UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y AGRONEGOCIOS

TEMA:

“ ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA HARINA DE CEREZA DE CAFÉ *(Coffea arábica)* COMO INGREDIENTE PARA LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS EN EL CANTÓN LOJA, PROVINCIA LOJA”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Gestión de Agroempresas y Agronegocios

Línea de investigación:
Desarrollo agropecuario y forestal sostenible

AUTOR:

Ing. Wilson Eduardo Viñan Diaz

DIRECTORA:

Dra. Patricia Marlene Aguirre Mejía PhD.

Ibarra – Ecuador 2026

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi querida madre, por su apoyo, paciencia y comprensión durante todo este tiempo. A mis hijos, por ser mi mayor inspiración y la razón de seguir esforzándome cada día. Gracias a su cariño y respaldo fue posible culminar esta importante etapa.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Dra. Patricia Aguirre, directora de esta investigación, por su orientación y apoyo durante el desarrollo de este trabajo. De igual manera, a la Dra. Doris Chalapuente subdirectora, por sus aportes y recomendaciones que ayudaron a mejorar esta investigación.

También agradezco a los docentes de la Maestría en Gestión de Agroempresas y Agronegocios, por compartir sus conocimientos y contribuir a mi formación profesional.

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 11 de noviembre del 2026

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA,

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en constancia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



PHD. Aguirre Mejía Patricia Marlene
pmaguirre@utn.edu.ec

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	VIÑAN DIAZ WILSON EDUARDO

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA HARINA DE CEREZA DE CAFÉ *(Coffea arábica)* COMO INGREDIENTE PARA LA PREPARACION DE ALIMENTOS EN EL CANTÓN LOJA, PROVINCIA LOJA
AUTOR (ES):	WILSON EDUARDO VIÑAN DIAZ
FECHA: DD/MM/AAAA	10/11/2026
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	☐ **PREGRADO** ☒ **POSGRADO**
TITULO POR EL QUE OPTA:	MAGÍSTER EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y AGRONEGOCIOS
DIRECTOR /ASESOR:	DRA. PATRICIA AGUIRRE (PHD)

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 11 días del mes de noviembre de 2026

EL AUTOR:



Firma:
Wilson Eduardo Viñan Diaz

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS 6
RESUMEN 12
ABSTRACT 14
CAPÍTULO I 15
1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN 15
1.1 Contextualización del problema 15
1.2 Identificación de la problemática 16
1.3 Relación con la literatura y el estado del arte 16
1.4 Planteamiento de la tesis o argumento central 17
1.5 Objetivos 18
1.6 Justificación de la investigación. 19
CAPITULO II 22
2. MARCO REFERENCIAL 22
2.1. Marco teórico 22
2.1.1 Conceptualización de la problemática 23
2.1.2 Teorías que respaldan el estudio. 23
2.1.2.1 El Desarrollo sostenible 24
2.1.2.2 Las dimensiones de la sustentabilidad. 25
2.1.2.3 El café y el desarrollo sostenible 26
2.1.2.4 La cadena de valor del café 32
2.1.2.5 La cáscara de café como subproducto agroindustrial 34
2.1.2.6 Proceso de elaboración de harina de café 36
2.1.3 Investigaciones previas y su relación con el problema 37
2.2 Marco Legal 39
CAPITULO III 41

3. MARCO METODOLÓGICO 41

3.1. Enfoque de la investigación 41

3.2.Tipo de investigación……41

3.3 Diseño de investigación 43

3.4 Descripción del área de estudio. 44

3.4.1 Población y muestra 45

3.4.2 Criterios de inclusión 49

3.4.3 Criterios de exclusión. 49

3.5 Procedimientos 50

3.5.1. Definición del proceso tecnológico para obtener harina de cereza de café como ingrediente para la preparación de alimentos 50

3.5.1.1 Procedimiento seguido para la obtención de harina de cereza de café ... 51

3.5.2. Análisis de las propiedades micronutrientes y compuestos funcionales de la harina de cereza de café. 55

3.5.3 Elaboración de galletas utilizando la harina de cascara de café como ingrediente principal o complementario. 55

3.5.3.1 Proceso de elaboración de las galletas 56

3.5.3.2 Evaluación sensorial de los tratamientos 59

3.5.4 Evaluación de la viabilidad comercial del producto elaborado utilizando la harina de cascara de café como ingrediente principal o complementario. 60

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos 60

3.7 Técnicas de análisis de datos 61

3.8 Consideraciones éticas 62

CAPITULO IV 63

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 63

4.1 Resultados 63

4.1.1 Proceso tecnológico definido para la obtención de harina de cereza de café 63

4.1.2 Análisis de las propiedades micronutrientes y compuestos funcionales de la harina de cereza de café 68

4.1.3 Elaboración de galletas utilizando la harina de cereza de café como ingrediente complementario. 70

4.1.3.1 Características físicas de las galletas obtenidas 71

4.1.3.2 Resultados de la Evaluación sensorial 72

4.1.3.3 Resultados de la prueba no paramétrica de Friedman 74

4.1.4 Evaluación de la viabilidad comercial del producto elaborado utilizando la harina de cereza de café como ingrediente principal o complementario. 78

4.1.4.1 Estudio de aceptación del consumidor 78

4.1.4.2 Análisis de costos de producción 92

4.2 Discusión 102

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 106

5.1. CONCLUSIONES 106

5.2. RECOMENDACIONES 107

Anexos 112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Plantas de café sembradas en la provincia de Loja* 21
Tabla 2 *Información de las fincas proveedoras de materia prima* 48
Tabla 3 *Análisis realizados de los dos tipos de variedad de harina de café.* 55
Tabla 4 *Resultados esperados acorde al porcentaje de sustitución de harina de trigo* . 56
Tabla 5 *Tratamientos experimentales para la formulación de galletas* 56
Tabla 6 *Formulación de galletas según el porcentaje de sustitución de harina de cáscara de café en los tratamientos.* 57
Tabla 7 *Rendimiento de cáscara de café después del despulpado* 65
Tabla 8 *Balance comparativo de masa en el proceso de obtención de harina de cáscara de café* 66
Tabla 9 *Peso final de harina* 67
Tabla 10 *Características organolépticas de la harina de cáscara de café según la variedad* 68
Tabla 11 *Análisis de micronutrientes y componentes funcionales de la harina de cereza de café* 69
Tabla 12 *Rendimiento comparativo.* 72
Tabla 13 *Estadísticos de prueba de Friedman* 75
Tabla 14 *Análisis de los rangos promedios de los tratamientos* 76
Tabla 15 *Comparación post hoc entre mejores tratamientos y mejores tratamientos vs. testigo* 76
Tabla 16 *Orden de los tratamientos según aceptabilidad general* 77
Tabla 17 *Costos de producción de harina de cáscara de cereza de café* 93
Tabla 18 *Costos de producción de galletas de harina de cascara de cereza de café* 94
Tabla 19 *Costo de la presentación individual (15 galletas por paquete de 150 gr)* 96
Tabla 20 *Análisis de escenarios de precio de venta y utilidad por presentación de 150 gramos* 96
Tabla 21 *Costos fijos y variables* 97
Tabla 22 *Evaluación de viabilidad comercial de las galletas de cáscara de café* 100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Tipo de Investigación* …… 44

Figura 2. *Mapa del Cantón Loja y sus parroquias y sitio de influencia de la presente investigación*……46

Figura 3 *Diagrama de flujo y parámetros críticos del proceso de obtención de harina de cáscara de café* 55

Figura 4 *Pesado de cereza de café recolectada en las fincas participantes* 65

Figura 5 *Etapa de despulpado de la cereza de café* 63

Figura 6 *Molienda y tamizado de la cáscara deshidratada de café* 67

Figura 7 *Coloración de la harina obtenida de las dos variedades de café* 70

Figura 8 *Color de las galletas de acuerdo al porcentaje de haraian de cascara de café* (10 %, 15 % y 20 %), ... 75

Figura 9 *Nivel de aceptación de los atributos evaluados en los diferentes tratamientos* 76

Figura 10 *Edad de los encuestados* 80

Figura 11 *Género de los encuestados* 81

Figura 12 *Consumo de galletas* 82

Figura 13 *Razones del no consumo de galletas por parte de los No consumidores* 83

Figura 14 *Frecuencia del consumo de galletas* 84

Figura 15 *Lugares donde los consumidores suelen comprar galletas* 85

Figura 16 *Aspecto que más influye en la decisión de compra de galletas* 85

Figura 17 *Percepción de la importancia del aporte de beneficios nutricionales, como la fibra, minerales y antioxidantes en el producto* 86

Figura 18 *Interés en la propuesta de una galleta que utilice la harina de cascara de cereza del café como ingrediente complementario* 86

Figura 19 *Característica más atractiva del concepto de una galleta elaborada con harina de cascara de cereza de café* 87

Figura 20 *Percepción de la importancia de aprovechar los subproductos del café para la elaboración de nuevos alimentos* 88

Figura 21 *Probabilidad de compra de galletas elaboradas con harina de cascara de cereza de café como ingrediente complementario* 90

Figura 22 *Disposición de pago por un paquete de 15 galletas artesanales (150 gr)*..... 91

Figura 23 *Presentación preferida al comprar galletas elaboradas con harina de cascara de cereza de café como ingrediente complementario*..... 92
Figura 24 *Punto de equilibrio a un precio de venta de 1,50 USD por paquete de 150 g* 98
Figura 25 *Punto de equilibrio a un precio de venta de USD 1,75 por paquete de 150 g* 100

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A *Ficha de evaluación sensorial* 103
Anexo B *Encuesta de mercado* 116
Anexo C *Resultados de los análisis de laboratorio de las harinas de las dos variedades* 119
Anexo D *Registro fotográfico del proceso de elaboración de la harina de cereza de café* 120
Anexo E *Registro fotográfico del proceso de elaboración de galletas de harina de cáscara de café* 122
Anexo F *Registro fotográfico del proceso de evaluación sensorial de los tratamientos formulados* 123

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y AGRONEGOCIOS

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA HARINA DE CEREZA DE CAFÉ *(Coffea arábica)* COMO INGREDIENTE PARA LA PREPARACION DE ALIMENTOS EN EL CANTÓN LOJA, PROVINCIA LOJA

Autor: Wilson Eduardo Viñan Diaz

Director: Dra. Patricia Aguirre. Phd

Año: 2026

RESUMEN

La cáscara de cereza de café (*Coffea arábica*) constituye uno de los principales subproductos generados durante el proceso de obtención del café, en muchos casos, es desechada sin aprovechamiento adecuado, ocasionando impactos ambientales y desaprovechando su potencial nutricional. La presente investigación tuvo como objetivo determinar la factibilidad del aprovechamiento de la harina de cereza de café como ingrediente para la preparación de alimentos en el cantón de Loja. Para ello, se definió el proceso tecnológico de obtención de la harina, se analizaron sus propiedades nutricionales y compuestos funcionales, se elaboraron galletas con diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo y se evaluó su aceptación sensorial y viabilidad comercial. Se trabajó con las variedades Bourbon Sidra y Typica Mejorada, aplicando tratamientos con 10 %, 15 % y 20 % de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de café. La evaluación sensorial se realizó con 40 consumidores y los resultados se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Friedman. Además, se desarrolló un estudio de mercado y un análisis de costos de producción. Los resultados evidenciaron que las formulaciones con 20 % de sustitución obtuvieron la mayor aceptación en ambas variedades. El estudio de mercado mostró una favorable intención de compra, mientras que el análisis económico confirmó la viabilidad técnica, comercial y económica de las galletas. Se concluye que el aprovechamiento de este subproducto constituye una alternativa sostenible que genera

valor agregado, contribuye a la economía circular y fortalece la cadena productiva del café en la provincia de Loja.

Palabras clave: Harina de cereza de café, *Coffea arábica*, subproducto agroindustrial, sustitución de harina de trigo, aceptación sensorial.

ABSTRACT

The coffee cherry husk (*Coffea arabica*) is one of the main by-products generated during coffee processing. In many cases, it is discarded without adequate utilization, resulting in environmental impacts and the loss of its nutritional potential. This study aimed to determine the feasibility of using coffee cherry husk flour as an ingredient in food preparation in the canton of Loja, Ecuador. To achieve this objective, the technological process for producing the flour was established, its nutritional properties and functional compounds were analyzed, cookies were prepared using different levels of wheat flour substitution, and their sensory acceptance and commercial feasibility were evaluated. Two coffee varieties, Bourbon Sidra and Typica Mejorada, were used, with treatments consisting of 10%, 15%, and 20% substitution of wheat flour with coffee cherry husk flour. Sensory evaluation was conducted with 40 consumers, and the results were analyzed using the nonparametric Friedman test. In addition, a market study and production cost analysis were conducted. The results showed that the formulations with 20% substitution achieved the highest level of acceptance for both coffee varieties. The market study indicated a favorable purchase intention, while the economic analysis confirmed the technical, commercial, and economic feasibility of producing the cookies. It is concluded that the utilization of this by-product represents a sustainable alternative for generating added value, contributing to the circular economy, and strengthening the coffee production chain in the province of Loja.

Keywords: Coffee cherry husk flour, *Coffea arabica*, agro-industrial by-product, wheat flour substitution, sensory acceptance.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Contextualización del problema

El café (Coffea arábica) es una de las bebidas más consumidas a nivel mundial, no solo por sus características sensoriales, sino también por los compuestos bioactivos que contiene, los cuales se han relacionado con diversos beneficios para la salud. En este estudio se evaluó el efecto de la adición de diferentes ingredientes (azúcar, edulcorantes y distintos tipos de leche) sobre los compuestos bioactivos de café soluble, así como su capacidad antioxidante y poder reductor (Varela Mendoza, 2025).

Ecuador se posiciona como uno de los países productores y exportadores de café arábigo en América Latina. De acuerdo con la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL, 2024), Ecuador ocupa el noveno lugar como país exportador de café arábigo en América Latina. En este contexto, la provincia de Loja se destaca como una de las regiones más importantes para la producción de café de especialidad. (Universidad Técnica Particular de Loja, 2024). Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería, en el año 2023 la provincia contaba con aproximadamente 7.500 hectáreas dedicadas al cultivo de café, lo que representa cerca del 18 % de la producción nacional. Esta actividad involucra a más de 6.000 pequeños productores que cultivan variedades arábigas de alta calidad como Bourbon, Typica y Caturra, apreciadas por su sabor y complejidad en taza (Universidad Técnica Particular de Loja, 2024).

Los residuos generados durante el procesamiento del café pueden constituir un problema ambiental cuando son gestionados o dispuestos de manera inadecuada, debido a sus posibles efectos sobre la calidad del agua, el suelo y el aire. (Tsigkou et al. 2025).

En las regiones productoras de café, la gestión inadecuada de los residuos generados durante el procesamiento, como la pulpa, la cáscara y las aguas residuales, puede generar impactos ambientales sobre la calidad del agua y del suelo (Tsigkou et al., 2025). Estos residuos contienen compuestos como taninos y otros metabolitos derivados del cultivo de café, a los que se les atribuye una baja biodegradabilidad y comportamiento recalcitrante, además de afectar la calidad nutricional de algunos productos derivados (Gutiérrez Antonio C et al., 2021).

El grano de café no es aprovechado al máximo, generándose subproductos como la cascarilla de café, la cual generalmente posee poco valor agregado y en muchos casos

es considerada un contaminante ambiental, ya que suele ser depositada en ríos o suelos, afectando los ecosistemas acuáticos. Por ello, surge la necesidad de desarrollar alternativas que permitan aprovechar este subproducto y generar nuevos ingresos para los caficultores mediante la elaboración de productos derivados como la harina de cascarilla de café (Barrera, 2023)

1.2 Identificación de la problemática

El café constituye uno de los principales productos agrícolas y de exportación del Ecuador, especialmente en la provincia de Loja. La renovación de cafetales ha contribuido a mejorar la calidad del café de especialidad, permitiendo a los productores acceder a precios más altos y a mercados más lucrativos. Durante el proceso de obtención del café se genera una gran cantidad de residuos orgánicos; este subproducto, en la mayoría de los casos, es desechado o utilizado únicamente como abono orgánico o alimento para animales, lo que representa un bajo aprovechamiento de su potencial agroindustrial (Rodríguez & Gómez, 2019)

Se debe revalorizar este subproducto, considerando no limitarse únicamente a su transformación mediante compostaje para su uso como biofertilizante, sino también explorar otras aplicaciones, como su incorporación en la industria alimentaria humana o animal, el desarrollo de biopolímeros o su utilización en la formulación de ingredientes funcionales. Diversas investigaciones han evidenciado el potencial de los residuos del café para la obtención de bioproductos con valor agregado, lo que contribuye a reducir la contaminación generada por estos desechos y a crear nuevas alternativas de comercialización (Triviño Pineda J. S. et al., 2022)

1.3 Relación con la literatura y el estado del arte

La producción de café en el cantón Loja constituye una actividad económica relevante para numerosos pequeños productores y aporta significativamente al desarrollo agrícola de la región. La provincia de Loja se destaca como una de las zonas más importantes para la producción de café arábigo en el Ecuador, actividad que involucra a miles de pequeños caficultores y representa una fuente importante de ingresos para las comunidades rurales (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2023; Universidad Técnica Particular de Loja, 2024). Sin embargo, durante el proceso de beneficio del café se genera una gran cantidad de subproductos orgánicos, entre ellos la cereza o pulpa de café, que en la mayoría de los casos no reciben un aprovechamiento adecuado. Este material suele

ser descartado o utilizado únicamente como abono orgánico o alimento para animales, lo que evidencia un limitado uso de su potencial agroindustrial (Rodríguez & Gómez, 2019).

La disposición inadecuada de estos residuos puede provocar problemas ambientales, como la contaminación de suelos y fuentes de agua, debido a la presencia de compuestos orgánicos como taninos y otros metabolitos que dificultan su degradación natural (Gutiérrez Antonio C et al., 2021). A pesar de ello, diversos estudios han demostrado que la cereza o cascarilla de café contiene compuestos nutricionales y funcionales, tales como fibra dietética, antioxidantes y compuestos fenólicos, que podrían ser aprovechados en la elaboración de nuevos productos alimenticios, generando valor agregado a partir de un subproducto que actualmente se desperdicia (Triviño Pineda J. S. et al., 2022)

En este contexto, surge la necesidad de analizar alternativas tecnológicas y comerciales que permitan transformar la cereza de café en ingredientes con potencial de uso en la industria alimentaria. Una de estas alternativas es la obtención de harina de cereza de café, la cual puede incorporarse en la formulación de productos alimenticios como galletas, bebidas o productos de panificación, contribuyendo a la reducción de residuos agroindustriales y al desarrollo de nuevas oportunidades económicas para los caficultores (Barrera, 2023).

No obstante, en el cantón Loja existe escasa información sobre los procesos tecnológicos adecuados para la obtención de esta harina, sus características nutricionales y funcionales, así como su aceptación y viabilidad comercial en productos alimenticios.

1.4 Planteamiento de la tesis o argumento central

La harina de la cascara de café es uno de los productos derivados más relevantes. Esta harina se obtiene mediante el secado controlado y molienda fina de la cáscara o pulpa resultante del procesamiento de café. En el procesamiento húmedo, la pulpa representa entre el 29% y el 35% del peso del fruto, mientras que, en el procesamiento seco, la cáscara constituye aproximadamente el 45% de su peso. Esta harina se caracteriza por ser rica en fibra, antioxidantes y minerales, lo que la convierte en un ingrediente funcional valioso para desarrollar productos alimenticios saludables (Cangussu et al., 2021).

La provincia de Loja, reconocida por su importante producción cafetalera, genera volúmenes significativos de subproductos durante el beneficiado del café, entre ellos la cáscara del café. La cual posee compuestos bioactivos, fibra dietética y antioxidantes que

pueden ser valorizados a través de su transformación en harina para aplicaciones alimentarias.

El presente proyecto se fundamenta en una estrategia de valorización de subproductos agroindustriales, específicamente en el aprovechamiento de la harina de cáscara de café como ingrediente funcional en la formulación de alimentos. Esta propuesta busca incrementar el valor nutricional y la capacidad antioxidante de los productos desarrollados a base de la harina de cascara de café. De esta manera, se plantea como una alternativa técnica y económicamente viable para impulsar el desarrollo agroindustrial sostenible en la provincia de Loja.

Esta investigación pretende generar evidencia científica a nivel local que respalde el aprovechamiento integral de los residuos derivados de la producción cafetalera. Se promueve la implementación de principios de economía circular, la reducción del impacto ambiental asociado a los subproductos del café y el fortalecimiento de la competitividad de los emprendimientos alimentarios en la región, contribuyendo a un modelo productivo más eficiente, responsable y alineado con los criterios de sostenibilidad.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Determinar la factibilidad para el aprovechamiento de la harina de cereza de café (*Coffea arábica)* como ingrediente para la preparación de alimentos en el cantón Loja, provincia Loja.

1.5.2 Objetivos específicos

- Definir el proceso tecnológico para obtener harina de cereza de café como ingrediente para la preparación de alimentos.
- Analizar las propiedades micronutrientes y compuestos funcionales de la harina de cereza de café.
- Elaborar galletas utilizando la harina de cereza de café como ingrediente principal o complementario.
- Evaluar la viabilidad comercial del producto elaborado utilizando la harina de cereza de café como ingrediente principal o complementario.

1.6 Justificación de la investigación

El mercado de alimentos orgánicos y los alimentos funcionales ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, impulsado por una mayor conciencia de los consumidores sobre la salud, la calidad nutricional y la sostenibilidad de los sistemas alimentarios (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [FAO], 2021)

Este proyecto tiene una relevancia social y económica significativa, ya que ofrece una alternativa de diversificación productiva para los caficultores de la provincia de Loja. Al generar nuevos productos derivados del café, se puede incrementar la rentabilidad del cultivo, reducir los impactos ambientales asociados al manejo inadecuado de residuos y contribuir a la seguridad alimentaria mediante la oferta de alimentos con propiedades funcionales.

La elaboración de harina de cáscara de café y su incorporación en la formulación de un producto alimenticio funcional no solo promueve la innovación agroindustrial, sino que también impulsa el desarrollo sostenible y el aprovechamiento integral de los recursos disponibles en el territorio lojano, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas y promovidos por organismos internacionales como la FAO (FAO, 2021)

La incorporación de harina de cáscara de café en la elaboración de productos de panadería como galletas, pan y pasteles constituye una estrategia innovadora para mejorar su perfil nutricional y funcional. Diversas investigaciones han demostrado que la cáscara de café es una fuente importante de fibra dietética, proteínas, minerales y compuestos antioxidantes, los cuales pueden aportar beneficios significativos para la salud humana (Rebolledo Hernández et al., 2023)

En el caso de las galletas elaboradas con harina de cáscara de café, se ha observado un incremento en el contenido de fibra y compuestos fenólicos totales, así como una mayor capacidad antioxidante en comparación con las galletas tradicionales. Estos compuestos bioactivos contribuyen a reducir el estrés oxidativo celular y pueden favorecer la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles. Asimismo, diversos estudios indican que la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de

café en productos de panadería puede mejorar el valor nutricional sin afectar significativamente las propiedades sensoriales cuando se emplean niveles moderados de sustitución (Rebolledo Hernández et al., 2023).

La adición de harina de cáscara de café a productos de panadería permite incrementar el valor nutricional y funcional de alimentos de consumo masivo, ofreciendo alternativas saludables con propiedades antioxidantes, alto contenido de fibra y bajo impacto ambiental. De esta manera, su aplicación contribuye tanto al mejoramiento de la dieta humana como a la reducción de los residuos agroindustriales del café, fomentando la sostenibilidad y la innovación en el sector alimentario (FAO, 2021).

La provincia de Loja no solo cultiva uno de los cafés más reconocidos del país, también está sembrando futuro a través de un ambicioso plan de reforestación productiva que mezcla el café y plantas agroforestales. En lo que va del 2025 han logrado la siembra de 1 500 000 plantas, de las cuales 1,2 millones corresponden a café y 300 000 a especies forestales nativas y frutales (Diario Crónica, 2025).

El modelo combina prácticas agrícolas con principios de restauración ecológica. Por cada 2.500 plantas de café, se siembran entre 50 y 200 árboles forestales, que no solo brindan sombra, sino también mejoran la calidad del suelo y fomentan la biodiversidad (Diario Crónica, 2025).

El crecimiento ha sido sostenido. En 2024, sembraron 870 000 plántulas de café, y para este año la meta ha sido ampliamente superada. Esto es posible gracias a una red de 22 viveros interinstitucionales algunos propios de la Prefectura, otros en convenio con los municipios. Actualmente están en producción alrededor de 2 millones de plantas de café (Diario Crónica, 2025).

En ese contexto, la entidad financia el 80% de la producción en viveros, mientras que los municipios o juntas parroquiales con el 20% restante que comprende terrenos y mano de obra especializada. Cantones como Olmedo, Quilanga, Espíndola, Chaguarpamba, Loja, Catamayo, Puyango, Pindal, Macará, Sozoranga, Gonzanamá, entre otros, forman parte activa de este proyecto. Uno de los cantones que no cuenta con vivero es Saraguro (Diario Crónica, 2025).

El programa no solo promueve la siembra, también impulsa la capacitación. Las personas que reciben plantas deben ser parte de las Escuelas de Formación, donde

reciben acompañamiento técnico, seguimiento y evaluación de sus cultivos. Esta estrategia busca fortalecer el trabajo de los más de 10 000 caficultores que tiene la provincia (Diario Crónica, 2025).

Además, priorizan la entrega de variedades de alta calidad y demanda internacional, como Geisha, F1, Típica Mejorado y Bourbon Sidra. El costo de producción puede variar: por ejemplo, un kilo de semilla F1 o Geisha puede superar los USD 250 a 300, pero su valor en taza lo compensa. Estas plantas alcanzan su productividad plena a partir del tercer año de cultivo (Diario Crónica, 2025).

Actualmente, el acceso a las plantas no tiene costo. Sin embargo, la Prefectura se encuentra elaborando una ordenanza que podría entrar en vigor tras la aprobación de la Cámara Provincial en 2027, la cual establecerá un precio subsidiado por planta. Esto permitirá recuperar parte de la inversión y reinvertirla en nuevas campañas de siembra, cerrando así el ciclo de sostenibilidad y fortaleciendo la autonomía del programa (Diario Crónica, 2025).

El café lojano, valorado por sus notas florales, su acidez brillante y su complejidad en boca, sigue ganando terreno en mercados exigentes. Con cada planta sembrada, Loja reafirma su liderazgo nacional en café de especialidad, incluso ha sido ganador de múltiples concursos como la Taza de la Excelencia y Taza Dorada con una puntuación que llegó casi a los 92 puntos, siendo hasta el momento la más alta del país (Diario Crónica, 2025).

Tabla 1

Plantas de café sembradas en la provincia de Loja

Producto	Plantas sembradas	Año
Café	1 200 000	2025
Café	870 000	2024

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

CAPITULO II

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco teórico

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas promueven la garantía de patrones de consumo y producción sostenibles, como lograr el uso eficiente de los recursos naturales y reducir la generación de residuos mediante la prevención, la reducción, el reciclaje y la reutilización. Asimismo, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura se centra en rediseñar el sistema alimentario mundial para que sea más productivo, ambientalmente sostenible y capaz de ofrecer alimentos saludables y nutritivos a la población. En este sentido, la reducción de los desechos y subproductos de la industria alimentaria es una necesidad clara. El desarrollo de estrategias innovadoras para revalorizar los subproductos alimentarios mediante su conversión en nuevos ingredientes de calidad alimentaria es un desafío crítico en la cadena alimentaria (Rebollo Hernanz et al., 2021). El café es considerado una de las bebidas más populares a nivel mundial debido a su disponibilidad, beneficios para la salud y preferencias del consumidor. Sin embargo, el proceso completo, desde la producción hasta el consumo, genera cerca de dos mil millones de toneladas de residuos sólidos al año, de los cuales la cascarilla representa aproximadamente diez millones (Melikoglu, 2025)

La cascarilla de café constituye uno de los principales coproductos generados durante el procesamiento seco del café. Una proporción importante de este residuo es dispuesta directamente en vertederos, debido a la limitada aplicación de estrategias de aprovechamiento y valorización. Su manejo inadecuado puede contribuir a la contaminación ambiental y representa una pérdida de recursos potencialmente aprovechables dentro de la cadena productiva del café (Ali & Bhowmik, 2025)

Uno de los atributos más relevantes de la cascarilla de café es su elevado contenido de fibra dietética y compuestos bioactivos, lo que la convierte en un ingrediente con potencial para el desarrollo de alimentos funcionales. Estos componentes pueden contribuir a mejorar la salud intestinal, favorecer la digestión y aportar actividad antioxidante, lo que ha despertado el interés por su utilización en la formulación de nuevos productos alimenticios con valor nutricional agregado (Rebollo Hernanz et al., 2021)

2.1.1 Conceptualización de la problemática

La industria del café produce cantidades sustanciales de subproductos, como pulpa, cáscara, cascarilla y posos de café, que con frecuencia son descartados como residuos. Sin embargo, estos subproductos contienen compuestos bioactivos, fibra dietética, proteínas y lípidos que les confieren un alto potencial para su valorización y aprovechamiento sostenible en diferentes aplicaciones alimentarias e industriales (Rebollo Hernanz et al., 2021).

Los subproductos generados durante el procesamiento del café, como la pulpa, la cáscara y el mucílago, presentan potencial para su aprovechamiento como materias primas e ingredientes de interés alimentario. Estos materiales contienen compuestos de valor, entre ellos fibra dietética y compuestos fenólicos con actividad antioxidante, cuya recuperación mediante tecnologías de extracción y transformación permite desarrollar ingredientes funcionales y productos de mayor valor agregado. En este contexto, las estrategias de valorización y extracción sostenible contribuyen al aprovechamiento de los residuos de la cadena cafetalera y al desarrollo de alternativas orientadas hacia sistemas alimentarios más circulares (Nemzer et al., 2026; Wang et al., 2026).

La valorización sostenible de los residuos generados por la industria del café permite recuperar compuestos bioactivos y otros ingredientes funcionales que pueden emplearse en la elaboración de alimentos y alimentos para animales. Estos subproductos pueden transformarse mediante procesos biotecnológicos y métodos de extracción sostenibles para obtener antioxidantes, compuestos fenólicos y otros ingredientes de valor agregado, contribuyendo a la economía circular y a la reducción del impacto ambiental (Rebollo Hernanz et al., 2021).

2.1.2 Teorías que respaldan el estudio

Es importante destacar que el estudio se fundamenta en enfoques teóricos relacionados con la valorización de subproductos agroindustriales y el desarrollo de alimentos funcionales, los cuales respaldan la transformación de la cáscara de café en harina como alternativa sostenible dentro de la cadena productiva. Estas bases teóricas permiten comprender cómo la presencia de fibra dietética y compuestos bioactivos, especialmente antioxidantes naturales, pueden contribuir al mejoramiento del perfil nutricional de los alimentos. Asimismo, este enfoque promueve el aprovechamiento integral de residuos agrícolas, favoreciendo la economía circular y la producción

sostenible, al tiempo que impulsa la innovación en la elaboración de productos alimenticios con valor agregado y potencial beneficio para la salud del consumidor.

La harina elaborada a partir de la cáscara de café presenta una composición nutricional relevante para su aplicación en la industria alimentaria, debido a su contenido de fibra dietética, proteínas y minerales. Estas características la convierten en un ingrediente con potencial funcional, capaz de mejorar el perfil nutricional de diversos productos alimenticios (Rebolledo Hernández et al., 2023).

Desde esta perspectiva, los estudios científicos no solo describen las propiedades nutricionales y funcionales de la cáscara de café, sino que las vinculan directamente con su potencial aplicación en el desarrollo de alimentos funcionales. De esta manera, la evidencia respalda el planteamiento de que la transformación de este subproducto en harina constituye una alternativa viable para enriquecer formulaciones alimentarias con fibra dietética y compuestos antioxidantes. Además, su incorporación en productos alimenticios puede contribuir a la innovación tecnológica, a la diversificación de materias primas y a la promoción de sistemas de producción más sostenibles, al reducir residuos agroindustriales y fomentar el aprovechamiento integral dentro de la cadena de valor del café.

2.1.2.1 El Desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible implica la articulación equilibrada entre las dimensiones económica, social y ambiental, con el propósito de garantizar el bienestar humano y la conservación de los recursos naturales en el largo plazo (Salas Muñoz, 2022).

En el ámbito agroalimentario, el desarrollo sostenible implica la implementación de prácticas productivas que permitan optimizar el uso de los recursos, reducir los impactos ambientales y fomentar la generación de valor agregado en las cadenas productivas. En el caso del sector cafetero, el aprovechamiento de subproductos como la pulpa o cáscara de café constituye una estrategia importante para reducir la generación de residuos y promover sistemas productivos más sostenibles (Triviño Pineda J. S. et al., 2022).

La gestión adecuada de los residuos agroindustriales es un componente clave del desarrollo sostenible, ya que permite disminuir los problemas de contaminación ambiental asociados con la disposición inadecuada de desechos orgánicos. Diversos estudios señalan que la valorización de subproductos agrícolas mediante su

transformación en nuevos ingredientes o bioproductos contribuye a fortalecer la economía circular y a mejorar la eficiencia en el uso de los recursos naturales (Fardet & Rock, 2020).

En el contexto actual, caracterizado por una creciente demanda de alimentos saludables y sostenibles, la harina de café se presenta como una opción atractiva por sus propiedades nutricionales, entre las que destacan su alto contenido de fibra, su riqueza en antioxidantes y la ausencia de gluten. Asimismo, el enfoque del proyecto se alinea con los principios de la economía circular al promover el aprovechamiento eficiente de los recursos y la reducción de los impactos ambientales a lo largo de la cadena productiva del café (Mesías & Reina, 2026).

De esta manera, el desarrollo de productos alimenticios a partir de la harina de cereza de café se enmarca dentro de los principios del desarrollo sostenible, al promover el aprovechamiento integral de los recursos agrícolas, reducir los residuos agroindustriales y fomentar la innovación en la producción de alimentos funcionales con valor agregado.

2.1.2.2 Las dimensiones de la sustentabilidad

El desarrollo sostenible se fundamenta en tres dimensiones principales: ambiental, económica y social. Estas dimensiones permiten analizar de manera integral el impacto de las actividades productivas y promover el uso responsable de los recursos naturales, garantizando el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

Dimensión ambiental

La dimensión ambiental del desarrollo sostenible se relaciona con la protección de los ecosistemas y la reducción de los impactos negativos generados por las actividades productivas. En el caso del sector cafetero, el procesamiento del café genera una gran cantidad de residuos orgánicos, como la pulpa o cáscara de café, que cuando son dispuestos de manera inadecuada pueden provocar contaminación del suelo y de las fuentes de agua debido a la presencia de compuestos orgánicos como taninos y otros metabolitos (Gutiérrez Antonio C et al., 2021). El aprovechamiento de estos subproductos mediante su transformación en harina de cereza de café representa una estrategia que contribuye a reducir la contaminación ambiental y a fomentar el uso eficiente de los recursos, promoviendo prácticas de producción más sostenibles dentro de la agroindustria del café (Triviño Pineda J. S. et al., 2022).

Dimensión económica

La dimensión económica del desarrollo sostenible busca promover actividades productivas que generen ingresos y valor agregado sin comprometer la sostenibilidad de los recursos naturales. En este sentido, el aprovechamiento de subproductos del café, como la cáscara o cereza, puede convertirse en una oportunidad para diversificar la producción y generar nuevas fuentes de ingresos para los caficultores. La transformación de estos residuos en productos con valor agregado, como harina para la elaboración de alimentos funcionales, permite incrementar la rentabilidad del cultivo del café y fortalecer la cadena productiva del sector cafetero (Barrera, 2023). Además, el desarrollo de nuevos productos derivados del café puede impulsar la innovación agroindustrial y mejorar la competitividad en los mercados locales y regionales.

Dimensión social

La dimensión social del desarrollo sostenible se orienta a mejorar la calidad de vida de las comunidades, promover la seguridad alimentaria y fortalecer las oportunidades de desarrollo local. En las zonas productoras de café, como la provincia de Loja, el aprovechamiento de subproductos agrícolas puede contribuir a generar nuevas oportunidades económicas para pequeños productores y emprendedores rurales. Asimismo, la elaboración de alimentos funcionales a partir de harina de cáscara de café puede aportar beneficios nutricionales a la población, debido a su contenido de fibra dietética y compuestos antioxidantes, contribuyendo al mejoramiento de la alimentación y la salud de los consumidores (Rebollo Hernanz et al., 2021). De esta manera, el aprovechamiento integral del café no solo favorece la sostenibilidad ambiental y económica, sino que también fortalece el desarrollo social de las comunidades productoras.

En conjunto, la integración de estas tres dimensiones permite promover un modelo de producción más sostenible en el sector cafetero, basado en el aprovechamiento eficiente de los recursos, la generación de valor agregado y el bienestar de las comunidades rurales.

2.1.2.3 El café y el desarrollo sostenible

El café constituye uno de los cultivos agrícolas de mayor importancia económica, social y ambiental en la provincia de Loja. Su producción no solo representa una fuente significativa de ingresos para miles de pequeños productores rurales, sino que también contribuye al desarrollo de sistemas productivos sostenibles que favorecen la

conservación de los recursos naturales y el fortalecimiento de las economías locales. En esta región del sur del Ecuador, el cultivo de café arábigo se ha consolidado como una actividad estratégica dentro del sector agrícola, debido a las condiciones climáticas y geográficas favorables que permiten la producción de cafés de alta calidad y de especialidad (Universidad Técnica Particular de Loja, 2024).

La caficultura en la provincia de Loja involucra a más de seis mil pequeños productores y aproximadamente 7.500 hectáreas destinadas al cultivo de variedades de café arábigo como Bourbon, Typica y Caturra, reconocidas por su calidad y perfil sensorial. Esta actividad productiva genera empleo, dinamiza la economía rural y contribuye a la permanencia de las familias en el campo, fortaleciendo el desarrollo socioeconómico de las comunidades agrícolas (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2023).

Desde la perspectiva ambiental, el cultivo de café en Loja se desarrolla principalmente bajo sistemas agroforestales, donde los cafetales se integran con árboles nativos o especies de sombra. Este tipo de manejo agrícola contribuye a la conservación de la biodiversidad, la protección del suelo y la regulación del ciclo hidrológico, aspectos fundamentales para el desarrollo sostenible de los territorios rurales. Además, estos sistemas productivos favorecen la captura de carbono y ayudan a mitigar los efectos del cambio climático (Fardet & Rock, 2020).

No obstante, el procesamiento del café genera diversos subproductos orgánicos, como la pulpa o cáscara de café, los cuales en muchas ocasiones son manejados de manera inadecuada, provocando problemas de contaminación ambiental. Frente a esta problemática, surge la necesidad de implementar estrategias de aprovechamiento integral de los residuos del café, transformándolos en productos con valor agregado que contribuyan a reducir los impactos ambientales y a mejorar la sostenibilidad de la cadena productiva (Gutiérrez Antonio C et al., 2021).

En este contexto, la valorización de subproductos del café, como la transformación de la cereza o cáscara en harina para la elaboración de alimentos funcionales, representa una alternativa innovadora que puede fortalecer el desarrollo sostenible en la provincia de Loja. Este tipo de iniciativas promueve la economía circular, ya que permite reutilizar los residuos generados durante el proceso de beneficio del café,

reduciendo la contaminación y generando nuevas oportunidades de emprendimiento y comercialización para los caficultores (Triviño Pineda J. S. et al., 2022).

Por lo tanto, el café no solo debe ser considerado un producto agrícola tradicional, sino también un recurso estratégico para impulsar procesos de desarrollo sostenible en la provincia de Loja, mediante la diversificación productiva, el aprovechamiento integral de los recursos y la innovación agroindustrial orientada a la generación de alimentos con valor nutricional y funcional.

Dimensión económica del café

En la provincia de Loja, la caficultura constituye una de las principales actividades productivas del sector agrícola, destacándose por las condiciones agroecológicas favorables para la producción de cafés de alta calidad. Es así que, desde el siglo XIX, la provincia de Loja se ha consolidado como una importante zona productora de café en Ecuador. Existen registros que evidencian su cultivo en cantones como Cariamanga, Zaruma y Catacocha a partir de 1826. Esta actividad no solo ha contribuido a la economía de la región, sino que también forma parte fundamental de la identidad cultural lojana, al generar un fuerte sentido de orgullo y pertenencia entre sus habitantes (Prefectura de Loja, 2026).

En los últimos años se ha promovido la incorporación y fortalecimiento de variedades de café de especialidad que poseen un alto valor en los mercados nacionales e internacionales. Entre las variedades con mayor proyección productiva se encuentran Typica Mejorado, Bourbon Sidra y Geisha, reconocidas por sus características organolépticas diferenciadas y su elevado potencial económico dentro del mercado de cafés especiales (Prefectura de Loja, 2026)

Relevancia económica del café

El café constituye uno de los productos agrícolas con mayor relevancia comercial en el cantón de Loja, siendo una actividad que dinamiza la economía local y genera ingresos para numerosos pequeños productores rurales. La producción y comercialización de café en esta zona se ha fortalecido en los últimos años gracias al impulso de programas de renovación de cafetales, capacitación técnica y promoción del café de especialidad, lo que ha permitido mejorar la calidad del producto y acceder a mercados más competitivos tanto a nivel nacional como internacional (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2023).

En la provincia de Loja se cultivan principalmente variedades de café arábigo de alta calidad como Bourbon, Typica y Caturra, las cuales son altamente valoradas en el mercado por sus características sensoriales. La producción de estos cafés especiales ha permitido que los productores obtengan mejores precios en comparación con el café convencional, lo que contribuye al fortalecimiento económico de las familias dedicadas a la caficultura (Universidad Técnica Particular de Loja, 2024).

A pesar de la importancia económica del café, la cadena de valor aún presenta limitaciones relacionadas con el bajo aprovechamiento de los subproductos generados durante el proceso de beneficio. Durante el procesamiento del café se generan residuos orgánicos como la pulpa o cáscara, los cuales generalmente no son comercializados ni transformados en productos con valor agregado, lo que representa una oportunidad desaprovechada dentro del sector agroindustrial (Rodríguez & Gómez, 2019).

En este contexto, el desarrollo de nuevos productos derivados del café, como la harina de cereza o cáscara de café, puede representar una alternativa comercial innovadora para el cantón Loja. La incorporación de este ingrediente en la elaboración de alimentos como galletas, pan o productos de repostería permitiría diversificar la oferta de productos derivados del café y generar nuevas oportunidades de mercado. Además, la creciente demanda de alimentos funcionales y sostenibles abre posibilidades para la comercialización de productos elaborados a partir de subproductos agrícolas con valor nutricional (FAO, 2021).

Por lo tanto, el aprovechamiento comercial de la cereza o cáscara de café en el cantón Loja no solo puede contribuir a mejorar la rentabilidad de la cadena productiva del café, sino también impulsar procesos de innovación agroindustrial, promover el desarrollo de emprendimientos locales y fortalecer la economía circular en el sector cafetero.

Dimensión social del café

La producción de café en el cantón de Loja representa una actividad de gran importancia social, ya que involucra a numerosas familias rurales que dependen de este cultivo como una de sus principales fuentes de ingresos. En la provincia de Loja la caficultura es desarrollada principalmente por pequeños y medianos productores, quienes participan en diferentes etapas de la cadena productiva, desde el cultivo hasta el procesamiento del café. Esta actividad contribuye al fortalecimiento del empleo rural, a

la estabilidad económica de las comunidades y a la reducción de la migración hacia las zonas urbanas (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2023).

Asimismo, el desarrollo de iniciativas orientadas al aprovechamiento de subproductos del café, como la transformación de la cereza o cáscara en harina para la elaboración de alimentos, puede generar nuevas oportunidades de emprendimiento y capacitación para los productores y sus familias. Estas alternativas productivas permiten diversificar las fuentes de ingreso, fortalecer las capacidades locales y fomentar la participación de comunidades rurales en actividades agroindustriales con mayor valor agregado (Triviño Pineda J. S. et al., 2022). Además, el desarrollo de alimentos funcionales derivados del café puede contribuir a mejorar la seguridad alimentaria y nutricional de la población, debido a su contenido de fibra dietética y compuestos bioactivos beneficiosos para la salud (Rebolledo Hernández et al., 2023).

Dimensión ambiental de la caficultura

La utilización de harina de cáscara de café en la elaboración de galletas constituye una estrategia que contribuye a la sostenibilidad ambiental mediante el aprovechamiento de subproductos generados durante el procesamiento del café. La cáscara de café, considerada tradicionalmente un residuo agroindustrial, puede ser transformada en harina para incorporarse en productos de panificación, reduciendo así el impacto ambiental asociado a su acumulación y promoviendo la economía circular. Además, su integración en la formulación de galletas no solo permite diversificar el uso de este subproducto, sino también mejorar el contenido de fibra y compuestos bioactivos del alimento, generando alternativas alimentarias con valor agregado y menor desperdicio de recursos naturales (FAO, 2021).

Desde el punto de vista ambiental, la producción de café en el cantón Loja se desarrolla generalmente en sistemas agroforestales, en los cuales los cafetales se cultivan bajo sombra de árboles nativos o especies forestales. Este tipo de manejo agrícola favorece la conservación de la biodiversidad, la protección del suelo y la regulación de los recursos hídricos, contribuyendo al mantenimiento de ecosistemas más equilibrados y sostenibles (Fardet & Rock, 2020).

Sin embargo, el procesamiento del café genera una gran cantidad de residuos orgánicos, como la pulpa o cáscara de café, que cuando no son manejados adecuadamente pueden provocar contaminación del suelo y de las fuentes de agua debido a la presencia

de compuestos orgánicos como taninos y otros metabolitos que dificultan su degradación (Gutiérrez Antonio C et al., 2021). En este contexto, el aprovechamiento de estos subproductos mediante su transformación en ingredientes alimenticios, como la harina de cereza de café, representa una estrategia sostenible que permite reducir los impactos ambientales y promover el uso eficiente de los recursos dentro de la cadena productiva del café (Triviño Pineda J. S. et al., 2022).

De esta manera, el aprovechamiento integral del café contribuye a la reducción de residuos agroindustriales y fortalece la implementación de prácticas de economía circular dentro del sector agrícola.

Dimensión cultural del café

El café también posee un importante valor cultural en el cantón de Loja, ya que forma parte de las tradiciones productivas y gastronómicas de las comunidades rurales de la provincia de Loja. La caficultura ha sido transmitida de generación en generación, consolidándose como un elemento representativo de la identidad agrícola de la región. Los conocimientos tradicionales relacionados con el cultivo, cosecha y procesamiento del café forman parte del patrimonio cultural de las familias caficultoras.

Además, el desarrollo del café de especialidad ha permitido fortalecer la identidad productiva de la provincia de Loja, posicionando a la región como una de las zonas con mayor reconocimiento por la calidad de su café en el Ecuador. Este reconocimiento no solo resalta las características sensoriales del café lojano, sino también el conocimiento y la dedicación de los productores locales que han preservado prácticas agrícolas tradicionales adaptadas a las condiciones del territorio (Universidad Técnica Particular de Loja, 2024).

Actualmente, existen iniciativas estratégicas que impulsan el desarrollo turístico y productivo de la provincia con el propósito de posicionar al café lojano como un símbolo de identidad, calidad y orgullo territorial a través de recorridos experienciales que integran cafeterías, fincas productoras y espacios vinculados a la cultura cafetera, como lo es La Ruta del Café, promovida por la Prefectura de Loja. Este recorrido a más de conectar a los turistas y ciudadanos con el mundo del café de especialidad en diferentes cantones de la provincia, permite a los visitantes descubrir el trabajo de los caficultores, comprender el valor del café de especialidad y disfrutar de experiencias auténticas que combinan naturaleza, gastronomía y cultura viva (Prefectura de Loja, 2026)

En este contexto, la innovación en el aprovechamiento del café, como la elaboración de productos alimenticios a partir de la harina de cereza o cáscara, puede contribuir a fortalecer la cultura cafetera de la región al ampliar las formas de utilización del cultivo y promover la valorización de sus subproductos dentro de la gastronomía y la agroindustria local.

2.1.2.4 La cadena de valor del café

La cadena de valor del café comprende el conjunto de actividades y procesos que intervienen desde la producción del grano hasta su consumo final. En el cantón de Loja, esta cadena productiva involucra diversas etapas que incluyen el cultivo, la cosecha, el beneficio, el procesamiento, la comercialización y el consumo del café. Cada una de estas fases agrega valor al producto y permite que el café llegue al mercado en diferentes presentaciones, tales como café verde, café tostado y molido o productos derivados (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2023)

En la provincia de Loja, la cadena de valor del café se caracteriza por la participación predominante de pequeños productores que cultivan variedades de café arábigo de alta calidad. Estas variedades, como Bourbon, Typica y Caturra, son apreciadas por sus atributos sensoriales y han permitido posicionar al café lojano dentro del mercado de cafés de especialidad (Universidad Técnica Particular de Loja, 2024).

Dentro de esta cadena también se generan subproductos durante el proceso de beneficio del café, como la pulpa o cáscara de café. Tradicionalmente, estos residuos han sido poco aprovechados; sin embargo, actualmente existe un creciente interés en su valorización mediante el desarrollo de nuevos productos agroindustriales, como la harina de cereza de café, la cual puede ser utilizada como ingrediente en la elaboración de alimentos funcionales (Triviño Pineda J. S. et al., 2022). Este tipo de iniciativas permite fortalecer la cadena de valor al incorporar nuevos eslabones relacionados con la innovación y la transformación agroindustrial de los subproductos del café.

Actores de la cadena del café

La cadena de valor del café en el cantón de Loja involucra la participación de diversos actores que intervienen en las diferentes etapas del proceso productivo y comercial. Entre los principales actores se encuentran:

Productores:

Son los pequeños y medianos caficultores que se encargan del cultivo, manejo agronómico y cosecha del café. En la provincia de Loja existen miles de productores que cultivan café arábigo en pequeñas parcelas, siendo esta actividad una fuente importante de ingresos para las familias rurales (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2023).

Centros de beneficio y procesamiento:

En esta etapa se realiza el despulpado, fermentación, lavado, secado y clasificación del café. Estos procesos permiten obtener el café pergamino o café verde que posteriormente será comercializado o tostado.

Comercializadores e intermediarios:

Se encargan de comprar el café a los productores para su distribución hacia mercados locales, nacionales o internacionales. En muchos casos, las asociaciones de productores y cooperativas cumplen un papel importante en la comercialización del café de especialidad.

***Industria de transformación*:**

Incluye empresas o emprendimientos que realizan el tostado, molido, empaque y elaboración de productos derivados del café. Dentro de esta etapa también se pueden desarrollar innovaciones agroindustriales como la elaboración de harina de cáscara de café para productos alimenticios.

Instituciones de apoyo:

Diversas entidades públicas, privadas y académicas brindan asistencia técnica, capacitación y apoyo a los productores. Entre estas se encuentran organismos gubernamentales, universidades y organizaciones que promueven el desarrollo del sector cafetero.

Los consumidores del café:

Los consumidores constituyen el último eslabón de la cadena de valor del café. En el cantón de Loja, el consumo de café forma parte de los hábitos cotidianos de la población y está asociado a prácticas culturales y sociales que fortalecen la identidad gastronómica de la región. El café se consume principalmente en forma de bebida caliente, aunque en los últimos años se ha incrementado el interés por productos derivados y cafés de especialidad.

A nivel nacional e internacional, la demanda de café de alta calidad ha crecido significativamente, especialmente en mercados que valoran atributos como el origen, el perfil sensorial y las prácticas de producción sostenible. Esta tendencia representa una oportunidad para los productores de la provincia de Loja, quienes pueden posicionar su café en nichos de mercado especializados que ofrecen mejores precios y mayor reconocimiento al producto.

Asimismo, el interés creciente de los consumidores por alimentos saludables y funcionales abre nuevas posibilidades para el desarrollo de productos innovadores derivados del café, como alimentos elaborados con harina de cereza o cáscara de café. Estos productos no solo aprovechan subproductos agroindustriales, sino que también ofrecen beneficios nutricionales asociados a su contenido de fibra y compuestos antioxidantes (Rebolledo Hernández et al., 2023).

2.1.2.5 La cáscara de café como subproducto agroindustrial

En el proceso de beneficiado del café se generan diversos residuos orgánicos, entre ellos la pulpa y la cáscara, los cuales representan una proporción significativa del peso total del fruto. Cuando estos residuos no son manejados adecuadamente, pueden generar impactos ambientales como contaminación del suelo y de las fuentes de agua debido a su alta carga orgánica. Frente a esta problemática, surge la necesidad de desarrollar alternativas tecnológicas que permitan aprovechar estos subproductos de manera eficiente y sostenible (Murthy & Madhava Naidu, 2012; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2021).

Harina de cáscara de café

Diversos estudios han demostrado que la harina obtenida de la cáscara de café posee propiedades nutricionales y funcionales importantes**,** lo que la convierte en un

ingrediente potencial para la industria alimentaria. Investigaciones sobre la composición de este subproducto indican que contiene niveles importantes de fibra dietética, proteínas y minerales**,** además de compuestos bioactivos con actividad antioxidante, los cuales pueden contribuir al desarrollo de alimentos con beneficios para la salud (Esquivel & Jiménez, 2012; Rebolledo Hernández et al., 2023)

Asimismo, la harina de cáscara de café presenta propiedades funcionales tecnológicas**,** tales como capacidad de retención de agua, solubilidad y estabilidad durante procesos de transformación alimentaria. Estas características permiten su incorporación en formulaciones de productos como panes, galletas y otros alimentos de panificación, mejorando su contenido de fibra y favoreciendo el desarrollo de alimentos funcionales (Esquivel & Jiménez, 2012; Murthy & Madhava Naidu, 2012).

Beneficios del aprovechamiento de la cáscara de café

Desde una perspectiva de sostenibilidad, el aprovechamiento de la cáscara de café promueve la economía circular dentro del sector cafetalero, ya que transforma un residuo agrícola en un ingrediente alimentario con valor agregado. Este tipo de iniciativas contribuye a la reducción de residuos agroindustriales, optimiza el uso de los recursos naturales y fomenta la innovación en el sector agroalimentario (Murthy & Madhava Naidu, 2012; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2021).

En el contexto de la producción cafetalera, particularmente en zonas productoras como el cantón Loja, el desarrollo de alternativas de aprovechamiento como la harina de cáscara de café puede contribuir a diversificar la producción, reducir los impactos ambientales y generar nuevas oportunidades económicas para los productores locales. Por lo tanto, esta investigación busca aportar conocimiento científico y tecnológico que permita impulsar el aprovechamiento integral del café y fortalecer el desarrollo sostenible de la cadena productiva (Esquivel & Jiménez, 2012; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2021).

Investigaciones recientes señalan que este subproducto contiene importantes niveles de compuestos antioxidantes, cafeína y fibra dietética, los cuales pueden aportar beneficios para la salud y favorecer su utilización en el desarrollo de alimentos funcionales (Hernández Cruz, 2025).

2.1.2.6 Proceso de elaboración de harina de café

El proceso tecnológico para la obtención de harina de cereza de café se desarrolla mediante las siguientes etapas:

Recolección de la materia prima

Consiste en la obtención de la cereza o pulpa de café generada durante el proceso de beneficio del café en las fincas cafetaleras. Este subproducto se obtiene inmediatamente después del despulpado del fruto y debe recolectarse en condiciones higiénicas para evitar su deterioro microbiológico (Barrera, 2023).

Selección y clasificación

En esta etapa se eliminan impurezas, restos de hojas, piedras u otros materiales extraños presentes en la cereza de café. La selección adecuada permite garantizar la calidad de la materia prima y mejorar las características del producto final (Gutiérrez Antonio C et al., 2021).

Lavado y acondicionamiento

La cereza seleccionada se somete a un proceso de lavado con agua potable con el objetivo de retirar restos de mucílago, suciedad o microorganismos presentes en la superficie del material. Este procedimiento contribuye a mejorar las condiciones sanitarias del subproducto antes de su procesamiento (Bustamante et al., 2021)

Secado o deshidratación

Posteriormente se realiza la reducción del contenido de humedad de la cereza de café mediante secado solar o secado mecánico. Este proceso es fundamental para evitar el crecimiento de microorganismos y preservar los compuestos bioactivos presentes en el material, como fibra dietética, polifenoles y antioxidantes (Triviño Pineda J. S. et al., 2022).

Molienda

Una vez que el material ha alcanzado un nivel adecuado de humedad, se procede a su molienda utilizando molinos de martillos o molinos de cuchillas, con el objetivo de obtener partículas finas similares a las de otras harinas utilizadas en la industria alimentaria.

Tamizado

El producto molido se somete a un proceso de tamizado para obtener una granulometría uniforme. Este paso permite eliminar partículas gruesas y obtener una harina con características adecuadas para su incorporación en la elaboración de alimentos como galletas, pan o bebidas funcionales.

Envasado y almacenamiento

Finalmente, la harina obtenida se envasa en recipientes herméticos o empaques adecuados para alimentos, y se almacena en condiciones controladas de humedad, temperatura y protección de la luz. Este proceso permite conservar sus propiedades nutricionales y funcionales, asegurando la calidad del producto final (FAO, 2021).

2.1.3 Investigaciones previas y su relación con el problema

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 2 busca poner fin al hambre**,** lograr la seguridad alimentaria**,** mejorar la nutrición **y** promover la agricultura sostenible para 2030. Este objetivo reconoce que la inseguridad alimentaria y la malnutrición siguen siendo grandes barreras para el desarrollo sostenible, y enfatiza la necesidad de transformar los sistemas alimentarios globales. Ejemplos de metas específicas incluyen asegurar dietas nutritivas para todos, erradicar todas las formas de malnutrición y apoyar sistemas agrícolas resilientes y sostenibles (De la Torre et al., 2021).

De esta manera, la búsqueda de alternativas nutritivas que se distingan de los productos altamente procesados no solo responde a una demanda de salud individual, sino que también se alinea con estrategias de alimentación sostenibles y con menor impacto ambiental, promoviendo dietas equilibradas y culturalmente accesibles (Fardet & Rock, 2020).

Según lo mencionado por (Badia-Olmos, 2023), actualmente existe una oferta limitada de harinas funcionales, siendo comunes únicamente ingredientes como el arroz, el maíz y la soya; sin embargo, el uso de harinas alternativas puede modificar las propiedades reológicas de las masas y afectar la textura final de productos como el pan y otras preparaciones.

Por otra parte, el sector agroalimentario enfrenta el desafío de producir alimentos funcionales que satisfagan la creciente demanda y al mismo tiempo, reduzcan el impacto ambiental de los procesos productivos. En este contexto, Hernández Cruz (2025)mencionan que la cascarilla de café representa una fuente importante de

compuestos bioactivos como ácidos fenólicos, flavonoides, cafeína y fibra, con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, este subproducto constituye entre el 12 y el 12.7 % del peso del grano procesado y, en el beneficiado del café la cascarilla no tiene ningún uso constituyendo un desecho contaminante a la tierra por su fuente de compuestos bioactivos. Por tanto, encontrar un uso para este subproducto, podría resultar beneficioso tanto para la obtención de productos funcionales como para contribuir al cuidado del medio ambiente.

Investigaciones como la de (Triviño Pineda J. S. et al., 2022) enfocada en la obtención de bioproductos a partir de residuos del café evidencian el potencial de este subproducto en el desarrollo de nuevas alternativas de aprovechamiento, corroborando de esta manera, se disminuye la contaminación generada por el desecho de la pulpa y se crean nuevas opciones de comercialización. Esto conlleva a pensar en que se debe revalorizar este subproducto, no limitarse solo a su transformación a través del compostaje para su uso como biofertilizante, sino también explorar otras aplicaciones, como su incorporación en la industria alimentaria humana o animal, el desarrollo de biopolímeros o su uso en la formulación de ingredientes funcionales.

La sustitución parcial de la harina de trigo en la elaboración de productos de panadería y confitería ha llamado la atención en la investigación alimentaria debido a su potencial para mejorar la composición nutricional del producto final y diversificar las fuentes de materia prima. Diversos estudios han investigado el uso de harinas alternativas derivadas de granos, semillas, nueces y desechos agroindustriales para reemplazar parcial o totalmente la harina de trigo, manteniendo o incluso mejorando las propiedades sensoriales y nutricionales de los alimentos procesados (Ulloa, 2024).

En el estudio realizado por (Rebolledo-Hernández, M. V., Cocotle-Ronzón, Y., Hernández-Martínez, E., Morales-Zarate, E., & Acosta-Domínguez, L. (2023), se analiza la factibilidad de uso de la harina de cáscara de café en la producción de alimentos mediante la determinación de sus propiedades fisicoquímicas, funcionales y de flujo. Los resultados muestran que la harina de cáscara de café es rica en fibra cruda (13.94 g/100 g s.s.), cenizas (7.86 g/100 g s.s.) y proteínas (8.3 g/100 g s.s.). La harina presentó buena capacidad de hinchamiento (9.72 g/g s.s.), de retención de agua y aceite (2.41 g/g s.s., 1.37 g/g s.s., respectivamente) y de alta solubilidad (44.7%). Por lo tanto, la harina de cáscara de café podría ser usada en la elaboración de productos alimenticios como una fuente de componentes funcionales.

Finalmente, estos estudios han demostrado que este tipo de materia prima posee propiedades fisicoquímicas y funcionales que las hacen atractivas y tienen gran potencial para la industria alimentaria como alto contenido de proteína y fibra o buena absorción de agua y aceite.

2.2 Marco Legal

En la Constitución de la República del Ecuador, en su artículo 15, se establece que el Estado promoverá en los sectores público y privado el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto, garantizando que la soberanía energética no se logre en detrimento de la soberanía alimentaria ni afecte el derecho al agua. En este contexto, la promoción de tecnologías sostenibles favorece el desarrollo de innovaciones orientadas al aprovechamiento de residuos agroindustriales, como la cáscara de café, para la obtención de productos con valor agregado como harinas, bioproductos o fuentes de energía limpia. (Constitución de la República del Ecuador, art. 15)

En la Constitución de la República del Ecuador, en su artículo 14, se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad y el buen vivir (sumak kawsay). Asimismo, se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas y el uso responsable de los recursos naturales. Este principio respalda el desarrollo de prácticas productivas sostenibles orientadas a la reducción de la contaminación y al aprovechamiento de residuos agroindustriales, como la reutilización de la cáscara de café para la elaboración de nuevos productos con valor agregado. (Constitución de la República del Ecuador, art. 14)

La Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva, en su artículo 5, numeral 2, define el aprovechamiento como el conjunto de acciones y procesos mediante los cuales, a través del diseño de productos y el manejo integral de residuos, los materiales recuperados pueden reincorporarse al ciclo económico y productivo mediante reutilización, reciclaje, generación de energía u otras alternativas que generen beneficios sanitarios, sociales, ambientales y económicos. Este marco legal reconoce y promueve el aprovechamiento de residuos como subproductos, lo cual respalda iniciativas de valorización agroindustrial como la transformación de la cáscara de café en nuevas materias primas o ingredientes funcionales. (Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva, art. 5)

El Código Orgánico del Ambiente establece en su artículo 225 las políticas generales para la gestión integral de residuos y desechos, así como la responsabilidad extendida del productor. Entre sus disposiciones se incluye el manejo integral de residuos, la responsabilidad de productores e importadores en la gestión de los mismos y el fomento del aprovechamiento y valorización de los residuos como recursos económicos con finalidad social. Este marco normativo respalda el desarrollo de iniciativas orientadas a la valorización de subproductos agroindustriales, como la transformación de la cáscara de café en nuevos ingredientes o materias primas con valor agregado. (Código Orgánico del Ambiente, art. 225)

En conclusión, el marco legal que sustenta esta investigación se fundamenta en normas orientadas a promover una producción agroindustrial sostenible, segura e innovadora, en concordancia con los principios establecidos en la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva y el Código Orgánico del Ambiente, los cuales fomentan la valorización de residuos y el aprovechamiento de subproductos dentro de los ciclos productivos.

La elaboración de harina a partir de la cáscara de café se ajusta a estos principios, al transformar un subproducto agroindustrial en un ingrediente con valor agregado, reduciendo el desperdicio y promoviendo la economía circular en la cadena cafetera. Asimismo, al incorporarse esta harina en el desarrollo de un producto funcional, se fortalece la innovación alimentaria bajo criterios de sostenibilidad, eficiencia productiva y responsabilidad ambiental.

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de la investigación

La presente investigación adoptó un enfoque cuantitativo para analizar la factibilidad del aprovechamiento de la harina de cereza de café (*Coffea arábica*) como ingrediente en la preparación de alimentos en el cantón de Loja, provincia de Loja. Este enfoque se fundamentó en la medición y análisis de variables físicas, nutricionales y sensoriales relacionadas con la obtención de harina de cereza de café y su posterior incorporación en la elaboración de galletas.

La investigación contempló la evaluación de parámetros asociados al proceso tecnológico de obtención de harina, la caracterización de sus propiedades nutricionales, la formulación y valoración organoléptica de galletas elaboradas con diferentes porcentajes de harina de cáscara de café. Además, se analizaron aspectos relacionados con la aceptación del producto, la intención de compra y las preferencias de los consumidores potenciales mediante la aplicación de una encuesta.

El empleo del enfoque cuantitativo permitió obtener datos objetivos y medibles para determinar la viabilidad técnica y comercial del aprovechamiento de este subproducto del café en la industria alimentaria.

Este análisis resulta relevante en el contexto del cantón Loja, donde la caficultura constituye una actividad económica importante para pequeños productores y donde el aprovechamiento de residuos agroindustriales puede contribuir al fortalecimiento de cadena de valor y al desarrollo sostenible del sector. De esta manera, la investigación busca aportar conocimientos que promuevan el aprovechamiento integral del café, la reducción de residuos agroindustriales y la generación de nuevas oportunidades productivas para los caficultores de la región.

3.2 Tipo de investigación

La presente investigación integró diferentes tipos de investigación de acuerdo con los propósitos de cada una de sus fases. En este sentido, se identifican tres tipologías: investigación descriptiva, aplicada, y experimental.

En primer lugar, la investigación se clasifica como aplicada, debido a que estuvo orientada a resolver un problema concreto relacionado con el aprovechamiento de los

residuos generados en el procesamiento del café, específicamente la cáscara de café, mediante su transformación en harina para su uso en la elaboración de alimentos funcionales. Este enfoque permite generar valor agregado a un subproducto agroindustrial que normalmente es descartado o utilizado de manera limitada, contribuyendo así a la sostenibilidad de la cadena productiva del café (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021; Rebolledo Hernández et al., 2023).

Así mismo la investigación presenta un componente descriptivo en varias fases. En la primera, se desarrolló un estudio descriptivo – comparativo, orientado a caracterizar y comparar características físicas como rendimiento, humedad y granulometría de las harinas obtenidas a partir del procesamiento de dos variedades de cereza de café, con la finalidad de seleccionar la mejor alternativa para las siguientes etapas del estudio. La segunda fase también se considera descriptiva por cuanto se realizó la caracterización nutricional y bromatológica de la harina seleccionada, analizando componentes como fibra dietética, compuestos antioxidantes y otros micronutrientes presentes en la pulpa de café. Este tipo de investigación también se aplicó en la fase del estudio de mercado, donde se describieron las preferencias de los consumidores potenciales.

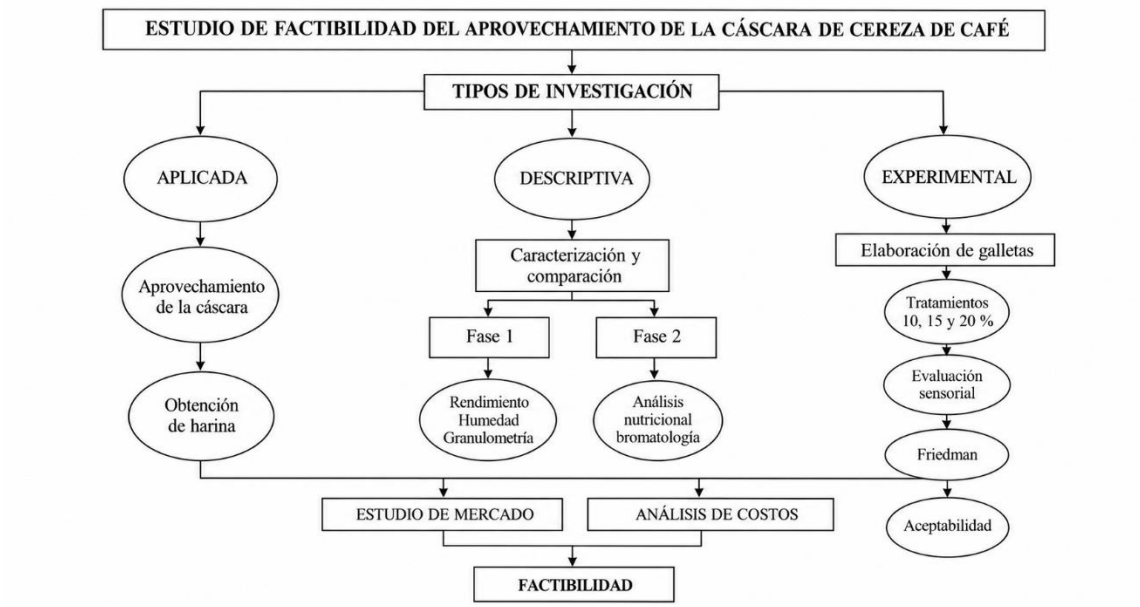
Por otra parte, la investigación experimental se utilizó en la tercera fase, correspondiente a la formulación de galletas, integrando la harina de cereza de café en distintas proporciones. En esta etapa se manipuló deliberadamente la variable independiente; porcentaje de harina de cáscara de cereza de café, con el propósito de evaluar su efecto sobre variables dependientes como el color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad en general. Así mismo se realizó la comparación de los tratamientos mediante la evaluación de sus características sensoriales y el análisis estadístico correspondiente usando la prueba no paramétrica de Friedman para determinar si existen diferencias significativas entre las formulaciones.

Con el propósito de facilitar la comprensión de la estructura metodológica de la investigación, se elaboró un esquema que integra las diferentes tipologías de investigación empleadas de acuerdo con los objetivos y actividades desarrolladas en cada fase. La investigación se estructuró en tres componentes: aplicado, descriptivo y experimental, los cuales se relacionaron de manera secuencial para alcanzar el objetivo general del estudio.

El componente aplicado se relacionó con el aprovechamiento de la cáscara de cereza de café mediante su transformación en harina y su posterior utilización como ingrediente en la elaboración de galletas. El componente descriptivo comprendió la caracterización físico-física, nutricional y bromatológica de la harina, así como la descripción de las preferencias de los consumidores mediante el estudio de mercado. Finalmente, el componente experimental correspondió a la formulación de las galletas con diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de cereza de café y a la evaluación de sus características sensoriales mediante los atributos de color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad general. La relación entre estos componentes se presenta en la Figura 1.

Figura 1

Tipo de Investigación.



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

3.3 Diseño de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un diseño que integró dos componentes principales: experimental y no experimental de campo. Los procedimientos relacionados con la obtención y caracterización de la harina, constituyeron fases previas de laboratorio. El componente experimental se aplicó durante la formulación de galletas con harina de cáscara de café proveniente de dos variedades distintas y diferentes proporciones de harina, así como en la evaluación de sus propiedades sensoriales. Por otra parte, el componente no experimental de campo se aplicó en el estudio de mercado

mediante la recolección de información en encuestas dirigidas a consumidores potenciales.

Para la fase experimental, se consideraron dos factores de estudio: la variedad de café utilizada para obtener la harina de cáscara (Bourbon Sidra y Typica Mejorada) y el nivel de incorporación de dicha harina en la formulación de las galletas (10, 15 y 20 %). Se establecieron siete tratamientos: el tratamiento T1 correspondió al producto elaborado sin inclusión de harina de cáscara de café (control)**,** mientras que los otros seis tratamientos incluyeron a las combinaciones de las dos variedades con los tres niveles de incorporación de la harina (BS10, BS15, BS20, TM10, TM15 y TM20).

A partir de estos tratamientos se evaluaron variables sensoriales del alimento desarrollado**,** considerando parámetros como color, aroma, sabor, textura y nivel de aceptabilidad. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis estadístico mediante la prueba no paramétrica de Friedman, con la finalidad de identificar diferencias significativas entre las formulaciones y seleccionar la alternativa con mayor aceptación por parte de los evaluadores.

Finalmente, la cuarta fase correspondió a un diseño no experimental de campo orientado a determinar la viabilidad comercial del producto desarrollado. Para ello se aplicaron encuestas a consumidores potenciales del cantón Loja, recopilando información relacionada con los hábitos de consumo, percepción del producto, e intención de compra. La información obtenida fue procesada mediante estadística descriptiva utilizando frecuencias absolutas y porcentuales, lo que permitió evaluar el potencial de aceptación y comercialización de las galletas elaboradas con harina de cereza de café.

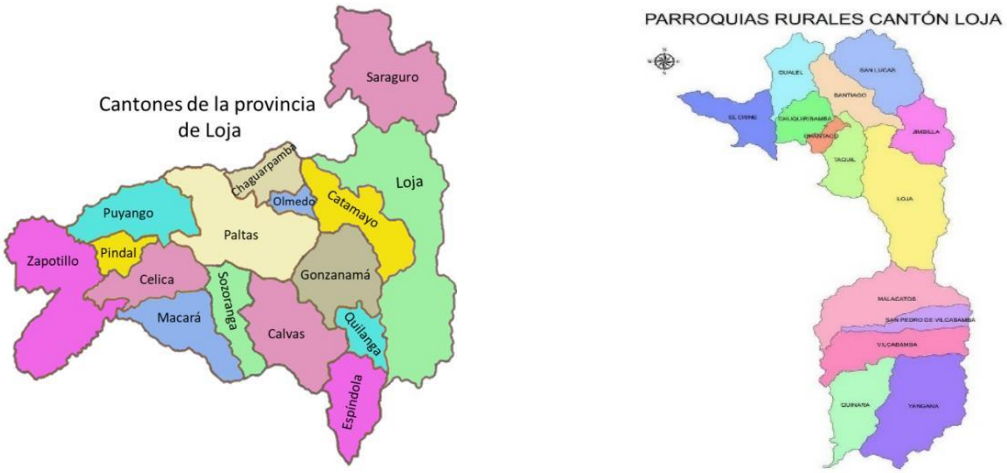
3.4 Descripción del área de estudio

La presente investigación se desarrolló en la provincia de Loja, cantón Loja, Ecuador, considerando como área general de estudio el territorio cantonal y sus parroquias, de acuerdo con la distribución de las actividades relacionadas con la producción y procesamiento del café. Para representar espacialmente el área de investigación se elaboró un mapa de ubicación que permite identificar la provincia, el cantón, las parroquias y los sitios específicos relacionados con el desarrollo del estudio (Figura 2).

En lugar de utilizar una única coordenada para representar todo el territorio cantonal, se consideraron coordenadas geográficas correspondientes a los sitios específicos de interés, debido a que el cantón Loja comprende una superficie territorial amplia y presenta variaciones geográficas y altitudinales entre sus parroquias. De esta manera, la georreferenciación permite identificar con mayor precisión los lugares donde se desarrollaron las actividades de investigación y donde se obtuvo la materia prima utilizada en el estudio.

Figura 2

Mapa de cantón Loja y Mapa de Parroquias del cantón



Nota. Gobierno Provincial de Loja (2010)

El área de referencia para el estudio corresponde al cantón Loja, situado aproximadamente en las coordenadas 3°59′00″ de latitud sur y 79°12′00″ de longitud oeste**,** con una altitud promedio de 2060 metros sobre el nivel del mar (m s. n. m.)**.** Esta zona presenta un clima templado andino, con temperaturas medias que oscilan entre 16 °C y 22 °C, condiciones favorables para la producción de café y el desarrollo de actividades agroindustriales asociadas.

Las fincas consideradas fueron Serenalia, El Aguacate, La Comarca, Hacienda San Gabriel, María & José, Palmeras de Machay, Vilcaroma Coffee y VINKA, ubicadas en las parroquias rurales de Malacatos, El Valle, Yangana, San Pedro de Vilcabamba, Taquil y Vilcabamba/Masanamaca**,** dentro del cantón Loja. La ubicación general de estas fincas se corroboró mediante información de la Ruta del Café de la Prefectura de Loja y fuentes cartográficas disponibles.

La obtención de la materia prima de las siguientes fincas que se dedican a la producción de café.

1. Finca Serenalia

- Parroquia: Malacatos
- Cantón: Loja
- Provincia: Loja
- Sector: Cabianga
- Latitud de referencia parroquial: 4°13′09″ S
- Longitud de referencia parroquial: 79°15′30″ O
- Altitud de referencia parroquial: 1.470 m s. n. m.

2. Finca La Comarca

- Parroquia: Malacatos
- Cantón: Loja
- Provincia: Loja
- Sector: El Carmen (Landangui)
- Latitud de referencia parroquial: 4°13′09″ S
- Longitud de referencia parroquial: 79°15′30″ O
- Altitud de referencia parroquial: 1.470 m s. n. m.

3. Finca María & José

- Parroquia: San Pedro de Vilcabamba
- Cantón: Loja
- Provincia: Loja
- Sector: Por verificar
- Latitud de referencia parroquial: 4°14′36″ S
- Longitud de referencia parroquial: 79°13′17″ O
- Altitud de referencia parroquial: 1.700 m s. n. m.

4. Finca Vilcaroma Coffee

- Parroquia: Vilcabamba

- Cantón: Loja
- Provincia: Loja
- Sector: Vía a Yangana
- Latitud de referencia parroquial: 4°15′39″ S
- Longitud de referencia parroquial: 79°13′21″ O
- Altitud de referencia parroquial: 1.700 m s. n. m.

5. Finca El Aguacate

- Parroquia: El Valle
- Cantón: Loja
- Sector: Barrio La Florencia
- Latitud: 3°55′53,21″ S
- Longitud: 79°13′17,64″ O
- Altitud: 1.986–2.000 m s. n. m.

6. Hacienda San Gabriel

- Parroquia: Yangana
- Sector: Comunidades
- Latitud: 4°21′12,4″ S
- Longitud: 79°13′11,7″ O
- Coordenadas decimales: -4.353431, -79.219924

7. VINKA Coffee Farm & Lab

- Ubicación: Masanamaca, Loja
- Latitud: 4°19′19″ S
- Longitud: 79°12′16″ O
- Altitud: 1.660 m s. n. m.

8. Finca Palmeras de Machay

- Parroquia: Taquil
- Cantón: Loja
- Sector: Machay

- Latitud: 3°54′05″ S
- Longitud: 79°17′56″ O
- Altitud: 2.252 m s. n. m.

3.4.1 Población y muestra

El estudio considera como fuentes de abastecimiento de la cáscara de café a las fincas que forman parte del proyecto ejecutado por el Gobierno Provincial de Loja denominado Ruta del Café. Este proyecto está conformado por 13 fincas certificadas que forman parte de dicha ruta turística y que se encuentran distribuidas en distintos cantones de la provincia de Loja, de las cuales 9 están ubicadas en el cantón Loja. Estas unidades productivas y turísticas constituyen las fuentes de abastecimiento de la materia prima (cáscara de café) utilizada para el desarrollo del proceso experimental de transformación en harina (Tabla 2). Los caficultores constituyen un grupo de involucrados importante desde la perspectiva productiva.

Tabla 2

Información de las fincas proveedoras de materia prima

Finca	Parroquia	Sistema productivo	Producción de café
Serenalia	Malacatos	Agrosilvopastoril	Orgánica
El Aguacate	El Valle	Agrosilvopastoril	Orgánica, artesanal
La Comarca	Malacatos	Agrosilvopastoril	Convencional
Hacienda San Gabriel	Yangana	Agrosilvopastoril	Orgánica, artesanal
María & José	San Pedro de Vilcabamba	Agroturística	Orgánica
Palmeras de Machay	Taquil	Agroforestal	Orgánica
Vilcaroma Cofee	Vilcabamba	Agroforestal	Orgánica
Vinka	Yangana	Agricultura sintrópica	Transición a orgánica

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

Para la evaluación sensorial de las galletas elaboradas, se consideró un grupo de 40 consumidores locales, quienes participaron como panel no entrenado en la valoración de las características organolépticas del producto.

Finalmente, el grupo de participantes que permite abordar la investigación desde una perspectiva de mercado lo constituyen los potenciales consumidores, cuya

participación resulta fundamental para describir las características principales del consumidor, así como evaluar las variables relacionadas con la frecuencia de compra, disposición a pagar, preferencia de compra, etc. Para este propósito se considera como población a los habitantes del cantón Loja, de la cual se tomó una muestra por conveniencia de 244 personas.

3.4.2 Criterios de inclusión

Para el desarrollo de la presente investigación se establecieran criterios de inclusión con el fin de seleccionar adecuadamente a los participantes y garantizar la confiabilidad de los datos obtenidos en el estudio sobre la transformación de la cáscara de café en harina y su aplicación en alimentos funcionales**.**

En el caso del grupo de caficultores**,** se consideraron como criterios de inclusión a aquellos productores pertenecientes al proyecto Loja Sabor a Café impulsado por la Prefectura de Loja en la provincia de Loja, que participen activamente en la producción y beneficiado del café y que dispongan de cáscara de café como subproducto del proceso productivo**.** Además, se incluyeron aquellos caficultores que manifestaron disposición para colaborar con el suministro de la materia prima requerida para el desarrollo del estudio.

Para el grupo de consumidores**,** se establecieron como criterios de inclusión a personas mayores de edad residentes en la provincia de Loja**,** que acepten participar voluntariamente tanto en la evaluación sensorial como en la encuesta al consumidor. Asimismo, se consideró que los participantes en la degustación no presenten restricciones alimentarias o alergias relacionadas con los ingredientes del producto evaluado y que estén dispuestos a emitir su valoración sobre las características organolépticas del alimento**,** tales como color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad general.

3.4.3 Criterios de exclusión

Para garantizar la calidad y confiabilidad de la información obtenida en la investigación, se establecieron criterios de exclusión para los participantes considerados dentro de los grupos de estudio relacionados con la producción de café y la evaluación del alimento funcional elaborado con harina de cáscara de café.

En el caso de los caficultores, se excluyeron aquellos productores que no forman parte del proyecto Ruta del café impulsado por la Prefectura de Loja en la provincia de Loja, cuyas fincas no se encuentran establecidas en el cantón Loja, así como aquellos que

no dispongan de cáscara de café proveniente del proceso de beneficiado del grano o que no estén dispuestos a colaborar con el suministro de la materia prima necesaria para el desarrollo del estudio.

Por otra parte, dentro del grupo de consumidores, se excluyeron aquellas personas que no acepten participar voluntariamente tanto en la encuesta como en la evaluación sensorial del producto o que no completen adecuadamente el proceso de valoración (en el caso de la degustación). Asimismo, en la evaluación sensorial, se excluyeron participantes que presenten alergias alimentarias, restricciones dietéticas o condiciones de salud que puedan afectar el consumo del alimento evaluado o influir en la percepción sensorial del producto.

3.5 Procedimientos

El procedimiento de la investigación se desarrolló en varias etapas, en concordancia con los objetivos planteados para evaluar la viabilidad técnica y funcional de la transformación de la cáscara de café en harina para su uso como ingrediente en alimentos funcionales en la provincia de Loja.

3.5.1. Definición del proceso tecnológico para obtener harina de cereza de café como ingrediente para la preparación de alimentos

El proceso tecnológico para la obtención de harina de cereza de café se desarrolló conforme a las etapas referidas en la literatura. Estas etapas integran la recolección del subproducto, selección, lavado, deshidratación, molienda y tamizado. La aplicación de estos procedimientos permite transformar un residuo agroindustrial en un ingrediente apto para la elaboración de alimentos, contribuyendo al aprovechamiento de subproductos del café y a la reducción del impacto ambiental generado durante el procesamiento del grano.

Para la obtención de harina de cáscara de café se consideraron dos variedades con alto potencial productivo en la provincia de Loja: Bourbon Sidra y Typica Mejorado. Estas variedades fueron seleccionadas debido a su importancia dentro de los sistemas productivos locales y a su creciente participación en la producción de cafés de especialidad.

Para cada una de las variedades se aplicó un solo método de secado con control de peso inicial, temperatura y tiempo de secado, con el objetivo de evaluar las características de la harina de cada variedad posterior al proceso de deshidratación. El

método de secado utilizado fue mediante deshidratador, un método controlado que permitió mantener temperaturas estables y reducir el tiempo de secado, favoreciendo la conservación de las propiedades del material.

3.5.1.1 Procedimiento seguido para la obtención de harina de cereza de café

Selección de la materia prima

Las cerezas de café de las variedades Typica Mejorado y Bourbon fueron recolectadas en fincas cafetaleras de la provincia de Loja Cantón Loja específicamente en las parroquias de Malacatos y Vilcabamba, Ecuador. La cosecha se efectuó cuando los frutos alcanzaron su madurez fisiológica y comercial, aproximadamente entre 8 y 10 meses después de la floración principal. La recolección se realizó de forma manual mediante cosecha selectiva, seleccionando únicamente frutos con coloración rojo intenso y uniforme, indicador de un adecuado estado de madurez. Se descartaron cerezas inmaduras (verdes), sobremaduras, secas, fermentadas o que presentaban daños ocasionados por plagas, enfermedades o deterioro mecánico.

Posteriormente, las cerezas fueron sometidas a un proceso de clasificación manual para eliminar material extraño, tales como hojas, ramas, piedras y otros residuos provenientes de la cosecha. La materia prima seleccionada fue colocada en recipientes limpios y trasladada inmediatamente al área de procesamiento, con el fin de preservar sus características físicas, químicas y microbiológicas antes de la obtención de la harina de cereza de café.

a) Despulpado mecánico y obtención de la cáscara de café

Las cerezas de café de las variedades seleccionadas, fueron sometidas a un proceso de despulpado mecánico utilizando una despulpadora de café con la finalidad de separar la cáscara del grano. El despulpado se realizó dentro de las 24 horas posteriores a la cosecha, con el fin de minimizar procesos de fermentación no controlada y preservar la calidad de la materia prima. Posteriormente, la cáscara obtenida fue sometida a una selección manual para eliminar restos de granos, impurezas y material vegetal extraño que pudieran afectar la calidad e inocuidad del producto final.

El material recuperado fue recolectado en recipientes limpios y previamente tarados, para posteriormente ser pesado en una balanza digital calibrada, garantizando la precisión de las mediciones.

b) Lavado de la materia prima

La cáscara de café obtenida del proceso de despulpado fue sometida a una etapa de lavado sanitario controlado. El lavado se realizó utilizando agua potable en una relación aproximada de 3:1 (agua prima)**.** La operación consistió en la inmersión de la cáscara en recipientes de acero inoxidable, seguida de agitación manual controlada durante un tiempo de 3 a 5 minutos por ciclo de lavado.

Se efectuaron dos a tres enjuagues consecutivos, hasta obtener un agua de lavado con características visualmente limpias y sin presencia de sólidos suspendidos. Este procedimiento permitió mejorar la limpieza superficial del material y reducir la carga de sólidos solubles y microorganismos adheridos.

Finalizado el lavado, la materia prima fue sometida a un proceso de escurrido mediante tamices o bandejas perforadas, con el fin de eliminar el exceso de agua libre antes de la etapa de secado. Esta operación es considerada crítica dentro del proceso tecnológico, ya que influye directamente en la calidad higiénica y estabilidad del producto final destinado a la obtención de harina de cereza de café.

c) Secado de la materia prima

Las cerezas de café previamente lavadas fueron sometidas a un proceso de deshidratación controlada mediante el uso de un deshidratador de aire caliente. El proceso se llevó a cabo a una temperatura constante de 50 °C durante un tiempo de 12 horas, con el objetivo de reducir el contenido de humedad hasta niveles adecuados que garanticen su conservación y faciliten el proceso de molienda.

d) Peso de cáscaras después del secado

Una vez finalizado el proceso de deshidratación en las condiciones establecidas, se procedió a determinar el peso final de la cáscara de café seca correspondiente a las variedades Typica mejorado y Bourbon Sidra**.**

El material fue retirado del deshidratador y enfriado a temperatura ambiente para evitar variaciones por efecto térmico. Posteriormente, se realizó el pesaje en balanza analítica digital, previamente calibrada, con el fin de obtener datos precisos de la masa final del producto.

La determinación del peso permitió cuantificar la pérdida de humedad durante el secado y establecer el rendimiento del proceso tecnológico, expresado como la relación entre el peso inicial de la cáscara fresca y el peso final del material seco. Este parámetro es fundamental para evaluar la eficiencia del proceso de deshidratación y la estabilidad del material destinado a la molienda y posterior obtención de harina.

e) Molienda de la cascara de café

El material previamente deshidratado fue sometido a un proceso de molienda mecánica con el objetivo de reducir el tamaño de partícula y obtener una harina de cáscara de café con granulometría homogénea. La operación se realizó mediante el uso de un molino manual para granos con cuchillas de acero inoxidable y hierro fundido, el cual permitió la fragmentación del material seco por acción de corte e impacto.

Durante el proceso, el material fue depositado de forma gradual al equipo para evitar sobrecargas y asegurar una molienda uniforme.

f) Tamizado de la harina de cáscara de café

Posterior a la molienda, la harina de cáscara de café obtenida de las dos variedades, fue sometida a un proceso de tamizado con el fin de uniformizar el tamaño de partícula y mejorar sus características tecnológicas para su aplicación en productos alimenticios. Para esta operación se emplearon tamices estandarizados ASTM N.º 40 (425 µm) **y** ASTM N.º 60 (250 µm)**,** permitiendo la clasificación granulométrica de la harina y la separación de partículas de mayor tamaño. El material retenido fue sometido nuevamente a molienda hasta alcanzar la granulometría deseada, utilizando un triturador eléctrico de mano, con el fin de reducir el tamaño de partícula. Posteriormente, el material molido se tamizó nuevamente para obtener una granulometría más uniforme y favorecer el paso de las partículas a través del tamiz seleccionado.

Finalmente, en la figura 3, se sintetiza el proceso definido para la obtención de harina de cáscara de café

Figura 3

Diagrama de flujo y parámetros críticos del proceso de obtención de harina de cáscara de café



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

3.5.2. Análisis de las propiedades micronutrientes y compuestos funcionales de la harina de cereza de café

El análisis de laboratorio se realizó a dos muestras de harina de cáscara de café, obtenidas a partir de las variedades café arábica: Typica Mejorado, Bourbon Sidra. El análisis nutricional se realizó en el laboratorio ALFANALITICA empresa que realiza el análisis de alimentos, aguas y afines. En la tabla 3, se detallan los indicadores evaluados y el método técnico utilizado para obtener la información requerida.

Tabla 3

Análisis realizados de los dos tipos de variedad de harina de café.

Parámetros	Métodos de ensayo
Humedad	AOAC 925.10
Cenizas	AOAC 923.03
Fibra dietaría	AOAC 941.43
Calcio	Volumetría EDTA
Magnesio	Volumetría EDTA
Hierro	Fotométrico Fenantrolina

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

Estas muestras fueron evaluadas con el fin de determinar algunas propiedades físico-químicas y características nutricionales, permitiendo establecer posibles diferencias entre las variedades y su potencial de aprovechamiento en la elaboración de productos alimenticios.

3.5.3 Elaboración de galletas utilizando la harina de cascara de café como ingrediente principal o complementario

En esta fase se procedió a la formulación y elaboración de galletas utilizando harina obtenida de la cáscara de café proveniente de la especie *Coffea arábica*, específicamente de las variedades Typica mejorado y Bourbon Sidra. Para ello, se desarrollaron diferentes formulaciones con distintos porcentajes de sustitución parcial de harina tradicional por harina de cáscara de café, con el propósito de evaluar sus características físicas, sensoriales y la aceptabilidad del producto final.

Para la formulación de las galletas se consideró información reportada por estudios previos sobre el aprovechamiento de este subproducto del café (Pedraza & Tiravanti Meléndez, 2024; Rebollo Hernanz et al., 2021). Dichos estudios indican que la sustitución debe ser parcial**,** debido a que la harina de cáscara tiene alto contenido de fibra

y menor capacidad de formar estructura en comparación con la harina de trigo refinada (Tabla 4).

Tabla 4

Resultados esperados acorde al porcentaje de sustitución de harina de trigo

Sustitución de harina de trigo	Resultado esperado acorde a la literatura
5 %	Cambios mínimos en sabor y textura
10 %	Buen equilibrio entre valor nutricional y calidad sensorial
15 %	Sabor más intenso a café y textura más seca
20 % o más	Puede afectar textura, dureza y aceptación (Pedraza & Tiravanti Meléndez, 2024)

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

En la presente investigación se empleó una sustitución parcial de la harina de trigo refinada por harina de cáscara de café en una proporción del 10%, 15 y 20 %, manteniendo el restante de harina de trigo. A continuación, se muestran los tratamientos experimentales para la formulación de las galletas.

Tabla 5

Tratamientos experimentales para la formulación de galletas

Tratamiento	Variedad de café	% Harina de trigo	% Harina de cáscara de café
T1 (Control)	-	100 %	0 %
BS10	Bourbon Sidra	90 %	10 %
BS15	Bourbon Sidra	85 %	15 %
BS20	Bourbon Sidra	80 %	20%
TM10	Typica Mejorado	90 %	10 %
TM15	Typica Mejorado	85 %	15 %
TM20	Typica Mejorado	80 %	20%

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

Con el propósito de determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman, a partir del siguiente diseño:

Diseño del estudio

Número de consumidores: 40

Número de tratamientos: 7

Escala hedónica: 5 puntos

Atributos evaluados: Color, Aroma, Sabor, Textura, Aceptación general

Ho: Todos los tratamientos son iguales.

Hi: Al menos uno de los tratamientos difiere significativamente de los demás.

3.5.3.1 Proceso de elaboración de las galletas

La elaboración de las galletas se realizó mediante un proceso estandarizado, con el fin de garantizar la uniformidad entre los tratamientos y obtener un producto de calidad. El procedimiento comprendió las siguientes etapas:

a) Formulación de la receta

La formulación de las galletas se mantuvo constante en todos los tratamientos, modificándose únicamente la proporción de harina refinada y harina de cáscara de cereza de café. Esta metodología permitió comparar objetivamente el comportamiento de cada tratamiento e identificar el nivel de sustitución que presentó el mejor desempeño en la elaboración del producto. En la tabla 6, se presenta la formulación establecida para la elaboración de galletas.

Tabla 6

Formulación de galletas según el porcentaje de sustitución de harina de cáscara de café en los tratamientos.

Ingredientes	**Testigo (0%)**	**T1 (10%)**	**T2 (15%)**	**T3 (20%)**
Harina de trigo refinada (g)	454	409	386	363
Harina de cáscara de café (g)	0	45	68	91
Maicena (g)	100	100	100	100
Cocoa (g)	50	50	50	50
Azúcar granulada (g)	100	100	100	100
Mantequilla (g)	320	320	320	320
Huevo (g)	100	100	100	100
Polvo de hornear (g)	8	8	8	8
Esencia de vainilla (ml)	10	10	10	10

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

El tratamiento testigo corresponde a la formulación elaborada exclusivamente con harina de trigo refinada. Los tratamientos T1, T2 y T3 corresponden a sustituciones del 10%, 15% y 20% de la harina de trigo por harina de cáscara de café, respectivamente.

b) Pesado de ingredientes

Se pesaron individualmente todos los ingredientes de acuerdo con la formulación establecida: (parcialmente sustituida por harina de cáscara de cereza de café según el tratamiento).

c) Cremado de la mantequilla y el azúcar

La mantequilla se batió junto con la azúcar granulada hasta obtener una mezcla cremosa, homogénea y de color más claro, favoreciendo la incorporación de aire y mejorando la textura final de las galletas. Posteriormente se dio la incorporación de los ingredientes líquidos. Se añadió el huevo y la esencia de vainilla, mezclando continuamente hasta lograr una emulsión uniforme.

d) Mezclado y amasado

En un recipiente aparte se mezclaron la harina refinada (o la mezcla de harina refinada con harina de cáscara de cereza de café, según el tratamiento), la maicena, el cacao y el polvo de hornear. Posteriormente, los ingredientes secos se incorporaron gradualmente a la mezcla cremosa hasta obtener una masa homogénea, suave y de consistencia uniforme, evitando un amasado excesivo.

e) Moldeado

La masa se dividió en porciones de igual peso (10 gr) y se moldeó manualmente hasta formar galletas de tamaño y espesor uniforme, colocándolas sobre bandejas previamente preparadas para el horneado.

f) Horneado

Las galletas se hornearon a una temperatura de 180 °C durante 12 a 15 minutos, o hasta obtener una coloración uniforme y una textura firme en la superficie, manteniendo condiciones constantes para todos los tratamientos.

g) Enfriamiento

Una vez finalizado el horneado, las galletas se retiraron del horno y se dejaron enfriar a temperatura ambiente sobre una rejilla, permitiendo la estabilización de su estructura y el desarrollo de su textura característica.

h) Empaque

Finalmente, las galletas completamente frías se envasaron en fundas de polipropileno aptas para alimentos, debidamente identificadas según el tratamiento correspondiente, con el fin de preservar sus características físicas y facilitar su posterior evaluación sensorial y de calidad.

3.5.3.2 Evaluación sensorial de los tratamientos

La evaluación sensorial de las galletas elaboradas con harina de cáscara de cereza de café se realizó con el propósito de determinar el grado de aceptación de los diferentes tratamientos por parte de los consumidores. Para ello, se contó con la participación de 40 consumidores no entrenados, seleccionados por conveniencia, quienes evaluaron la aceptabilidad de las muestras bajo condiciones controladas de degustación.

La evaluación sensorial se llevó a cabo en el restaurante-cafetería ubicado en la Plaza de San Sebastián, en la zona céntrica del cantón Loja, por tratarse de un establecimiento con alta afluencia de consumidores. Cada participante degustó seis tratamientos correspondientes a las variedades Bourbon Sidra y Típica Mejorado, con niveles de sustitución del 10 %, 15 % y 20 % de harina de cáscara de cereza de café y un tratamiento control (T1) elaborado únicamente con harina de trigo, el cual permitió establecer una referencia frente a las formulaciones que incorporaron harina de cáscara de café. La aceptación del producto se determinó mediante una escala hedónica estructurada de cinco puntos, donde: 1 = Me disgusta mucho; 2 = Me disgusta; 3 = Ni me gusta ni me disgusta; 4 = Me gusta; y 5 = Me gusta mucho (Anexo A).

Los atributos sensoriales evaluados fueron color, aroma, sabor, textura y aceptación general, permitiendo identificar las diferencias en la percepción de los consumidores y determinar las formulaciones con mayor potencial de aceptación. Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente para determinar la existencia de diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas.

3.5.4 Evaluación de la viabilidad comercial del producto elaborado utilizando la harina de cascara de café como ingrediente principal o complementario

Para evaluar la viabilidad comercial del producto se desarrolló el estudio de aceptación del consumidor

3.5.4.1 Estudio de aceptación del consumidor

La encuesta se aplicó con la finalidad de evaluar el nivel de aceptación del consumidor respecto a galletas elaboradas con harina de cáscara de café como ingrediente complementario. Este instrumento permitió recopilar información relacionada con el perfil del consumidor, hábitos de consumo, percepción del producto e intención de compra.

Los datos obtenidos a través de la encuesta fueron tabulados y analizados estadísticamente, contribuyendo así establecer el nivel de aceptación comercial del producto y determinar las posibles oportunidades de comercialización en el mercado local.

3.5.4.2 Análisis de costos de producción

Se realizó un cálculo estimado de los costos asociados a la elaboración del producto, incluyendo materias primas, procesamiento y empaque. Este análisis permitió determinar el costo unitario de producción y establecer un posible precio de venta competitivo en el mercado local.

Finalmente, la evaluación de la viabilidad comercial permitió determinar si la elaboración de galletas a partir de harina de cáscara de café representa una alternativa económicamente viable y sostenible para el aprovechamiento de los subproductos del café en el cantón Loja, contribuyendo al desarrollo de nuevos productos alimenticios y al fortalecimiento de la cadena de valor del café en la región.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos utilizados en el desarrollo de la presente investigación fueron:

Observación cuantitativa: La observación del proceso tecnológico de elaboración de harina de cáscara de café se realizó mediante fichas de seguimiento del proceso tecnológico en las cuales se registraron parámetros críticos como temperatura, tiempo de secado, rendimiento, etc. de cada una de las variedades seleccionadas.

Análisis de Laboratorio: Para determinar las propiedades micronutrientes y compuestos funcionales de la harina de cereza de café, se utilizaron los métodos analíticos referidos por el laboratorio encargado de realizar estos análisis (Tabla 3), conjuntamente con los equipos de precisión de laboratorio usados para estos fines.

Evaluación sensorial: Para la degustación de las muestras se elaboró una ficha de nivel de aceptación con una escala hedónica de cinco puntos, la cual permitió medir el grado de agrado o desagrado hacia cada una de las características evaluadas en las galletas provenientes de los distintos tratamientos (Anexo A).

La Encuesta: La encuesta estuvo conformada por un cuestionario elaborado con preguntas cerradas orientadas a identificar aspectos como frecuencia de consumo de galletas, disposición a consumir productos elaborados a partir de subproductos del café, preferencias de compra, precio dispuesto a pagar y posibles lugares de adquisición del producto. Este instrumento estuvo dirigido a potenciales consumidores del cantón Loja, con el propósito de conocer su percepción respecto a las galletas elaboradas con harina de cáscara de café (Anexo B).

3.7 Técnicas de análisis de datos

El análisis estadístico de la fase experimental se realizó utilizando el software estadístico IBM SPSS Statistics versión 32.0. Para determinar la existencia de diferencia significativas en las características sensoriales (color, aroma, sabor, textura y aceptación general) entre las 7 formulaciones de galletas evaluadas, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman para muestras relacionadas ($p < 0.05$). En los atributos que se identificaron diferencias significativas globales, se realizó un análisis post-hoc de comparaciones múltiples por parejas mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon con ajuste de Bonferroni para controlar la tasa de error al realizar las 21 comparaciones posibles.

La aplicación de estas pruebas estadísticas permitió interpretar de manera objetiva los resultados obtenidos, determinando la formulación más adecuada para la elaboración del alimento funcional con harina de cáscara de café.

3.8 Consideraciones éticas

La presente investigación se desarrolló respetando los principios éticos relacionados con la investigación científica, la sostenibilidad ambiental y el aprovechamiento responsable de los recursos agroindustriales. El estudio se enfocó en la valorización de la cáscara de café, un subproducto generado durante el proceso de beneficiado del café, con el propósito de reducir el impacto ambiental asociado a su disposición inadecuada y promover su utilización como materia prima en la elaboración de productos con valor agregado.

Durante el desarrollo del trabajo se garantizó el uso responsable de la materia prima, evitando desperdicios innecesarios y promoviendo prácticas orientadas al aprovechamiento sostenible de los residuos agroindustriales, contribuyendo así a la economía circular en las zonas productoras de café.

Asimismo, el proceso de elaboración de la harina de cáscara de café y del alimento funcional se llevó a cabo bajo condiciones de higiene y manipulación adecuada de los alimentos, siguiendo principios básicos de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), con el fin de asegurar la inocuidad y calidad del producto elaborado.

En la etapa de evaluación sensorial del alimento como en la encuesta, la participación voluntaria, garantizando el respeto a su integridad, anonimato y confidencialidad de la información proporcionada. En el caso de la degustación, los participantes fueron informados previamente sobre el propósito de la evaluación y las características del producto a degustar. Así mismo, en la encuesta los participantes accedieron al consentimiento informado.

Finalmente, esta investigación buscó generar conocimiento científico y tecnológico orientado al desarrollo sostenible, promoviendo alternativas para el aprovechamiento de subproductos del café, la reducción de residuos agroindustriales y la generación de valor agregado para los productores rurales.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Proceso tecnológico definido para la obtención de harina de cereza de café

El proceso tecnológico para la obtención de harina de cereza de café se definió a partir de la literatura y la experimentación con dos variedades de café de importancia productiva en el cantón Loja: Typica Mejorado y Bourbon Sidra. Los hallazgos derivados de las diferentes etapas del proceso tecnológico, se detallan a continuación:

a) Selección de materia prima

Se recolectaron 5 kg de cereza madura de cada una de las variedades Bourbon Sidra y Typica Mejorado, provenientes de fincas cafetaleras de las parroquias Malacatos y Vilcabamba, provincia de Loja (Figura 4).

Figura 4

Pesado de cereza de café recolectada en las fincas participantes



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

b) Despulpado mecánico y obtención de la cáscara de café

Como resultado del proceso de despulpado se obtuvo cáscara de café fresca, constituida principalmente por los tejidos externos del fruto, correspondientes al epicarpio y parte del mesocarpio. Este subproducto fue recolectado, pesado y destinado al proceso de transformación para la obtención de harina de cáscara de café.

Figura 5

Etapa de despulpado de la cereza de café



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

A través del proceso de despulpado (Figura 5), En la presente investigación, el proceso de despulpado mecánico permitió recuperar un rendimiento de cáscara fresca cercano al 45 % respecto al peso inicial de la cereza de café, con valores de 44,54 % para Bourbon Sidra y 44,62 % para Typica Mejorada. Estos resultados indican que, por cada 100 kg de café cereza procesado, se obtuvieron aproximadamente 45 kg de cáscara fresca susceptible de ser aprovechada como materia prima para procesos posteriores de transformación.

El rendimiento obtenido se encuentra dentro de los valores reportados en la literatura para las fracciones externas de la cereza de café (Tabla 7). Al respecto, un estudio de caracterización física de café especial reportó que durante el despulpado se removió el 45,35 % de la cereza como cáscara fresca, obteniéndose un valor muy próximo al registrado en la presente investigación. Asimismo, Montilla et al., citados por dicho estudio, señalan que la masa de la cáscara puede representar aproximadamente entre el 40 y 44 % del fruto.

Tabla 7

Rendimiento de cáscara de café después del despulpado

Variedad	Peso inicial de cereza (g)	Peso de cáscara obtenida (g)	Pérdida de peso (g)	Rendimiento de cáscara (%)
Bourbon Sidra	5000	2227	2773	44.54 %
Typica mejorado	5000	2231	2769	44.62 %

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

Los valores obtenidos son relativamente homogéneos, lo que indica un comportamiento similar de las dos variedades bajo el mismo proceso de despulpado mecánico. La variedad Typica mejorado presentó un valor de rendimiento de cáscara levemente mayor a la otra variedad (44.62%), indicando una mayor proporción de material aprovechable tras el despulpado.

c) Lavado de la materia prima

Como resultado de la etapa de lavado, se obtuvo cáscara de café limpia, libre de impurezas físicas, restos visibles de mucílago y material orgánico adherido procedente del proceso de despulpado. La materia prima presentó una apariencia más limpia y uniforme, por lo que fue considerada apta para continuar con las etapas posteriores de secado, molienda y tamizado para la obtención de harina de cáscara de café.

El lavado permitió acondicionar la cáscara de las variedades Bourbon Sidra (BS) y Typica Mejorada (TM) antes de su procesamiento, manteniendo separadas las muestras correspondientes a cada variedad para su posterior evaluación.

d) Secado de la materia prima

Durante el secado, la circulación de aire caliente permitió la eliminación progresiva del agua libre contenida en la materia prima, evitando el desarrollo de microorganismos y reacciones de deterioro. El control de temperatura contribuyó a preservar las características fisicoquímicas del material, asegurando la estabilidad del producto final destinado a la obtención de harina de cereza de café.

Bajo las condiciones de secado establecidas (50 °C durante 12 horas), con un espesor de capa de 1-2 cm, se logró determinar el rendimiento de las dos variedades respecto al peso inicial de la cereza. En la tabla 8 se presentan los datos correspondientes al rendimiento luego del secado.

Tabla 8

Balance comparativo de masa en el proceso de obtención de harina de cáscara de café

Variedad	Cereza inicial (g)	Cáscara fresca después del despulpado (g)	Rendimiento de cáscara (%)	Cáscara seca final (g)	Pérdida durante el secado (g)	Rendimiento final (%)
Bourbon Sidra	5.000	2.227	44,54	5	1.6	11,26
Typica Mejorada	5.000	2.231	44,62	5	1.6	11,62

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

En la etapa de despulpado, la variedad Typica mejorado presentó una ligera diferencia numérica en el rendimiento de cáscara (44.62%) frente a Bourbon Sidra (44.54%). Durante el secado**,** se observó una reducción significativa de masa debido a la eliminación de humedad, con pérdidas superiores al 88% respecto a la cáscara fresca. En cuanto al rendimiento final, la harina obtenida de Typica mejorado presentó una leve diferencia decimal (11.62%) en relación a la otra variedad (11.26). En este sentido, las dos variedades mostraron un comportamiento homogéneo en el proceso, evidenciando condiciones de procesamiento estables.

e) Molienda y tamizado de la cáscara de café deshidratada

La molienda mecánica del material deshidratado (Figura 6), permitió reducir el tamaño de partícula y obtener una harina de cáscara de café con una distribución granulométrica homogénea. El tamizado realizado con los tamices ASTM N.º 40 (425 µm) y ASTM N.º 60 (250 µm), evidenció una granulometría similar entre las variedades evaluadas; con partículas comprendidas en los 425 µm. Estos resultados indican que las harinas obtenidas presentaron características físicas homogéneas y un grado de molienda

comparable, lo que favorece su utilización como ingrediente en formulaciones alimentarias y contribuye a la estandarización del proceso tecnológico.

Figura 6

Molienda y tamizado de la cáscara deshidratada de café



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

Respecto al peso final de la harina, la reducción durante la molienda fue mínima (Tabla 9), dado que el material retenido en el cedazo, fue sometido nuevamente a molienda en un triturador eléctrico hasta alcanzar la granulometría establecida.

Tabla 9

Peso final de harina

Variedad	Peso de cáscara seca (g)	Peso final de harina 425 µm (g)	Rendimiento final respecto a la cereza (%)
Bourbon Sidra	563	560	11.26
Typica mejorada	581	579	11.62

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

Características organolépticas de la harina de cáscara de café

La harina obtenida a partir de la cáscara de café de las variedades Bourbon Sidra y Typica mejorado presentó variaciones en sus características físicas y organolépticas, influenciadas principalmente por la variedad genética, la composición del fruto y el grado de madurez del material procesado.

En cuanto al color**,** la variedad Bourbon Sidra presentó una tonalidad café claro, caracterizada por una apariencia más suave y de menor intensidad cromática, lo que sugiere una menor concentración de compuestos pigmentados. Por su parte, la Typica

mejorado mostró una tonalidad un tanto más oscuro, con un color café moderado y homogéneo (Figura 7).

Figura 7

Coloración de la harina obtenida de las dos variedades de café



(A) (B)

Nota. (A) Harina obtenida de la variedad Bourbon Sidra, (B) Comparación de color entre Typica Mejorado y Bourbon Sidra. Fuente: Elaboración propia en este estudio (2026)

Respecto al aroma, la harina presentó un olor característico a café suave a tostado, con variaciones en la intensidad según la variedad. La Typica mejorado evidenció un aroma un tanto más intenso que Bourbon Sidra, que presentó un olor más tenue.

En relación con el sabor**,** la harina mostró un perfil ligeramente amargo y astringente, propio de la cáscara de café procesada. La variedad Typica mejorado presentó una leve mayor intensidad en el sabor en relación a Bourbon Sidra que presentó un perfil más suave. En la tabla 10, se recopilan las principales características organolépticas de las dos harinas elaboradas.

Tabla 10

Características organolépticas de la harina de cáscara de café según la variedad

Variedad	Color	Olor	Sabor
Bourbon Sidra	Café claro	Aroma suave a café	Sabor más suave y poco persistente
Typica mejorado	Café intermedio	Aroma moderado a café	Amargor moderado

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

4.1.2 Análisis de las propiedades micronutrientes y compuestos funcionales de la harina de cereza de café

La tabla 11 presenta los resultados de los análisis de laboratorio correspondiente a las harinas de cereza de café de las dos variedades evaluadas.

Tabla 11

Análisis de micronutrientes y componentes funcionales de la harina de cereza de café

Parámetro	Unidad	Harina Bourbon Sidra	Harina Typica mejorado
Humedad	%	6.12	6.92
Cenizas	%	7.58	7.62
Fibra Dietaría	%	49.5	48
Calcio	mg/100g	415	410
Magnesio	mg/100g	140	142
Hierro	mg/100g	3.5	3.5

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

Los resultados del análisis de micronutrientes y componentes funcionales muestran que las harinas de las variedades Bourbon Sidra y Typica Mejorada presentaron un perfil nutricional relativamente similar, aunque se observaron diferencias numéricas entre algunos parámetros. La harina de Bourbon Sidra presentó 49,5 % de fibra dietaría y 415 mg/100 g de calcio, mientras que la harina de Typica Mejorada registró 48,0 % y 410 mg/100 g, respectivamente. Por tanto, las diferencias observadas fueron de 1,5 puntos porcentuales para fibra dietaría y 5 mg/100 g para calcio, lo que representa una variación relativamente pequeña entre ambas muestras.

En el caso del magnesio, la harina de Typica Mejorada presentó un valor ligeramente superior (142 mg/100 g) respecto a Bourbon Sidra (140 mg/100 g), con una diferencia numérica de 2 mg/100 g. Para el hierro, ambas variedades presentaron el mismo valor (3,5 mg/100 g). Debido a que en el presente estudio no se aplicó una prueba estadística para comparar las variedades, estas diferencias deben interpretarse únicamente como variaciones numéricas observadas y no como diferencias estadísticamente significativas.

Desde el punto de vista nutricional, ambas harinas presentan características de interés, particularmente por su elevado contenido de fibra dietaría y por la presencia de minerales como calcio, magnesio y hierro. La literatura científica ha señalado que los

subproductos del café pueden constituir fuentes importantes de fibra y minerales, aunque su composición puede variar de acuerdo con la variedad, las condiciones de cultivo, el procesamiento y el método empleado para su determinación. Por esta razón, los valores obtenidos en la presente investigación deben compararse con estudios que analicen materiales de naturaleza y procesamiento similares.

En términos comparativos, no se puede establecer que una variedad sea nutricionalmente superior en todos los parámetros evaluados. Bourbon Sidra presentó los mayores valores numéricos de fibra alimentaria y calcio, mientras que Typica Mejorada presentó un valor ligeramente mayor de magnesio; el hierro fue igual en ambas variedades. En consecuencia, los resultados evidencian que ambas harinas poseen un potencial nutricional y funcional para su incorporación como ingrediente en productos alimenticios, especialmente por su elevado contenido de fibra.

La harina de Bourbon Sidra presentó un menor contenido de humedad (6,12 %) en comparación con la harina de Typica Mejorada (6,92 %), con una diferencia de 0,80 puntos porcentuales. Debido a que ambas variedades fueron sometidas al mismo procedimiento de secado, estos resultados evidencian una menor humedad residual en la harina de Bourbon Sidra. Este parámetro es relevante para la conservación de productos deshidratados, debido a que un menor contenido de humedad puede reducir la disponibilidad de agua para el desarrollo de microorganismos y algunas reacciones de deterioro.

Los valores obtenidos en la presente investigación (6,12–6,92 %) fueron inferiores a los reportados en un estudio de harina de cascarilla de café **(**Rebolledo-Hernández et al. (2023), donde se registró un contenido de humedad de 8,97 %. Estas diferencias pueden estar relacionadas con la materia prima, el procesamiento y las condiciones de secado. Por tanto, los resultados obtenidos evidencian que las harinas estudiadas presentan un bajo contenido de humedad en comparación con algunos valores reportados para subproductos del café; no obstante, no es posible establecer directamente su vida útil únicamente a partir de este parámetro.

4.1.3 Elaboración de galletas utilizando la harina de cereza de café como ingrediente complementario.

Se elaboraron siete formulaciones de galletas, correspondientes al tratamiento control y los seis tratamientos establecidos con la sustitución parcial de la harina de cáscara de cereza de café de las variedades Bourbon Sidra y Typica Mejorado. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

4.1.3.1 Características físicas de las galletas obtenidas

Las características físicas de las galletas fueron evaluadas después del horneado y enfriamiento, con el propósito de determinar el efecto de la incorporación de harina de cáscara de cereza de café sobre las propiedades del producto final.

Color: El color de las galletas presentó una variación gradual desde tonalidades más claras hasta más oscuras, en función del porcentaje de sustitución de harina de cáscara de cereza de café y del tratamiento evaluado (Figura 8). A medida que aumentó el nivel de sustitución (10 %, 15 % y 20 %), referencia que se hizo notoria en las variedades de café. Las galletas adquirieron una coloración más intensa y oscura, atribuida a la pigmentación natural de la harina de cáscara de cereza de café y a las reacciones de pardeamiento desarrolladas durante el horneado.

Figura 8

Color de las galletas de acuerdo al porcentaje de harina de cascara de café (10 %, 15 % y 20 %),



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

Peso: Cada galleta fue elaborada con un peso aproximado de 10 g de masa, garantizando la uniformidad entre tratamientos y permitiendo una comparación objetiva de las características físicas del producto.

Rendimiento: El rendimiento se determinó con base en el peso total de la masa obtenida y el número de galletas producidas por cada formulación (Tabla 12). Se observó que las formulaciones elaboradas con harina de cáscara de cereza de café de la variedad Bourbon Sidra presentaron un mayor rendimiento en comparación con las elaboradas con la variedad Típica Mejorado, debido a que la harina de Bourbon Sidra presentó un menor contenido de humedad. Esta condición favoreció una mayor proporción de materia seca en la formulación, incrementando la cantidad de masa útil y, por consiguiente, el número de galletas obtenidas por tratamiento.

Tabla 12

Rendimiento comparativo.

Variedad	Sustitución de harina de cáscara	Harina refinada (g)	Harina de cáscara (g)	Harina total (g)	Peso aproximado por galleta (g)	Galletas obtenidas considerando el total de la receta
Bourbon Sidra	10 %	409	45	454	15	122
Bourbon Sidra	15 %	386	68	454	15	122
Bourbon Sidra	20 %	363	91	454	15	122
Typica Mejorada	10 %	409	45	454	15	120
Typica Mejorada	15 %	386	68	454	15	120
Typica Mejorada	20 %	363	91	454	15	120

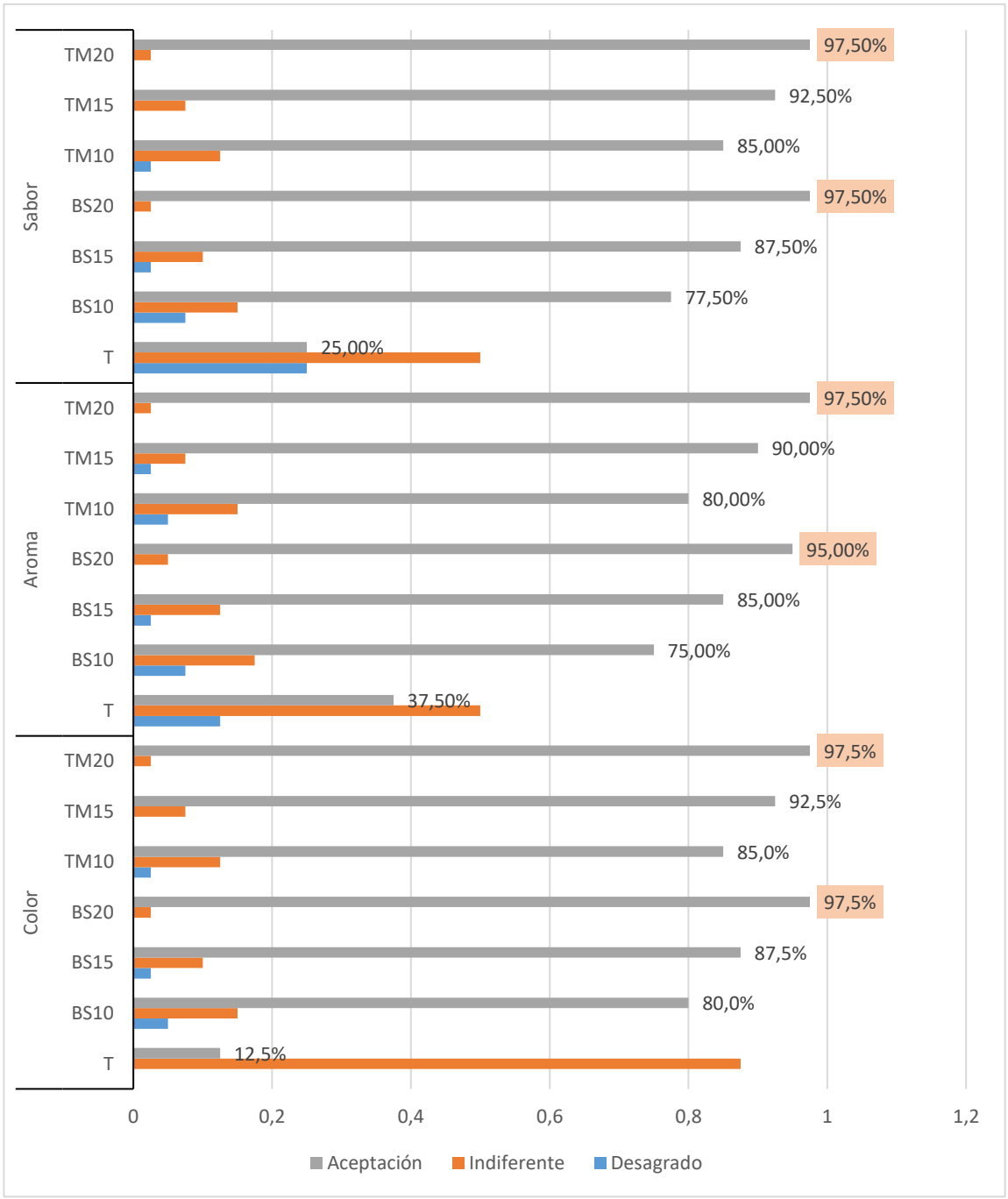
Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

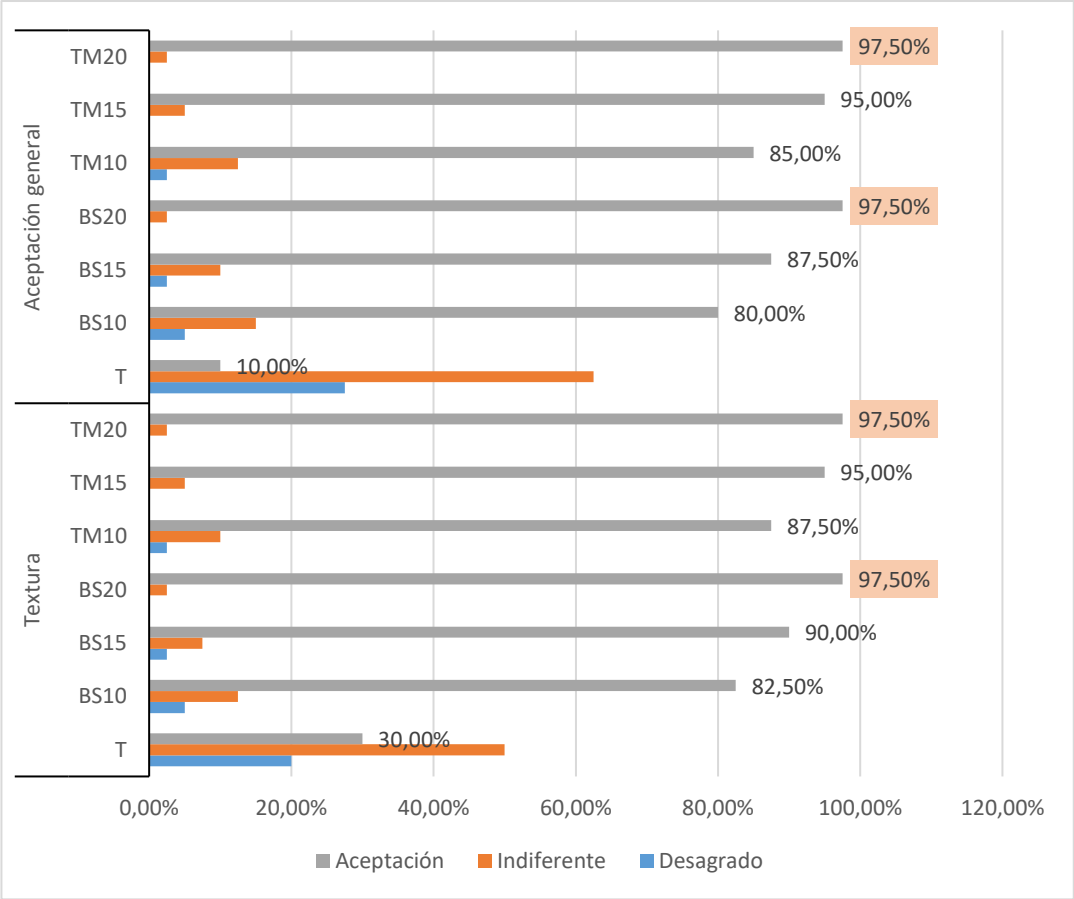
4.1.3.2 Resultados de la Evaluación sensorial

Los datos obtenidos en la evaluación sensorial donde participaron 40 personas quienes valoraron las galletas elaboradas con harina de cáscara de cereza de café de las variedades Bourbon Sidra y Típica Mejorado, incorporadas como sustituto parcial de la harina refinada de trigo en niveles del 10 %, 15 % y 20 % permitieron determinar el grado de aceptación de cada tratamiento e identificar las diferencias en la percepción de los consumidores respecto a las características sensoriales del producto (Figura 9).

Figura 9

Nivel de aceptación de los atributos evaluados en los diferentes tratamientos





Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

El análisis de frecuencias muestra una amplia aceptación sensorial de las galletas elaboradas con harina de cáscara de café respecto al tratamiento testigo. En todos los atributos evaluados (color, aroma, sabor, textura y aceptación general), los tratamientos BS20 y TM20 alcanzaron los mayores niveles de aceptación, con valores entre 95.0 % y 97.5 % de respuestas agrupadas en las categorías *"Me gusta"* y *"Me gusta mucho"*. Por el contrario, el tratamiento testigo presentó una baja aceptación general (10,0 %), evidenciando que la incorporación de harina de cáscara de café mejoró notablemente la percepción sensorial del producto por parte de los consumidores.

Para la evaluación sensorial se seleccionaron 40 consumidores no entrenados, considerados como potenciales consumidores de productos de panificación. Los participantes fueron seleccionados de manera voluntaria y evaluaron las muestras sin requerir experiencia previa en análisis sensorial. La prueba estuvo orientada a determinar el grado de aceptación de las galletas elaboradas con harina de cáscara de cereza de café

de las variedades Bourbon Sidra y Típica Mejorada, en concentraciones de sustitución del 10 %, 15 % y 20 % de harina refinada de trigo.

Los evaluadores calificaron los atributos de color, aroma, sabor, textura y aceptación general, mediante una escala hedónica de cinco puntos, cuyos resultados permitieron identificar el nivel de aceptación de los diferentes tratamientos.

4.1.3.3 Resultados de la prueba no paramétrica de Friedman

Los resultados de la prueba no paramétrica de Friedman, aplicada para determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, se presentan en la tabla 13, donde se contrasta el valor obtenido del cálculo de χ^2 de Friedman con el valor p para cada atributo con un nivel de significación del 0,05%.

Tabla 13

Estadísticos de prueba de Friedman

Atributo	χ^2 de Friedman	Valor p	Significación	Interpretación
Color	158.049	1.53e-31	<0.001	Significativo
Aroma	181.531	1.61e-36	<0.001	Significativo
Sabor	197.534	6.35e-40	<0.001	Significativo
Textura	184.908	3.08e-40	<0.001	Significativo
Aceptación general	194.969	2.23e-39	<0.001	Significativo

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

En todos los atributos evaluados se obtuvieron diferencias significativas con un p-Valor de 0.001, lo que demuestra que los consumidores percibieron diferencias sensoriales entre los siete tratamientos y que estas diferencias no son producto del azar. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula aceptándose la hipótesis alternativa de que al menos un tratamiento difiere significativamente de los demás**.** Este resultado permite deducir que el porcentaje de sustitución y la variedad de harina de cáscara de café influyen en las características sensoriales de las galletas.

Una vez establecida la significación estadística entre tratamientos, se identificó el mejor tratamiento a partir del análisis de los rangos promedio de los tratamientos (Tabla 14):

Tabla 14

Análisis de los rangos promedios de los tratamientos

Atributo	Rango promedio						
	Testigo	**BS10**	**BS15**	**BS20**	**TM10**	**TM15**	**TM20**
Color	1,65	3,19	4,34	6,00	3,00	3,78	6,05
Aroma	1,68	3,53	3,90	6,23	2,54	3,75	6,39
Sabor	1,54	3,29	4,16	6,18	2,38	3,90	6,56
Textura	1,83	3,31	3,81	6,36	2,55	3,71	6,43
Aceptación general	1,66	3,18	4,11	6,23	2,46	3,86	6,50

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

Al comparar los tratamientos por su rango promedio, se observó que el tratamiento BS20 y el tratamiento TM20 obtuvieron la mayor aceptación por parte de los jueces en todos los atributos evaluados, mientras que el Testigo obtuvo consistentemente los rangos más bajos, señalándolo como el menos favorecido por los participantes.

Estos resultados permiten afirmar que los tratamientos con mayor nivel de sustitución (20 %) fueron en general los mejores valorados por los jueces. Sin embargo, para reafirmar estadísticamente cuál fue el mejor tratamiento se presentan los resultados de la prueba post hoc de comparaciones múltiples por parejas de Wilcoxon, aplicando la corrección de Bonferroni (Tabla 15):

Tabla 15

Comparación post hoc entre mejores tratamientos y mejores tratamientos vs. testigo

Atributo	Mejores tratamientos con sus medias	Comparación entre mejores tratamientos (TM20 y BS20)	Comparación de TM20 y BS20 con el testigo
Color	TM20 (4.20)	p ajustado =1	T (2.00)
	BS20 (4.18)	NS	p ajustado<0.001 (S)
Aroma	TM20 (4.78)	p ajustado =1	T (2.10)
	BS20 (4.70)	NS	p ajustado<0.001 (S)
Sabor	TM20 (4.90)	p ajustado =1	T (2.03)
	BS20 (4.63)	NS	p ajustado<0.001 (S)
Textura	TM20 (4.78)	p ajustado =1	T (2.23)
	BS20 (4.75)	NS	p ajustado<0.001 (S)

Aceptación general	TM20 (4.85) BS20 (4.68)	p ajustado =1 NS	T (2.28) p ajustado<0.001 (S)

Nota. Las letras NS corresponden al nivel de significancia estadístico "No Significativo", la letra S corresponde al nivel "Significativo", según la prueba post hoc de Friedman con corrección de Bonferroni (p< 0,05). Fuente: Elaboración propia en este estudio (2026)

Los resultados de las comparaciones múltiples post hoc confirman que los tratamientos TM20 y BS20 son los preferidos por los evaluadores en todos los atributos, además de que no presentan diferencias significativas entre sí (p > 0,05; p valor ajustado de Bonferroni = 1,00). En este sentido, cualquiera de las dos formulaciones de galletas se considera óptimas en cuanto a características organolépticas en relación a las otras concentraciones y el testigo.

Tabla 16

Orden de los tratamientos según aceptabilidad general

Orden	**Tratamiento**	**Media**	**Rango promedio**	**Comparaciones relevantes (p ajustado)**
1	TM20	4.85	6.5	Supera significativamente al testigo, TM10 y TM15 (p<0.01).
2	BS20	4.68	6.23	Supera significativamente al testigo, BS10 y BS15 (p<0.01)
3	BS15	3.50	4.11	Supera significativamente al testigo (p<0.01) y muestra una tendencia de mejora frente a BS10, aunque sin diferencia significativa (p>0.05)
4	TM15	3.38	3.86	Supera al testigo (p< 0.01). Registra un incremento de aceptabilidad en relación a TM10.
5	BS10	3.10	3.18	Supera significativamente al Testigo (p=0.037)
6	TM10	2.73	2.46	No presenta mejoras frente al testigo (p=1.00)
7	Testigo	2.28	1.66	Menor aceptación en todos los atributos

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

La aceptabilidad general expresada en la tabla 16, muestra una clara relación entre el incremento de concentración de harina de café y la preferencia de los jueces. En los tratamientos provenientes de la variedad Bourbon se observa un incremento gradual a partir de la dosis del 10% (BS10) de harina de café, mientras que en los tratamientos de la variedad típica se observa requiere mayor grado de concentración para generar un impacto sensorial perceptible, pues la concentración del 10% (TM10), se mantiene estadísticamente indiferenciable del testigo (p= 1,00), aunque en las concentraciones subsiguientes se percibe un aumento en la preferencia hasta llegar al 20% que comparte el liderazgo sin diferencias significativas con la otra variedad.

4.1.4 Evaluación de la viabilidad comercial del producto elaborado utilizando la harina de cereza de café como ingrediente principal o complementario

A continuación, se presentan los resultados correspondientes al estudio de aceptación del consumidor, así como el análisis de los costos de producción de las galletas elaboradas con cereza de café como ingrediente complementario.

4.1.4.1 Estudio de aceptación del consumidor

Para el estudio de aceptación del consumidor se trabajó con una muestra de 244 encuestados**.** A este grupo se le aplicó una encuesta estructurada en cuatro secciones: datos informativos, hábitos de consumo, percepción del producto e intención de compra. A continuación, se presentan los resultados agrupados por variable.

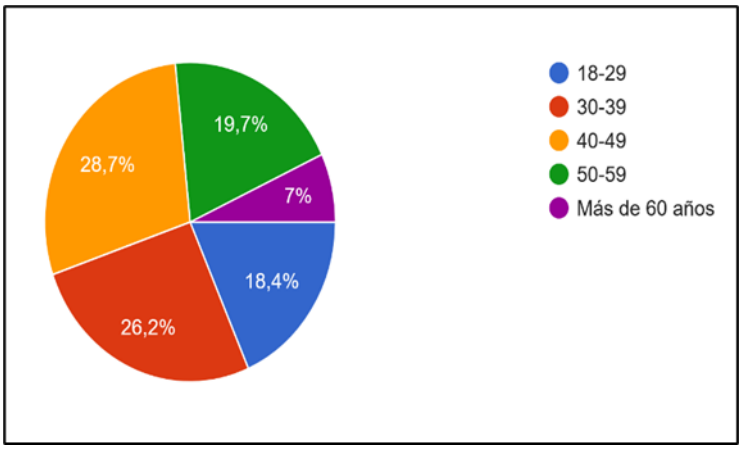
Distribución de los consumidores encuestados según rango de edad

Edad de los encuestados

La caracterización de los consumidores encuestados permitió identificar la distribución de los participantes de acuerdo con su rango de edad. Esta variable permitió describir las características demográficas de la muestra y conocer la composición etaria de los potenciales consumidores de las galletas elaboradas con harina de cáscara de cereza de café.

Figura 10

Edad de los encuestados



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

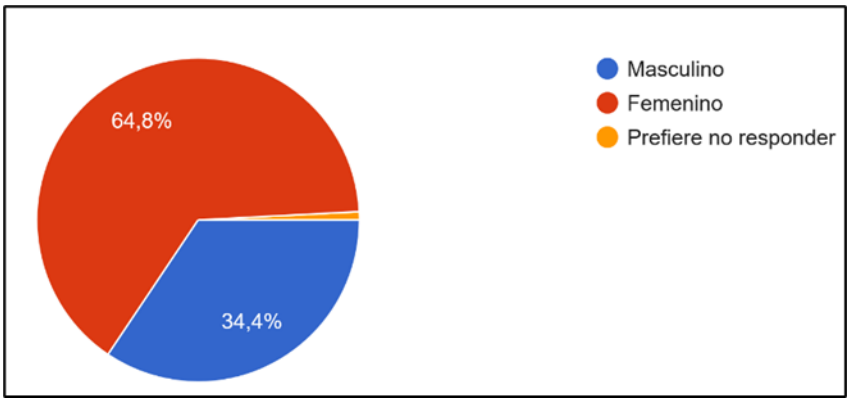
En la figura 10 se puede evidenciar que, de las 244 personas encuestadas, el grupo más numeroso corresponde a personas entre 40 y 49 años, representando el 28,7%, seguido de cerca por el rango de 30 a 39 años con un 26,2%. En tercer lugar, se ubica el grupo de 50 a 59 años con el 19,7%, mientras que los jóvenes de 18 a 29 años alcanzaron el 18,4%. Por último, los adultos mayores de más de 60 años conformaron el 7,0% restante de la muestra. La caracterización demográfica indica que el 74,6% de los participantes se encuentra en el rango de 30 a 59 años. Este grupo de edad es importante para la comercialización de las galletas elaboradas con harina de cáscara de café, ya que está conformado por adultos con ingresos propios, quienes suelen preferir alimentos saludables y funcionales para su consumo y el de su familia. Por su parte, la inclusión del grupo joven de 18 a 29 años (18,4%) aporta representatividad respecto a las tendencias de consumo orientadas a productos innovadores y ecológicos.

Género de los encuestados

La caracterización de los 244 consumidores encuestados incluyó la variable género, con el propósito de identificar la composición de la muestra y conocer la distribución de los participantes según esta característica demográfica. Los resultados obtenidos para esta variable se presentan en la Figura 11.

Figura 11

Género de los encuestados



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

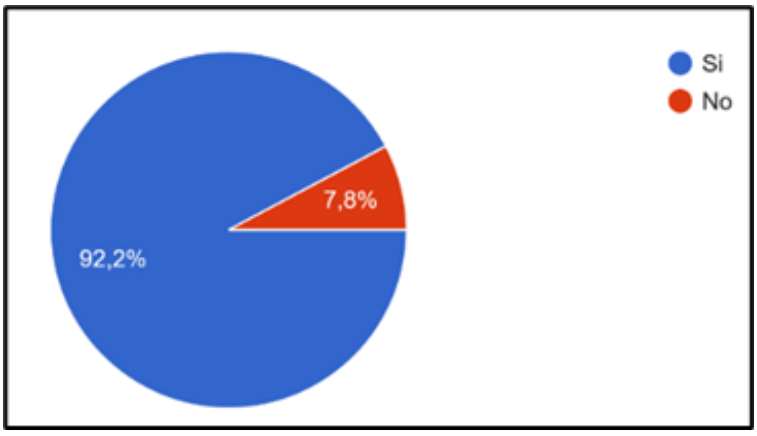
Se revela que, del total de personas encuestadas, el 64,8 % corresponde al género femenino**,** mientras que el 34,4 % corresponde al género masculino**.** El 0,8 % restante corresponde a otras categorías de género registradas en la encuesta**.** Estos resultados muestran una mayor participación del género femenino dentro de la muestra de 244 consumidores encuestados.

Consumo de galletas

Con el propósito de determinar si los participantes presentan el hábito de consumo del producto evaluado, se consultó a los 244 encuestados sobre su consumo habitual de galletas. Los resultados permitieron identificar la proporción de personas que consume este tipo de producto y establecer una referencia sobre el mercado potencial para las galletas elaboradas con harina de cáscara de cereza de café.

Figura 12

Consumo de galletas



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

El 92,2% de encuestados manifestó que sí consume galletas, mientras que únicamente el 7,8% indicó no consumirlas (Figura 12). Estos resultados reflejan una alta aceptación e integración del producto en los hábitos alimenticios de la población evaluada. Un mercado donde más del 90% de los encuestados es consumidor activo representa una oportunidad comercial favorable y una base sólida de demanda.

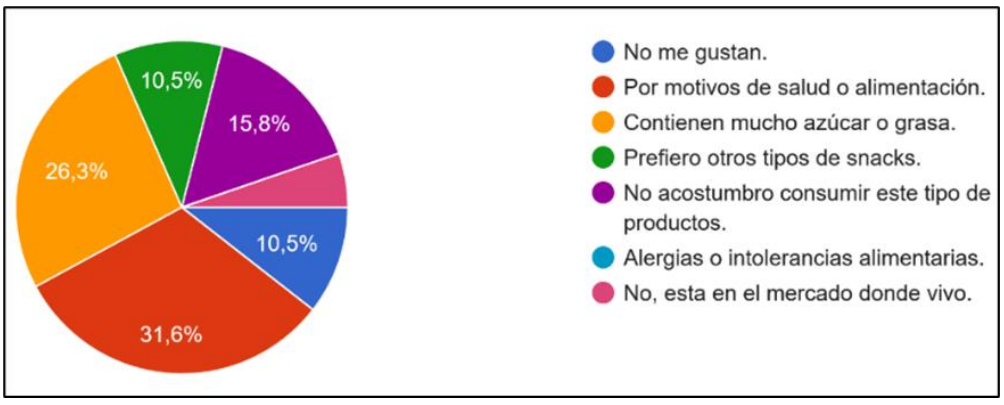
Para fines de la presente investigación, este indicador valida que el desarrollo de un producto innovador y funcional como lo son las galletas formuladas con harina de cáscara de cereza de café no requiere crear un nuevo hábito de consumo, sino redireccionar o diversificar una preferencia existente hacia una alternativa con mayor valor nutricional y sostenibilidad ambiental.

Razones del no consumo de galletas por parte de los No consumidores

Con el propósito de identificar los factores asociados al no consumo de galletas, se analizaron las respuestas de las personas que manifestaron no consumir este tipo de producto. Esta información permitió conocer las principales razones relacionadas con sus hábitos, preferencias y percepciones sobre el consumo de galletas. Los resultados obtenidos se presente figura.

Figura 13

Razones del no consumo de galletas por parte de los No consumidores



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

Al analizar las razones del subgrupo de personas que indicaron no consumir galletas, en la figura 11 se observa que la causa principal corresponde a "Por motivos de salud o alimentación" con un 31,6%, seguida por la preocupación de que "Contienen

mucho azúcar o grasa" con un 26,3%. En menor medida se mencionaron aspectos como la falta de costumbre (15,8%), disgusto personal (10,5%), preferencia por otros snacks (10,5%) y falta de disponibilidad en su zona (5,3%). La opción de alergias o intolerancias no registró respuestas (0,0%). Estos hallazgos son relevantes para el planteamiento del proyecto.

Al sumar las dos razones principales (motivos de salud / percepción de alto contenido de azúcar o grasa), se evidencia que un 57,9% de los no consumidores rechaza las galletas convencionales por aspectos relacionados con el perfil nutricional y la salud. Esto representa una oportunidad estratégica para la propuesta de investigación: la harina de cáscara de cereza de café aporta antioxidantes, fibra dietética y un perfil nutricional mejorado. Por lo tanto, el desarrollo de una galleta funcional formulada con esta harina alternativa podría permitir captar parte de este segmento de la población que actualmente se abstiene de consumir galletas debido a la falta de opciones saludables en el mercado comercial tradicional.

Hábitos de consumo

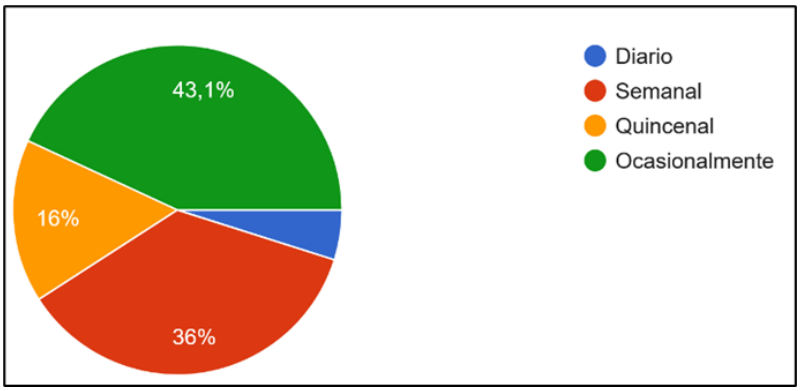
Con el propósito de conocer los principales motivos asociados al no consumo de galletas, se analizaron las respuestas proporcionadas por los participantes que manifestaron no consumir este tipo de producto. Los resultados obtenidos permitieron identificar las razones relacionadas con aspectos de salud, preferencias personales, hábitos de consumo y disponibilidad, como se presenta a continuación.

Frecuencia del consumo de galletas

Para caracterizar los hábitos de consumo de los participantes, se evaluó la frecuencia con la que consumen galletas como parte de su alimentación habitual. Esta variable permite establecer un referente sobre la regularidad de consumo de este tipo de productos y contextualizar posteriormente la aceptación de la propuesta de galletas elaboradas con harina de cáscara de cereza de café (Figura 14).

Figura 14

Frecuencia del consumo de galletas



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

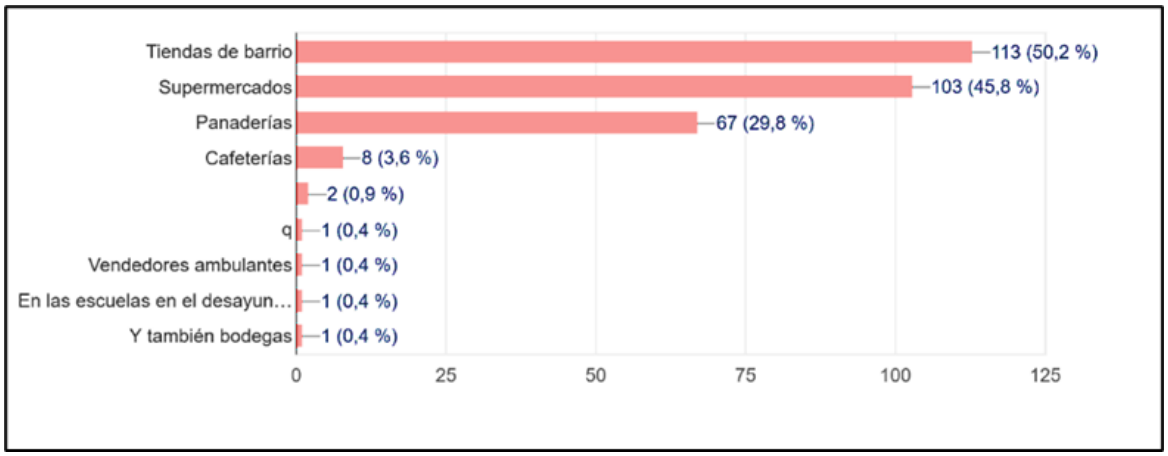
Los resultados de la frecuencia de consumo permiten identificar un patrón predominantemente no diario, caracterizado por un consumo ocasional y semanal. Este comportamiento indica que, aunque las galletas forman parte de los hábitos alimentarios de los encuestados, su consumo no necesariamente constituye una práctica cotidiana. Por tanto, la frecuencia observada debe considerarse principalmente como un indicador de la regularidad con la que el producto es incorporado en la alimentación de los participantes, más que como una medida directa de aceptación o intención de compra. Estos resultados complementan la caracterización de los hábitos de consumo y permiten establecer el contexto en el que se evaluará la propuesta de galletas elaboradas con harina de cáscara de cereza de café.

Lugares donde los consumidores suelen comprar galletas

Para identificar los principales canales utilizados por los consumidores para adquirir galletas, se consultó a los participantes sobre los establecimientos donde habitualmente realizan la compra de este tipo de productos. Esta información permite caracterizar los hábitos de adquisición de los consumidores y establecer los principales puntos de venta considerados en el mercado. Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 15.

Figura 15

Lugares donde los consumidores suelen comprar galletas



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

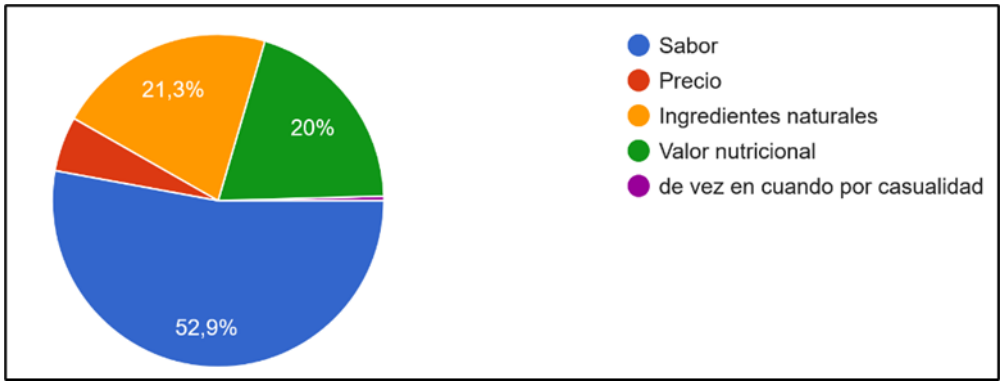
Los resultados muestran que la adquisición de galletas se concentra principalmente en establecimientos de fácil acceso y de amplia concurrencia, lo que evidencia que los consumidores recurren tanto a canales tradicionales como a establecimientos comerciales de mayor cobertura. La presencia de tiendas de barrio y supermercados como los principales puntos de compra sugiere que la disponibilidad y accesibilidad del producto son aspectos relevantes para facilitar su adquisición. En este contexto, los resultados proporcionan un referente para considerar los canales de comercialización más acordes con los hábitos de compra identificados en la población estudiada.

Aspecto que más influye en la decisión de compra de galletas

Para identificar los principales factores que intervienen en la decisión de compra de galletas, se consultó a los consumidores sobre el aspecto que consideran más importante al momento de seleccionar este tipo de producto. Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 16.

Figura 16

Aspecto que más influye en la decisión de compra de galletas



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

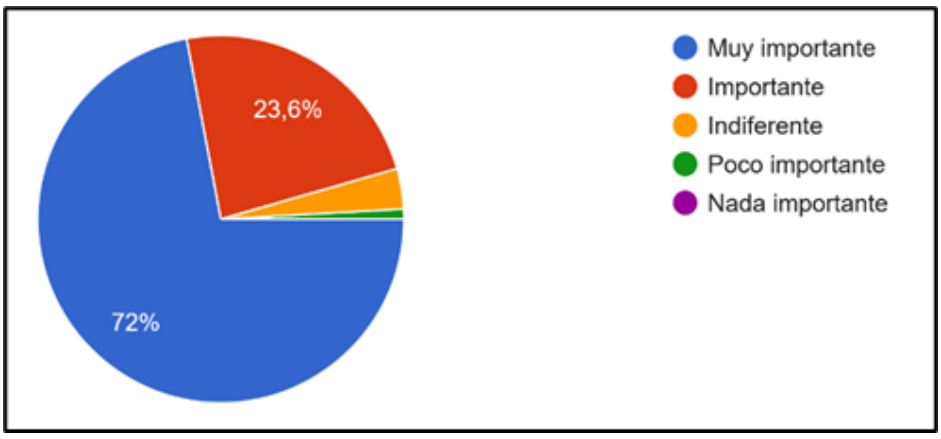
Respecto a los factores de mayor influencia en la decisión de compra de galletas, el 52,9% de los encuestados señaló que el sabor es el aspecto de mayor relevancia. En segundo lugar, el 21,3% indicó que prefiere el uso de ingredientes naturales, seguido muy de cerca por el valor nutricional con un 20,0%. Por su parte, el factor precio representó una minoría dentro de las prioridades de los consumidores (Figura 16). Estos resultados demuestran que, si bien la preferencia del consumidor está liderada por las características organolépticas (sabor), existe una marcada tendencia (41,3% en conjunto) hacia la búsqueda de alternativas más saludables, naturales y nutritivas. Este hallazgo respalda la factibilidad comercial del desarrollo de galletas a partir de harina de cáscara de cereza de café, ya que este subproducto aporta un perfil rico en fibra dietética y compuestos bioactivos de origen natural. Sin embargo, para lograr un posicionamiento exitoso en el mercado, se debe asegurar una formulación equilibrada que garantice una excelente palatabilidad sin comprometer los beneficios nutricionales del producto.

Percepción de la importancia del aporte de beneficios nutricionales, como la fibra, minerales y antioxidantes en el producto

La percepción de los consumidores respecto al aporte de beneficios nutricionales en las galletas, se consultó sobre la importancia atribuida a componentes como fibra, minerales y antioxidantes al momento de considerar este tipo de producto. Los resultados obtenidos se presentan en la presente figura.

Figura 17

Percepción de la importancia del aporte de beneficios nutricionales, como la fibra, minerales y antioxidantes en el producto



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

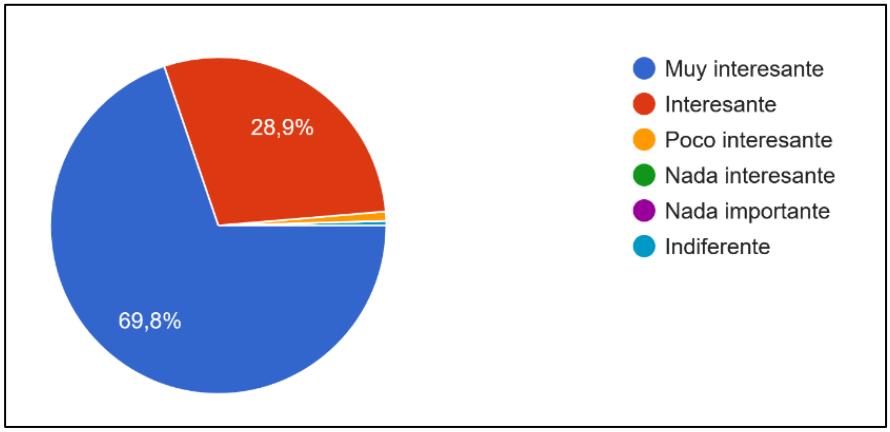
La percepción de la muestra respecto a la importancia de los beneficios nutricionales al adquirir galletas formuladas con harina de cáscara de cereza de café fue positiva. El 72,0% de los participantes manifestó que es "Muy importante" que el producto aporte nutrientes como fibra, minerales y antioxidantes, mientras que el 23,6% lo considera "Importante" (Figura 17). En contraste, solo un porcentaje reducido de la población calificó este atributo como indiferente o poco importante. La inclinación mayoritaria hacia la búsqueda de aportes funcionales (representando un 95,6% de aceptación entre "Muy importante" e "Importante") evidencia un cambio claro en las preferencias del consumidor hacia alimentos con valor agregado para la salud. La harina de cáscara de cereza de café destaca precisamente por ser una fuente rica en compuestos bioactivos y fibra dietética. Estos datos justifican el desarrollo y la comercialización de la galleta propuesta, demostrando que la integración de subproductos del café no solo aporta a la sostenibilidad de la cadena productiva, sino que satisface una demanda real del mercado por productos funcionales e ingredientes naturales.

Interés en la propuesta de una galleta que utilice la harina de cascara de cereza del café como ingrediente complementario

Para conocer la percepción de los consumidores respecto al aporte de beneficios nutricionales en las galletas, se consultó sobre la importancia atribuida a componentes como fibra, minerales y antioxidantes al momento de considerar este tipo de producto.

Figura 18

Interés en la propuesta de una galleta que utilice la harina de cascara de cereza del café como ingrediente complementario



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

Respecto al interés en la propuesta de elaboración de galletas formuladas con harina de cáscara de cereza de café, se observa una respuesta abrumadoramente positiva por parte de los encuestados. El 69,8% de la muestra manifestó que la idea le parece "Muy interesante", mientras que un 28,9% la consideró "Interesante" (Figura 18). En conjunto, el 98,7% de los participantes muestra una predisposición favorable hacia el concepto del producto. Por otro lado, las opciones "Poco interesante" e "Indiferente" representaron un porcentaje residual (menos del 1,5% combinado), y no se registraron respuestas negativas significativas. Los resultados evidencian un alto grado de receptividad por parte del consumidor potencial hacia productos alimenticios derivados del subproducto del café. La concentración masiva de respuestas en las categorías más altas de aceptación sugiere que existe una tendencia de consumo alineada con la innovación alimentaria, el aprovechamiento de subproductos agrícolas (economía circular) y la búsqueda de alternativas funcionales o nutritivas. Esta alta aceptación valida la viabilidad del desarrollo tecnológico de la harina de cáscara de café como materia prima para la industria galletera, demostrando que el mercado objetivo percibe de manera muy favorable el concepto del producto final.

Característica más atractiva del concepto de una galleta elaborada con harina de cascara de cereza de café

Para conocer los aspectos que generan mayor interés en los consumidores frente a la propuesta de una galleta elaborada con harina de cáscara de cereza de café como ingrediente complementario, se evaluaron diferentes características asociadas con el producto. Esta información permitió identificar los atributos que podrían influir en la percepción y aceptación de la propuesta por parte de los potenciales consumidores, considerando aspectos relacionados con sus propiedades nutricionales, innovación y aprovechamiento de subproductos agroindustriales.

Figura 19

Característica más atractiva del concepto de una galleta elaborada con harina de cascara de cereza de café



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

Al evaluar la característica principal que despierta el interés del consumidor hacia la galleta elaborada con harina de cáscara de cereza de café, se identificó que la mayoría de los encuestados, representados por el 60,4%, prioriza el aporte nutricional del producto (mayor contenido de fibra y antioxidantes naturales). En segundo lugar, de preferencia, un 28,8% señaló sentirse atraído por la oportunidad o curiosidad de probar un producto con un sabor nuevo e innovador, seguido por un 10,7% que valoró principalmente la contribución al cuidado del medio ambiente mediante el aprovechamiento del subproducto agrícola del café (Figura19). Los hallazgos reflejan una marcada orientación del consumidor hacia la funcionalidad alimentaria e ingredientes con beneficios para la salud. El hecho de que más del 60% de los encuestados priorice las propiedades nutracéuticas (fibra dietética y compuestos antioxidantes) respalda la viabilidad de la harina de cáscara de cáscara de café como un ingrediente funcional en la industria de la panificación y galletería. Asimismo, al sumar las variables asociadas a la novedad en sabor y curiosidad organoléptica (28,8% en conjunto), se evidencia que el factor de innovación sensorial constituye un segundo pilar clave para el posicionamiento del producto. Por último, la valoración del impacto ambiental (10,7%) confirma que un sector de la población reacciona favorablemente ante propuestas enmarcadas en la economía circular y el aprovechamiento de subproductos agroindustriales.

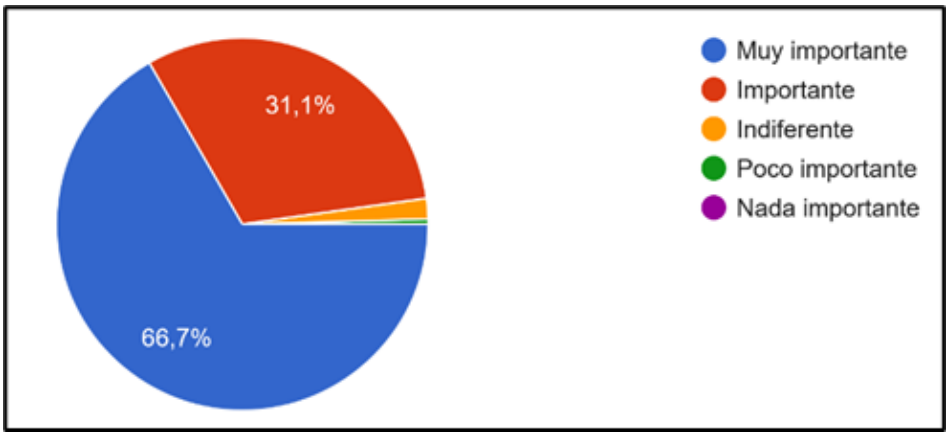
Percepción de la importancia de aprovechar los subproductos del café para la elaboración de nuevos alimentos

La percepción de los consumidores respecto al aprovechamiento de los subproductos generados durante el procesamiento del café para la elaboración de nuevos productos alimentarios, se evaluó el nivel de importancia que los encuestados atribuyen a esta práctica. Esta variable permitió identificar el grado de aceptación hacia el uso de la

cáscara de café como materia prima para el desarrollo de alternativas alimentarias y su relación con el aprovechamiento integral de los recursos agroindustriales.

Figura 20

Percepción de la importancia de aprovechar los subproductos del café para la elaboración de nuevos alimentos



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

En relación con la percepción de la población encuestada sobre el aprovechamiento de subproductos agroindustriales como la cáscara de café para la formulación de nuevos alimentos, se observa un consenso sumamente favorable. El 66,7% de los encuestados considera que esta iniciativa es "Muy importante", mientras que el 31,1% la califica como "Importante" (Figura 20). En conjunto, el 97,8% de los participantes reconoce un valor positivo en la reutilización de este residuo agrícola. Por otro lado, un porcentaje mínimo representado por el 1,3% manifestó ser "Indiferente" y únicamente el 0,9% lo evaluó como "Poco importante", no registrándose respuestas en la categoría "Nada importante". Los resultados obtenidos confirman un alto grado de conciencia y respaldo social hacia la valorización de subproductos agroindustriales en la industria alimentaria.

Intención de compra

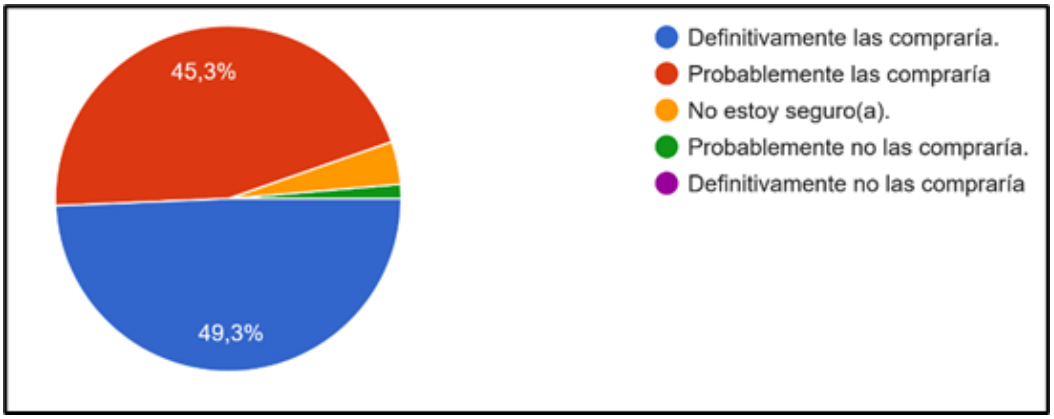
Probabilidad de compra de galletas elaboradas con harina de cascara de cereza de café como ingrediente complementario

Con el propósito de determinar el nivel de aceptación comercial de las galletas elaboradas con harina de cáscara de cereza de café como ingrediente complementario, se evaluó la probabilidad de compra del producto por parte de los consumidores encuestados. Esta variable permite identificar la predisposición del mercado hacia la adquisición de una alternativa alimentaria elaborada a partir de un subproducto de la

actividad cafetalera, aportando información relevante para valorar su potencial de comercialización. Los resultados obtenidos se presente figura.

Figura 21

Probabilidad de compra de galletas elaboradas con harina de cascara de cereza de café como ingrediente complementario



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

En relación con la intención de compra del producto propuesto, los resultados muestran una predisposición del mercado altamente favorable para la comercialización de galletas con harina de cáscara de cereza de café. Un 49,3% de los encuestados afirmó que "Definitivamente las compraría", mientras que un 45,3% indicó que "Probablemente las compraría"(Figura 21). Al consolidar ambas alternativas de respuesta, se obtiene una intención positiva de compra del 94,6% del total de la muestra. Por su parte, la postura neutral registrada en la categoría "No estoy seguro(a)" representó el 4,0%, y la intención negativa ("Probablemente no las compraría") fue del 1,4%, sin registrarse respuestas en la opción de rechazo absoluto ("Definitivamente no las compraría"). La elevada concentración de respuestas en los niveles afirmativos de adquisición constituye un indicador fundamental sobre la viabilidad comercial y aceptación en el mercado de la harina de cáscara de café como ingrediente alimentario funcional. Estos hallazgos validan que la propuesta de valor de incorporar subproductos de la agroindustria cafetalera en matriz de galletería trasciende la simple curiosidad del consumidor, consolidándose como una opción comercialmente deseable.

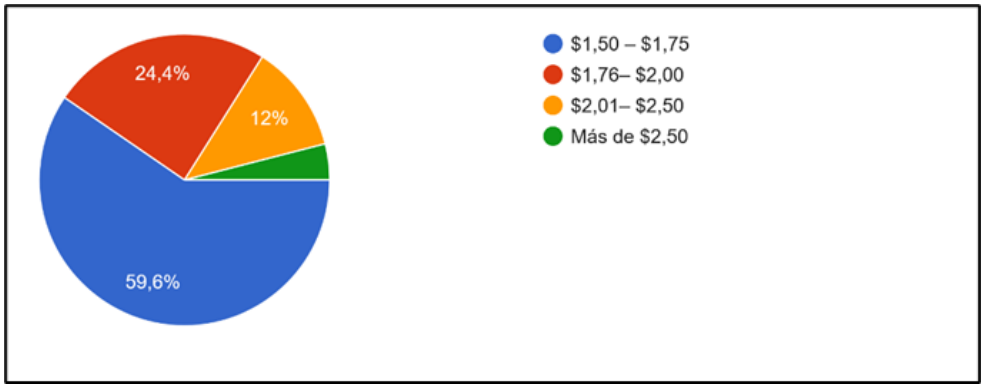
Disposición de pago por un paquete de 15 galletas artesanales (150 gr)

Con la finalidad de conocer la percepción económica de los consumidores respecto al producto propuesto, se evaluó la disposición de pago por una presentación de

15 galletas artesanales, equivalente a 150 gramos, elaboradas con harina de cáscara de cereza de café como ingrediente complementario. Esta variable permitió identificar los rangos de precio que los potenciales consumidores considerarían aceptables para la adquisición del producto y generar un referente para el establecimiento de su precio de venta. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente figura.

Figura 22

Disposición de pago por un paquete de 15 galletas artesanales (150 gr)



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

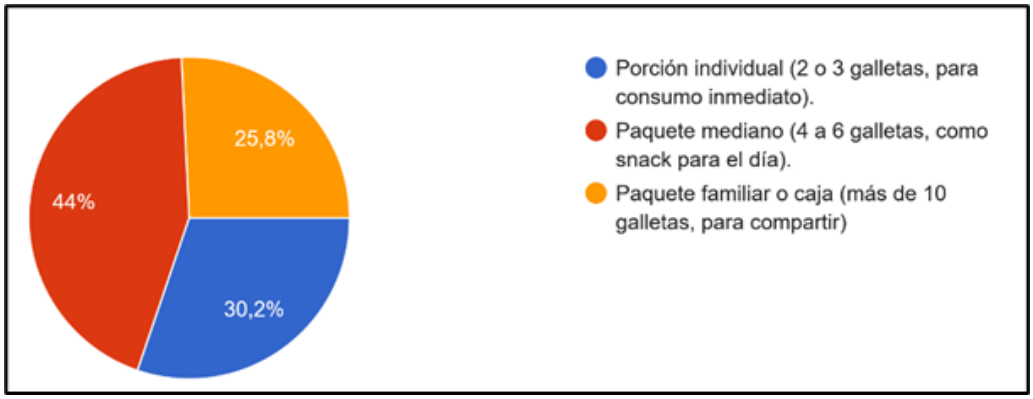
En relación con la evaluación económica y disposición de pago de los consumidores por una presentación comercial de 15 galletas artesanales (150 gr) enriquecidas con harina de cáscara de cereza de café, se observa una clara concentración en los rangos de precio accesibles y competitivos. La mayoría de la muestra, correspondiente al 59,6%, indicó su disposición a pagar en el rango de $1,50 a $1,75. Seguidamente, un 24,4% optó por el rango de $1,76 a $2,00, mientras que un 12,0% seleccionó la franja de $2,01 a $2,50. Finalmente, únicamente el 4,0% estaría dispuesto a pagar un precio superior a $2,50 por el producto (Figura 22). La consolidación de más del 84% de las respuestas en el rango comprendido entre $1,50 y $2,00 sugiere el techo tarifario clave para definir la estrategia de precio en la etapa de comercialización. Este parámetro económico resulta sumamente valioso para el análisis de viabilidad financiera del proyecto de tesis. Permitirá estructurar la hoja de costos de producción de la harina de cáscara de café (proceso de secado, molienda y tamizado) e insumos secundarios de formulación, garantizando un margen de utilidad rentable que no exceda las expectativas monetarias declaradas por la demanda objetivo.

Presentación preferida al comprar galletas elaboradas con harina de cascara de cereza de café como ingrediente complementario

Para identificar las preferencias de los consumidores respecto a la presentación comercial de las galletas elaboradas con harina de cáscara de cereza de café como ingrediente complementario, se evaluaron diferentes alternativas de formato y cantidad de producto. Esta información permite establecer características de presentación acordes con las preferencias de los potenciales consumidores y constituye un referente para definir aspectos relacionados con el empaque y la comercialización del producto. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente figura.

Figura 23

Presentación preferida al comprar galletas elaboradas con harina de cascara de cereza de café como ingrediente complementario



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

En lo relativo al formato comercial preferido por los consumidores para la comercialización de galletas formuladas con harina de cáscara de cereza de café, la alternativa más votada fue el paquete mediano (4 a 6 galletas, como snack para el día), representando el 44,0% de las elecciones. Le sigue la opción de porción individual (2 o 3 galletas, para consumo inmediato) con un 30,2%. Finalmente, el paquete familiar o caja (más de 10 galletas, para compartir) fue seleccionado por el 25,8% restante de los encuestados (Figura 23). Los datos obtenidos revelan que el 74,2% de los consumidores potenciales (suma de empaque mediano y porción individual) prefiere formatos portables orientados al consumo al paso o *snack*. Esta tendencia concuerda con los hábitos de consumo modernos de productos funcionales, donde la conveniencia y la facilidad de transporte desempeñan un rol crítico en la decisión de compra.

4.1.4.2 Análisis de costos de producción

Para este análisis, se consideraron por separado los costos asociados al proceso de transformación de la cáscara de cereza de café en harina y los correspondientes a la

elaboración de galletas, debido a que se trata de dos procesos independientes que requieren recursos específicos para su ejecución.

a) Costos de producción de la harina de cáscara de cereza de café

Dentro del análisis de costos, el costo de adquisición de la materia prima (cáscara de cereza de café) se registró como cero (USD 0.00), por cuanto fue obtenida sin costo, mediante la donación del subproducto por parte de productores cafeteros de las parroquias Malacatos y Vilcabamba (Tabla 17). Además, entre los costos indirectos se ha considerado la depreciación de los equipos y utensilios por cuanto se desea obtener un costo aproximado a la realidad.

Tabla 17

Costos de producción de harina de cáscara de cereza de café

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario ($)	Costo total ($)
COSTOS DE PRODUCCION DIRECTOS.				
Cascaras de cereza de café.	Kg.	10	0.00	0.00
Mano de obra.	Hora	3	2.01	$6.03
Subtotal Costos Directos				**$6.03**
COSTOS DE PRODUCCION INDIRECTOS.				
Combustible para movilización	Viaje	1	5	$ 5.00
Agua	m3	0.020	0,0026	$ 0.01
Energía eléctrica	Kw7h	6	0,09	$ 0.54
Equipos y accesorios				
Deshidratador	Hora	12	0.003425	$0.0411
Molino	Hora	3	0.00086	$ 0.0026
Balanza	Hora	3	0.00514	$ 0.0154
Bandejas de acero inoxidable (3 unidades)	Hora	3	0.00171	$ 0.0051
Tamizador	Hora	3	0.00137	$ 0.0041

Materiales de limpieza y almacenamiento	Utensilios y materiales	1	1.80	$ 1.80
Subtotal Costos Indirectos				**$ 7.42**
COSTO TOTAL				**$ 13.45**

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

Cálculo del costo de producción por Kilogramo de la harina obtenida:

Para facilitar el cálculo del costo de la harina utilizada en el proceso de elaboración de galletas, se determinó el costo por gramo y kilogramo de la harina obtenida, considerándose que se obtuvieron 1.139 kg entre las dos variedades:

Costo por kilogramo= 13.45 /1.139 = 11.80 USD por kilogramo

Costo por gramo =13.45 /1139= 0.011 USD por gramo.

b) Costos de producción de las galletas de harina de cáscara de cereza de café

Para el cálculo de los costos de elaboración de las galletas se consideró el gramaje correspondiente al 20 % de sustitución de harina refinada por harina de cáscara de cereza de café, debido a que este tratamiento presentó la mayor aceptación sensorial en las dos variedades evaluadas (Bourbon Sidra y Typica Mejorado). Respecto al costo de los equipos y utensilios, se consideró el valor de depreciación de su uso, obteniéndose un valor ínfimo (Tabla 18). El costo determinado (9.17 USD), corresponde a un lote de 120 galletas.

Tabla 18

Costos de producción de galletas de harina de cascara de cereza de café

Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**Costo unitario ($)**	**Costo total ($)**
COSTOS DE PRODUCCIÓN DIRECTOS.				
Mano de obra.	Hora	1	2.01	$ 2.01
Ingredientes para la elaboración de galletas				
Mantequilla	gramos	320	0.0055	$ 1.76
Huevo	unidad	4	0.15	$ 0.60
Maicena	gramos	100	0.0026	$ 0.26
Harina refinada	gramos	363	0.0011	$ 0.43

Harina de cáscara de cereza de café	gramos	91	0.011	$ 1.00
Polvo de hornear	gramos	8	0.005	$ 0.04
Cocoa	gramos	50	0.0056	$ 0.28
Azúcar granulada	gramos	100	0.0013	$ 0.13
Esencia de vainilla	mililitros	10	0.03	$ 0.30
Subtotal Costos Directos				**$ 6.81**
COSTOS DE PRODUCCIÓN INDIRECTOS.				
Agua	m3	0.010	0.0026	$ 0.01
Energía eléctrica	kW/h	6	0.09	$ 0.54
Equipos y accesorios	Varios	Varios	0.01	$ 0.01
Materiales de limpieza y almacenamiento	Utensilios y materiales	Varios	1.80	$ 1.80
Subtotal Costos Indirectos				**$ 2.36**
COSTO TOTAL				**$ 9.17**

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

Costo de producción por unidad de galleta de harina de cascara de cereza de café:

Para determinar este rubro se tomó en cuenta que se obtuvieron 120 galletas en total:

Costo por unidad = 9.17 /120 = 0.076 valor por galleta

Para calcular el costo por gramo, se consideró que cada galleta pesa 10 gramos:

Costo por gramo = 0.076 /10= 0.0076 valor por gramo.

Costo de presentación por empaque.

La presentación del empaque para la comercialización de las galletas se definió con base al precio dispuesto a pagar evaluado en la encuesta de viabilidad comercial, mismo que correspondió a una presentación de 150 galletas. Para la presentación comercial, se consideró el uso de recipientes plásticos grado alimentario para proteger el

producto frente a factores externos como humedad, contaminación y deterioro físico, contribuyendo a conservar sus características de calidad durante el almacenamiento y comercialización.

Tabla 19

Costo de la presentación individual (15 galletas por paquete de 150 gr)

Concepto	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
15 galletas	150 gramos	0.076	1.14
Tarrinas plásticas	1 unidad	0.08	0.08
Costo de etiqueta adhesiva	1 unidad	0.3	0.03
Costo total por presentación (150 g)			**1.25**

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

El costo total por un empaque de 15 galletas de 150gramos sería de $ 1.25 (Tabla 19).

c) Determinación del precio de venta y margen de utilidad

La determinación del precio de venta se realizó a partir del costo de producción unitario obtenido para la presentación comercial del producto, al cual se aplicaron diferentes porcentajes de utilidad con el fin de analizar distintas alternativas de comercialización y seleccionar un precio de venta competitivo que responda a las condiciones del mercado y a las expectativas de los consumidores.

Tabla 20

Análisis de escenarios de precio de venta y utilidad por presentación de 150 gramos

Recargo sobre costo (%)	Costo unitario empaque de 150 gr	Utilidad unitaria empaque de 150 gr	Precio de venta empaque de 150 gr	Margen de utilidad sobre ventas (%)
20 %	$1.25	$0.25	$1.50	16.67 %
40 %	$1.25	$0.50	$1.75	28.57 %
50 %	$1.25	$0.63	$1.88	33.33 %
75 %	$1.25	$0.94	$2.19	42.86 %
100 %	$1.25	$1.25	$2.50	50.00 %

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

En la tabla 20 se evidencia que, al aplicar un recargo del 20 % al costo unitario de $1.25, se genera una utilidad de $0.25 por empaque y se establece un precio de venta de $1.50, equivalente a un margen de utilidad sobre ventas del 16.67 %. Por otra parte, un recargo del 40 % permite obtener un precio de venta de $1.75, con una utilidad unitaria de $0.50 y un margen sobre ventas del 28.57 %. Estos dos escenarios se encuentran dentro del rango de $1.50 a $1.75 identificado mediante la encuesta como disposición a pagar por una presentación de 150 g.

d) Punto de equilibrio

Para determinar el punto de equilibrio de las galletas, se han separado los costos en fijos y variables, acorde a la tabla 21. Esta tabla fue elaborada principalmente como un costeo del lote experimental, debido a que la investigación se desarrolló a escala experimental. Por esta razón, se realizó una estimación del punto de equilibrio con base en los costos y rendimientos obtenidos en el lote experimental de 120 galletas, utilizando los precios de venta de USD 1.50 y USD 1.75 por presentación de 150 g identificados en el estudio de mercado. Esta estimación tiene carácter referencial y permite analizar el comportamiento de los costos e ingresos bajo las condiciones específicas del ensayo.

Para el análisis, se considera como costo fijo del lote $ 2.36**,** correspondiente al subtotal de costos indirectos, y como costos variables los costos directos más el empaque.

Tabla 21

Costos fijos y variables

Concepto	Valor
Costo directo del total de producción	$6.81
Costos indirectos del total de producción	$2.36
Costo total del lote	$9.17
Producción del lote	120 galletas
Presentación comercial	15 galletas (150 g)
Empaques por lote	8
Costo de producción por empaque	$1.14
Costo del envase + etiqueta	$0.11
Costo total por empaque	**$1.25**
Precio de venta escenario 1	$1.50

Precio de venta escenario 2	$1.75

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

Costo variable por presentación:

Costo variable = (6.81 / 8) + 0.11= $ 0.96 por empaque

Punto de equilibrio (PE)

Para determinar el punto de equilibrio se plantea la siguiente la fórmula:

PE = Costos fijos / (Precio de venta − Costo variable unitario)

Escenario 1: precio de venta de $1,50

PE = 2.36 / (1.50 – 0.96)

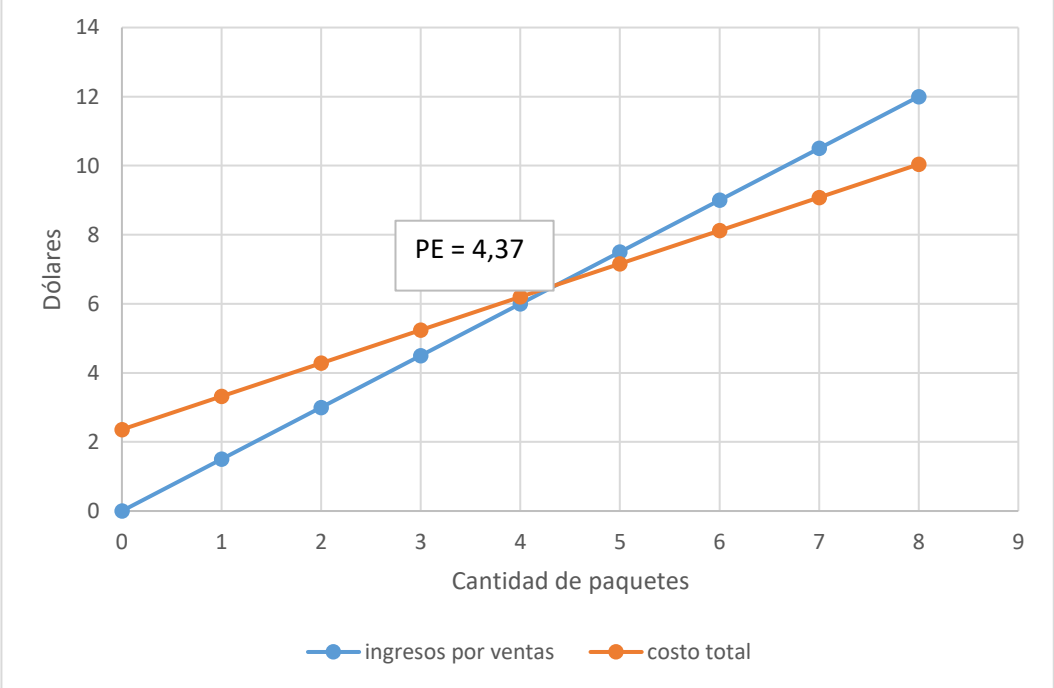
PE = 4.37 = 5 paquetes

En términos de ventas:

4.37 × $1.50 = $6.56

Figura 24

Punto de equilibrio a un precio de venta de 1.50 USD por paquete de 150 g



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

En la figura 24 se puede observar que, si se proyecta la comercialización del producto, a un precio de $ 1.50 por empaque de 150 g, se deberá vender aproximadamente 5 empaques (4.37) para alcanzar el punto de equilibrio, es decir, recuperar los costos incurridos. A partir de la venta del sexto empaque, se comenzará a generar utilidad.

Escenario 2: precio de venta de $ 1.75

PE = 2.36 / (1.75 – 0.96)

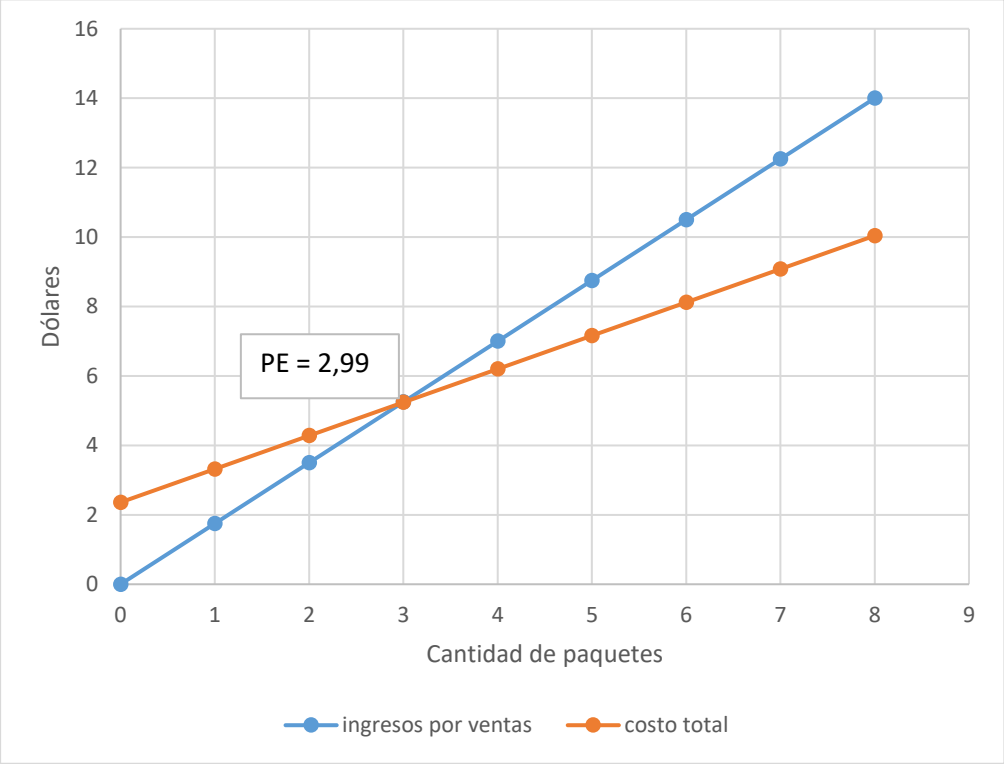
PE = 2.99 = 3 empaques

En términos de ventas:

2.99 × $1.75 = $5.23

Figura 25

Punto de equilibrio a un precio de venta de USD 1.75 por paquete de 150 g



Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

Si el producto se comercializa a un precio de $ 1.75 por empaque de 150 g, se requerirá vender aproximadamente 3 empaques para alcanzar el punto de equilibrio (Figura 25). Por lo tanto, desde la venta del cuarto empaque se empezará a generar utilidad. Desde esta perspectiva, el precio de $ 1.75 resulta más conveniente, debido a

que permite recuperar los costos con un menor número de unidades vendidas y comenzar a obtener ganancias más rápidamente.

e) Evaluación de la viabilidad comercial

La viabilidad comercial de las galletas elaboradas con harina de cáscara de cereza de café se evaluó integrando los resultados de la aceptación sensorial del producto, la intención de compra, la disposición de pago y las preferencias de los consumidores obtenidas mediante la encuesta de viabilidad comercial, así como también el análisis de costos (Tabla 22).

Tabla 22

Evaluación de viabilidad comercial de las galletas de cáscara de café

Criterio de evaluación	Dato obtenido	Análisis del resultado
Costo de producción unitario (150 g)	USD 1.25	El costo estimado para la presentación de 150 g permite establecer diferentes escenarios de precio y analizar alternativas de rentabilidad de acuerdo con la disposición de pago del consumidor.
Precio de venta – escenario 1	USD 1.50	Corresponde a un recargo del 20 % sobre el costo y genera una utilidad de $ 0.25 por empaque, con un margen de utilidad sobre ventas del 16.67 %. Este precio se encuentra dentro del rango de disposición de pago identificado en la encuesta.
Precio de venta – escenario 2	USD 1.75	Corresponde a un recargo del 40 % sobre el costo y genera una utilidad de $0.50 por empaque, con un margen de utilidad sobre ventas del 28.57 %. También se encuentra dentro del rango de disposición de pago de los consumidores.

Aceptación sensorial	Tratamientos TM20 y BS20	Los tratamientos con sustitución del 20 % de harina de cáscara de cereza de café obtuvieron la mayor aceptación, evidenciando características organolépticas adecuadas.
Intención de compra	94.6 % definitivamente o probablemente compraría el producto	Refleja una elevada predisposición del mercado hacia la adquisición de las galletas una vez disponibles comercialmente.
Disposición de pago	59.6 % pagaría entre USD 1.50 y USD 1.75	El rango de precios identificado coincide con los escenarios de venta de $1.50 y $ 1.75, evidenciando correspondencia entre la capacidad de pago del consumidor y los precios analizados.
Presentación preferida	44.0 % prefiere un paquete de 4 a 6 galletas	La presentación individual responde a una de las principales preferencias de los consumidores; sin embargo, el análisis económico se realizó para un empaque de 150 g, equivalente a 15 galletas por cuanto la disposición de pago se evaluó en esa presentación.
Interés por las propiedades funcionales	95.6 % considera importante o muy importante el aporte de fibra, minerales y antioxidantes	Existe una elevada valoración de las características nutricionales y funcionales, lo que constituye una oportunidad para diferenciar el producto.
Interés por el concepto del producto	98.7 % considera interesante o muy interesante la propuesta	Evidencia una alta aceptación del concepto de utilizar harina de cáscara de cereza de café como ingrediente en la elaboración de galletas.

Valoración del aprovechamiento de subproductos del café	97.8 % considera importante aprovechar la cáscara de café para elaborar alimentos	Demuestra una percepción favorable hacia el aprovechamiento de subproductos y las prácticas relacionadas con la sostenibilidad y economía circular.
Viabilidad económica	Viable	Los escenarios de $ 1.50 y $ 1.75 permiten generar utilidades de $ 0.25 y $ 0.50 por empaque, respectivamente, manteniéndose dentro del rango de disposición de pago identificado.
Viabilidad comercial	Altamente viable	La elevada intención de compra, aceptación sensorial, interés por las propiedades funcionales y disposición de pago evidencian un potencial favorable para la comercialización del producto.

Nota. Elaboración propia en este estudio (2026)

4.2 Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que la cáscara de cereza de café constituye una materia prima con potencial para la obtención de harina destinada a la elaboración de alimentos funcionales. El proceso técnico aplicado en esta investigación permitió obtener una harina con características físicas adecuadas para su incorporación en productos de galletería, demostrando que este subproducto puede transformarse en un ingrediente con valor agregado. Estos resultados coinciden con lo señalado por Barrera (2023), quien indica que la transformación de la cáscara de café mediante procesos de secado, molienda y tamizado representa una alternativa viable para su aprovechamiento agroindustrial. Asimismo, Triviño Pineda et al. (2022) sostienen que la valorización de los residuos del café contribuye a disminuir el impacto ambiental generado por su disposición inadecuada y favorece el desarrollo de nuevos productos dentro de un modelo de economía circular.

En relación con el rendimiento obtenido durante el procesamiento de las variedades evaluadas, se observaron diferencias mínimas entre la cantidad de cáscara recuperada después del despulpado y la harina obtenida al finalizar el proceso (se obtuvo

un rendimiento en la variedad Bourbon Sidra del 11.26% y de la variedad Typica Mejorada un l1.62%, respecto a la materia prima inicial que fue de 5 kg por cada variedad). Estas variaciones pueden atribuirse al contenido de humedad inicial de cada variedad y la reducción del contenido de humedad de la cereza de café según el tipo de secado. Este proceso es fundamental para evitar el crecimiento de microorganismos y preservar los compuestos bioactivos presentes en el material, como fibra dietética, polifenoles y antioxidantes (Triviño Pineda J. S. et al., 2022).

Los análisis bromatológicos demostraron que la harina de cáscara de café presenta un importante contenido de fibra y minerales, además de compuestos funcionales con capacidad antioxidante, características que incrementan su valor nutricional frente a las harinas convencionales. Estos resultados concuerdan con Rebolledo-Hernández et al. (2023), quienes reportan que la harina de cáscara de café constituye una fuente importante de fibra dietética, proteínas, cenizas y compuestos bioactivos, presentando además propiedades funcionales como buena capacidad de retención de agua, absorción de aceite y capacidad de hinchamiento, aspectos que favorecen su utilización en la elaboración de alimentos funcionales.

Respecto al desarrollo de las galletas, la incorporación de harina de cáscara de café permitió obtener productos con características sensoriales aceptables para los consumidores. La sustitución parcial no afectó negativamente la percepción de los consumidores y, por el contrario, permitió desarrollar un producto con características diferenciadas. Información que coincide con Rebolledo Hernández et al. (2023), quienes indican que la incorporación de harina de cáscara de café en productos de panificación mejora el contenido de fibra y compuestos antioxidantes sin comprometer significativamente la aceptabilidad sensorial cuando se utilizan niveles adecuados de sustitución. De igual manera, los resultados respaldan lo señalado por Ulloa (2024), quien manifiesta que el empleo de harinas alternativas derivadas de subproductos agroindustriales permite mejorar la composición nutricional de los alimentos y diversificar las materias primas utilizadas por la industria alimentaria. En el presente proyecto, la harina de cáscara de café demostró ser una alternativa técnicamente viable para sustituir parcialmente la harina de trigo, manteniendo las características tecnológicas requeridas para la elaboración de galletas.

En cuanto a la evaluación sensorial, los resultados obtenidos en la presente investigación mostraron diferencias en las características de las galletas de acuerdo al porcentaje de incorporación de harina de cáscara de café. Con el 10 % de sustitución se presentaron cambios leves en las características sensoriales, mientras que con el 15 % se observó una mayor intensidad en el aroma y sabor propio de la cáscara de café y una textura un poco más seca. Con el 20 % de sustitución las galletas presentaron una coloración más oscura y características de sabor y aroma más marcadas. Sin embargo, este tratamiento obtuvo la mayor aceptación por parte de los consumidores en las dos variedades evaluadas, Bourbon Sidra y Typica Mejorado. Los resultados de la prueba de Friedman evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos, identificándose que los tratamientos TM20 y BS20, formulaciones con un 20 % de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de cereza de café, alcanzaron los mayores niveles de aceptación. Este resultado difiere de lo señalado por Pedraza & Tiravanti Meléndez (2024), quienes mencionan que niveles de sustitución del 20% o más, pueden afectar características como la textura, dureza y la aceptación de este tipo de productos. Esta diferencia podría estar relacionada con la formulación particular del producto en este estudio, así como con las variedades utilizadas y el contexto sociocultural del cantón Loja, donde existe una importante tradición cafetalera, esta familiaridad de los consumidores con las características organolépticas del café, podría favorecer una mayor aceptación por productos que incorporan este sabor. Por lo tanto, en las condiciones de esta investigación, el incremento de harina de cáscara de café hasta el 20 % permitió obtener los tratamientos con mejores resultados sensoriales.

Desde el punto de vista comercial, la encuesta aplicada evidenció una elevada aceptación del concepto del producto, así como una disposición favorable de compra por parte de los consumidores (94.6%). Además, se evidenció que la mayoría de los consumidores (más del 95%) considera importante que el producto aporte fibra, minerales y antioxidantes, lo que refleja una valoración positiva hacia alimentos con beneficios adicionales para la salud. Estos resultados reflejan el creciente interés del mercado hacia alimentos con propiedades funcionales y elaborados mediante procesos sostenibles. En este sentido, la FAO (2021) señala que los consumidores muestran una preferencia cada vez mayor por productos saludables que, además de aportar beneficios nutricionales, contribuyan al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y a la reducción del desperdicio agroindustrial.

El análisis económico realizado demostró que la producción de galletas elaboradas con harina de cáscara de café presenta costos competitivos y permite establecer márgenes de utilidad atractivos, además de que el valor de venta calculado concuerda con el rango del precio dispuesto a pagar por los consumidores potenciales en la encuesta (1.50 a 1.75 USD), lo cual confirma la factibilidad económica del proyecto. Este resultado adquiere especial importancia para los pequeños caficultores de la provincia de Loja, ya que la transformación de un subproducto considerado residuo en un ingrediente alimenticio genera nuevas oportunidades de diversificación productiva e incremento de ingresos. Esta interpretación coincide con Barrera (2023), quien sostiene que el aprovechamiento comercial de la cáscara de café fortalece la cadena de valor del café mediante la generación de productos innovadores con mayor valor agregado.

Finalmente, los resultados obtenidos permiten afirmar que el aprovechamiento de la harina de cáscara de café responde a los principios del desarrollo sostenible, al integrar beneficios ambientales, económicos y sociales. Ambientalmente, contribuye a disminuir la generación de residuos derivados del beneficiado del café; económicamente, crea nuevas alternativas de comercialización para los productores; y socialmente, impulsa la elaboración de alimentos con mejores características nutricionales. Estos resultados respaldan los planteamientos de Triviño Pineda et al. (2022), Rebollo-Hernanz et al. (2021) y la FAO (2021), quienes coinciden en que la valorización de los subproductos del café constituye una estrategia efectiva para fortalecer la economía circular, promover la innovación agroindustrial y fomentar sistemas alimentarios más sostenibles. En consecuencia, la investigación demuestra que es posible transformar un subproducto agroindustrial en un alimento innovador, económicamente rentable y con perspectivas favorables de comercialización, contribuyendo al fortalecimiento de la sostenibilidad de la cadena productiva en la provincia de Loja.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se logró establecer un proceso tecnológico para obtener harina de cáscara de café, que comprende las etapas de recolección, selección, lavado, escurrido, secado, molienda, tamizado y envasado. El secado se realizó a 50 °C durante 12 horas, obteniéndose una harina con una humedad de 6.12 % para Bourbon Sidra y 6,92 % para Typica Mejorado, así como una granulometría de 425 µm, características que permitieron su posterior utilización en la elaboración de las galletas.
- La harina de cáscara de café presentó un importante aporte de fibra dietaría, calcio, magnesio y hierro. La variedad Bourbon Sidra presentó 49.5 % de fibra dietaría, 415 mg/100 g de calcio, 140 mg/100 g de magnesio y 3.5 mg/100 g de hierro, mientras que Typica Mejorado presentó 48 % de fibra dietaría, 410 mg/100 g de calcio, 142 mg/100 g de magnesio y 3.5 mg/100 g de hierro**.** Estos resultados evidencian que la harina de cáscara de café puede ser aprovechada como un ingrediente con valor agregado para la elaboración de alimentos.
- Los resultados de la evaluación sensorial y la prueba de Friedman mostraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($p < 0,001$) en los atributos de color, aroma, sabor, textura y aceptación general. Los tratamientos BS20 (Bourbon Sidra con 20 %) **y** TM20 (Typica Mejorado con 20 %) obtuvieron los mayores niveles de aceptación. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre BS20 y TM20**,** lo que indica que ambas formulaciones presentaron un comportamiento sensorial similar. Por lo tanto, la evidencia experimental demuestra que, bajo las condiciones de formulación y procesamiento empleadas en esta investigación, es posible incorporar hasta un 20 % de harina de cáscara de cereza de café sin comprometer la aceptación sensorial de las galletas.
- El estudio de mercado indicó que existe una buena aceptación por parte de los consumidores hacia las galletas elaboradas con harina de cáscara de café (98.7%). Además, la mayoría (95.6%), mostró interés por un producto con beneficios nutricionales y elaborado a partir del aprovechamiento de un subproducto del café. Estos resultados respaldan la existencia de un segmento de consumidores

potencialmente interesado en las galletas y proporcionan una referencia para definir la presentación comercial, el precio de venta y la estrategia de marketing**,** enfocándola principalmente en los beneficios nutricionales y el aprovechamiento de la cáscara de café como subproducto agroindustrial.

- El análisis de costos permitió determinar que la elaboración de las galletas es económicamente viable, ya que se pudo establecer un precio de venta con un margen de utilidad que resulta conveniente para futuros emprendimientos.
- De manera general, se determinó que el aprovechamiento de la harina de cáscara de café es una alternativa técnica, comercial y económicamente factible, ya que permite dar valor a un subproducto del café, disminuir residuos agroindustriales y aportar al desarrollo de la cadena productiva del café en el cantón Loja.

5.2. RECOMENDACIONES

- Promover el aprovechamiento de la cáscara de café por parte de productores y emprendimientos, para que este subproducto pueda ser transformado en nuevos alimentos con mayor valor agregado.
- Realizar nuevas investigaciones utilizando porcentajes de harina de cáscara de café superiores al 20 %, por ejemplo 25 %, 30 % y 35 %**,** tanto en galletas como en otros productos de panadería y repostería, con el propósito de determinar el límite máximo de incorporación que permita mantener características tecnológicas, físicas y sensoriales aceptables en el producto.
- Desarrollar estudios sobre la vida útil y estabilidad de la harina y de las galletas elaboradas, con el fin de garantizar su calidad durante el almacenamiento.
- Como propuesta para futuras acciones, se recomienda desarrollar capacitaciones dirigidas a productores y emprendedores sobre el procesamiento adecuado de la cáscara de café, buenas prácticas de manufactura y alternativas de comercialización, con el fin de fortalecer el aprovechamiento de este subproducto y generar nuevos productos con valor agregado.
- Promover estrategias de comercialización que resalten las propiedades nutricionales y el aporte ambiental de las galletas elaboradas con harina de cáscara de café, aprovechando el interés de los consumidores por alimentos más saludables.
- Incentivar programas y proyectos que apoyen el aprovechamiento de los subproductos del café, mediante la realización de pruebas piloto de producción a

pequeña escala que permitan transferir y validar el proceso desarrollado experimentalmente, favoreciendo posteriormente su implementación a mayor escala, así como la innovación, la generación de valor agregado y el desarrollo sostenible de la cadena cafetera en la provincia de Loja.

- Analizar el impacto ambiental del aprovechamiento de la cáscara de café, considerando la reducción de residuos generados durante el procesamiento del café y los posibles beneficios asociados a su transformación en ingredientes para la industria alimentaria.
- Realizar estudios de factibilidad económica a diferentes escalas de producción, considerando costos de materia prima, procesamiento, mano de obra, equipos, empaque y comercialización, con el propósito de determinar la rentabilidad y sostenibilidad económica de este tipo de emprendimientos.
- Evaluar diferentes métodos de secado y procesamiento de la cáscara de café, con el fin de identificar las condiciones que permitan conservar de mejor manera sus componentes nutricionales y compuestos de interés durante la transformación en harina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ali, M. A., & Bhowmik, S. (2025). Bioactive compounds in coffee husk: Extraction, functional properties, applications, and sustainable approach in circular economy. *RSC Sustainability*, *3*, 4410–4425

Badia-Olmos, I. (2023). *Alternative flours and their effect on rheological and technological properties in bakery products*. Food Research International.

Barrera, J. (2023). *Aprovechamiento de subproductos del café en la industria alimentaria*. Editorial Académica.

Bustamante, M., Sánchez, J., & López, R. (2021). Aprovechamiento de subproductos del café y su potencial en la industria alimentaria. *Journal of Food Science and Technology*, *58*(4), 1450–1460.

Cangussu, L. B., Melo, J. C., Franca, A. S., & Oliveira, L. S. (2021). Chemical Characterization of Coffee Husks, a By-Product of Coffea arabica Production. *Foods*, *10*(12). https://doi.org/10.3390/foods10123125

Crónica. (2025, October 2). Más de 1’200.000 plantas de café sembradas en la provincia de Loja. *Diario Crónica*.

De la Torre, S. R. A., Camarero, M. D. M. C., Gómez, S. O., & Pérez, C. C. (2021). Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible. In *Los objetivos de desarrollo sostenible en la ciudad de Burgos* (p. 598).

Diario Crónica. (2025, 2 de octubre).

Esquivel, P., & Jiménez, V. M. (2012). Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*, *46*(2), 488–495. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028

Fardet, A., & Rock, E. (2020). Ultra-processed foods and food system sustainability: What are the links? *Sustainability*, *12*(15), 6280.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *Coffee value chain development and sustainability*.

Gutiérrez Antonio C, Rodríguez Romero, L., García Trejo, J., & Feregrino Pérez A. (2021). Revalorización de residuos del cultivo de café: Rumbo a una economía circular. *Digital ciencia@ uaqro*, *14*(1), 71–79.

Hernández Cruz, M. A. (2025). *Determinación de compuestos bioactivos de una emulsión de extracto y cascarilla de café para alimentos*.

Melikoglu, M. (2025). Coffee waste valorization: A comprehensive review of recent advancements and future directions for a circular bioeconomy. *Food Chemistry*, *497*, 147004. https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2025.147004

Mesías, J. F. M., & Reina, J. F. P. (2026). *Plan de negocios para la creación de una empresa productora y comercializadora de harina de café en el municipio de Pasto.*

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2023). *Producción y comercialización del café en el Ecuador*. MAG.

Murthy, P. S., & Madhava Naidu, M. (2012). Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—A review. *Resources, Conservation and Recycling*, *66*, 45–58. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.005

Nemzer et al. (2026) es especialmente útil porque es una revisión reciente sobre café y subproductos del café como alimentos e ingredientes multifuncionales. Señala específicamente la presencia de fibra dietética, carbohidratos y compuestos fenólicos en los subproductos.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo*.

Pedraza, R. L., & Tiravanti Meléndez, R. D. (2024). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por una mezcla de harinas de pulpa de café y quinua en las características de galletas*. Universidad Nacional de Jaén.

Prefectura de Loja. (2026). *Ruta del café Provincia de Loja*.

Rebolledo-Hernández, M. V, Cocotle-Ronzón, Y., Hernández-Martínez, E., Morales-Zárate, E., & Acosta-Domínguez, L. (2023). Propiedades fisicoquímicas, funcionales y de flujo de una harina de cáscara de café. *Ciencia Ergo Sum*, *30*(3). https://doi.org/10.30878/ces.v30n3a7

Rebollo-Hernanz, M., Cañas, S., Taladrid, D., Benítez, V., Bartolomé, B., Aguilera, Y., & Martín-Cabrejas, M. A. (2021). Revalorization of Coffee Husk: Modeling and Optimizing the Green Sustainable Extraction of Phenolic Compounds. *Foods*, *10*(3). https://doi.org/10.3390/foods10030653

Rodríguez, L., & Gómez, P. (2019). Aprovechamiento de subproductos del café en sistemas agroindustriales. *Revista Latinoamericana de Agroindustria*, *12*(2), 45–53.

Salas Muñoz, R. D. (2022). Un análisis crítico al marco conceptual del desarrollo sostenible y sus herramientas de medición. *Revista En-Contexto*, *6*(8), 171–184. https://doi.org/10.53995/23463279.485

Triviño Pineda J. S., Contreras García, J., Amorocho Cruz, C. M., & Sánchez Ramírez, J. E. (2022). Obtención de bioproductos a partir de residuos del beneficio húmedo del café (pulpa). *Revista Colombiana de Biotecnología*, *23*, 6–14. https://doi.org/https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v23n2.90551

Tsigkou, K., Demissie, B. A., Hashim, S., Ghofrani-Isfahani, P., Thomas, R., Mapinga, K. F., Kassahun, S. K., & Angelidaki, I. (2025). Coffee processing waste: Unlocking opportunities for sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *210*, 115263. https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.115263

Ulloa, D. F. (2024). Sustituto parcial de la harina de trigo para la elaboración de productos: revisión sistemática: Partial wheat flour substitute for product processing: systematic review . *KANYÚ*, *2*(3), 45–69.

Universidad Técnica Particular de Loja. (2024). *Caracterización de la producción de café en la provincia de Loja*. UTPL.

Varela Mendoza, M. Y. (2025). *Efecto de la adición de solutos y tipos de leche sobre los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de café soluble* . Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Anexos

Anexo A

Ficha de evaluación sensorial

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y AGRONEGOCIOS

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE GALLETAS ELABORADAS CON HARINA DE CÁSCARA DE CAFÉ

Objetivo: Evaluar el nivel de aceptación sensorial de galletas elaboradas con diferentes porcentajes de harina de cáscara de café provenientes de las variedades Bourbon Sidra y Typica Mejorada.

DATOS INFORMATIVOS

Código del evaluador:

Fecha:

INSTRUCCIONES:

Pruebe las muestras de galletas en el orden indicado. Después de degustar cada muestra, califique los atributos señalados marcando con una **X** la opción que mejor represente su opinión de acuerdo con la escala hedónica propuesta. Enjuague su boca con agua entre degustaciones para evitar interferencias en la percepción sensorial.

Escala hedónica de 5 puntos

Valor	Nivel de aceptación
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta
1	Me disgusta mucho

Evaluación sensorial

Código de muestra____

Atributo	1	2	3	4	5
	Me disgusta mucho	**Me disgusta**	**Ni me gusta ni me disgusta**	**Me gusta**	**Me gusta mucho**
Color	☐	☐	☐	☐	☐
Aroma	☐	☐	☐	☐	☐
Sabor	☐	☐	☐	☐	☐
Textura	☐	☐	☐	☐	☐
Aceptación general	☐	☐	☐	☐	☐

Código de muestra____

Atributo	1	2	3	4	5
	Me disgusta mucho	**Me disgusta**	**Ni me gusta ni me disgusta**	**Me gusta**	**Me gusta mucho**
Color	☐	☐	☐	☐	☐
Aroma	☐	☐	☐	☐	☐
Sabor	☐	☐	☐	☐	☐
Textura	☐	☐	☐	☐	☐
Aceptación general	☐	☐	☐	☐	☐

Código de Muestra____

Atributo	1	2	3	4	5
	Me disgusta mucho	**Me disgusta**	**Ni me gusta ni me disgusta**	**Me gusta**	**Me gusta mucho**
Color	☐	☐	☐	☐	☐
Aroma	☐	☐	☐	☐	☐
Sabor	☐	☐	☐	☐	☐

Textura	☐	☐	☐	☐	☐
Aceptación general	☐	☐	☐	☐	☐

Código de Muestra____

Atributo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	Me disgusta mucho	**Me disgusta**	**Ni me gusta ni me disgusta**	**Me gusta**	**Me gusta mucho**
Color	☐	☐	☐	☐	☐
Aroma	☐	☐	☐	☐	☐
Sabor	☐	☐	☐	☐	☐
Textura	☐	☐	☐	☐	☐
Aceptación general	☐	☐	☐	☐	☐

SE AGRADECE SINCERAMENTE LA PARTICIPACIÓN EN EL PRESENTE ESTUDIO.
SU COLABORACIÓN ES FUNDAMENTAL PARA EL DESARROLLO DE ESTA INVESTIGACIÓN.

Anexo B

Encuesta de mercado

ENCUESTA PARA EVALUAR LA VIABILIDAD COMERCIAL DE GALLETAS ELABORADAS CON HARINA DE CÁSCARA DE CAFÉ

La presente encuesta tiene como finalidad evaluar la viabilidad comercial de galletas elaboradas con harina de cascara de cereza de café como ingrediente complementario, mediante la recopilación de información sobre la aceptación, intención de compra, percepción del producto y disposición de pago por parte de los consumidores.

La información proporcionada será utilizada exclusivamente con fines académicos e investigativos, en el marco del desarrollo del proyecto de investigación. Los datos obtenidos serán analizados de forma global y no serán utilizados para otros fines distintos a los establecidos en esta investigación.

I. Datos generales

1. Edad:
☐ 18 – 29 años
☐ 30 – 39 años
☐ 40 – 49 años
☐ 50 – 59 años
☐ Más de 60 años

2. Género:
☐ Masculino
☐ Femenino
☐ Prefiere no decir

3. ¿Consume usted galletas?
☐ Sí
☐ No

4. En caso de no consumir galletas, ¿cuál es la principal razón?

☐ No me gustan.
☐ Por motivos de salud o alimentación.
☐ Contienen mucho azúcar o grasa.
☐ Prefiero otros tipos de snacks.
☐ No acostumbro consumir este tipo de productos.
☐ Alergias o intolerancias alimentarias.

II. Hábitos de consumo

5. ¿Con qué frecuencia consume galletas?

☐ Diario
☐ Semanal
☐ Quincenal
☐ Ocasionalmente

6. ¿Dónde suele comprar galletas?

☐ Tiendas de barrio
☐ Supermercados
☐ Panaderías
☐ Cafeterías
☐ Otros: _____

7. ¿Cuál es el aspecto que más influye en su decisión al comprar galletas?

☐ Sabor
☐ Precio
☐ Ingredientes naturales
☐ Valor nutricional
☐ Otros:_____

8. Al momento de comprar galletas ¿qué tan importante es para usted que el producto aporte beneficios nutricionales, como la fibra, minerales y antioxidantes?

☐ Muy importante
☐ Importante
☐ Indiferente
☐ Poco importante
☐ Nada importante

III. Percepción del producto

Antes de responder las siguientes preguntas, considere la siguiente información: La galleta formulada con harina de cascara de cereza de café incorpora un ingrediente obtenido del aprovechamiento de un subproducto agroindustrial como es la cascara de café, caracterizada por su contenido de fibra dietética, minerales, antioxidantes y compuestos bioactivos con potencial beneficio para la salud.

9. ¿Qué tan interesante le parece la propuesta de una galleta que utilice la harina de cáscara de cereza de café como ingrediente complementario?

☐ Muy interesante
☐ Interesante
☐ Indiferente
☐ Poco interesante
☐ Nada interesante

10. ¿Cuál de las siguientes características le resulta más atractiva del concepto de una galleta elaborada con harina de cascara de cereza de café?

☐ Su aporte nutricional (mayor contenido de fibra y antioxidantes naturales).
☐ Su contribución al cuidado del medio ambiente mediante el aprovechamiento de la cereza de café.
☐ La oportunidad de probar un producto con un sabor nuevo e innovador.
☐ La curiosidad por probar un sabor nuevo e innovador
☐ Otro:_____

11. ¿Considera importante aprovechar los subproductos del café como sería la cáscara para elaborar nuevos alimentos?
☐ Muy importante
☐ Importante
☐ Indiferente
☐ Poco importante
☐ Nada importante

IV. Intención de compra

12. Si estuvieran disponibles en el mercado galletas elaboradas con harina de cáscara de cereza de café como ingrediente complementario ¿Qué tan probable sería que usted las comprara?
☐ Definitivamente las compraría
☐ Probablemente las compraría
☐ No estoy seguro (a)
☐ Probablemente no las compraría
☐ Definitivamente no las compraría

13. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un paquete de 15 galletas artesanales (150 g)?
☐ $1,50 – $1,75
☐ $1,76 – $2,00
☐ $2,01 – $2,50
☐ Más de $2,50

14. ¿Qué presentación preferiría usted al comprar galletas elaboradas con harina de cascara de cereza de café como ingrediente complementario?

☐ Porción individual (2 o 3 galletas, para consumo inmediato).
☐ Paquete mediano (4 a 6 galletas, como snack para el día).
☐ Paquete familiar o caja (más de 10 galletas, para compartir)
☐ Mercados locales
☐ Panaderías

Anexo C

Resultados de los análisis de laboratorio de las harinas de las dos variedades

alfanalítica

Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos:
Aguas, Alimentos y Afines

Informe Nº:	45 -2026

DATOS DEL CLIENTE

Análisis solicitado por:	Sr. Wilson Eduardo Viñan Diaz
Atención:	Sr. Wilson Eduardo Viñan Diaz
RUC/CI:	110332677
Dirección:	Barrio El Capuli
Ciudad/Provincia:	Loja/Loja
Teléfono:	098 927 5757
email:	wilson34eduardo@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Harina cáscara de café: Muestra 1 barrida bourbon, Muestra 2 typica mejorada

Tipo de muestra:	Sólidas pulverulentas	Descripción:	Harina Cáscara Café
Fecha de recepción:	29 de junio de 2026	Número de muestras:	2
Cantidad:	300 g c /u	Fecha de elaboración:	N/A
Tipo de conservación:	Ambiente	Lote:	N/A
Tipo de envase:	Funda plástica	Fecha de caducidad:	N/A
Tipo de muestreo:	No aplica	Persona quien muestrea:	Propietario

DATOS DE LABORATORIO

Fecha de análisis:	29 de junio de 2026
Fecha fin de análisis:	13 de julio de 2026
Fecha de entrega informe:	14 de julio de 2026
Código interno	N/A

Condiciones Ambientales	
Temperatura °C:	22,4
Humedad Relativa %:	34,0

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado		Método de Ensayo
		Muestra 1	Muestra 2	
Humedad	%	6,12	6,92	AOAC 925.10
Cenizas	%	7,58	7,62	AOAC 923.03
Fibra Dietaria	%	49,5	48,0	AOAC 941.43
Calcio	mg/100 g	415,0	410,0	Volumetría EDTA
Magnesio	mg/100 g	140,0	142,0	Volumetría EDTA
Hierro	mg/100 g	3,5	3,5	Fotométrico Fenantrolina

Observaciones

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.

Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio

Tiempo de almacenamiento de las muestras: 5 días a partir de la entrega del informe

Responsable:

Dra. Verónica Espinoza Torres
Gerente General

alfanalítica
Ibarra - Ecuador

Alfanalítica S.A.S.
RUC: 1091796298001
Dirección: Manuel Peñaherrera 4-106 y Rafael Troya – Parque Boyacá. – Ibarra, Teléfonos: 0983064170, 0989753573, 0983382115,
e-mail: alfanalitica@outlook.com, alfanalitica.ibarra@gmail.com

Anexo D

Registro fotográfico del proceso de elaboración de la harina de cereza de café

<table>
<tr>
<td></td>
<td>
</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>
</td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
<td></td>
</tr>
</table>

Anexo E

Registro fotográfico del proceso de elaboración de galletas de harina de cáscara de café













Anexo F

Registro fotográfico del proceso de evaluación sensorial de los tratamientos formulados





