Para envases con capacidad menor a 50 g podrá usarse, a más de lo indicado, material laminado que en su composición incluya aluminio con el fin de proteger el café de los efectos de la humedad del ambiente. La composición del laminado puede ser papel-aluminio-polietileno ó polipropileno- aluminio-polietileno.

**5.4.2 Rotulado.** Para efectos de la presente norma, las etiquetas deberán ser de papel o de cualquier otro material que pueda adherirse fácilmente a los envases, o bien de impresión permanente sobre los mismos.

**5.4.2.1** Las declaraciones deberán ser con caracteres legibles e indelebles en condiciones de visión normal, en idioma español y adicionalmente en otro idioma si las necesidades del país así lo disponen, y que no desaparezcan bajo condiciones de uso normal.

**5.4.2.2** El rótulo deberá cumplir con lo especificado en la NTE INEN 1 334-1 y llevar como nombre del producto "Café Soluble" ó "Café Instantáneo"; "Café Soluble Descafeinado" ó "Café Instantáneo Descafeinado". Incluir la forma de uso.

**5.3 Embalaje.** Los embalajes y materiales para embalajes deberán cumplir con las normas técnicas INEN correspondientes, o en su ausencia con normas internacionales.

**5.4 Transporte y almacenamiento.** El transporte y almacenamiento del producto deberán cumplir con las normas técnicas de higiene y buenas prácticas de manufactura vigentes.

(Continúa)

Figura 6. Norma INEN 1122:2013. Pág. 5  
INEN, 2013

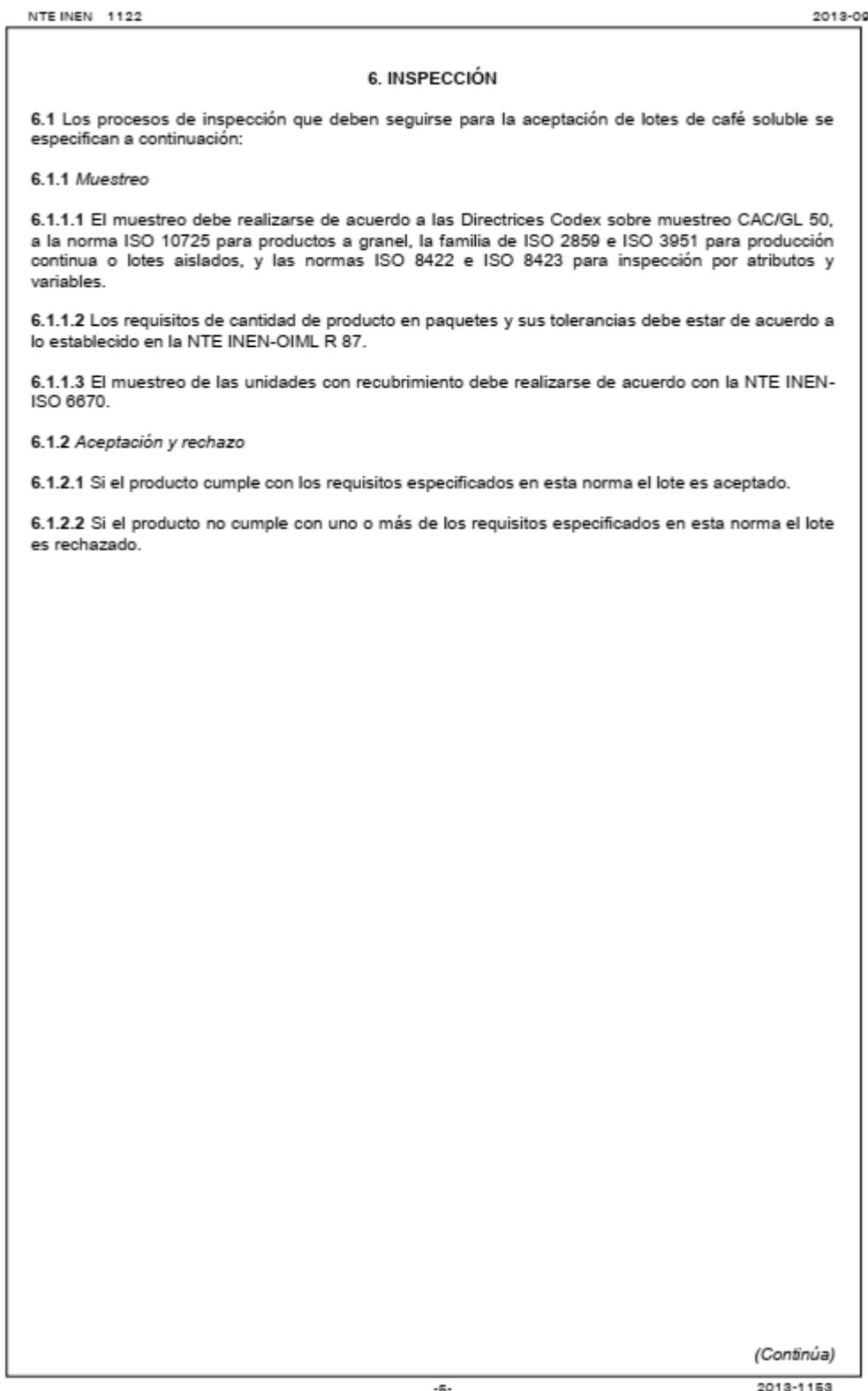


Figura 7. Norma INEN 1122:2013. Pág. 6  
INEN, 2013

NTE INEN 1122 2013-09

**ANEXO A**  
**ENSAYO DE TAZA**

**A.1 Equipo**

A.1.1 Taza de porcelana o de vidrio apropiados.

A.1.2 Vidrio de reloj.

A.1.3 Balanza analítica.

**A.2 Preparación de la muestra**

A.2.1 Homogeneizar la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

A.2.2 La cantidad de café soluble, extraído de un lote determinado, deberá ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo; el equipo que se use para este ensayo deberá estar limpio y seco.

A.2.3 Tan pronto como el producto se extraiga del lote, deberá anotarse el color, apariencia y aroma.

**A.3 Procedimiento**

A.3.1 Pesar 2,5 g del café soluble y transferir a un vaso de 500 cm<sup>3</sup>, añadir agua potable acabada de hervir, y mezclar. Tapar el vaso con un vidrio de reloj y poner en infusión por 5 minutos. Oler la infusión y anotar el aroma. Enfriar hasta 60°C ± 2 °C, y añadir leche y azúcar a gusto del catador.

A.3.2 La prueba del catado debe ser evaluada sobre un total de 10 puntos. La escala corresponde a 0 - sabor impuro hasta llegar a 10 - sabor completo.

A.3.2.1 Señalar con una marca cada uno de los siguientes defectos:

- materia extraña,
- censurable,
- agrio (desagradable),
- quemado,
- fermentado,
- débil delicado,
- medicina,
- metálico.

Total.....

A.3.3 La prueba del olor debe ser evaluada sobre un total de 5 puntos. La escala corresponde a 0- aroma impuro hasta llegar a 5- sabor completo.

A.3.3.1 Señalar con una marca cada uno de los siguientes defectos:

- objetable,
- extraño,
- quemado,
- enmohecido,
- metálico.

Total.....

**A.4** La evaluación final deberá basarse sobre los datos obtenidos y deberá clasificarse en las categorías siguientes:

Bueno	Muy Claro	Claro	Mediano	Pobre
12-15	10-11	8-9	6-7	Menos que 5

*(Continúa)*

-6- 2013-1163

Figura 8. Norma INEN 1122:2013. Pág. 7  
INEN, 2013

NTE INEN 1122 2013-09

**ANEXO B**  
**ENSAYO DE LA SOLUBILIDAD**

**B.1** El método se basa en añadir al café soluble una determinada cantidad de agua caliente o fría; si éste no se disuelve con moderado agitación en el tiempo determinado y deja sedimento, se reportará como adulterado.

**B.2 Instrumental**

**B.2.1** Vaso de precipitación de 500 cm<sup>3</sup>.

**B.2.2** Probeta de 250 cm<sup>3</sup>.

**B.2.3** Balanza analítica.

**B.2.4** Vidrio de reloj.

**B.3 Procedimiento**

**B.3.1 Solubilidad en agua caliente.**

**B.3.1.1** Transferir 2,5 g de muestra en un vaso de precipitación de 500 cm<sup>3</sup> y agregar 250 cm<sup>3</sup> de agua potable acabada de hervir y agitar moderadamente durante 30 segundos.

**B.3.1.2** Reporte de los resultados. Reportar como disolución completa si el café se disuelve completamente antes de los 30 segundos.

**B.3.2 Solubilidad en agua fría**

**B.3.2.1** Transferir 2,5 g de muestra en un vaso de precipitación de 500 cm<sup>3</sup> y agregar 250 cm<sup>3</sup> de agua potable a 18°C ± 2 °C, agitar moderadamente durante 3 minutos.

**B.3.1.2** Reporte de los resultados. Reportar como disolución completa si el café se disuelve completamente en el tiempo de 3 minutos.

-7- 2013-1153

Figura 9. Norma INEN 1122:2013. Pág. 8  
INEN, 2013

NTE INEN 1122		2013-09	
<b>APENDICE Z</b>			
<b>Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR</b>			
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3509		<i>Café y sus derivados. Vocabulario (IDT)</i>	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 6670		<i>Café instantáneo. Muestreo de unidades con recubrimiento.</i>	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1112 <i>Café.</i>		<i>Determinación de la cafeína. (Método de rutina).</i>	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3726		<i>Café instantáneo. Determinación de la pérdida de masa a 70°C bajo presión reducida.</i>	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 4052		<i>Café. Determinación de la cafeína. (Método de referencia).</i>	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1117		<i>Café soluble. Determinación de las cenizas totales.</i>	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 11292		<i>Café soluble. Determinación del contenido de carbohidratos libres y totales. Método por cromatografía de intercambio aniónico de alta resolución</i>	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-1		<i>Rotulado de Productos Alimenticios para Consumo Humano. Parte 1. Requisitos.</i>	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5		<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. REP.</i>	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-6		<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica del número más probable.</i>	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-8		<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y E.coli.</i>	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10		<i>Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad.</i>	
Recomendación Técnica Ecuatoriana NTE INEN-OIML R 87		<i>Cantidad de producto en paquetes.</i>	
International Standard Organization. ISO 8422		<i>Sequential sampling plans for inspection by attributes.</i>	
International Standard Organization. ISO 8423		<i>Sequential sampling plans for inspection by variables for percent nonconforming (known standard deviation).</i>	
International Standard Organization. ISO 2859		<i>Series of standards for sampling for inspection by attributes.</i>	
International Standard Organization. ISO 3951		<i>Series of standards for sampling procedures for inspection by variables.</i>	
Directrices del Codex Alimentarius CAC/GL 50		<i>Directrices Generales sobre Muestreo.</i>	

Figura 10. Norma INEN 1122:2013. Pág. 9  
INEN, 2013

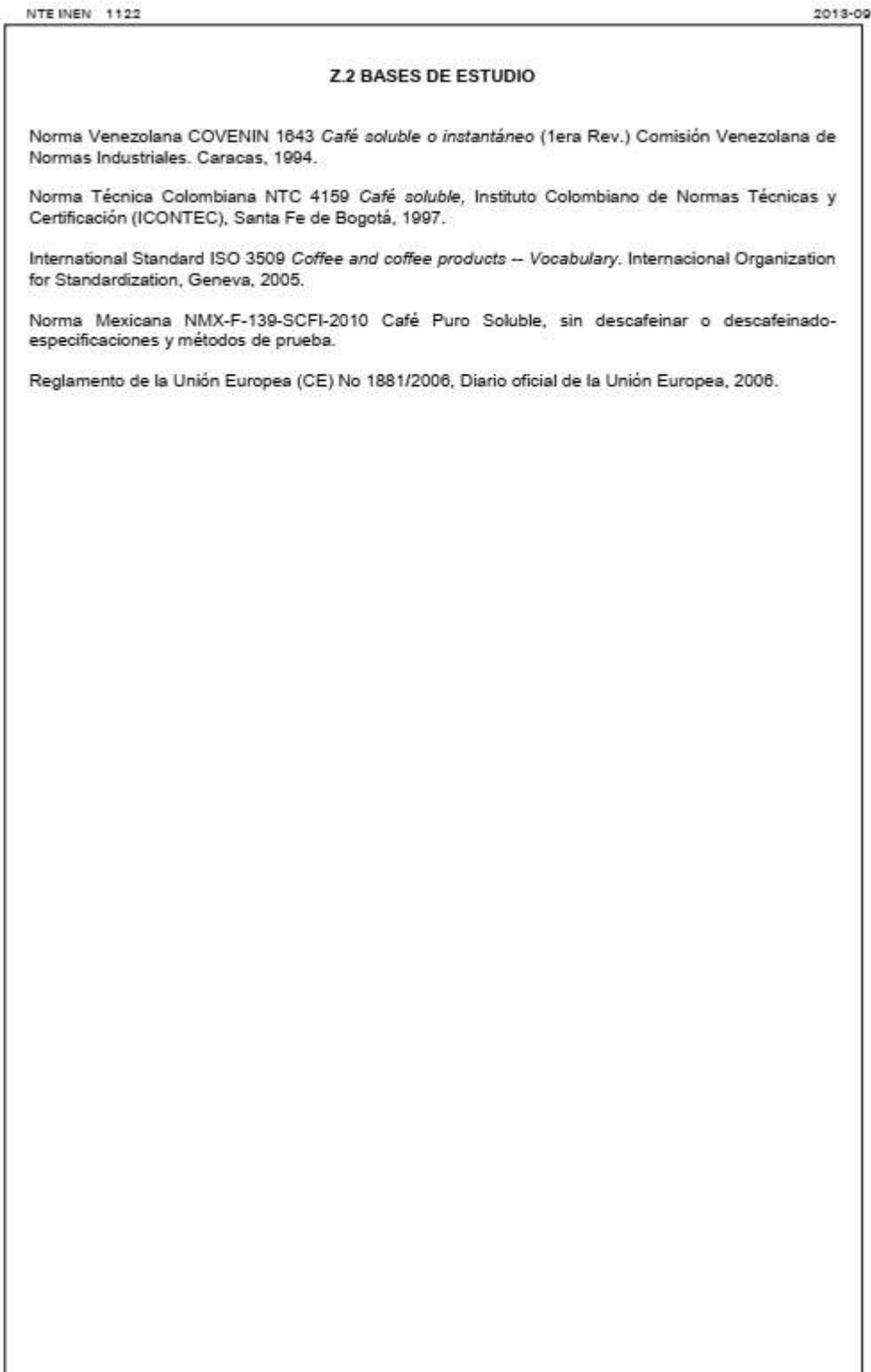


Figura 11. Norma INEN 1122:2013. Pág. 10  
INEN, 2013

## 9.2 Anexo 2. Formulario de evaluación sensorial

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

### FORMULARIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL

**Instrucciones:**

1. Siga las indicaciones señaladas por la persona organizadora.
2. Responda de manera honesta de acuerdo a su percepción. Su respuesta es anónima.
3. Evite interactuar con los demás asistentes durante el periodo de la degustación.
1. Califique cada parámetro empleando un valor de 1 a 5 de la escala detallada a continuación.

Escala hedónica de evaluación sensorial	Valor	Nivel de aceptación
	1	Muy malo
	2	Malo
	3	Indiferente
	4	Bueno
	5	Muy bueno

Código	Color	Aroma	Sabor	Apariencia	Aceptación general
T1					
T2					
T3					

Observaciones:

---



---



---



---

¡Gracias por su colaboración!

Figura 12. Formulario de evaluación sensorial  
Cruz, 2021

### 9.3 Anexo 3. Ingredientes mezclados previo a la compresión



Figura 13. Mezcla de componentes de los comprimidos de café Cruz, 2021

### 9.4 Anexo 4. Etapa de compresión de los tratamientos planteados



Figura 14. Compresión de los tratamientos Cruz, 2021

### 9.5 Anexo 5. Producto final - Comprimidos de café (tratamiento 1)



Figura 15. Tratamiento 1 de comprimidos de café  
Cruz, 2021

### 9.6 Anexo 6. Producto final - Comprimidos de café (tratamiento 2)



Figura 16. Tratamiento 2 de comprimidos de café  
Cruz, 2021

### 9.7 Anexo 7. Producto final - Comprimidos de café (tratamiento 3)



Figura 17. Tratamiento T3 de comprimidos de café  
Cruz, 2021

### 9.8 Anexo 8. Resultados de ANOVA y prueba de Tukey de parámetro color

InfoStat/E - Nueva tabla - [Resultados]

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Nueva tabla : 5/2/2021 - 7:55:54 PM - [Versión : 4/30/2020]

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Color	90	0.84	0.75	17.16

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	87.37	31	2.82	9.54	<0.0001
Tratamiento	78.87	2	39.43	133.49	<0.0001
Panelista	8.50	29	0.29	0.99	0.4953
Error	17.13	58	0.30		
Total	104.50	89			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.33755**

Error: 0.2954 gl: 58

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	4.47	30	0.10	A
T2	2.73	30	0.10	B
T3	2.30	30	0.10	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 18. ANOVA y prueba de Tukey del parámetro color  
Cruz, 2021

## 9.9 Anexo 9. Resultados de ANOVA y prueba de Tukey de parámetro aroma

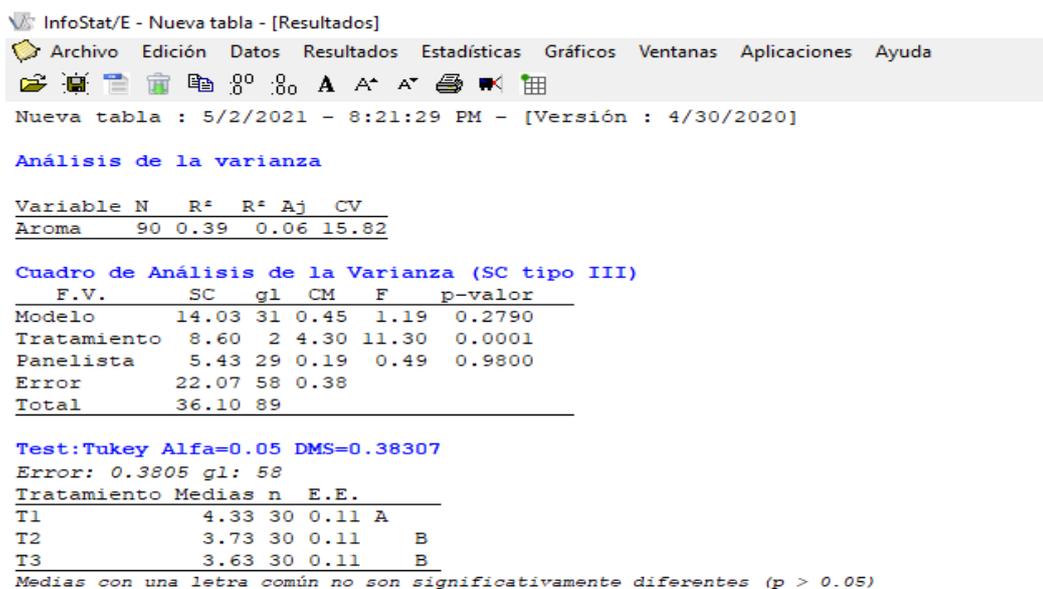


Figura 19. ANOVA y prueba de Tukey del parámetro aroma Cruz, 2021

## 9.10 Anexo 10. Resultados de ANOVA y prueba de Tukey de parámetro sabor

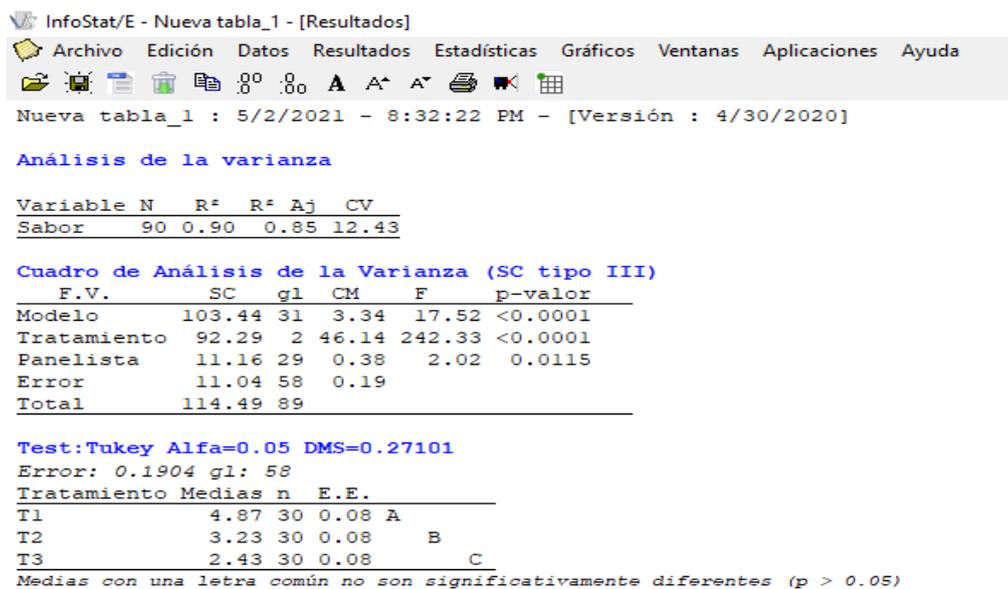


Figura 20. ANOVA y prueba de Tukey del parámetro sabor Cruz, 2021

## 9.11 Anexo 11. Resultados de ANOVA y prueba de Tukey de parámetro textura

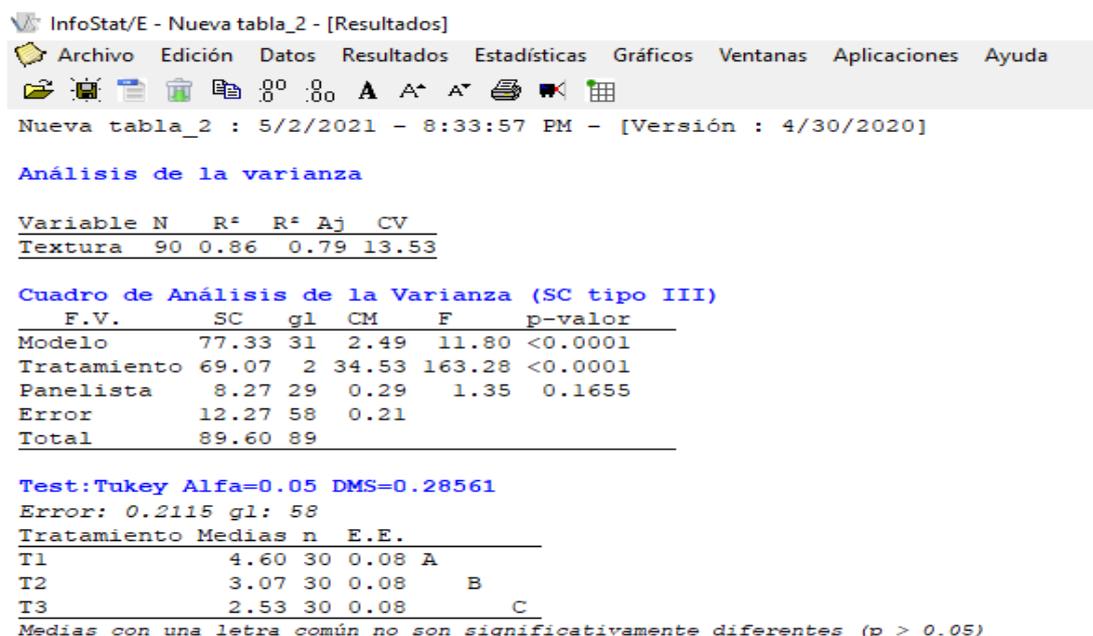


Figura 21. ANOVA y prueba de Tukey del parámetro textura Cruz, 2021

## 9.12 Anexo 12. Resultados de ANOVA y prueba de Tukey de parámetro aceptación general

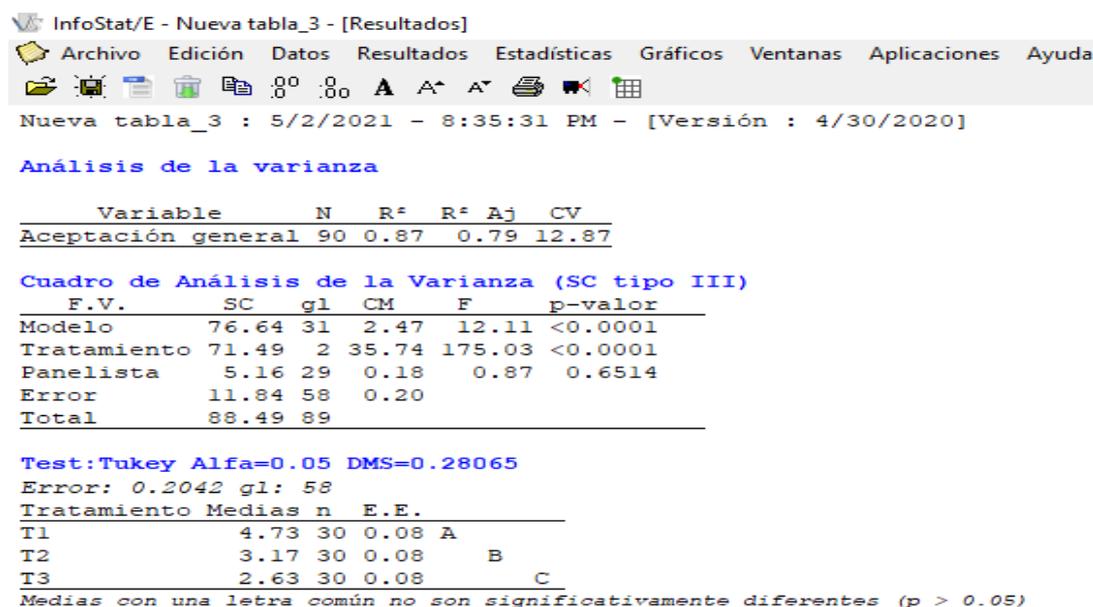


Figura 22. ANOVA y prueba de Tukey del parámetro aceptación general Cruz, 2021

### 9.13 Evaluación sensorial de los 3 tratamientos de comprimidos de café



Figura 23. Evaluación sensorial de los tratamientos.  
Cruz, 2021

### 9.14 Anexo 14. Prueba de solubilidad



Figura 24. Prueba de solubilidad de los comprimidos  
Cruz, 2021

### 9.15 Anexo 15. Tratamiento T1 obtuvo la más alta solubilidad



Figura 25. Prueba de solubilidad de los comprimidos  
Cruz, 2021

## 9.16 Anexo 16. Resultados de análisis fisicoquímicos del tratamiento T1

**LABORATORIOS**  
**AVE**  
Garantizamos su confianza

### INFORME DE ENSAYOS

Fecha de Informe:	27/04/2021	Orden:	1042	Informe:	1792-21	Página:	1/1
-------------------	------------	--------	------	----------	---------	---------	-----

<b>INFORMACION DEL CLIENTE:</b>							
Nombre:	CRUZ SANCAN ERICKA GUISELLA						
Dirección:	CALLE B ENTRE 14 Y 15						
Teléfono:	0962037537	Persona de Contacto:	ERICKA CRUZ	E. Mail:	ericka.cruzsan@tymail.com		

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>							
Tipo de Muestra:	CAFE, TE, CACAO	Fecha de Recepción:	19/04/2021				
Tipo de Productor:	CAFE	Cód. de Laboratorio:	CT-C-11-19-04-21				
Cantidad Recibida:	2 de 215g	Muestreo:	Realizado por el cliente				
Condición:	Normales, Funda plástica						

<b>INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE</b>							
Nombre:	CAFE SOLUBLE PARA COMPRIMIDOS						
Fecha de Elab.	--	Fecha de Exp.	--				
Contenido Declarado:	--	Lote:	--	Forma de conservación:	Ambiente		
Presentaciones:	--						
Material de envase:	--						

<b>ANALISIS QUIMICOS</b>							
Fecha de Análisis:	22/04/2021 - 20/04/2021		Página R 30-5.10:	HPLC-1797 / 21671			
Condiciones ambientales:	Temperatura:		20°C - 30°C	Humedad Relativa:		45% - 65%	
Contenido Encontrado:	--						

Parámetros	Unidad	Resultados	**Requisitos	Técnica	Método de Referencia
Cafeína exp en base seca	g/100g	2,25	Mín 2	Cromatografía Líquida/PDA	MMQ-HPLC-01
Cenizas	g/100g	11,79	Máx 14	Gravimétrico	MMQ-146 AOAC 21th 2019, 920.39 A MODIFICADO
Perdida de Masa	g/100g	3,77	Máx 3,0	Gravimétrico	MMQ-04 AOAC 21th 2019, 979.12 MODIFICADO

\*\* Requisitos Químicos establecidos según Norma NTE INEN 1122:2013-09 Tercera Revisión Café Soluble Atomizado.

<b>REGLA DE DECISION</b>	
La muestra analizada <b>CUMPLE</b> en el parámetro de Cafeína y Cenizas, con los Requisitos Químicos establecidos según Norma NTE INEN 1122:2013-09 Tercera Revisión Café Soluble Atomizado.	
La muestra analizada <b>NO CUMPLE</b> en el parámetro de Perdida de Masa, con los Requisitos Químicos establecidos según Norma NTE INEN 1122:2013-09 Tercera Revisión Café Soluble Atomizado.	
Por solicitud del cliente, Laboratorios AVVE S.A determinó la conformidad del producto analizado, de acuerdo a los Requisitos establecidos en la Norma NTE INEN 1122:2013-09 Tercera Revisión Café Soluble Atomizado.	

<b>OBSERVACIONES</b>	
*Una vez emitido el informe final, bajo ningún concepto se realizarán, modificaciones, por eliminación del valor de incertidumbre o cambio de Requisitos*	
Se podrán realizar modificaciones al presente documento, hasta 6 meses después de su emisión, a excepción de que las autoridades regulatorias lo soliciten o por un sustento técnico válido, de acuerdo al criterio del laboratorio.	
Estos resultados corresponden exclusivamente a la muestra analizada.	
La contra muestra se almacena en el laboratorio por 1 mes	
Prohibida su reproducción total o parcial, sin previa autorización de LABORATORIOS AVVE S.A.	
Las observaciones y opiniones no se encuentran dentro del Alcance de Acreditación de A2LA y SAE.	
Los registros generados por el análisis de la(s) muestra(s) son mantenidas en los archivos del laboratorio por 5 años	
Válido solo el Informe Original	
Los resultados se aplican a la muestra tal cual como fue recibida.	



**Q.F. Paola Avilés**  
Jefe Dpto. Físico Químico

REV 06/09-11

Datos de Contacto:  
 Dirección Laboratorio Matriz: Parque Industrial California 1, Calle Arj. Morado Lique. Pinaricamas,  
 Esfdo Comercio 3 Local 4 A Km. 11 1/2 vía a Dada.  
 P.O. Matriz: (5034) 2102020 - Teléfono Parque California 1: 2100017 / 2103020 ext. 235 Cel: 0998078518

Dirección Laboratorio de Microbiología: Parque Industrial California 2, Bodega D44  
 Km. 11 1/2 vía a Dada.  
 Teléfono: (5034) 2103900 ext. 101, Teléfono Parque California 2: 2100180 ext. 443

E-mail: margo.aviles@laboratoriosave.com  
 contrataciones.compras@laboratoriosave.com  
 paola.aviles@laboratoriosave.com  
 irena.aviles@laboratoriosave.com  
 www.laboratoriosave.com

R02-5.10 Rev.06 25/10/19

Figura 26. Resultados de análisis fisicoquímicos

Cruz, 2021