

UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL

Sede de Atenas

Ingeniería en Tecnología de Alimentos

ESTUDIO EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD TÉCNICA Y COMERCIAL PARA
EL APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DEL CAFÉ PERGAMINO
(*COFFEA ARABICA* VARIEDAD SAN ISIDRO) PARA SU APLICACIÓN EN
PRODUCTOS ALIMENTICIOS DE PANIFICACIÓN Y BEBIDAS.

Trabajo final de graduación para optar por el grado de

LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Melissa Alfaro Solórzano

Andrea Chaves Buzano

Atenas, Costa Rica

Año 2025

DECLARACIÓN JURADA

Yo Melissa Alfaro Solórzano portadora de la cédula de identidad número 2-0721-0668 y Andrea Chaves Buzano portadora de la cédula de identidad número 1-1588-0400 estudiantes de la Universidad Técnica Nacional (UTN) en la carrera de Ingeniería en Tecnología de Alimentos, conocedoras de las sanciones legales con que la Ley Penal de la República de Costa Rica castiga el falso testimonio y el delito de perjurio que pueda ocasionarse ante la Directora de Carrera y quienes constituyen el Tribunal Examinador de este trabajo de investigación, juramos solemnemente que este trabajo de investigación es una obra original respetando las leyes y que ha sido elaborada siguiendo las disposiciones exigidas por la Universidad Técnica Nacional (UTN), así como con los derechos de autor.

En fe de lo anterior, firmamos en la ciudad de Atenas, a los 7 días del mes de marzo del 2025.



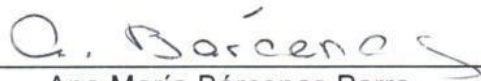
Melissa Alfaro Solórzano
2-0721-0668



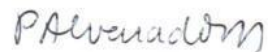
Andrea Chaves Buzano
1-1588-0400

HOJA DE APROBACIÓN

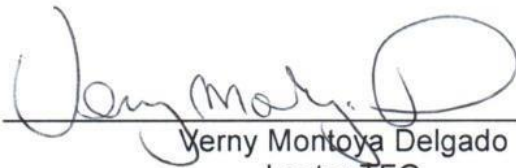
Este Trabajo Final de Graduación, fue aprobado por el Tribunal Evaluador como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Tecnología de Alimentos



Ana María Bárcenas Parra
Directora de Carrera



Priscilla Alvarado Marengo
Tutora del TFG



Verny Montoya Delgado
Lector TFG



Cristian Rojas Arias
Lector TFG

DEDICATORIA

A Dios por ser mí guía y fortaleza.

A mis padres por su amor incondicional, por motivarme a seguir adelante y apoyarme siempre en todo momento.

Con su apoyo y la bendición de Dios, todo fue posible.

Melissa Alfaro S

Dedico mi tesis a Dios por darme la fortaleza para culminar esta etapa.

A mis padres, por todo su esfuerzo, apoyo y amor incondicional para que saliera adelante.

También a mi hermana, por brindarme ese apoyo moral para continuar y concluir esta etapa.

Andrea Chaves Buzano

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, quienes me ha impulsado a seguir adelante y a trabajar para conseguir lo que uno se propone en la vida. Gracias por estar siempre a mi lado y por enseñarme la importancia del esfuerzo y la perseverancia. A mis hermanos que me brindaron su compañía, consejos y palabras de aliento en los momentos de desafío. A mis amigos y compañeros por su apoyo emocional y amistad incondicional. A mis profesores por compartir su conocimiento y por siempre impulsarme a dar lo mejor de mí. A mi esposo, por su amor, paciencia y apoyo inquebrantable. Gracias por estar a mi lado en este camino, por tu comprensión en los momentos de estrés y por motivarme a seguir adelante cuando más lo necesitaba. A todas aquellas personas que me brindaron su apoyo para la realización de este proyecto, les agradezco profundamente por su generosidad, confianza y por su ayuda. Su aporte ha sido fundamental para alcanzar este logro.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, les agradezco profundamente ese apoyo incondicional e inmenso amor que siempre me han brindado. Gracias por siempre impulsarme a continuar con mis sueños, proponerme metas y ser perseverante. A mi hermana, por brindarme ese apoyo moral y su comprensión durante esas noches de desvelo. A mis amigos, por sus consejos e impulso para continuar con este proyecto. A mi compañera de tesis, por su dedicación, esfuerzo y apoyo para que juntas lográramos alcanzar este objetivo que nos habíamos propuesto. A mi tutora de tesis, quien siempre estuvo presente, nos brindó tiempo, orientación y compartió sus conocimientos para concluir satisfactoriamente con el trabajo. A nuestro profesor, quien nos brindó asesoría, tiempo y asistencia con las dudas que teníamos. Muchas gracias a todos los que formaron parte de este largo proceso y que en algún momento nos brindaron de su colaboración.

TABLA DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN JURADA	ii
HOJA DE APROBACIÓN	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
AGRADECIMIENTOS	vi
TABLA DE CONTENIDOS.....	7
Índice de tablas.....	10
Índice de figuras	12
Índice de abreviaturas	13
RESUMEN	14
I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Área de estudio	18
1.2. Delimitación del problema.....	18
1.3. Justificación	20
1.4. Antecedentes.....	21
1.5. Objetivos.....	24
1.5.1. Objetivo general:	24
1.5.2. Objetivos específicos:.....	24
II. MARCO TEÓRICO.....	26
2.1. El café	27
2.2. El café a nivel internacional.....	27
2.3. El café a nivel nacional	27
2.4. Variedades del café.....	28
2.4.1. Coffea arabica	28
2.5. Estructura de la cereza de café.....	29
2.5.1. Exocarpio (cáscara).....	30
2.5.2. Mesocarpio (pulpa-mucilago)	30
2.5.3. Endocarpio (pergamino)	31
2.5.4. Piel plateada (perispermo).....	31
2.5.5. Endospermo (grano-semilla)	31
2.6. Procesamiento del café	32
2.6.1. Proceso de lavado o húmedo.....	34
2.6.2. Proceso “honey”	35
2.6.3. Proceso natural.....	36
2.7. Composición química de la cascarilla de café pergamino	36
2.7.1. Carbohidratos	37
2.7.2. Proteínas	38
2.7.3. Grasa.....	38

2.7.4.	Fibra cruda	38
2.7.5.	Cenizas.....	39
2.7.6.	Humedad	39
2.7.7.	Fibra dietética	39
2.7.7.1.	Efectos fisiológicos de la fibra dietética	41
2.7.7.2.	Fibra soluble e insoluble	42
2.7.7.3.	Tipos de fibra y sus principales características	43
2.7.8.	Contenido de fibra de la cascarilla de café pergamino.....	45
2.8.	Aspectos microbiológicos.....	49
2.8.1.	Salmonella spp	50
2.8.2.	Hongos y levaduras.....	51
2.8.3.	Staphylococcus aureus	52
2.8.4.	Escherichia coli.....	53
2.8.5.	Aflatoxinas	53
2.8.6.	Ocratoxina A.....	55
2.9.	Análisis sensorial.....	56
2.10.	Evaluación de la viabilidad comercial de los productos desarrollados	59
2.10.1.	Oferta.....	59
2.10.2.	Demanda	59
2.10.3.	Relación entre oferta y demanda	59
III.	MARCO METODOLÓGICO	61
3.1.	Enfoque y tipo de investigación.....	62
3.2.	Sujetos y fuentes de información	63
3.3.	Pregunta generadora	63
3.4.	Variables	64
3.5.	Población y muestra	68
3.6.	Descripción de la metodología.....	68
3.6.1.	Objetivo específico 1	68
3.6.1.1.	Obtención de la cascarilla del café pergamino.....	69
3.6.1.1.1.	Procedimiento de tostado de la cascarilla del café pergamino	70
3.6.1.1.2.	Procedimiento de molienda.....	70
3.6.1.1.3.	Procedimiento de tamizado	70
3.6.1.1.4.	Procedimiento de empaçado.....	70
3.6.1.1.5.	Procedimiento de almacenado	70
3.6.2.	Objetivo específico 2	72
3.6.2.1.	Análisis microbiológicos.....	72
3.6.2.2.	Análisis de composición química:.....	73
3.6.3.	Objetivo específico 3	74
3.6.3.1.	Descripción del proceso de formulación.....	75
3.6.3.1.1.	Procedimiento para realizar las pruebas sensoriales a los ensayos de productos	76
3.6.3.1.2.	Aplicación de grupo focal	79
3.6.4.	Objetivo específico 4	81
3.6.4.1.	Determinación de la cantidad de producto a producir	82
3.6.4.2.	Determinación de la demanda.....	82
3.6.4.2.1.	Selección del mercado	83
3.7.	Técnicas e instrumentos para recolección de información.....	83
3.8.	Técnicas de análisis de la información.....	84

IX. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	86
4.1. Objetivo 1: Estandarización del proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino.....	87
4.2. Objetivo 2: Caracterización de la cascarilla del café pergamino	89
4.2.1. Aspectos microbiológicos	89
4.2.2. Análisis de composición química.....	92
4.3. Objetivo 3: Desarrollo dos productos alimenticios en el área de panificación y bebidas.....	96
4.3.1. Formulación pan de molde con fibra	96
4.3.1.1. Formulación de referencia	96
4.3.1.2. Prueba 1	98
4.3.1.3. Prueba 2	99
4.3.1.4. Prueba 3	101
4.3.2. Formulación de bebida de horchata	105
4.3.2.1. Prueba 1	105
4.3.2.2. Prueba 2	106
4.3.2.3. Prueba 3	107
4.3.2.4. Prueba 4	108
4.3.3. Grupo focal	110
4.4. Objetivo 4: Viabilidad comercial de la obtención y uso de la cascarilla del café pergamino.....	112
4.4.1. Análisis de oferta del pan de molde con fibra.....	112
4.4.1.1. Análisis de oferta pan integral	113
4.4.2. Análisis de oferta de la Horchata.....	125
4.4.2.1. Análisis de oferta bebida de horchata en polvo.....	127
4.4.3. Productos ofrecidos	129
4.4.3.1. Pan de molde	129
4.4.3.2. Bebida de horchata en polvo.....	130
4.4.4. Selección del mercado	131
4.4.5. Determinación de la cantidad de producto a producir	133
4.4.6. Determinación de la demanda.....	135
4.4.6.1. Consumo per cápita	135
4.4.7. Selección del mercado	136
4.4.7.1. Precio de maquila de producto	137
4.4.7.1.1. Margen de ganancia.....	138
4.4.8. Distribución	139
4.4.9. Comunicación	140
X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	141
5.1. Conclusiones.....	142
5.2. Recomendaciones.....	143
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	145
XII. ANEXOS	163

Índice de tablas

TABLA 1 MÉTODOS PARA EL PROCESAMIENTO DEL CAFÉ	33
TABLA 2 ETAPAS DEL PROCESAMIENTO DEL CAFÉ	33
TABLA 3 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CASCARILLA DEL CAFÉ PERGAMINO REPORTADA POR DIFERENTES AUTORES	37
TABLA 4 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y RELACIONES CON LOS EFECTOS INTESTINALES DE LA FIBRA DIETÉTICA	42
TABLA 5 TIPOS DE FIBRAS SOLUBLES E INSOLUBLES PRESENTES NATURALMENTE EN ALIMENTOS VEGETALES	43
TABLA 6 TIPOS DE FIBRAS MANUFACTURADAS Y SUS CARACTERÍSTICAS.....	44
TABLA 7 PASOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA FIBRA TOTAL	46
TABLA 8 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	65
TABLA 9 MÉTODOS UTILIZADOS POR EL LABORATORIO SUPLILAB S.A. PARA CUANTIFICAR PATÓGENOS EN LA CASCARILLA DEL CAFÉ PERGAMINO MOLIDA Y TOSTADA.....	73
TABLA 10 MÉTODOS DE ANÁLISIS UTILIZADOS PARA LA CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA CASCARILLA DE CAFÉ PERGAMINO.....	73
TABLA 11 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LA CASCARILLA DEL CAFÉ PERGAMINO TOSTADA Y MOLIDA. LOTE: 280124-1.....	89
TABLA 12 RESULTADOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CASCARILLA DEL CAFÉ PERGAMINO TOSTADA Y MOLIDA. LOTE: 280124-1.....	92
TABLA 13 CANTIDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS Y PREPARACIÓN DE UN PAN DE MOLDE TRADICIONAL.....	96
TABLA 14 CANTIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS PARA ESTABLECER EL PAN MOLDE COMO ALTA FUENTE DE FIBRA.....	98
TABLA 15 CANTIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS CON MENOS CASCARILLA DEL CAFÉ PERGAMINO, AUMENTO DE LEVADURA, AZÚCAR Y CON SABOR VAINILLA PARA LA ELABORACIÓN DEL PAN MOLDE.....	100

TABLA 16 CANTIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS CON MENOS CANTIDAD DE CASCARILLA DEL CAFÉ PERGAMINO Y CON MÁS LEVADURA PARA LA ELABORACIÓN DEL PAN MOLDE.....	102
TABLA 17 CANTIDAD DE MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE HORCHATA	105
TABLA 18 CANTIDAD DE MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE HORCHATA CON DISMINUCIÓN DE INGREDIENTES.....	106
TABLA 19 CANTIDAD DE MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE HORCHATA CON DISMINUCIÓN DE INGREDIENTES.....	107
TABLA 20 CANTIDAD DE MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE HORCHATA CON DISMINUCIÓN DE INGREDIENTES.....	108
TABLA 21 ANÁLISIS DE LA OFERTA DEL PAN INTEGRAL EN DIFERENTES SUPERMERCADOS DEL PAÍS.....	113
TABLA 22 ANÁLISIS DE LA OFERTA DE HORCHATA EN DIFERENTES SUPERMERCADOS DEL PAÍS	127
TABLA 23 CÁLCULO DEL CONSUMO PER CÁPITA POR POBLACIÓN DEL MERCADO SELECCIONADO	131
TABLA 24 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE PRODUCTO CON EL CUAL SE PARTICIPA EN ESE MERCADO	132
TABLA 25 PRODUCCIÓN DE CAFÉ, FANEGA RECOLECTADA	133
TABLA 26 PRODUCCIÓN DE CAFÉ, FANEGAS RECOLECTADAS 2024.	134
TABLA 27 PRODUCCIÓN DE CASCARILLA DE CAFÉ EN EL AÑO 2024.....	134
TABLA 28 PRODUCCIÓN DE LOS ALIMENTOS FABRICADOS CON CASCARILLA DE CAFÉ.	135
TABLA 29 PRECIO DE UNIDAD POR LA MAQUILA DE PAN INTEGRAL	137
TABLA 30 COMPARACIÓN DE PRECIOS DE MERCADO CON EL DE MAQUILA PARA LA OBTENCIÓN DEL MARGEN DE GANANCIA DEL PAN INTEGRAL.....	138
TABLA 31 PRECIO DE MERCADO CON EL DE MAQUILA PARA LA OBTENCIÓN DEL MARGEN DE GANANCIA DE LA BEBIDA DE HORCHATA	139
TABLA 32 RESUMEN DE PRUEBAS PRELIMINARES PARA DEFINIR LOS PARÁMETROS DEL PROCESO DE TOSTADO DE LA CASCARILLA DE CAFÉ PERGAMINO.....	164

Índice de figuras

FIGURA 1 REPRESENTACIÓN DE LOS DIFERENTES TEJIDOS QUE COMPONEN LA CEREZA DEL CAFÉ.....	30
FIGURA 2 ESCALA DE MADURACIÓN, PARA LA COSECHA Y MAXIMIZAR EL PERFIL DE LA TAZA DE CAFÉ	32
FIGURA 3 COMPONENTES QUE SE INCLUYEN EN LA FIBRA DIETÉTICA Y SU CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE LA SOLUBILIDAD.....	40
FIGURA 4 REQUERIMIENTOS PARA LA REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS DE GRUPO FOCAL	58
FIGURA 5 DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA CASCARILLA DEL CAFÉ PERGAMINO	71
FIGURA 6 PASOS A SEGUIR PARA LA ELABORACIÓN Y EL ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD EN EL DESARROLLO DE LOS PRODUCTOS.....	76
FIGURA 7 RESULTADO PRUEBA PARA LA FORMULACIÓN DEL PAN DE MOLDE UTILIZADA COMO REFERENCIA..	97
FIGURA 8 RESULTADO PRUEBA 1 DEL PAN DE MOLDE CON LA FORMULACIÓN PARA ALTA FUENTE DE FIBRA..	99
FIGURA 9 RESULTADO DE LA PRUEBA 2 CON MENOS CASCARILLA DEL CAFÉ PERGAMINO Y CON SABOR VAINILLA	100
FIGURA 10 RESULTADO DE LA PRUEBA 3 CON MENOS CANTIDAD DE CASCARILLA DEL CAFÉ PERGAMINO Y CON MÁS LEVADURA PARA LA ELABORACIÓN DEL PAN MOLDE.....	102
FIGURA 11 TABLAS NUTRICIONALES DEL PAN DE MOLDE CON FIBRA, A LA DERECHA (A) DATO TEÓRICO DE LA CASCARILLA DEL CAFÉ PERGAMINO CON UN 67 % Y A LA IZQUIERDA (B) DATO REAL DE LA CASCARILLA DEL CAFÉ PERGAMINO CON UN 5,81 %.....	104
FIGURA 12 RESULTADO DE LA PRUEBA 4 CON LA CANTIDAD DE CASCARILLA DEL CAFÉ PERGAMINO PARA SER FUENTE DE FIBRA, EN LA ELABORACIÓN DE LA BEBIDA DE HORCHATA.....	109
FIGURA 13 TABLAS NUTRICIONALES DE LA HORCHATA, A LA DERECHA (A) DATO TEÓRICO DE LA CASCARILLA DEL CAFÉ PERGAMINO CON UN 67 % Y A LA IZQUIERDA (B) DATO REAL DE LA CASCARILLA DEL CAFÉ PERGAMINO CON UN 5,81 %.....	110
FIGURA 14 MARCA DE COMERCIALIZACIÓN Y LOGO	130
FIGURA 15 MARCA DE COMERCIALIZACIÓN Y LOGO	131
FIGURA 16 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE ATENAS DESDE EL AÑO 2012 HASTA EL AÑO 2030	136

Índice de abreviaturas

AECAFE: Asociación Española del café.

AESAN: Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición.

AOAC: Asociación de químicos analíticos oficiales.

BPM: Buenas prácticas de manufactura.

CITA: Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

ELIKA: Fundación Vasca para la Seguridad Alimentaria.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FDA: Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados.

FDI: Fibra dietética insoluble.

FINUT: Fundación Iberoamericana de Nutrición.

H₂SO₄: Ácido sulfúrico.

ICAFE: Instituto del Café de Costa Rica.

IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

INCAP: Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá.

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censo.

OCU: Organización de consumidores y usuarios.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

p/p: peso/peso.

TDF: Fibra dietética total.

UTN: Universidad Técnica Nacional.

USDA: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

VRN: Valor de referencia de nutrientes.

RESUMEN

El consumo de café muestra una tendencia creciente a nivel mundial y es un cultivo de gran importancia para la economía de muchos países. A su vez, a lo largo de su procesamiento, se generan residuos que son poco aprovechados y pueden tener un impacto ambiental negativo si no se tratan adecuadamente. Este estudio tuvo como propósito evaluar la viabilidad técnica y comercial del aprovechamiento de la cascarilla de café pergamino (*Coffea arabica*, variedad San Isidro) para su aplicación en productos alimenticios de las áreas de panificación y bebidas.

La cascarilla de café, residuo que representa entre un 15 % y un 20 % de los subproductos totales, se caracterizó para valorar su uso como ingrediente para brindar valor agregado a alimentos existentes en el mercado. Para ello, se estandarizó el proceso para convertir la cascarilla seca, obtenida directamente del caficultor, en cascarilla tostada, molida e inocua, para ser utilizada posteriormente en productos alimenticios.

La caracterización de la cascarilla tostada y molida se realizó mediante análisis microbiológicos y bromatológicos. Se evidenció que, luego del tostado, no hay presencia de patógenos, ocratoxina A ni aflatoxinas totales. Con respecto al contenido de fibra dietética, macronutriente que motivó la realización de esta investigación, se obtuvo un resultado de 5,81 g/100 g, muy por debajo de lo reportado en la literatura.

Se realizó un proceso sistemático de desarrollo de dos productos alimenticios: pan de molde y una bebida de horchata en polvo, ambos resaltando

su aporte nutricional en fibra. Los productos fueron sometidos a pruebas de aceptación por un grupo focal, obteniendo resultados positivos que destacaron tanto su sabor y beneficios nutritivos, como la intención de compra por parte de los participantes.

Por último, se realizó un análisis de oferta y demanda para evaluar el potencial económico de estos nuevos productos en el mercado. Los resultados indicaron márgenes de ganancia atractivos, entre un 50 % y un 55 % para el pan de molde y un 22 % para la horchata, lo que evidencia oportunidades de diversificación de ingresos y competitividad para los caficultores.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del café es de vital importancia para millones de personas que dependen directa e indirectamente de la producción y venta de este insumo a nivel mundial. Según Zelaya et al. (2022), el consumo de café presenta una tendencia creciente y “en los últimos 35 años, ha aumentado un 95 %, llegando a la espectacular cifra de casi 10 000 millones de kilos de café al año” (p. 1). Este panorama es de gran beneficio para las personas involucradas en este proceso, generando ingresos y estabilidad.

En contraposición, no se puede evadir que la industria cafetalera genera una gran cantidad de residuos que, al no tratarse de manera adecuada, se convierten en un problema para el ambiente. Cabe mencionar que solamente se logra aprovechar un 5 % de la biomasa residual de este producto para la elaboración de la bebida, y el 95 % restante se convierte en residuos tales como hojas, ramas, frutos verdes caídos, la pulpa, el mucílago y la cascarilla del café pergamino (Chacón y Gutman, 2022).

Para Gómez-Mora (2019), luego de realizar el proceso de descascarillado o trillado, el peso de la cascarilla del café pergamino oscila entre un 15 % y un 20 % del peso del café pergamino seco, por lo que se considera que el porcentaje de obtención de este subproducto es alto.

Por tal motivo, es necesario buscar la forma de aprovechar este tipo de residuos, valorizarlos y utilizarlos de manera adecuada para la fabricación de productos que ya se encuentren en el mercado, aportando un valor agregado, o para el desarrollo de nuevos lanzamientos.

Según lo anterior, esta investigación pretende realizar un estudio exploratorio de viabilidad técnica y comercial para aprovechar la cascarilla del café pergamino (*Coffea arabica*, variedad San Isidro) de la zona de Turrubares y utilizarla como materia prima en la industria alimentaria de panificación y bebidas.

1.1. Área de estudio

Esta investigación corresponde al área de estudio de ingeniería y tecnología de alimentos, específicamente al área de aprovechamiento de subproductos generados por la industria agroalimentaria.

1.2. Delimitación del problema

El procesamiento del café genera diferentes tipos de subproductos; según lo indicado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2024), estos incluyen la pulpa, la cascarilla del café pergamino o cisco (película que cubre la almendra de café, retirada generalmente en el proceso de trilla) y el mucílago. En la actualidad, se han realizado una gran variedad de estudios que demuestran que el proceso productivo del café puede provocar impactos ambientales negativos sobre los distintos componentes y elementos del ambiente, principalmente sobre los recursos de agua potable y suelo, lo cual ha generado la necesidad de buscar alternativas o maneras de aprovechar este tipo de subproductos (Ardila, 2021).

La cadena tradicional del café aprovecha menos del 5 % de la biomasa residual de este producto, la cual se utiliza en la preparación de la bebida. El restante 95 % está compuesto por el material lignocelulósico (hojas, ramas y tallos provenientes del proceso de renovación de los cafetales), frutos verdes caídos

durante la cosecha, frutos que han sido retirados de los lotes por procesar y otros residuos que incluyen la pulpa, el mucílago, el pergamino y la borra, obtenidos durante la preparación de la bebida (Chacón y Gutman, 2022).

A causa del alto volumen de residuos generados en esta industria, estos subproductos pueden llegar a verterse en las aguas residuales y provocar una mayor demanda de oxígeno para los microorganismos encargados del proceso de descomposición, ocasionando la asfixia de los microorganismos vivos en el agua. Además, al encontrarse en los suelos de manera no controlada, pueden producir problemas fitosanitarios y contaminación cruzada, dado que en estos subproductos se encuentran compuestos bioactivos tales como proteínas y azúcares que causan fermentación de los cuerpos de agua, así como taninos, alcaloides y polifenoles, que son difíciles de degradar biológicamente (Serna-Jiménez et al., 2018).

La cascarilla del café pergamino es un subproducto resultado de la limpieza de las semillas de café, una vez tostadas, enfriadas y descascarilladas. Este puede contener trozos de café provenientes de la selección y su color depende de la variedad descascarillada, como Borbón, Caturra, Arábigo, Colombia, entre otras (Hacienda SAS, 2023).

Por consiguiente, se plantea la siguiente pregunta: ¿De qué manera se puede aprovechar la cascarilla del café pergamino generada por la industria cafetalera para su uso en alimentos y cómo puede ser un beneficio para los caficultores a nivel nacional?

1.3. Justificación

La industria alimentaria es de vital importancia, ya que proporciona y facilita una diversidad de alimentos para los seres humanos. Sin embargo, también genera una gran cantidad de residuos que, al no tratarse de manera correcta, afectan el medioambiente (Preciado-Saldaña et al., 2022).

Hoy en día, el ser humano es más consciente de la necesidad de cuidar el ambiente y de que cada una de las actividades que realiza puede ser perjudicial en un futuro. De ahí la tendencia de aprovechar los residuos generados en la industria alimentaria y utilizar los subproductos como métodos alternativos para el desarrollo sostenible y la implementación de una economía circular (Madrigal-Barrantes & Chavarría-Vargas, 2020).

La cascarilla del café pergamino es un subproducto obtenido de la producción del café, luego del proceso de despulpado de la cereza y del trillado o descascarillado. Se obtiene en el proceso en que el grano verde del café queda cubierto por capas de biomasa (café pergamino), y por medio de un flujo de aire se retiran las capas que lo cubren, dejando solamente el producto final (grano de oro) y el desecho (llamado cascarilla del café pergamino). La cascarilla del café pergamino se compone aproximadamente de un 7 % de cenizas, un 62 % de fibra (53 % insoluble y 9 % soluble), un 2 % de grasa, un 18 % de proteína y contiene un 7 % de humedad (Barrera & Sánchez, 2020).

Buscar usos alternativos para este subproducto permitiría disminuir el impacto ambiental que provoca y, a su vez, posibilitaría el uso de una materia prima

funcional para proporcionar un valor agregado a productos alimenticios. La fibra, en este caso, es un factor diferenciador importante del residuo y un potencial sustituto o ingrediente en la elaboración de alimentos.

1.4. Antecedentes

Un estudio realizado por García (2015), titulado *Tratamiento enzimático del pergamino del café para ser usado como fuente de fibra en la elaboración de galletas*, evaluó el pergamino del café como ingrediente para productos de panadería, aportando fibra dietética y actividad antioxidante al producto final. En su investigación, determinó la composición fisicoquímica del pergamino y aplicó diferentes pretratamientos, como autoclavado en agua, centrifugado, autoclavado con vapor y ultrasonificación, para alterar las fibras que lo conforman y mejorar la textura de las galletas para que fueran más aceptadas por los consumidores.

Además, Rodríguez y Vargas (2022), en su tesis *Evaluación de la viabilidad técnica del aprovechamiento de la cascarilla y cáscara del cacao (Theobroma cacao) en la elaboración de productos alimentarios*, desarrollaron una alternativa para aprovechar los residuos agroindustriales que, en muchas ocasiones, se desechan. Su estudio proporciona una manera de obtener materia prima para el desarrollo de nuevos productos, dar valor agregado a productos existentes e incluso aportar características similares a las de las materias primas comerciales.

Asimismo, Delgado (2023), en su tesis *Valorización de la cascarilla residual del procesamiento agroindustrial del cacao (Theobroma cacao L.) para su potencial aplicación en infusiones*, expone la problemática existente en el sector de alimentos

sobre la falta de aprovechamiento de los residuos generados en la agroindustria alimentaria y plantea que, en muchas ocasiones, este tipo de subproductos pueden tener un valor funcional para el consumo humano. A través de su estudio, realizó una caracterización del perfil de la cascarilla y, mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos, demostró las propiedades funcionales de este subproducto.

Por otro lado, Janissen y Huynh (2017), en su estudio *Composición química y aplicaciones de valor agregado de los subproductos de la industria del café: una revisión*, hacen un llamado a la necesidad urgente de desarrollar aplicaciones que permitan un mayor aprovechamiento de los subproductos del café, debido a su composición química y alta factibilidad de uso. En su revisión, describen la piel plateada del café obtenida durante el proceso de tostado, que representa solo una pequeña fracción del total de la baya del café (1 %-2 %), pero posee un alto contenido de fibra dietética total, actividad antioxidante y compuestos fenólicos. Utilizando el método enzimático gravimétrico para determinar la fibra dietética total (TDF), obtuvieron un resultado del 62,4 % por cada 100 g de producto, siendo la celulosa y la hemicelulosa sus principales constituyentes.

En la producción del beneficio del café, se ha determinado que, de 100 kg de café, solamente se obtienen 18,6 kg de grano de oro, y que la cascarilla del café pergamino representa entre un 15 % y un 20 % del total. Lo restante se convierte en residuos o desechos que, al no tratarse de manera adecuada, contaminan el medioambiente. Sin embargo, en la actualidad, los productores son más conscientes de la necesidad de reutilizar estos residuos o buscar mejores formas de tratarlos (Gómez-Mora, 2019).

Todo esto conlleva a que las empresas involucradas busquen maneras de tratar o aprovechar correctamente los residuos generados. Además, las personas consumidoras también han tomado mayor conciencia sobre esta necesidad y sobre la importancia de cuidar su alimentación.

Al respecto, un estudio realizado por Barrera-López y Sánchez-Velandia (2020) indica que ha aumentado la preocupación de las personas por consumir alimentos más saludables. En este sentido, su investigación propone evaluar la viabilidad económica del uso de los subproductos del café como una alternativa con valor agregado. Particularmente, destaca el uso de la cascarilla del café, ya que “esta biomasa en particular presenta alrededor de un 62 % en fibra que puede ser aprovechada como sustituto de las grasas en los productos de horneado” (p. 2).

A su vez, Llanos-Ramírez y Pérez-Montealegre (2021), en su tesis *Aprovechamiento de la cascarilla de café como materia prima para el desarrollo de un biocompuesto funcional*, desarrollaron una investigación sobre el aprovechamiento de este subproducto como un biocompuesto aglomerado para la elaboración de tableros. Realizaron una serie de pruebas y caracterizaciones del subproducto, en las que destacaron que la cascarilla del café, por su alto porcentaje de fibra, es apta para este tipo de materiales.

Por su parte, Rojas-Barrera y Hernández-Ortiz (2022), en su tesis *Aprovechamiento tecnológico de la pulpa de café en la obtención de un producto vaso biodegradable*, evaluaron el uso tecnológico de la pulpa y la cascarilla del café pergamino en el diseño de un vaso desechable. Su objetivo era evitar el desperdicio

de estos subproductos y reducir la contaminación generada por la industria cafetalera.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general:

Evaluar la viabilidad técnica y comercial del aprovechamiento de la cascarilla del café pergamino (*Coffea arabica* variedad San Isidro) proveniente de la industria cafetalera de Costa Rica, para su aplicación en la elaboración de productos alimenticios de panificación y bebidas.

1.5.2. Objetivos específicos:

- 1.5.2.1. Estandarizar el proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino (*Coffea arabica* variedad San Isidro) de la zona de Turubares, para su potencial uso como materia prima en la elaboración de productos alimenticios, mediante la definición de parámetros de proceso y Buenas Prácticas de Manufactura.
- 1.5.2.2. Caracterizar la cascarilla del café pergamino (*Coffea arabica* variedad San Isidro) de la zona de Turubares para la obtención de información técnica en la aplicación de productos alimenticios de panificación y bebidas, mediante pruebas fisicoquímicas, nutricionales y microbiológicas.
- 1.5.2.3. Desarrollar dos productos alimenticios, uno en el área de panificación y el otro en bebidas, aprovechando las propiedades de la cascarilla del café

pergamino (*Coffea arabica* variedad San Isidro) de la zona de Turrubares, mediante definición de los parámetros de proceso y características físicas.

- 1.5.2.4. Establecer la viabilidad comercial de la obtención de la cascarilla del café pergamino (*Coffea arabica* variedad San Isidro) mediante un análisis de la oferta y demanda de los productos derivados.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. El café

El café tiene su origen en diversas regiones geográficas y climáticas de África y se conocen más de 100 especies pertenecientes al género *Coffea*. Según la región y el clima de origen, se ha desarrollado una gran variedad de plantas con características genéticas distintas, como el porte y la forma de la planta, el tamaño y el color del fruto, la resistencia a plagas o enfermedades, el sabor de la bebida, la adaptabilidad y la productividad, entre otros (Velásquez, 2021).

Según el Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE, 2024), es probable que para el año 1720 se introdujeran en América las primeras semillas de café de la especie *Coffea arabica*, variedad *Typica*, llegando primeramente a la isla Martinica, en las Antillas, desde donde luego fueron llevadas a territorio nacional.

2.2. El café a nivel internacional

La producción mundial de café ha aumentado durante las últimas dos décadas y ha superado los 172 millones de sacos entre 2022 y 2023. Gran parte de este café se produce en Suramérica, siendo Brasil el país con el mayor volumen de producción, aproximadamente 62,6 millones de sacos de 60 kg cada uno, lo que lo coloca muy por encima de Vietnam y Colombia, naciones que ocupan la segunda y tercera posición en producción (Statista, 2023).

2.3. El café a nivel nacional

El café es un arbusto cuyas primeras semillas fueron sembradas en Costa Rica a finales del siglo XVIII. Los primeros frutos se obtienen entre el segundo y el

tercer año después de la siembra. En el país, este cultivo se desarrolla en temperaturas que oscilan entre los 17 y los 23 °C y requiere altos niveles de humedad. Asimismo, la altitud óptima para su adecuado crecimiento varía entre los 500 y los 1700 msnm. Las regiones donde se cultiva son la Central Sur, la Central Oriental, la Central Occidental, el Pacífico Central, Chorotega y la Brunca (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2023).

Para el año 2022, se estima que en Costa Rica se sembraron 77 352,5 hectáreas de café, de las cuales se cosecharon 76 210,8 hectáreas. Según estos datos, el 86,6 % de la cosecha se destinó a la venta, el 13,3 % al autoconsumo y un 0,1 % se perdió en la poscosecha, regalías u otros factores (INEC, 2023).

2.4. Variedades del café

Existen numerosas variedades de café, pero las más relevantes a nivel comercial pertenecen al género *Coffea*, específicamente *Coffea arabica* Lineo y *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, esta última conocida como variedad *Robusta*. Es importante señalar que el café de la variedad *arabica* (*Coffea arabica* L.) representa más del 60 % de la producción mundial (Suazo-Ubieta, 2020).

2.4.1. *Coffea arabica*

El arbusto de *Coffea arabica* puede alcanzar hasta 20 metros de altura y vivir aproximadamente 200 años. Sin embargo, la mayoría de las plantas tienen alturas menores a 2 metros y una vida útil de poco más de ocho años, debido a los ciclos

productivos, las funciones biológicas y metabólicas, y la facilidad de recolección (Madrigal-Barrantes y Chavarría-Vargas, 2020).

Las hojas de este arbusto son ovaladas, miden aproximadamente 15 cm de largo y presentan un tono verde oscuro en una de sus caras. Las flores, conocidas como azahares, son de color blanco y poseen un aroma similar al del jazmín. Estas flores dan paso a los frutos del café, que tienen forma ovalada y crecen en racimos a lo largo de las ramas del árbol (Madrigal-Barrantes y Chavarría-Vargas, 2020).

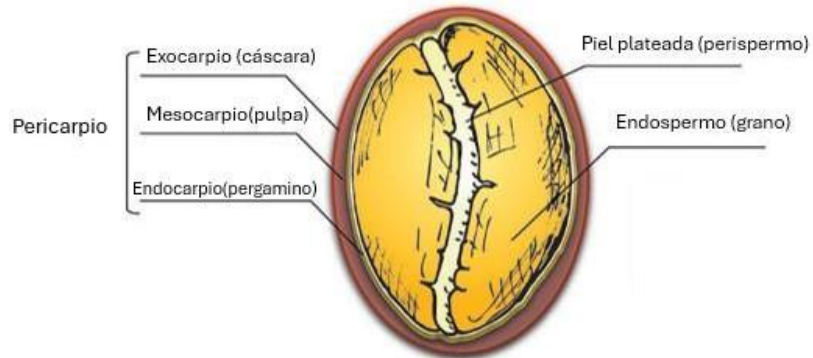
2.5. Estructura de la cereza de café

El fruto del café es una semilla contenida en el arbusto, que, al alcanzar su madurez fisiológica, adquiere un color rojizo y se denomina cereza (Madrigal-Barrantes y Chavarría-Vargas, 2020).

La piel exterior de la cereza del café se llama exocarpio. Debajo de esta se encuentra el mesocarpio, una fina capa de pulpa, seguida de una capa viscosa llamada parénquima. El grano está cubierto por una envoltura similar al papel denominada endocarpio, comúnmente conocida como pergamino. Dentro del pergamino, uno al lado del otro, se encuentran los granos, cada uno cubierto por separado por otra membrana delgada. El nombre biológico de esta última capa es perispermo, pero en el comercio del café generalmente se la conoce como piel plateada (National Coffee Association of USA, 2024). En la figura 1 se muestra la representación gráfica de los diferentes tejidos que componen la cereza del café.

Figura 1

Representación de los diferentes tejidos que componen la cereza del café



Fuente: Zheng et al. (2021).

2.5.1. *Exocarpio (cáscara)*

Es la capa más externa del fruto del café. Su color depende de su estado de madurez: cuando está en las primeras etapas de desarrollo, es de color verde debido a la presencia de cloroplastos; después, durante la maduración, se torna de color amarillo, marrón o rojo, dependiendo de la variedad del café (Pullas- Vergara, 2021).

2.5.2. *Mesocarpio (pulpa-mucilago)*

Conocido también como mucílago, el mesocarpio es la pulpa del fruto del café. Es rígido, pero, conforme la fruta va madurando, las enzimas pectolíticas rompen las cadenas pécticas, lo que da como resultado un hidrogel insoluble muy rico en azúcares y pectinas (Pullas-Vergara, 2021).

2.5.3. Endocarpio (pergamino)

El pergamino de café es el endocarpio fibroso que recubre ambos hemisferios de la semilla de café y los separa entre sí. La separación del pergamino varía según el tipo de procesamiento, ya sea seco o húmedo. En el procesamiento en seco, el pergamino se separa de los frutos verdes del café junto con la piel y la pulpa; mientras que, en el procesamiento húmedo, el pergamino se retira después del secado y descascarado, en distintos pasos, lo que permite su recolección y uso por separado de otros subproductos. El pergamino representa el 6,1 % del peso del fruto entero (Reis et al., 2020). Es la capa más interna del pericarpio, la cual recubre y protege el grano. Tiene un color amarillo pálido y una consistencia dura, pero se vuelve más frágil cuando se ha secado (Pullas-Vergara, 2021).

2.5.4. Piel plateada (perispermo)

Es la capa más externa que envuelve la semilla. Cabe mencionar que, en ocasiones, quedan restos de la piel plateada adheridos al grano, los cuales se desprenden total o parcialmente durante el proceso de tostado de los granos de café (Pullas-Vergara, 2021).

2.5.5. Endospermo (grano-semilla)

Cada cereza de café contiene dos semillas en su interior, llamadas endospermo. Su consistencia suele ser dura y su color varía entre verde o amarillento. En ocasiones, se puede presentar el desarrollo de una sola semilla o incluso de tres. Es importante destacar que el contenido químico del endospermo

es importante, ya que es el precursor del sabor y el aroma del café tostado (Pallas-Vergara, 2021).

2.6. Procesamiento del café

Los frutos maduros del cafeto están listos para su recolección entre 8 y 10 meses después de la floración. Este período depende de la variedad, el clima y la altitud. Para garantizar las cualidades excepcionales del café, la recolección debe ser selectiva y debe llevarse a cabo cuando los frutos han alcanzado su punto óptimo de maduración, momento en el que adquieren un color rojo brillante, como se aprecia en los granos 3 y 4 de la figura 2 (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2020).

Figura 2

Escala de maduración, para la cosecha y maximizar el perfil de la taza de café



Fuente: IICA (2020).

Una vez que el café es cosechado, las cerezas se someten a diferentes procesos de transformación, comenzando con la fermentación inmediatamente después de ser separadas del árbol. Por consiguiente, los sacos que contienen el café recién cortado no deben exponerse a la luz directa del sol, ya que esto podría ocasionar una fermentación inadecuada (IICA, 2020).

Para garantizar el desarrollo adecuado de los atributos olfativos y gustativos, el 100 % de los granos deben estar maduros. Para el procesamiento del café existen diferentes métodos, los cuales se describen en la tabla 1:

Tabla 1

Métodos para el procesamiento del café

Métodos	Descripción de los métodos
Proceso vía húmeda	Es el método por el que se obtienen los cafés lavados o suaves.
Proceso <i>honey</i> o <i>miel</i>	Este método se encuentra en medio de un café natural y un café lavado. El nombre que se le brinda se debe a sus características sensoriales, ya que la palabra “ <i>honey</i> ” o “miel” se le da por la sensación pegajosa que se genera en los granos durante el proceso.
Proceso natural o vía seca	Es el método por el que se obtienen los cafés naturales y que no son sometido al proceso de lavado.

Fuente: Asociación española del café [AECAFÉ] (2024).

A continuación, en la tabla 2 se presenta un resumen de las etapas del proceso general del café.

Tabla 2

Etapas del procesamiento del café

Paso	Descripción
Clasificación	Los frutos se sumergen en agua para separar los de menor densidad, para su proceso posterior.
Despulpado	Según la ley 2762, se debe realizar el despulpado en las 24 h posteriores de la cosecha. Consiste en un descascarado mecánico por medio de un despulpador de cilindro rotatorio, el cual puede ser vertical u horizontal.

Eliminación de mucilago	Para los cafés que son sometidos al proceso húmedo, es indispensable eliminar el mucilago del grano. Este paso se puede realizar de manera mecánica con una desmucilagadora que utilizan agua y fricción para removerlo. O por fermentación natural, lo cual implica un proceso bioquímico a través de bacterias y levaduras, transformando una sustancia orgánica compleja en otra más simple.
Lavado	Cuando el mucilago se desprende del grano sin fricción, es necesario someter los granos a un proceso de lavado para su eliminación.
Secado	Colocar el café en las camas de secado (conocidas como camas africanas). Remover el café cada hora. Procurando una mezcla de sol y sombra para prolongar los tiempos de secado y lograr un mejor color de los granos. Importante, cubrir las camas de secado para impedir que el café absorba la humedad de la noche.
Reposo	Una vez que los granos tengan un porcentaje de humedad de 10 – 12 % es necesario dejarlos reposar por cuatro semanas antes del trillado, para que la humedad interna se nivele. Es recomendable que este almacenamiento sea con la cascarilla del café pergamino, con el fin de preservar la calidad.
Trillado o descascarillado	Para poder continuar con el proceso de tostado del café y su preparación para el consumo final, es necesario eliminar el pergamino que recubre el grano, con ayuda de una maquina despergaminadora o trilladora. En este punto se obtiene la cascarilla del café pergamino y el grano de oro.

Fuente: IICA (2020) y Gómez Mora (2019).

2.6.1. Proceso de lavado o húmedo

En este proceso se encuentran las siguientes etapas:

- **Descerezado o despulpado:** El mismo día de la recolección, las cerezas se pasan por una despulpadora para eliminar la cáscara roja externa y la mayor parte de la pulpa adherida a los granos.
- **Fermentación:** Los granos se dejan fermentar durante 12 a 18 horas en

depósitos llenos de agua, facilitando la descomposición de los azúcares presentes en los restos de pulpa. En esta fase, los microorganismos digieren estos nutrientes, emitiendo gases y calor, y descomponiendo los nutrientes originales en otros compuestos químicos.

- **Lavado:** Se elimina el resto de pulpa con abundante agua en circulación.
- **Secado natural:** Los granos de café se colocan sobre camas y se exponen al sol durante unas 30 horas, removiéndolos varias veces al día para conseguir un secado uniforme. De esta forma se obtiene el llamado grano de pergamino seco. Si se utiliza aire caliente, el secado será mecánico. Este proceso es fundamental para reducir la humedad del grano.
- **Reposo:** El café se almacena entre 30 y 60 días.
- **Trilla:** Estos granos se pasan por una máquina descascarilladora para eliminar el pergamino y obtener el café verde (AECAFE, 2024).

Este proceso añade las siguientes características: fragancia acaramelada, cítrica, achocolatada; aroma cítrico, achocolatado y acaramelado, diversos e intensos; acidez frutal; cuerpo cremoso; sabor a frutas tropicales; resabio limpio y prolongado (IICA, 2020).

2.6.2. Proceso “honey”

La principal diferencia que existe entre un proceso de lavado y uno *honey* es que, en el proceso de despulpado, se elimina la mayor parte de la cereza y se deja el mucílago. Cuanto más mucílago, más oscuro será el color de los granos. Los *honeys* blancos tienen muy poco mucílago, mientras que los rojos o negros tienen mucho. Posterior al despulpado parcial, se continúa con el secado. En este procedimiento se elimina, por tanto, el proceso de fermentación y lavado (AECAFÉ, 2024).

En este proceso se añaden las siguientes características: fragancia cítrica,

acaramelada o achocolatada; acidez viva o jugosa; cuerpo cremoso, lleno y complejo; sabores frutales complejos, acaramelados, intensos y expresivos; resabio limpio y prolongado (IICA, 2020).

2.6.3. Proceso natural

En este proceso se encuentran las siguientes etapas:

- **Clasificación y limpieza:** Durante esta fase del procesado del café, se desechan los frutos verdes, así como los que están demasiado maduros o dañados. Luego, se eliminan las impurezas (suciedad, tierra, ramas, hojas, entre otros) por cribado o flotación.
- **Secado:** Las bayas de café se exponen al sol y se van rastrillando o volteando manualmente para que se sequen por igual y alcancen una humedad final máxima de 12,5 %. Si bien esta fase suele durar unas 4 semanas, en algunos cafetales más grandes se utilizan máquinas secadoras para acelerar el proceso. El secado es la etapa más importante del proceso, puesto que afecta a la calidad final del café verde. Un café demasiado seco se caracteriza por tener granos quebradizos y, por tanto, defectuosos; mientras que un café demasiado húmedo será proclive a un deterioro rápido por hongos y bacterias.
- **Descascarillado:** Las bayas o cerezas secas se almacenan a granel en silos especiales hasta que se envían al molino. Una vez allí, la descascaradora quita todas las capas exteriores de las cerezas secas y, después, se separan, se clasifican y se meten en sacos (Organización de consumidores y usuarios [OCU], 2022).

Los cafés con este tipo de procesamiento obtienen un cuerpo alto, baja acidez y sabores exóticos como vinosos y frutales intensos (OCU, 2022).

2.7. Composición química de la cascarilla de café pergamino

La composición química de la cascarilla de café pergamino ha sido reportada

en estudios realizados por diversos autores. En la tabla 3 se consolidan algunos de los datos publicados (ver tabla 3).

Tabla 3

Composición química de la cascarilla del café pergamino reportada por diferentes autores

Parámetro (g/100 g)	Gottstein et al. (2021)		Barrera y Sánchez (2020)	Sánchez y Anzola (2012)	
	Variedad Arabica	Variedad Canephora		Variedad Caturra	Variedad Colombia
Proteína	18,1 ± 0,2	22,2 ± 0,5	No reportado	11,91 ± 0,04	11,82 ± 0,07
Grasa	1,57 ± 0,03	1,50 ± 0,02	No reportado	2,1 ± 0,08	2,82 ± 0,04
Humedad	6,15 ± 0,12	6,57 ± 0,06	No reportado	6,16 ± 0,07	6,29 ± 0,07
Cenizas	8,15 ± 0,08	9,5 ± 0,14	No reportado	5,59 ± 0,03	5,78 ± 0,01
Fibra Dietética Total (FDT)	67,0 ± 1,0	62,0 ± 0,4	35,86 ± 0,042	69,93 ± 0,02	70,15 ± 0,01
Fibra Dietética Insoluble (FDI)	56,0 ± 0,4	53,2 ± 0,3	34,71 ± 0,001	66,59 ± 0,14	66,88 ± 0,12
Fibra Dietética Soluble (FDS)	11,0 ± 1,7	8,8 ± 0,5	0,97 ± 0,043	3,34 ± 0,04	3,27 ± 0,12

Fuente: Sánchez y Anzola (2012), Barrera y Sánchez (2020), Gottstein et al. (2021).

A continuación, se profundizará en los principales componentes de la cascarilla de café pergamino.

2.7.1. Carbohidratos

Los carbohidratos son compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno en proporciones de 6:12:6. Estos se dividen en tres grupos diferentes: monosacáridos, como la glucosa; disacáridos, como la sacarosa; y polisacáridos, como el almidón (Méndez-Ventura, 2020). Es posible encontrarlos en alimentos comunes como los cereales, pastas, arroz, papas, legumbres, azúcar, leche, miel, entre otros. Su función principal es proporcionar energía a todas las células del cuerpo humano, funcionando como un combustible rápido y fácil de obtener (Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología, 2021).

2.7.2. Proteínas

Las proteínas son biomoléculas formadas básicamente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Además, pueden contener azufre y, en algunos tipos de proteínas, fósforo, hierro, magnesio y cobre, entre otros elementos. Son cadenas de aminoácidos que se pliegan, adquiriendo una estructura tridimensional que les permite llevar a cabo miles de funciones (Luque-Guillén, 2024).

2.7.3. Grasa

Los lípidos son un grupo de sustancias insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos, que incluyen los triglicéridos (comúnmente llamados grasas), fosfolípidos y esteroides (Carbajal-Azcona, 2013).

2.7.4. Fibra cruda

El concepto de fibra cruda corresponde a la antigua determinación que se realizaba en el análisis proximal de los alimentos, e incluye principalmente la celulosa, lignina y pentosanos, que constituyen un residuo insoluble obtenido tras el tratamiento de los vegetales con ácidos y bases. Según menciona Zuleta (2015), la fibra cruda tiene poca significancia fisiológica en la nutrición humana y no debiera usarse para informar sobre el contenido de fibra de los alimentos.

2.7.5. Cenizas

La determinación de cenizas hace referencia al análisis de los residuos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento (Arriaga-Zacarias et al., 2022).

2.7.6. Humedad

La determinación de humedad por el método de pérdida de peso se basa en la reducción de peso que experimenta un alimento cuando se elimina el agua que contiene. Esto se hace por calentamiento, bajo condiciones normalizadas de presión, temperatura y tiempo, después de haberlo pesado previamente. La diferencia entre el peso del alimento y el peso resultante después de eliminar el agua corresponde a la humedad. En este método se emplea, por tanto, una técnica gravimétrica de volatilización (Arriaga-Zacarias et al., 2022).

2.7.7. Fibra dietética

Se define como fibra dietética al residuo resistente a la digestión que ocurre por la acción de las enzimas endógenas del tracto digestivo. Está formada por un grupo de polímeros y oligómeros de carbohidratos que pasan al intestino grueso, donde son parcial o completamente fermentados por el microbiota intestinal (Zuleta, 2015; Alanís-García et al., 2021). Debido a que este grupo de compuestos está formado por moléculas con estructuras, propiedades físicas, químicas y fisiológicas diversas, existen distintos criterios analíticos, fisiológicos e incluso de denominación de la fibra dietética (Zuleta, 2015).

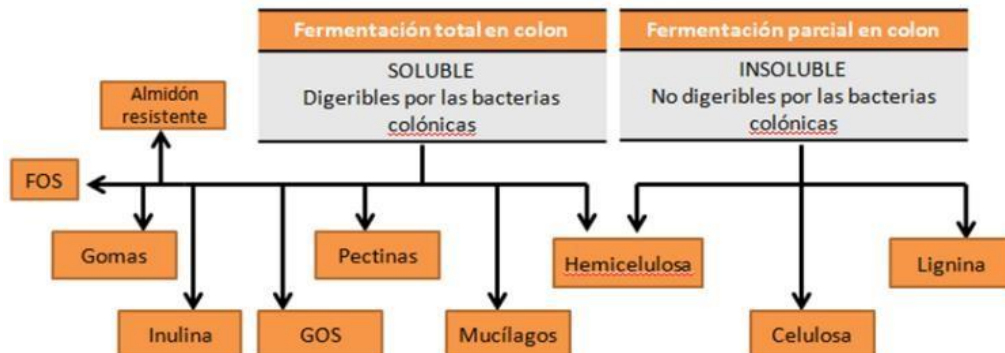
Según Vilcanqui-Pérez y Vílchez-Perales (2017), una forma de clasificar la fibra dietética es de acuerdo con su hidratación en el agua: solubles e insolubles, y, además, de acuerdo con el grado de fermentación por las enzimas del intestino humano. Estos aspectos generan características y propiedades entre los diferentes tipos de fibra:

- 1) Con bajo peso molecular, solubles, altamente fermentables y con un grado de polimerización de 3 a 9, se encuentran la inulina, los FOS (fructo-oligosacáridos) y los GOS (galacto-oligosacáridos).
- 2) Con alto peso molecular, solubles y altamente fermentables, con un grado de polimerización mayor a 9, se encuentran los almidones resistentes en sus diferentes tipos, la pectina, la goma guar y otros.
- 3) Con alto peso molecular, solubles y medianamente fermentables, se encuentra la avena.
- 4) Con alto peso molecular, insolubles y con baja o escasa fermentación, se encuentran el salvado de trigo, frutas y verduras.
- 5) Con alto peso molecular, insolubles y no fermentables, se encuentran la celulosa, lignina y metilcelulosa (Vilcanqui-Pérez y Vílchez-Perales, 2017).

El concepto de fibra dietética ha venido evolucionando con los años. La figura 3 ilustra la diversidad de componentes que se incluyen en la fibra dietética y su clasificación en función de la solubilidad de esta (ver figura 3).

Figura 3

Componentes que se incluyen en la fibra dietética y su clasificación en función de la solubilidad.



Fuente: Masson (2016)

2.7.7.1. Efectos fisiológicos de la fibra dietética

La fibra dietética es considerada esencial en la alimentación de los seres humanos, ya que se ha demostrado que las dietas ricas en grasas, azúcares, sal y bajas en fibra (principalmente asociadas con alimentos de origen vegetal) pueden predisponer al consumidor a muchas enfermedades crónicas en la época actual, como la diabetes, obesidad, enfermedades cardiovasculares y cáncer, entre otras.

Entre los mecanismos principales que posee la fibra dietética se encuentran: la estructura física de la digestión, que es relevante para la sensación de saciedad y el control de la ingesta de alimentos; la modulación de procesos digestivos, como los que controlan el tiempo de tránsito, que contribuyen al control de los niveles circulantes de glucosa y lípidos; y, por último, actúa como fuente de energía para la fermentación microbiana, particularmente en el intestino grueso. Estos mecanismos se relacionan con características como la dispersabilidad en agua (capacidad de retención de agua), la viscosidad, la capacidad de unión, la capacidad de absorción, la capacidad de volumen fecal y la fermentabilidad, que se describen en la siguiente tabla: (Williams et al., 2019).

En la tabla 4 se muestran las características fisicoquímicas de la fibra dietética y su relación con los efectos intestinales (ver tabla 4).

Tabla 4

Características fisicoquímicas y relaciones con los efectos intestinales de la fibra dietética

Característica de fibra dietética	Efecto	Efecto sistémico
Capacidad de retención de agua y viscosidad	Retarda el vaciamiento gástrico Cambia la mezcla de digestiva Alteración de la actividad de las enzimas digestivas Estimula la tasa de paso	Retarda la digestión, especialmente de proteínas y lípidos Asociado con colesterol plasmático reducido Embotamiento de la respuesta glucémica
Aumento de volumen	Distensión gástrica Cambios en la mezcla y difusión	Disminuir la ingesta de alimentos
Adsorción de compuestos (por ejemplo, sales biliares, polifenoles y minerales)	Aumenta la excreción de ácidos biliares y otros compuestos; Retención de polifenoles hasta el intestino grueso	Colesterol en sangre Fermentación de polifenoles
Encapsulación	Las paredes celulares de las plantas se encapsulan, p. gránulos de almidón;	Transporte de almidón (resistente) a la fermentación
Fermentabilidad	Aumenta la biomasa microbiana y los productos finales de fermentación (por ejemplo, SCFA); Induce la selección de microbios específicos;	Energía para los colonocitos; influye en la saciedad; aumento de volumen fecal; "resistencia a la colonización" a patógenos;

Fuente: Williams et al (2019).

2.7.7.2. Fibra soluble e insoluble

La fibra soluble es aquella que absorbe una gran cantidad de líquido durante su paso por el tracto digestivo, formando geles viscosos tras su hidratación. Incluye, entre otros componentes, el almidón resistente, las pectinas, las gomas, los mucílagos, algunas hemicelulosas y los polisacáridos no amiláceos. Por su parte, la fibra insoluble no retiene líquidos al contacto con estos y, a diferencia de la fibra soluble, casi no es fermentada por las bacterias del intestino. Incluye la celulosa, algunas hemicelulosas, las ligninas y otros polifenoles (Gottau, 2021).

2.7.7.3. Tipos de fibra y sus principales características

Existen fibras que se encuentran naturalmente en las plantas y fibras funcionales, que se extraen de plantas o se elaboran sintéticamente, no son digeribles y tienen un efecto beneficioso para la salud humana. En la tabla 5 se identifican los tipos de fibra de origen vegetal y sus características.

Tabla 5

Tipos de fibras solubles e insolubles presentes naturalmente en alimentos vegetales

Tipo de fibra	Características
Celulosa, hemicelulosa	Fibra insoluble que se encuentra en los granos de cereales y en las paredes celulares de muchas frutas y verduras. Absorbe agua y añade volumen a las heces, lo que puede tener un efecto laxante.
Ligninas	Fibra insoluble que se encuentra en el salvado de trigo y maíz, nueces, semillas de lino, vegetales y plátanos verdes que desencadena la secreción de moco en el colon y agrega volumen a las heces. Tiene efecto laxante.
Betaglucanos	Fibra soluble altamente fermentable que se encuentra en la avena y la cebada y que se metaboliza y fermenta en el intestino delgado. Actúa como prebiótico. Puede agregar volumen a las heces, pero no tiene efecto laxante. Puede ayudar a normalizar los niveles de glucosa y colesterol en sangre.
Goma guar	Fibra soluble fermentable aislada de semillas. Tiene una textura de gel viscoso y a menudo se agrega a los alimentos como espesante. Se metaboliza y fermenta en el intestino delgado. No tiene efecto laxante. Puede ayudar a normalizar los niveles de azúcar y colesterol en sangre.

Inulina, oligofructosa, oligosacáridos, fructooligosacáridos	Fibras fermentables solubles que se encuentran en las cebollas, la raíz de achicoria, los espárragos y otros. Puede ayudar a aumentar el volumen de las heces con un efecto laxante, normalizar la glucosa en sangre y actuar como prebiótico. Las personas con síndrome del intestino irritable pueden ser sensibles a estas fibras que pueden causar hinchazón o malestar estomacal.
Pectinas	Fibra soluble altamente fermentable que se encuentra en manzanas, bayas y otras frutas. Mínimo efecto voluminizador o laxante. Debido a sus propiedades gelificantes, puede retardar la digestión y ayudar a normalizar los niveles de azúcar y colesterol en sangre.
Almidón resistente	Fibra soluble fermentable que se encuentra en legumbres, plátanos verdes, pasta cocida y enfriada y patatas que actúa como prebiótico. Agrega volumen a las heces, pero tiene un efecto laxante mínimo. Puede ayudar a normalizar los niveles de azúcar y colesterol en sangre.

Fuente: Harvard T.H. Chan (2022).

Algunas fibras funcionales son fabricadas por medio de la extracción y modificación de plantas naturales. En la tabla 6 se detallan los tipos de fibra manufacturadas y sus características. (ver tabla 6).

Tabla 6

Tipos de fibras manufacturadas y sus características

Tipo de fibra	Características
Psyllium	Fibra viscosa soluble no fermentable extraída de semillas de psyllium que retiene el agua y suaviza y da volumen a las heces. Tiene efecto laxante y es un ingrediente de laxantes de venta libre y cereales ricos en fibra. Puede ayudar a normalizar los niveles de azúcar y colesterol en sangre.

Polidextrosa y polioles	Fibra soluble hecha de glucosa y sorbitol, un alcohol de azúcar. Puede aumentar el volumen de las heces y tener un leve efecto laxante. Efecto mínimo sobre los niveles de azúcar o colesterol en sangre. Es un aditivo alimentario que se utiliza como edulcorante, para mejorar la textura, mantener la humedad o aumentar el contenido de fibra.
Inulina, oligosacáridos, pectinas, almidón resistente, gomas	Fibras solubles derivadas de alimentos vegetales como se enumeran anteriormente, pero que se aíslan o modifican en una forma concentrada que se agrega a los alimentos o suplementos de fibra.

Fuente: Harvard T.H. Chan (2022).

2.7.8. Contenido de fibra de la cascarilla de café pergamino

Según menciona Masson (2016), dentro de la fibra se agrupa un número importante de componentes con diferentes estructuras químicas presentes en los alimentos de origen vegetal. Esta autora señala, además, que, según el Codex Alimentarius, la fibra está compuesta por polímeros de carbohidratos no hidrolizados en el intestino delgado humano, con un grado de polimerización no inferior a tres, y que la decisión de incluir carbohidratos con un grado de polimerización entre 3 y 10 queda a criterio de las autoridades de cada país.

De acuerdo con los datos presentados en la tabla 3, se puede observar que la fibra dietética total (soluble e insoluble) es el parámetro que muestra mayor diferencia entre los distintos estudios. Según los resultados obtenidos, la cascarilla de café contiene una gran cantidad de fibra dietética total (FDT), con valores que oscilan entre un 35,86 % y un 70,15 % en la variedad Colombia, según lo indican los distintos autores referenciados en dicha tabla. Se observa también que, en su mayoría, esta fibra es insoluble (FDI).

El estudio de Barrera y Sánchez (2020) reportó contenidos menores de fibra

en comparación con los demás. En este caso, para la determinación de fibra, dichos autores aplicaron el protocolo de determinación de lignina en biomasa.

A continuación, en la tabla 7, se detallan los principales pasos seguidos para la obtención de la fibra total:

Tabla 7

Pasos para la obtención de la fibra total

Paso	Descripción
1	Una muestra homogenizada y molida finamente de cascarilla de café se colocó en un tubo de ensayo al que se le agregó una cantidad conocida de H ₂ SO ₄ al 72 % (p/p) y se colocó durante una hora en un baño a 30°C, con agitación cada 5 min
2	La solución de la muestra se diluyó hasta una concentración del 4 % (p/p) de H ₂ SO ₄ , agregando agua y lavando cuidadosamente los tubos
3	Los frascos se sometieron a proceso de autoclave por una hora a 121 °C y se dejaron enfriar, para luego filtrar la muestra y obtener el filtrado para la caracterización de la fibra total.

Fuente: Barrera y Sánchez (2020).

Para la determinación de celulosa y hemicelulosa, el filtrado se neutralizó (pH entre 6 y 7) y se procedió a realizar la cuantificación por medio de HPLC con una columna de carbohidratos (Barrera y Sánchez, 2020).

Por su parte, para determinar la lignina soluble, el filtrado se analizó por espectrofotometría a 320 nm. Como blanco, se utilizó H₂SO₄ al 4 % (p/p), concentración a la que también se ajustó previamente el filtrado. Para la determinación de lignina insoluble, se empleó el residuo obtenido del filtrado (paso 3 mencionado en la tabla 4), al cual se le determinó el contenido de sólidos solubles,

ceniza y proteína. La fracción insoluble se obtuvo por diferencia, al restar estos componentes de la masa del residuo. Los autores de esta investigación concluyeron que las diferencias pueden deberse al método de cuantificación utilizado en los diferentes estudios, pues ellos emplearon “un método químico-gravimétrico que mide principalmente la fibra cruda. Esto, por la hidrólisis, la cual puede degradar gran parte de la hemicelulosa, celulosa y lignina, subestimando la fibra dietética total” (Barrera y Sánchez, 2020, p. 5).

Para reforzar lo anterior, es importante mencionar que, en el estudio más reciente reportado en la tabla 3, Gottstein et al. (2021) realizaron la cuantificación de fibra mediante un método enzimático-gravimétrico/cromatográfico para todas aquellas fibras dietéticas insolubles, solubles y solubles de bajo peso molecular, utilizando en esta última la cromatografía líquida de alta resolución o rendimiento en combinación con un detector de índice de refracción (HPLC-RI, Hitachi, Düsseldorf, Alemania), lo que aumentó la sensibilidad de la determinación de fibra.

Por su parte, Sánchez y Anzola (2021), quienes reportan los valores más altos de fibra dietética en la cascarilla del café, utilizaron el método de Prosky, el cual consta de una digestión enzimática de la muestra con α -amilasa, proteasa y amiloglucosidasa para hidrolizar polisacáridos, proteínas y carbohidratos, respectivamente, seguida de una precipitación con etanol al 96 % con el fin de obtener la fibra dietética insoluble.

Los métodos de Prosky han sido reconocidos como métodos oficiales de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, por sus siglas en inglés) para la determinación de fibra dietética. Entre sus ventajas, se menciona que son

relativamente exactos y precisos en comparación con otros procedimientos. Según Morón et al. (1997), en una publicación auspiciada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), estos métodos tienen como desventaja que no proporcionan información detallada sobre los componentes de la fibra dietética. Además, señala que “incluyen en su determinación el almidón resistente y que el secado de la muestra previa al análisis, puede aumentar el reporte de contenido de fibra dietética por reacción de Maillard y almidón resistente”.

Con respecto a los métodos de Prosky, McCleary (2023) menciona que estos emplean enzimas amilasas termoestables para hidrolizar el almidón y cualquier otro compuesto tipo glucano a glucosa y, en menor grado de polimerización, a maltodextrinas, las cuales posteriormente se eliminan mediante lavado. Cuando se desarrolló esta metodología, el concepto de almidón resistente recién estaba surgiendo, por lo que no se consideró que algunos de los compuestos resistían la hidrólisis o, bien, se asumió que la cantidad restante era tan baja que resultaba insignificante. Esto implica que se podrían estar subestimando o sobreestimando dichas fracciones.

2.8. Aspectos microbiológicos

Todas las industrias encargadas de la fabricación de productos alimenticios están obligadas a garantizar la inocuidad de los alimentos. Parte de esta garantía es la ejecución de diversos análisis microbiológicos para determinar su aceptabilidad.

Según Méndez-Ventura (2020), los alimentos son sistemas complejos de gran riqueza nutritiva. Esto implica que constituyen un medio ideal para el ataque y posterior desarrollo de microorganismos (bacterias, hongos y levaduras). Cabe mencionar que, de manera natural, todos los alimentos presentan una carga microbiana determinada, pero esta debe ser controlada y no debe sobrepasar los límites establecidos. Un aumento descontrolado puede provocar el deterioro del alimento, como la aparición de moho en el pan, o causar enfermedades a las personas que los consumen debido a la presencia de microorganismos patógenos, por ejemplo, *Salmonella spp.* en la carne de pollo.

Los análisis microbiológicos se realizan con la finalidad de evaluar la higiene, la manipulación de los alimentos y la eficiencia de los procesos de limpieza y desinfección. Estos permiten tomar decisiones y establecer medidas correctivas para evitar niveles elevados de microorganismos alterantes, los cuales pueden modificar las propiedades organolépticas o comprometer la inocuidad de los productos finales (AGQ Labs, 2024).

A continuación, se describen los principales microorganismos patógenos y algunas de las toxinas que pueden estar asociadas con la cascarilla del café pergamino.

2.8.1. *Salmonella spp*

Es una bacteria que puede enfermar a las personas y a los animales mediante una infección conocida como salmonelosis. Este patógeno vive de manera natural en el tracto intestinal de los seres humanos y de los animales, sin que estos tengan sospecha de su presencia, ya que pueden parecer sanos (Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos [FDA], 2024).

Su presencia puede darse en aves de corral, ganado vacuno y porcino, así como en animales domésticos (gatos, perros, tortugas), roedores, anfibios y reptiles. Puede transmitirse a las personas a través del consumo de alimentos contaminados o por la falta de prácticas de higiene adecuadas al estar en contacto con animales o personas portadoras del patógeno (Fundación Vasca para la Seguridad Alimentaria [ELIKA], 2024d).

Cabe mencionar que este patógeno posee una gran capacidad de adaptación al medio en el que se encuentra, lo que le permite una alta tasa de supervivencia. Puede persistir varios meses en el agua y es muy resistente a condiciones de baja actividad acuosa, llegando a sobrevivir durante semanas en ambientes secos. No se desarrolla a temperaturas menores de 5 °C, pero puede sobrevivir a temperaturas de congelación (ELIKA, 2024d).

Según lo anterior, es fundamental que las personas y las industrias alimentarias mantengan estrictos lineamientos en la elaboración de los alimentos, ya que este patógeno puede adquirirse al consumir productos con deficiencias en la cocción de carne, aves de corral o huevos crudos; ingerir leche no pasteurizada o alimentos contaminados con heces de personas o animales, principalmente por la falta de buenas prácticas de manipulación. Entre estas se incluyen evitar la contaminación cruzada y adoptar hábitos higiénicos adecuados, como lavarse las manos después de acariciar, besar o recolectar las heces de las mascotas antes de llevarse las manos a la boca o manipular alimentos (FDA, 2024).

2.8.2. Hongos y levaduras

Los hongos son organismos microscópicos, filamentosos y productores de esporas que pueden transportarse por el aire, el agua o los insectos. Están compuestos por múltiples células y, en algunos casos, pueden observarse a simple vista. Además, poseen ramas y raíces profundas que parecen hilos muy finos, los cuales son difíciles de detectar cuando crecen en los alimentos (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA], 2024).

Algunos hongos pueden causar reacciones alérgicas, problemas respiratorios y producir micotoxinas. Es importante considerar que, cuando un alimento presenta hongos en su superficie, las raíces ya han invadido profundamente el producto, por lo que no debe consumirse (USDA, 2024).

Por otra parte, las levaduras son microorganismos unicelulares que pueden utilizarse con fines beneficiosos, como en la elaboración de pan, cerveza e insulina,

entre otros. Sin embargo, existen levaduras no deseadas o de crecimiento excesivo que pueden afectar los procesos de producción y deteriorar los alimentos (TRACE ANALYTICS, 2021).

2.8.3. *Staphylococcus aureus*

Es un género de bacterias anaerobias que comprende 32 especies. Se encuentran principalmente en los animales y en los seres humanos, localizándose habitualmente en la piel y en las mucosas. Se estima que casi la totalidad de la población humana podría ser portadora de estas bacterias. *S. aureus* sobrevive durante largos periodos en ambientes secos y es altamente resistente en alimentos con alto contenido de azúcares y sales, lo que incrementa la probabilidad de contaminación (ELIKA, 2024e).

Tiene la capacidad de producir toxinas, denominadas enterotoxinas, que actúan sobre la mucosa intestinal. Los alimentos pueden contaminarse a través del ambiente, de superficies y equipos de trabajo con deficiencias en la sanitización o, principalmente, por malas prácticas de higiene de los manipuladores de alimentos (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición [AESAN], 2024).

S. aureus debe estar presente en el alimento a una concentración superior a 10^5 - 10^8 para producir una cantidad suficiente de enterotoxinas que provoquen síntomas en las personas. Por ello, es fundamental aplicar correctamente las buenas prácticas de manufactura en la industria alimentaria (ELIKA, 2024e).

2.8.4. *Escherichia coli*

Pertenece a un grupo de bacterias presentes en el intestino de las personas y los animales de sangre caliente (ganado bovino, cerdos, caballos, perros, ovejas, entre otros). La mayoría de las cepas de *E. coli* no son patógenas y forman parte de la microbiota intestinal, por lo que su transmisión principal ocurre a través de las heces, debido a las malas prácticas durante la manipulación de los alimentos (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018).

Algunas cepas de *E. coli* son productoras de la toxina Shiga y pueden proliferar en alimentos ácidos hasta un pH de 4,4; a temperaturas entre 7 y 50 °C, con una temperatura óptima de 37 °C, y en alimentos con una actividad mínima de agua de 0,95. Sobreviven durante meses en el estiércol o en los sedimentos de recipientes de agua, lo que provoca la contaminación de las aguas superficiales, la tierra de los cultivos y los frutos. Además, pueden transmitirse por contacto de persona a persona a través de la vía oral-fecal, debido a malas prácticas de higiene por parte de los manipuladores de alimentos (OMS, 2018).

2.8.5. *Aflatoxinas*

Las aflatoxinas son compuestos naturales producidos por hongos filamentosos presentes en los alimentos. El ser humano y los animales pueden intoxicarse por la ingesta de alimentos contaminados o, indirectamente, a través de productos de origen animal cuando estos han consumido alimentos contaminados con aflatoxinas. Cabe mencionar que su presencia se encuentra principalmente en granos y cereales (Espinosa-Plascencia y Bermúdez-Almada, 2023).

Se han identificado más de 20 tipos de aflatoxinas, pero las de mayor relevancia por su contaminación en los alimentos son:

- Aflatoxinas B: Incluye las aflatoxinas B1 y B2. En cuyo caso, el tipo B1 es la más tóxica para los seres humanos y de mayor probabilidad de encontrar.
- Aflatoxinas G: Incluidas las G1 y G2.
- Aflatoxinas M: Incluidas la M1 y M2, esta última corresponde a los productos metabólicos de las aflatoxinas B1 y B2 que son excretadas en leche (ELIKA, 2024a).

Las aflatoxinas son sintetizadas principalmente por los hongos *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* y ciertas especies de *Penicillium*. Su control y vigilancia son fundamentales en la industria alimentaria, ya que representan un alto riesgo para la población y los animales debido a su gran variedad de efectos tóxicos, además de su extrema resistencia al calor (Espinosa-Plascencia y Bermúdez-Almada, 2023).

Las condiciones principales para que el hongo infecte y produzca la toxina son la sequía y las altas temperaturas (27-40 °C). La humedad también favorece el crecimiento del hongo, pues la producción más alta de la toxina ocurre en un rango de 18-20 % de humedad en el núcleo del grano y se detiene en niveles inferiores al 15 % (ELIKA, 2024a).

Los alimentos más susceptibles a la contaminación con aflatoxinas incluyen cereales procesados y productos derivados, como trigo, maíz, arroz, avena y cebada; frutos secos y frutas desecadas, como cacahuates, pistachos, higos secos y pasas; semillas oleaginosas, como algodón, pulpa de coco, girasol y soja; aceites vegetales sin refinar; especias, como pimentón o pimienta negra, y productos de

origen animal, como carne y leche de animales alimentados con piensos contaminados (ELIKA, 2024a).

2.8.6. Ocratoxina A

Es una micotoxina producida por varias especies de hongos de los géneros *Penicillium* y *Aspergillus*. Al ingresar al organismo de los animales mediante la ingesta de alimentos contaminados, puede ocasionar daños renales y, en menor incidencia, afectar el desarrollo fetal y el sistema inmunitario. En humanos, estos efectos aún no son claros, aunque se han documentado deficiencias renales (OMS, 2023).

El género *Aspergillus* crece a temperaturas entre 12 y 37 °C y se asocia con climas cálidos y tropicales; su detección ocurre principalmente durante el almacenamiento de los alimentos. En cambio, el género *Penicillium* crece a temperaturas entre 4 y 31 °C, con una actividad de agua de 0,80, por lo que puede contaminar alimentos producidos en climas templados y fríos, especialmente cereales y derivados (ELIKA, 2024c).

La ocratoxina A se encuentra principalmente en alimentos como cereales, legumbres, uvas, granos de café, cacao, frutos secos y especias. También se ha detectado en alimentos de origen animal, como los riñones e hígado de los cerdos. Cabe mencionar que se requieren temperaturas superiores a 250 °C durante varios minutos para reducir la concentración de toxinas. Por esta razón, se ha detectado su presencia en productos alimenticios procesados como cereales, café, zumo de uva, vino y cerveza (ELIKA, 2024c).

2.9. Análisis sensorial

El análisis sensorial es la disciplina científica que permite identificar, medir, analizar e interpretar las propiedades organolépticas de un alimento (color, olor, sabor, textura) mediante uno o más órganos de los sentidos humanos. Estas evaluaciones se realizan con el propósito de predecir la aceptabilidad del producto por parte de los consumidores y aplicar estas mediciones en los procesos de fabricación como parámetros de calidad (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá [INCAP], 2020).

Según lo anterior, las personas son un elemento esencial en el control de calidad de los alimentos a través de los sentidos. Para este tipo de evaluación, se requiere un grupo de personas (panel sensorial) debidamente entrenadas para que los resultados sean fidedignos, más precisos, exactos y representativos (INCAP, 2020).

Estas pruebas implican métodos científicos para comprobar el aspecto, la textura, el olor y el sabor del producto. Además, ayudan a determinar la vida útil mínima de un producto, a fin de detectar su obsolescencia o deterioro (Tentamus, 2024).

Existen diferentes tipos de pruebas sensoriales, tales como:

Pruebas descriptivas: Usadas para determinar si dos o más muestras se perciben como diferentes (ALS, 2024).

Pruebas de discriminación: Identifican y describen la naturaleza de la diferencia o la magnitud de esta entre dos o más muestras (ALS, 2024).

Pruebas comparativas: Compara la propuesta con un producto bien valorado o producto líder del mercado. La evaluación comparativa de nuevos productos con los que ya se encuentran en el mercado proporciona información sobre la aceptación que debería tener un nuevo producto una vez que se haya comercializado. Implica principalmente pruebas de consumo realizadas con un gran número de panelistas sin formación. Además de las pruebas de consumo, el análisis descriptivo del nuevo producto frente al del producto de la competencia con gran aceptación proporciona información útil sobre qué atributos del producto son impulsores clave de la aceptación de los consumidores (ALS, 2024).

Pruebas de consumo: Se pueden usar para determinar si un producto será aceptado por los consumidores o si se prefiere en comparación con otro. Proporciona información sobre la aceptabilidad general de un producto. Las llevan a cabo un gran número de consumidores sin formación que representan a la población general (ALS, 2024).

Análisis de grupo focal: Los grupos focales son una de las formas más efectivas para que las empresas de alimentos y bebidas pueden analizar las opiniones, emociones y comentarios de los consumidores sobre sus productos. Los conocimientos derivados de los grupos focales pueden ayudar a determinar decisiones críticas de marketing, como la ubicación del producto en los estantes, el empaque, las mejores fuentes de publicidad, entre otros (Carrol, 2020).

Para realizar un análisis de grupo focal, es necesario cumplir con algunos requerimientos (ver figura 4).

Figura 4

Requerimientos para la realización del análisis de grupo focal

Reclutamiento

- Identificación del público objetivo (comportamiento de hábitos de compra y datos demográficos.)

Planeación

- Ubicación (en persona o remoto)
- Tamaño (8 a 12 personas)
- Grabación (videos)
- Tiempo (duración de la sesión)

Facilitación del grupo

- Cómo se probará el producto y las preguntas que se formularán.
Las preguntas de los grupos focales de consumidores deben ser abiertas para generar respuestas extensas.
Organizar las preguntas como un embudo, abordando primero los temas generales antes de analizar el significado detrás de las respuestas.

Análisis

- Analice las grabaciones de las sesiones para recopilar toda la información en un informe para que las partes interesadas y los clientes basen sus estrategias.

Fuente: Príncipe (2022).

2.10. Evaluación de la viabilidad comercial de los productos desarrollados

Para estudiar la viabilidad comercial de los productos, se debe realizar un análisis de oferta y demanda. A continuación, se describen los principales conceptos y características asociadas a este tipo de estudios.

2.10.1. Oferta

Conjunto de bienes o servicios disponibles para ser intercambiados por dinero, el cual se espera que cubra el costo de producción del bien o la prestación del servicio. Si la oferta de un bien o servicio es escasa, los precios tienden a subir, mientras que, si la oferta aumenta demasiado, cada uno de estos bienes tenderá a perder valor y se convertirá en algo muy fácil de obtener (Vicerrectoría Administrativa y Financiera, 2024).

2.10.2. Demanda

La determinación de la demanda del mercado brinda información sobre los bienes y servicios requeridos por un grupo de personas en un mercado determinado, en el cual influyen los intereses, las necesidades y las tendencias. Este factor es importante, ya que es uno de los principales elementos utilizados por las compañías para fijar los precios de sus productos (Arboleda-Castro, 2021).

2.10.3. Relación entre oferta y demanda

La oferta y la demanda se determinan por una interacción cuyo fin es establecer el precio, en la que los compradores y vendedores son fundamentales

en el mercado. En este, existe la relación entre la ley de la oferta, que está basada directamente en el precio; es decir, cuanto más alto sea el precio de un producto, más unidades estarán disponibles para la venta; y la ley de la demanda, que es inversamente proporcional al precio. Esto quiere decir que, cuanto más alto sea el precio de un producto, menos unidades demandarán los consumidores (Arboleda-Castro, 2021).

III. MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo, se desarrollan las metodologías para obtener y analizar los datos de la investigación en función de la implementación de los objetivos planteados. Además, se describen las herramientas utilizadas para la recolección de información que valida el estudio.

3.1. Enfoque y tipo de investigación

El presente trabajo se desarrolló con un enfoque mixto, ya que combina tanto métodos cuantitativos como cualitativos en un solo estudio. Al integrar los métodos cuantitativos, que se centran en la recopilación y análisis de datos numéricos para identificar patrones, relaciones y tendencias, con los métodos cualitativos, que buscan comprender y explicar significados, experiencias y contextos sociales, la investigación mixta permite captar la complejidad y multidimensionalidad de los fenómenos investigados (Medina et al., 2023).

La investigación es de tipo exploratorio, ya que permite obtener una visión general del tema a desarrollar. Este estudio sirve para familiarizarse con temas relativamente desconocidos y obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa (Euroinnova, 2024). Para ello, se realiza la caracterización del producto con el fin de conocer sus propiedades y evaluar su uso en diferentes productos alimenticios. A su vez, se apoya en una revisión bibliográfica para sustentar la información obtenida.

Por otra parte, es experimental, dado que son necesarios ensayos de desarrollo de producto para la obtención de datos, como parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los productos alimenticios (Medina et al., 2023).

3.2. Sujetos y fuentes de información

En la investigación, la información será recopilada por medio de fuentes primarias y secundarias.

Las fuentes primarias contienen información directa antes de ser interpretada o evaluada por otra persona; es decir, son aquellas registradas por testigos de un hecho o evento. Las fuentes secundarias, en cambio, contienen información organizada y elaborada que remite a documentos primarios originales; permiten confirmar los hallazgos en una investigación y ampliar el contenido de la información de una fuente primaria (Universidad de Guadalajara, 2024).

El objeto de investigación fue la cascarilla de café pergamino, residuo generado después de trillar el grano de café pergamino.

Para el presente trabajo, se utilizaron fuentes primarias, tales como la comunicación personal con el productor de café y la información recopilada en panaderías o empresas que fabrican bebidas en polvo. En ambos casos, se empleó una conversación espontánea no estructurada para indagar sobre los procesos que realizan. Como fuentes secundarias, se utilizaron libros, reglamentos, trabajos de investigación, tesis y artículos científicos que respaldan la información.

3.3. Pregunta generadora

¿Es posible aprovechar la cascarilla del café pergamino generada por la industria cafetalera para su uso en alimentos y de qué forma esto puede beneficiar a los caficultores a nivel nacional?

3.4. Variables

En la tabla 8, se muestra la definición y operacionalización de las variables de la investigación.

Tabla 8*Definición y operacionalización de las variables*

Objetivos específicos	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Definición instrumental
Estandarizar el proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino (<i>Coffea arabica</i> variedad San Isidro) de la zona de Turrubares, para su potencial uso como materia prima en la elaboración de productos alimenticios, mediante la definición de parámetros de proceso y Buenas Prácticas de Manufactura.	Proceso productivo. Buenas prácticas de manufactura Parámetros de proceso	<p>a. Proceso productivo: Serie de etapas u operaciones que se llevan a cabo para la obtención de la cascarilla del café pergamino.</p> <p>b. BPM: Condiciones de infraestructura y procedimientos establecidos para la obtención de la cascarilla del café pergamino, con el objeto de garantizar la calidad e inocuidad de dichos productos según normas aceptadas internacionalmente. (RTCA 67.01.33:06)</p> <p>c. Parámetros de proceso: mediciones realizadas durante el proceso de fabricación.</p>	<p>a. Diagrama de flujo de proceso de obtención de cascarilla como materia prima.</p> <p>b. Diagrama de flujo de obtención de la cascarilla tostada y molida.</p> <p>c. Procedimiento de buenas prácticas de manufactura.</p> <p>d. Procedimiento de limpieza y desinfección.</p> <p>e. Procedimiento operativo estándar de obtención de cascarilla como materia prima.</p> <p>f. Procedimiento operativo estándar de obtención de cascarilla tostada y molida</p>	<p>Bitácora recolección de datos.</p> <p>Elaboración de procedimientos.</p>

Continuación **Tabla 8***Definición y operacionalización de las variables*

Objetivos específicos	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Definición instrumental
Caracterizar la cascarilla del café pergamino (<i>Coffea arabica</i> variedad San Isidro) de la zona de Turrubares para la obtención de información técnica en la aplicación de productos alimenticios de panificación y bebidas, mediante pruebas fisicoquímicas, nutricionales y microbiológicas.	<p>Características fisicoquímicas de la cascarilla de café pH</p> <p>Características físicas: olor, sabor y color</p> <p>Composición química: Carbohidratos, Proteína, Grasa, Fibra, Cenizas y Humedad.</p> <p>Características microbiológicas: <i>Salmonella</i> spp, hongos, levaduras, <i>S. aureus</i>, <i>E.coli</i>, aflatoxinas y ocratoxinas</p>	<p>a. Características fisicoquímicas: implica la caracterización de los alimentos desde el punto de vista fisicoquímico, haciendo énfasis en la determinación de su composición química, es decir cuales sustancias están presentes en alimentos.</p> <p>b. Características físicas: son aquellas que podemos ver y medir sin alterar su composición.</p> <p>c. Valor nutricional: determina el valor energético y la carga de nutrientes de este.</p> <p>d. Análisis microbiológico: en todos los alimentos hay siempre una determinada carga microbiana, por lo que este análisis se realiza con el fin de identificar y cuantificar los microorganismos presentes en un producto.</p>	<p>a. Métodos de análisis de laboratorio para obtener resultados cuantitativos de las distintas variables asociadas a las diferentes características</p>	<p>Medición de humedad por método Cortés-Herrera, C.; Quirós-Fallas, S.; Calderón-Calvo, E.; Cordero-Madrigal, R.; Jiménez, L.; Granados-Chinchilla, F.; Artavia, G. (2021) Current Research in Food Science, 4, 900-909. DOI: 10.1016/j.crfs.2021.11.015</p> <p>Panel sensorial del olor, sabor y color</p> <p>Medición de proteína por método Cortés-Herrera, C.; Quirós-Fallas, S.; Calderón-Calvo, E.; Cordero-Madrigal, R.; Jiménez, L.; Granados-Chinchilla, F.; Artavia, G. (2021) Current Research in Food Science, 4, 900-909. DOI: 10.1016/j.crfs.2021.11.015</p> <p>Medición de grasa por método 920.85 AOAC, P-SA-MQ-005</p> <p>Medición de fibra por método 993.19 AOAC y 991.42 AOAC</p> <p>Medición de cenizas por método Cortés-Herrera, C.; Quirós-Fallas, S.; Calderón-Calvo, E.; Cordero-Madrigal, R.; Jiménez, L.; Granados-Chinchilla, F.; Artavia, G. (2021) Current Research in Food Science, 4, 900-909. DOI: 10.1016/j.crfs.2021.11.015</p> <p>Presencia/Ausencia de <i>Salmonella</i> spp por método VIDAS-Easy SLM de la casa Biomereux</p> <p>Recuento de Aflatoxina por método ELISA</p> <p>Recuento de Ocratoxina por método Veratox-Neogen</p> <p>Recuento de hongos por método BAM-FDA AOAC On line 2001</p> <p>Recuento de levaduras por método BAM-FDA AOAC On line 2001</p> <p>Recuento de <i>S. aureus</i> por método AOAC 2003.07, AOAC 2003.08</p> <p>Recuento de <i>E.coli</i> por método AOAC 991.14, AOAC 998.08, AOAC 986.33, AOAC 989.10</p> <p>Tabla de datos para el análisis de la información por medio de un documento en Excel.</p>

Continuación **Tabla 8***Definición y operacionalización de las variables*

Objetivos específicos	Variables Categorías de análisis	Definición conceptual	Definición operacional	Definición instrumental
Desarrollar dos productos alimenticios en el área de panificación y bebidas, aprovechando las propiedades de la cascarilla del café pergamino (<i>Coffea arabica</i> variedad San Isidro) de la zona de Turrubares, mediante definición de los parámetros de proceso, características físicas y nutricionales.	Desarrollo de dos productos [uno en el área de panificación (pan de molde con fibra) y uno en el área de bebidas (bebida de horchata)]. Características físicas: olor, sabor y color Valor nutricional Carbohidratos, Proteína, Grasa y Fibra.	a. Desarrollo de productos: proceso complejo que requiere el conocimiento de los ingredientes, la formulación de los alimentos, técnicas de procesamiento, envases, legislación alimentaria, aspectos de calidad, demandas y preferencias de los consumidores. b. Características físicas: son aquellas que podemos ver y medir sin alterar su composición. c. Valor nutricional: determina el valor energético y la carga de nutrientes de este.	a. Desarrollo de las formulaciones para la elaboración de los productos. b. Análisis sensorial de las distintas variables asociadas a las diferentes características organolépticas. c. Cálculo teórico de la composición química de los productos desarrollados con base en la composición química de referencia de las materias primas utilizadas.	Análisis sensorial medición de olor, sabor y color. Tabla de datos para el análisis de la información teórica de la composición de las materias primas por medio de un documento en Excel. Guía para realizar el grupo focal
Conocer la viabilidad comercial de la obtención de la cascarilla del café pergamino (<i>Coffea arabica</i> variedad San Isidro) mediante un análisis de la oferta y demanda de los productos derivados.	Oferta Demanda Segmentación Producto Precio Comunicación	d. Evaluación de costos para el desarrollo de nuevos productos mediante un análisis de inversión y a su vez tomando en cuenta costos de materias primas directa e indirectas, costo mano de obra, costo servicios públicos y embalaje.	a. Estimación de la viabilidad del uso de la cascarilla del café pergamino, mediante la evaluación de costos y su aplicación en los productos terminados establecidos. b. Incluir la evaluación de la intención de compra.	Investigación documental en las bases de datos de la biblioteca de la Universidad Técnica Nacional Cotizaciones. Tabla de datos para el análisis de la información por medio de un documento en Excel.

3.5. Población y muestra

La población meta está compuesta por el productor de café de la zona de Turrubares que pueda implementar la propuesta desarrollada y aprovechar la cascarilla del café pergamino (*Coffea arabica*, variedad San Isidro) obtenida durante el proceso industrial, ya sea para su venta o para su uso como materia prima.

La muestra de este estudio estuvo conformada por un lote de producción de cascarilla de café pergamino proporcionado por el caficultor durante el proceso de trillado. A esta muestra se le realizaron análisis microbiológicos y de toxinas para validar el adecuado control durante el procesamiento de la cascarilla de café pergamino. Una vez determinada su idoneidad, se caracterizó mediante análisis fisicoquímicos y nutricionales realizados en laboratorios externos.

El subproducto analizado en este trabajo suele aprovecharse como compost o desecharse una vez que el productor obtiene el grano de oro. En este estudio, se plantea su aprovechamiento en la elaboración de un pan de molde y una bebida de horchata, con el fin de determinar su viabilidad para el consumo humano.

3.6. Descripción de la metodología

A continuación, se detalla la metodología utilizada en cada uno de los objetivos específicos de la presente investigación.

3.6.1. Objetivo específico 1

La cascarilla de café pergamino representa un subproducto que, en la actualidad, es desaprovechado por los caficultores a pesar de sus cualidades

nutricionales. Una vez identificada la problemática, se realizó una visita al caficultor de la zona de Turrubares, quien facilitó el subproducto con el objetivo de observar las condiciones del proceso, desde el secado del café hasta la obtención de la cascarilla de café pergamino.

Se elaboraron procedimientos de Buenas Prácticas de Manufactura, limpieza y desinfección, así como de operación estándar, para que el caficultor cuente con protocolos que le permitan obtener cascarilla apta para su uso como materia prima en la elaboración de productos alimenticios para consumo humano.

Además, se realizó una estandarización del proceso de transformación de la cascarilla seca (obtenida por el productor) en cascarilla tostada, inocua y apta para su comercialización como ingrediente en distintas matrices alimentarias.

3.6.1.1. *Obtención de la cascarilla del café pergamino*

La cascarilla de café pergamino se obtiene después del proceso de descascarillado del grano de oro. Cabe mencionar que este proceso se llevó a cabo con un porcentaje de humedad del grano entre el 10 % y el 12 %. Una vez obtenida la cascarilla de café pergamino, se procedió a almacenarla en bolsas ultra herméticas GrainPro, en espera de su uso como materia prima.

Es importante señalar que la cascarilla de café pergamino no puede utilizarse cruda debido a su dureza y tamaño, por lo que fue necesario someterla a un proceso de tostado antes de emplearla como materia prima en los productos propuestos. Por consiguiente, se realizaron siete pruebas preliminares para determinar el tiempo y la temperatura óptimos de tostado. Para seleccionar la combinación ideal, se

priorizó la duración del proceso y la facilidad de molienda. (El detalle de las pruebas preliminares se encuentra en el anexo 1).

A continuación, se presenta el procedimiento estandarizado para la obtención de la materia prima.

3.6.1.1.1. Procedimiento de tostado de la cascarilla del café pergamino

- a. Precalear el horno WYRPOL a 210 °C
- b. Colocar la cascarilla del café pergamino en bandejas, formando una cama de producto de un grosor no mayor a 2 mm.
- c. Ingresar la bandeja al horno y tostar por 20min.
- d. Dejar reposar por 10 min a temperatura ambiente, para que la materia prima se enfríe antes de proceder con el siguiente paso.

3.6.1.1.2. Procedimiento de molienda

- a. Para disminuir el tamaño, pasar la cascarilla tostada por un molino tradicional para grano, marca Corona Ref.L14200.

3.6.1.1.3. Procedimiento de tamizado

- a. Pasar el producto por un tamiz mesh No. 18 para separar la cascarilla fina de los residuos más grandes.
Nota: En este punto se obtiene producto para reproceso, lo que implica que las partículas más gruesas deben destinarse nuevamente para el proceso de molido.

3.6.1.1.4. Procedimiento de empaçado

- a. Empacar el producto en bolsas de polietileno de baja densidad como empaque primario y caja de cartón corrugado como empaque secundario.
- b. Colocar la respectiva etiqueta para su adecuada identificación.

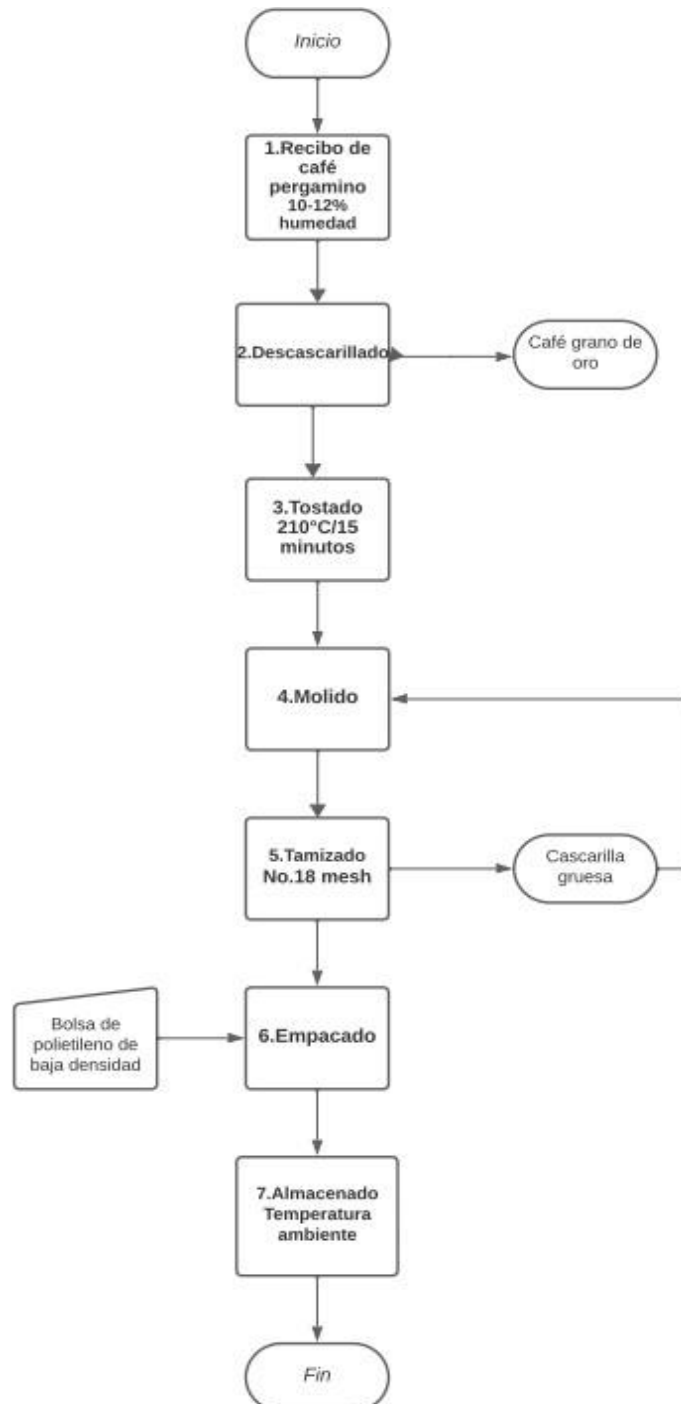
3.6.1.1.5. Procedimiento de almacenado

- a. Almacenar el producto a temperatura ambiente para ser utilizado en diferentes aplicaciones alimenticias.

Según lo anterior, se estableció el diagrama de flujo que se muestra en la figura 5.

Figura 5

Diagrama de flujo para el proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino



3.6.2. Objetivo específico 2

Una vez establecido el procedimiento operativo estándar y optimizado el proceso de obtención de la cascarilla como materia prima, se procedió a caracterizar la cascarilla de café pergamino molida mediante la realización de análisis microbiológicos y de composición química. Estos análisis se llevaron a cabo mediante la prestación de servicios en diferentes laboratorios, entre ellos SupliLab y el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA). A continuación, se detallan los métodos empleados por cada laboratorio.

3.6.2.1. Análisis microbiológicos

Se realizaron análisis microbiológicos de la cascarilla de café pergamino tostada y molida, con número de lote 280124-1. Dado que no existe un reglamento específico que regule los criterios microbiológicos del café ni de sus residuos, se consideraron los patógenos más relevantes según la naturaleza del producto (residuo que se genera expuesto al aire y en un ambiente poco controlado): *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, hongos y levaduras.

Además, considerando que se ha reportado la presencia de ocratoxinas en el café (CODEX ALIMENTARIUS CXC 69-2009, 2009), se decidió analizar la ocratoxina A y las aflatoxinas totales, las cuales también han sido reportadas en granos similares. Estos análisis fueron realizados por el laboratorio SupliLab S. A. Según los informes entregados por el laboratorio, los métodos utilizados para cada tipo de microorganismo o micotoxina se indican en la tabla 9.

Tabla 9

Métodos utilizados por el laboratorio SupliLab S.A. para cuantificar patógenos en la cascarilla del café pergamino molida y tostada

Ensayo	Método
<i>Salmonella</i> spp	VIDAS-Easy SLM de la casa Biomereux
Recuento de hongos	BAM-FDA AOAC On line 2001
Recuento de levaduras	BAM-FDA AOAC On line 2001
<i>Staphylococcus aureus</i>	AOAC 2003.07, AOAC 2003.08
<i>Escherichia coli</i>	AOAC 991.14, AOAC 998.08, AOAC 986.33, AOAC 989.10
Aflatoxinas totales	ELISA
Determinación de Ocratoxinas	Veratox-Neogen

Fuente: Informe proporcionado por laboratorio SupliLab (anexo 2, 2024).

3.6.2.2. Análisis de composición química:

Se realizaron análisis de composición química de la cascarilla del café pergamino tostada y molida con número de lote: 280124-1. Los análisis se realizaron en el laboratorio del CITA de la Universidad de Costa Rica. A continuación, en la tabla 10 se detallan los métodos utilizados en los análisis de composición química de la cascarilla de café pergamino.

Tabla 10

Métodos de análisis utilizados para la caracterización química de la cascarilla de café pergamino

Análisis	Método empleado
Grasa cruda	920.85 AOAC, P-SA-MQ-005
Fibra soluble	993.19 AOAC
Fibra insoluble	991.42 AOAC
Humedad por TGA	

Cenizas por TGA	Cortés-Herrera, C.; Quirós-Fallas, S.; Calderón-Calvo, E.; Cordero-Madrigal, R.; Jiménez, L.; Granados-Chinchilla, F.; Artavia, G. (2021) Current Research in Food Science, 4, 900-909. DOI: 10.1016/j.crfs.2021.11.015
Proteína (N x 6,25)	

Fuente:Informe proporcionado por CITA (anexo 3, 2024).

3.6.3. Objetivo específico 3

La cascarilla de café pergamino es comúnmente utilizada por los caficultores como compost, debido a que la población desconoce sus cualidades nutricionales. Dentro de las opciones de aprovechamiento para consumo humano se encuentran un pan de molde con fibra —producto de agrado para muchas personas— y una bebida tradicional llamada “horchata” con fibra, la cual es una combinación de leche de vaca con azúcar, harina de arroz y especias como canela, nuez moscada y clavo de olor.

El pan integral se elabora con harina integral, que conserva la mayor parte de los nutrientes y fibra del grano entero. Esta característica lo hace especialmente rico en fibra dietética, vitaminas del complejo B y minerales como hierro, zinc y magnesio. Además, el pan integral presenta características distintivas en comparación con el pan común, tales como una textura más densa, un color más oscuro y un sabor y aroma ricos, con notas ligeramente a nuez (DAWN CORPORATE GIVING, 2023).

Aunque en Costa Rica no existe una normativa específica para el pan integral, es importante recalcar que la Fundación Iberoamericana de Nutrición (FINUT) (2020) menciona que algunos países e instituciones internacionales, como el USDA, describen que los alimentos integrales deben cumplir al menos uno de los

siguientes requisitos: 1) contener al menos 8 g de grano entero por porción; 2) calificar para la declaración de propiedades saludables de granos enteros de la FDA (51 % de granos enteros en peso); 3) tener un grano entero como primer ingrediente (FINUT, 2020). Por ello, es importante resaltar las propiedades del pan de molde sin utilizar la palabra “integral”, ya que este término es más adecuado cuando se elaboran productos alimenticios con un contenido significativo de grano entero.

La horchata es una bebida refrescante que se obtiene de varios frutos o cereales molidos, disueltos en agua y endulzada con azúcar. Su origen se encuentra en la cocina española y fue introducida en los países centroamericanos por los colonizadores. Tradicionalmente, esta bebida se prepara con chufas, un tubérculo del tamaño de un garbanzo y sabor dulce. (Gómez-Parra, 2023). Sin embargo, en Costa Rica, la horchata se elabora a base de arroz y especias como canela, clavo de olor, nuez moscada y maní, y se disuelve en agua o leche.

A continuación, se describe la metodología utilizada para el proceso de formulación de ambos productos.

3.6.3.1. Descripción del proceso de formulación

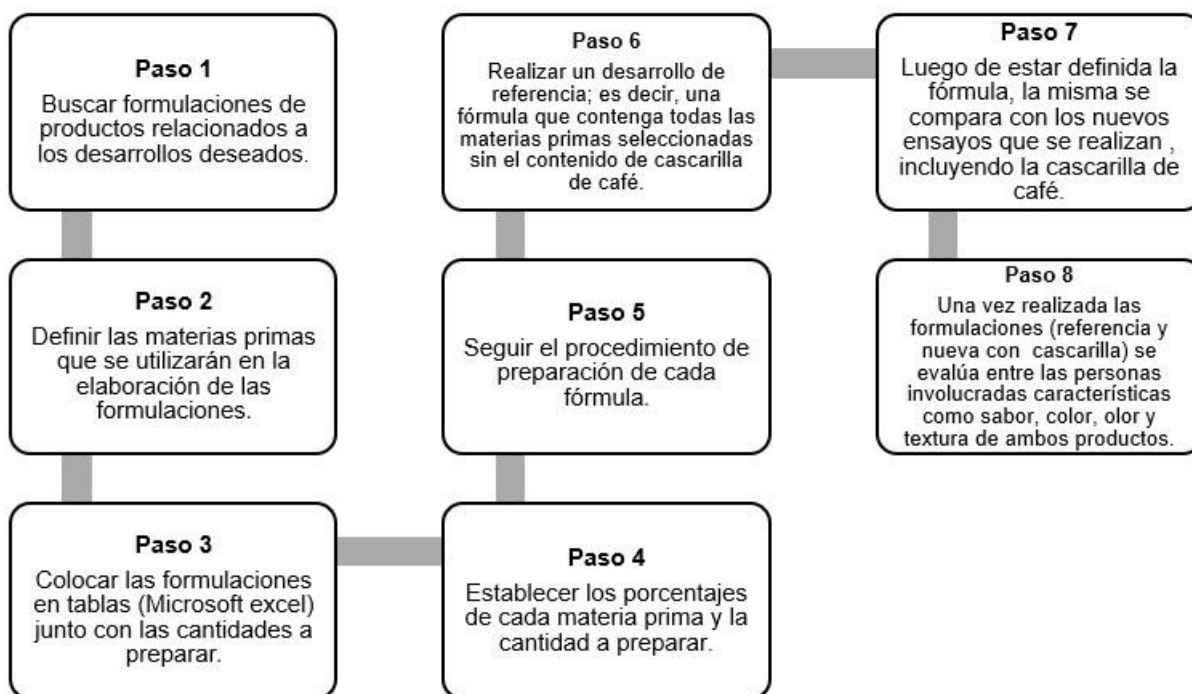
Se desarrollaron un total de cuatro ensayos de formulación para el pan de molde con fibra y cuatro ensayos para la bebida de horchata, utilizando diferentes porcentajes de cascarilla de café pergamino con el fin de analizar el comportamiento del subproducto en términos de sabor, textura, olor y color. Para estos ensayos, se realizaron pruebas sensoriales con tres personas: una encargada del desarrollo del producto, otra con conocimientos en el área de calidad y una tercera, consumidora habitual de estos productos.

3.6.3.1.1. Procedimiento para realizar las pruebas sensoriales a los ensayos de productos

Para el desarrollo de los productos, se siguió una serie de pasos para su elaboración y análisis de aceptabilidad, los cuales se describen en la figura 6.

Figura 6

Pasos por seguir para la elaboración y el análisis de aceptabilidad en el desarrollo de los productos



Para la definición de la fórmula aprobada, se consideran los siguientes aspectos:

Sabor: el producto debe presentar características similares al producto de referencia, sin sabores amargos, extraños o metálicos, y debe resultar agradable

para el consumidor. Además, debe asemejarse a los productos que el público está habituado a consumir.

Color: el producto debe tener una coloración similar a la del producto de referencia, con tonos atractivos y acordes con los que el consumidor está acostumbrado a ver. Es decir, no debe presentar desviaciones cromáticas que puedan generar confusión sobre su identidad.

Olor: debe poseer un aroma agradable y característico del producto que el consumidor consume cotidianamente.

Textura: el producto debe contar con características similares a las de los productos actualmente disponibles en el mercado.

Una vez realizados los ensayos y aprobadas las formulaciones finales, se llevaron a cabo pruebas sensoriales mediante un grupo focal de 10 personas, con el objetivo de valorar preliminarmente los aspectos generales de los productos desarrollados y su intención de compra.

Con las formulaciones establecidas, se analizaron teóricamente los datos de composición de todas las materias primas para determinar la tabla nutricional de los productos terminados. El procedimiento para obtener los datos del etiquetado nutricional fue el siguiente:

Pasos

- a. Se estableció el tamaño de porción de cada producto desarrollado.
- b. Una vez establecida la porción, se analizó el contenido de los nutrientes principales que posee cada ingrediente por cada 100 g de producto o bien

por porcentaje, tales como grasa, proteína, sodio y carbohidratos, incluyendo azúcar y fibra.

- c. Una vez obtenidos estos porcentajes, se multiplicaron por la cantidad de materia prima añadida de cada ingrediente. Es decir, por ejemplo, si se agregaron 2 g de harina de arroz a una porción de 25 g de horchata, el contenido de carbohidratos será de 2 g, debido a que su contenido es 100 % arroz, el cual es un carbohidrato. Esto es contrario al caso del maní, ya que si su contenido es de 50 % grasa, se deberá multiplicar el contenido en la fórmula por la porción ($1,13 \text{ g} * 50 \% \text{ de grasa}$) y el resultado obtenido será el contenido de grasa en ese ingrediente.
- d. Luego de obtener los cálculos por cada porción, estos se sumaron y el resultado total se incluyó en la tabla nutricional, tomando en cuenta las reglas de redondeo establecidas en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para población a partir de 3 años (Decreto N°37295, 2012).
- e. Una vez determinado el contenido de cada componente nutricional, se realizó el cálculo de calorías (cal) y kilojulios (kJ). Los carbohidratos y proteínas se multiplicaron por 4 y las grasas por 9. Sumando dichos resultados, se obtuvo el dato de las calorías por porción. Este dato, al multiplicarlo por 4,18, permitió obtener el dato de los kJ. Para estos casos, también deben considerarse las reglas de redondeo según el RTCA 67.01.60:10 Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para población a partir de 3 años (Decreto N°37295, 2012). Además, para determinar el dato de calorías por grasa, solamente se tomarán los gramos de grasa obtenidos multiplicados por 4 para las calorías, y con ese dato, al multiplicarlo por 4,18, se obtiene el valor de los kJ.
- f. Para obtener los valores de referencia de nutrientes (VRN), es necesario consultar el RTCA 67.01.60:10 Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para población a partir de 3 años (Decreto N°37295, 2012) y ver cuál es la cantidad de consumo

recomendada diariamente para las personas en cuanto a carbohidratos, proteínas, grasas, sodio y fibra. Con dicho dato, se realizó una conversión considerando el contenido de nutrientes presente en cada uno. Ejemplo:

Cantidad diaria en carbohidratos: 275 g

Tenemos: 24 g de carbohidratos

$$x = \frac{24 \text{ g} \times 100}{275 \text{ g}}$$

Con esto el VRN nos da un resultado de 8,7 % y se redondea a 9 %.

- g. Realizados dichos cálculos, se elabora una tabla nutricional, se agregan los datos obtenidos y queda listo.

3.6.3.1.2. Aplicación de grupo focal

Se desarrolló un grupo focal como técnica de investigación cualitativa para determinar la valoración de los atributos sensoriales por parte de potenciales consumidores. Este se realizó en las instalaciones de la Universidad Técnica Nacional, Sede Atenas, con la participación libre de 10 personas funcionarias de la institución, consumidoras de productos tanto de pan como de horchata, que no presentaran alergias a estos alimentos ni a sus componentes. A continuación, se detalla el procedimiento para la realización del grupo focal:

Tema: Valoración de los atributos sensoriales del pan de molde con fibra y la bebida de horchata por parte de potenciales personas consumidoras.

Objetivos:

- Determinar las características sensoriales del producto en relación con lo que las personas consumidoras esperan.

- Conocer la opinión general en cuanto a las características sensoriales del pan de molde con fibra y la bebida de horchata.
- Sondear un precio estimado de compra de las unidades de producto.

Alcance: Personas funcionarias de la Universidad Técnica Nacional Sede Atenas

Fecha de realización: viernes 25 de octubre de 2024.

Lugar: Universidad Técnica Nacional, Sede Atenas.

Ambiente: Mesa redonda en el aula 115, la cual cuenta con las características aptas para la elaboración del grupo focal.

Hora y duración: A la 1:00 pm; con una duración de 40 minutos aproximadamente.

Instrumentos: Se aplicó una guía de 18 preguntas para las 10 personas participantes (ver anexo 4). Las respuestas se fueron documentando en el sitio, y se propició una conversación, para poder anotar aspectos principales de los aportes de las personas participantes.

Introducción: En la introducción se abordaron los siguientes aspectos:

- Bienvenida y presentación, tanto de los responsables de la elaboración del grupo focal como de los participantes. Esto favorece un buen clima de confianza, lo que permite que el moderador facilite que los participantes se sientan cómodos para expresar sus opiniones.
- Explicación de los objetivos.
- Aseguramiento de la confidencialidad.

- Explicación del funcionamiento de la discusión en grupo.
- Guía de preguntas (ver anexo 4).
- Explicación del pan de molde con fibra y la bebida de horchata, incluyendo sus características de producto, beneficios y atributos nutricionales.
- Degustación del producto.
- Preguntas específicas y de cierre (ver anexo 4).

3.6.4. Objetivo específico 4

A continuación, se describe la metodología empleada para realizar el análisis de la oferta y demanda de los productos derivados.

Para el pan de molde con fibra, se realizaron análisis en los principales supermercados del país y en aquellos que se pueden consultar vía web para realizar compras. La fecha consultada fue el 17 de mayo de 2024, y los supermercados analizados fueron: Walmart, Maxi Pali, Más x Menos, Automercado y Pricesmart.

Se procedió con el análisis considerando: presentación del pan en gramos, revisión de la etiqueta nutricional, cantidad de fibra presente en cada unidad, empresa productora, marca con la cual se comercializa y precio de venta. El objetivo fue determinar la cantidad de fibra presente en cada una de las unidades y el precio promedio de venta por gramo.

Para la bebida de horchata, se realizaron análisis de oferta en los principales supermercados del país; sin embargo, al no encontrarse variedad de opciones, se recurrió a buscar en otros sitios, incluidos aquellos accesibles vía web para realizar

compras. La fecha consultada fue el 25 de mayo de 2024. Los supermercados analizados fueron: Walmart, Maxi Pali, Más x Menos, Automercado, Pricesmart, Mayca y Tramo San Rafael.

Se procedió con el análisis considerando: presentación de las bebidas en gramos, revisión de la etiqueta nutricional, cantidad de fibra presente en cada unidad, empresa productora, marca con la cual se comercializa y el precio de venta. El objetivo fue determinar la cantidad de fibra presente en cada una de las unidades y el precio promedio de venta por gramo.

3.6.4.1. Determinación de la cantidad de producto a producir

Para determinar la oferta de producto, se calculan las cantidades de producto que se llevarán al mercado, considerando estrictamente la disponibilidad de cascarilla de café de la finca seleccionada para el estudio. Esto permite valorar las cantidades que se pueden llevar al mercado durante el año, tanto de pan integral como de bebida de horchata.

3.6.4.2. Determinación de la demanda

La determinación de la demanda se realiza mediante el consumo per cápita. Este término se refiere a la relación que existe entre el número de habitantes de un país o una región y el total de bienes o productos específicos que han sido consumidos durante un período de tiempo determinado. Es un promedio estimado de consumo de un sector específico, lo que proporciona información sobre las tendencias de consumo, el monitoreo de recursos y la proporción entre oferta y demanda en un sector económico determinado (Raffino, 2021).

3.6.4.2.1. Selección del mercado

Para la distribución de los productos, se seleccionó el cantón de Atenas, en la provincia de Alajuela, que posee 30.403 habitantes (INEC, 2022), ya que es el lugar donde reside el caficultor y donde su distribución es más accesible. Los productos podrán ser consumidos por cualquier persona que tenga la costumbre de adquirir pan, especialmente integral, y aquellas personas que gusten de consumir bebidas tradicionales, exceptuando a las personas veganas (en el caso del pan) o con alguna alergia, como al gluten, al maní o los diabéticos.

3.7. Técnicas e instrumentos para recolección de información

Para la recolección de la información, tanto cuantitativa como cualitativa, se implementaron diversas técnicas e instrumentos reconocidos en el ámbito de la investigación.

En el primer objetivo, se utilizaron matrices para la documentación de la observación del proceso operativo, fotografías, pruebas de campo y la elaboración del manual operativo.

En lo que respecta al segundo objetivo, se utilizaron tablas en Excel para la recopilación de información proveniente de laboratorios externos.

Para el desarrollo del tercer objetivo, se emplearon la herramienta de Excel y una bitácora de laboratorio con el fin de documentar las fórmulas de los productos alimenticios, además de la información obtenida del seguimiento de los resultados de los análisis fisicoquímicos.

En cuanto al cuarto objetivo, se implementaron tablas en Excel para el análisis del estudio de factibilidad de la oferta y demanda. A su vez, se utilizaron guiones para los grupos focales y se obtuvo la grabación de la sesión, así como hojas de apuntes por parte de la persona moderadora, lo que permitió extraer lo relevante durante la interacción del producto con los participantes en el grupo focal.

3.8. Técnicas de análisis de la información

Para el análisis de los datos se implementaron diversas técnicas. En el primer objetivo, se llevó a cabo una revisión de las Buenas Prácticas de Manufactura, los procesos de limpieza y desinfección, así como la aplicación de un adecuado proceso operativo respaldado por los resultados de los análisis.

En el segundo objetivo, se revisaron las tablas de los diferentes análisis microbiológicos y químicos, y se compararon con los reglamentos relacionados con la naturaleza del producto, tales como el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:17 Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos (Decreto N° 41420, 2018) y el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para población a partir de 3 años (Decreto N° 37295, 2012).

En el tercer objetivo, se analizó el resultado de las pruebas sensoriales informales para seleccionar el producto que tuviera características aceptables para los consumidores, así como el resultado del grupo focal. Además, se confeccionó teóricamente el etiquetado nutricional de ambos productos. Asimismo, se desarrolló

un grupo focal final mediante un análisis cualitativo para la interpretación de los resultados y la aceptación del producto por parte de los consumidores.

Para el cuarto objetivo, se revisaron las tablas sobre el estudio de factibilidad de la oferta y demanda. Además, se desarrolló un grupo focal final mediante un análisis cualitativo para la interpretación de los resultados.

IX. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Objetivo 1: Estandarización del proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino

En la visita realizada al proceso de obtención de la cascarilla de café, se observaron condiciones inadecuadas en la manipulación de la cascarilla, principalmente debido a que dicho subproducto actualmente no es utilizado para el aprovechamiento en alimentos; por lo tanto, su manejo no es completamente inocuo. Sin embargo, para ser aprovechada como materia prima, se desarrolló una estandarización del proceso con el objetivo de mejorar las condiciones de obtención de la cascarilla, desde la separación por medio del trillado hasta su producción en alimentos, con lo cual se asegura la inocuidad en los productos.

Para ello, se elaboraron procedimientos para implementar buenas prácticas de manufactura, limpieza y desinfección, así como de operación estándar, para que el caficultor pueda contar con protocolos que le permitan obtener cascarilla apta para ser utilizada como materia prima y su posterior uso en productos alimenticios para consumo humano. Además, se realizó una estandarización del proceso de secado para obtener una cascarilla de café pergamino inocua y apta para su uso en productos alimenticios.

El procedimiento de buenas prácticas de manufactura (BPM) en la obtención de la cascarilla del café pergamino tiene como objetivo estandarizar las BPM durante el proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino (*Coffea arabica*) variedad San Isidro de la zona de Turrubares, para su potencial uso como materia prima en la elaboración de productos alimenticios. Este procedimiento incluye los siguientes puntos. El detalle completo del procedimiento se encuentra en el anexo 5.

- a.** Objetivo
- b.** Definiciones
- c.** Condiciones generales
- d.** Responsable
- e.** Practicas higiénicas
- f.** Operaciones de manufactura
- g.** Envasado.

El procedimiento operativo estándar de limpieza y desinfección (SSOP) para el proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino (*Coffea arabica*) tiene como objetivo evitar la acumulación de suciedad y microorganismos en el equipo, a través de una limpieza y desinfección efectivas, para impedir que las superficies se conviertan en una fuente de contaminación durante la obtención de la cascarilla del café pergamino. Este procedimiento incluye los siguientes puntos. El detalle completo del procedimiento se encuentra en el anexo 6.

- a.** Objetivo
- b.** Definiciones
- c.** Condiciones generales
- d.** Responsable
- e.** Acciones correctivas
- f.** Procedimiento

El procedimiento operativo estándar (SOP) para el proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino (*Coffea arabica*) se redactó con el fin de establecer los lineamientos básicos para el proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino, con miras a su uso como materia prima en la elaboración de productos alimenticios. Este procedimiento incluye los siguientes puntos. El detalle completo del procedimiento se encuentra en el anexo 7.

- a.** Objetivo
- b.** Definiciones
- c.** Condiciones generales

- d. Responsable
- e. Descripción del proceso

4.2. Objetivo 2: Caracterización de la cascarilla del café pergamino

La cascarilla de café, al ser un subproducto poco aprovechado en la industria alimenticia, requiere un análisis de sus características fisicoquímicas, microbiológicas y nutricionales para garantizar la seguridad y calidad de los productos alimenticios que se desarrollen a partir de ella.

4.2.1. Aspectos microbiológicos

Se analizaron muestras de cascarilla tostada. A continuación, se presentan los resultados obtenidos por parte del laboratorio SupliLab, en la tabla 11.

Tabla 11

Resultados microbiológicos de la cascarilla del café pergamino tostada y molida. Lote: 280124-1

Ensayo	Resultado	Valor de referencia
<i>Salmonella spp</i>	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g
Recuento de hongos	4.0 x 10 ¹ UFC/g	No hay datos
Recuento de levaduras	< 10 UFC/g	No hay datos
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 10 UFC/g	No hay datos
<i>Escherichia coli</i>	< 10 UFC/g	< 3 NMP/g < 10 UFC/g
Aflatoxinas totales	< 4 ppb	5 µg /kg
Determinación de Ocratoxina A	< 2 ppb	3 µg /kg

Fuente: Informes enviados por el laboratorio SupliLab, anexo 2, Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:17 Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos (Decreto N° 41420, 2018) y el Reglamento Unión Europea (2023).

Referente a los resultados de la caracterización microbiológica, según el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:17 Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos (Decreto N° 41420, 2018), en el apartado “7. Grupos de alimentos de acuerdo con el origen o tecnología aplicada en su elaboración”, no existe un subgrupo de alimentos que regule la cascarilla del café pergamino. No obstante, se utiliza como referencia un producto con características similares en su proceso de elaboración del tostado, siendo este el siguiente: “Grupo 15. Bocadillos, boquitas, semillas y nueces: comprende todos los tipos de alimentos como aperitivo, semillas, nueces. 15.2 Subgrupo del alimento: semillas y nueces”. Por consiguiente, para *Salmonella* spp. el límite permitido es Ausencia en 25 g, y para *Escherichia coli* < 3 NMP/g o < 10 UFC/g, por lo que el resultado obtenido es conforme a la especificación.

Para los resultados de recuento de hongos y recuento de levaduras, no existen límites de referencia en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:17 Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos (Decreto N° 41420, 2018). En el apartado 6.2.1, sobre los factores de riesgo, en la tabla referente al grado de preocupación respecto a la utilidad y el riesgo para la salud, se indica que el recuento de colonias aerobias, mohos y levaduras no representa un “peligro directo para la salud, contaminación general, reduce la vida útil, deterioro incipiente.” Debido a lo anterior, los resultados para el recuento de levaduras y hongos en la cascarilla del café pergamino son aceptables (tabla 11).

De igual manera, en el Grupo 15. Bocadillos, boquitas, semillas y nueces del Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:17 Alimentos. Criterios

Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos (Decreto N° 41420, 2018), no se obtiene referencia sobre los límites para *Staphylococcus aureus*. Para otros grupos de alimentos se observó que los límites se encuentran en un rango de 10 UFC/g hasta 10^3 UFC/g, por lo que los resultados obtenidos (tabla 11) en la cascarilla del café pergamino son aceptables.

Además, para los resultados de aflatoxinas totales y determinación de ocratoxinas, se utilizó como referencia lo establecido en el Reglamento Unión Europea 2023/915 relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos (Reglamento Unión Europea 2023/915, 2023), en el cual se establece que para las aflatoxinas el límite es 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y para la ocratoxina A, 3 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Esta referencia se emplea debido a que, a nivel nacional, no existe una normativa que establezca los límites de micotoxinas en la cascarilla del café pergamino. Únicamente se encontró la regulación del contenido máximo de aflatoxinas que debe contener el maní (Decreto N° 27964, 1999), que establece que para las aflatoxinas no debe superar los 15 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Cabe mencionar que, según Masterton y Hurley (2009), 1 ppb es equivalente a 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$, por lo que los resultados obtenidos (tabla 11) son aceptables.

Por otra parte, como se menciona en el CODEX ALIMENTARIUS CXC 69-2009 (2009), los hongos productores de ocratoxina tipo A requieren condiciones favorables durante cierto período de tiempo para crecer y producir la toxina. La cantidad de agua disponible es el factor más importante a considerar. En general, un máximo de a_w de 0,67 a 0,70 y un contenido de humedad < 12,5 % (base húmeda) es suficiente para proteger el café apergaminado de daños por hongos.

4.2.2. Análisis de composición química

Se analizó una muestra de cascarilla de café pergamino tostada. A continuación, en la tabla 12, se presentan los resultados obtenidos por parte del laboratorio del CITA.

Tabla 12

Resultados de la composición química de la Cascarilla del café pergamino tostada y molida. Lote: 280124-1.

Análisis	Resultado
Grasa cruda	0,2986 ± 0,0049 g/100 g
Fibra soluble	1,21 ± 0,24 g/100 g
Fibra insoluble	4,60 ± 0,90 g/100 g
Fibra total	5, 81 g/100 g
Humedad por TGA	1,970 ± 0,047 g/100 g
Cenizas por TGA	0,730 ± 0,018 g/100 g
Proteína (N x 6,25)	2,556 ± 0,016 g/100 g

Fuente: Datos de los informes enviados por el laboratorio CITA, anexo 3.

De acuerdo con los datos obtenidos y su comparación con la tabla 3, “Composición química de la cascarilla del café pergamino reportada por diferentes autores [Sánchez y Anzola (2012), Barrera y Sánchez (2020), Gottstein et al. (2021)]”, se observa que el contenido de grasa en la cascarilla de café es de 0,3 g/100 g, un valor menor en comparación con el reportado en la literatura, donde se menciona un rango de 1,6-2,8 g/100 g. Además, se determinó un contenido de humedad de 1,97 g/100 g, inferior al reportado, lo que indica que este subproducto es muy estable desde el punto de vista de la inocuidad.

Por otro lado, el contenido de cenizas es de 0,73 g/100 g, un valor distinto al mencionado en la literatura, que brinda un rango de 5,6-9,5 g/100 g. En cuanto a la proteína, la cascarilla posee 2,56 g/100 g, un contenido menor que el reportado en

investigaciones previas, donde se establece un rango de 12-22 g/100 g (ver tabla 3) [Sánchez y Anzola (2012), Barrera y Sánchez (2020), Gottstein et al. (2021)].

Con respecto a la fibra, macronutriente principal que motivó la realización de esta investigación, la cascarilla de café pergamino analizada tiene un contenido de fibra total de 5,81 g/100 g, de los cuales 1,21 g/100 g corresponden a fibra soluble y 4,60 g/100 g a fibra insoluble. Al comparar este resultado con los datos reportados en la literatura, cuyos valores más recientes se compilaron en la tabla 3, se observa que los valores obtenidos están muy por debajo del rango reportado, el cual va de 35,86 g/100 g (Barrera y Sánchez, 2020) a 70,15 g/100 g (Sánchez y Anzola, 2012).

Como menciona Zuleta (2015), debido a la complejidad de los compuestos que conforman la fibra dietética total, la comunidad científica ha enfrentado dificultades para definir un método analítico que logre cuantificar este macronutriente en su totalidad, lo cual podría influir en la diferencia de resultados obtenidos en diversos estudios. Esta autora señala, además, que existen distintos métodos para determinar la fibra dietética y que “el método gravimétrico se aplica a los análisis de rutina, por ejemplo, para la rotulación de alimentos, mientras que las técnicas cromatográficas descritas, por su complejidad y por la información que brindan, se emplean más en investigación” (párr. 1). Autores como Masson (2016) refuerzan la idea de que no existe un único método que cuantifique todas las fibras presentes en una matriz alimentaria.

En el presente estudio, el método empleado por el CITA para el análisis del contenido de fibra en la cascarilla del café pergamino fue el método enzimático-

gravimétrico (tampón fosfato), correspondiente al AOAC 993.19 para la fibra dietética soluble y al AOAC 991.42 para la fibra dietética insoluble. Algunos estudios mencionan que este método puede subestimar ciertas fracciones de la fibra dietética presentes en el alimento (McCleary, 2023).

Por su parte, Phillips et al. (2021) indican, como resultado de un estudio sobre la fibra presente en plátanos, que los resultados varían en función de la composición del alimento específico, por lo que la composición química de la matriz de la cascarilla también podría influir en los resultados obtenidos.

Si se analizan los métodos empleados en diferentes estudios, se observa que Barrera y Sánchez (2020) utilizaron un método químico-gravimétrico, el cual mide principalmente la fibra cruda y, debido a la hidrólisis, puede degradar una gran parte de la hemicelulosa, celulosa y lignina, subestimando la fibra dietética total. En cuanto al estudio de Gottstein et al. (2021), estos investigadores realizaron el análisis de fibra mediante el método enzimático-gravimétrico/cromatográfico, lo que les permitió incluir fibras dietéticas insolubles, solubles y solubles de bajo peso molecular (LMSDF). Por su parte, Sánchez y Anzola (2021) utilizaron el método de Prosky, un método enzimático-gravimétrico para el análisis de la fibra dietética total (soluble e insoluble).

Por otra parte, el análisis realizado en el presente estudio no cuantifica fracciones de fibra de bajo peso molecular, como la inulina y los fructo-oligosacáridos, que podrían estar presentes en la cascarilla de café pergamino.

Para cuantificar la cantidad total de fibra, el método más recomendado es el enzimático-gravimétrico/cromatográfico (AOAC 2009.01), que, mediante HPLC, permite cuantificar todas las fracciones: el almidón resistente, las fibras de alto peso molecular (solubles e insolubles) y las fibras de bajo peso molecular, como inulina, fructo-oligosacáridos, oligosacáridos de galactosa y maltodextrinas resistentes (Masson, 2017). Este método es el utilizado por Gottstein et al. (2021), quien reportó un contenido de fibra total de $67,0 \pm 1,0$ % en *Coffea arabica*, motivo por el cual se tomó como referencia para el desarrollo de las propuestas de uso de la cascarilla de café pergamino en el presente estudio.

Otra posible razón que podría haber influido en los resultados de contenido de fibra muy bajos es el rendimiento de la hidrólisis. La eficiencia de las enzimas utilizadas, proteasa y amiloglucosidasa, podría no haber descompuesto correctamente los componentes de la muestra, lo que habría generado una subestimación de la fibra.

En conclusión, los datos reportados por los diferentes estudios tomados como referencia, así como los obtenidos en el presente proyecto de graduación, se basaron en métodos analíticos distintos, lo que sugiere la necesidad de continuar analizando la fibra con otras metodologías para valorar el potencial completo de la cascarilla de café pergamino. Además, puede ser necesario realizar pruebas para adaptar o estandarizar el método a la matriz específica de la cascarilla de café.

4.3. Objetivo 3: Desarrollo dos productos alimenticios en el área de panificación y bebidas

Para evaluar la viabilidad técnica del uso de cascarilla de café pergamino, se desarrollaron propuestas para un pan de molde y una bebida en polvo conocida como horchata. En ambos casos, se partió de una fórmula de referencia a la que se le realizaron ajustes en la adición de la cascarilla de café, con el fin de obtener un producto aceptable para los potenciales consumidores.

4.3.1. Formulación pan de molde con fibra

4.3.1.1. Formulación de referencia

El 07 de abril de 2024 se elaboró una fórmula de referencia de pan de molde tradicional con el propósito de estandarizar su proceso de elaboración. En la tabla 13 se describen las cantidades de las materias primas y el procedimiento de preparación de un pan de molde tradicional.

Tabla 13

Cantidades de las materias primas y preparación de un pan de molde tradicional

Marca	Materia prima	Porcentaje
Nacarina	Harina todo propósito	55,89 %
Fleishman	Levadura instantánea	0,60 %
Laica	Azúcar	3,28 %
Dos pinos	Leche 2 % grasa	37,26 %
Clover	Manteca	2,24 %
Sal sol	Sal	0,75 %
	Total	100,00 %

A continuación, se describen los pasos del procedimiento estandarizado para elaborar el pan de molde:

1. Colocar la harina, la sal y mezclar.
2. Añadir la leche, azúcar y levadura instantánea.
3. Mezcle hasta incorporar.
4. Añada la manteca y amase hasta obtener un bollo liso y parejo.
5. Colocar en un *bowl*, cubrir y dejar reposar por 30 minutos.
6. Retire la masa del *bowl*, estirla de forma rectangular y luego enrollar haciendo presión para que la masa se adhiera por completo.
7. Colocar dentro de un molde 20x12 previamente engrasado.
8. Hacer presión para distribuir la masa de forma pareja. Cubrir y dejar leudar hasta que la masa alcance 3/4 del alto del molde.
9. Espolvorear un poco de harina por encima y realizar 2 cortes diagonales en la superficie.
10. Cubrir nuevamente y dejar leudar hasta que la masa alcance el borde del molde.
11. Hornear a temperatura media/alta (180°C/ 356°F) durante 35 minutos.
12. Retirar el horno, desmoldar y dejar enfriar.

Figura 7

Resultado prueba para la formulación del pan de molde utilizada como referencia



Se obtiene un pan esponjoso, suave y homogéneo, de color amarillo pálido, sin hundimientos ni deformaciones (ver figura 7). Posee notas típico del pan, con notas ligeramente dulces o a levadura. El pan es suave y fácil de masticar. El

producto tiene buen perfil y característico a un pan de molde; por lo tanto, la fórmula queda como referencia para la elaboración del pan con fibra de cascarilla de café.

4.3.1.2. Prueba 1

El 13 de abril del año 2024 se realizó la primera prueba de pan de molde con adición de la cascarilla del café pergamino para evaluar la textura y consistencia (ver figura 8). Se agregó una cantidad de cascarilla del café pergamino aproximada para que, basándose en un contenido teórico de fibra de 67 %, el contenido final en el pan sea cercano a la denominación “alta fuente de fibra”. Las cantidades de materias primas utilizadas para esta prueba se ven reflejadas en la tabla 14.

Tabla 14

Cantidad de las materias primas utilizadas para establecer el pan molde como alta fuente de fibra

Marca	Materia prima	Porcentaje
Nacarina	Harina todo propósito	53,04 %
Fleishman	Levadura instantánea	0,57 %
Laica	Azúcar	3,11 %
Dos pinos	Leche 2 % grasa	35,36 %
Clover	Manteca	2,12 %
Sal sol	Sal	0,71 %
Caficultor	Cascarilla de café pergamino	5,09 %
	Total	100,00 %

Figura 8

Resultado prueba 1 del pan de molde con la formulación para alta fuente de fibra



Se obtuvo un pan de molde similar a un pan integral. Es importante mencionar que, en esta ocasión, al tratarse de la primera prueba exploratoria en un pan, se utilizó cascarilla de café pergamino con un grado de tostado alto, lo que se refleja en el color del producto.

Por otro lado, el pan posee un olor y sabor agradables; sin embargo, el sabor y el olor característicos de la cascarilla de café pergamino resultan bastante predominantes. En cuanto a la textura, el producto se comporta muy bien y queda firme, pero, al momento de consumirlo, puede resultar un poco incómodo, ya que contiene una gran cantidad de fibra, lo cual dificulta su ingestión. Se recomienda disminuir el contenido de cascarilla.

4.3.1.3. Prueba 2

El 26 de abril de 2024 se realizó nuevamente una prueba de pan de molde con cascarilla de café pergamino para evaluar la textura y la consistencia del producto con una menor cantidad de cascarilla. Para esta prueba, se aumentó la cantidad de azúcar y levadura, y se agregó sabor a vainilla con el fin de enmascarar

parcialmente el sabor de la cascarilla de café pergamino (ver figura 9). Las cantidades de materias primas utilizadas para esta prueba se presentan en la tabla 15.

Figura 9

Resultado de la prueba 2 con menos cascarilla del café pergamino y con sabor vainilla



Tabla 15

Cantidad de las materias primas utilizadas con menos cascarilla del café pergamino, aumento de levadura, azúcar y con sabor vainilla para la elaboración del pan molde

Marca	Materia prima	Porcentaje
Nacarina	Harina todo propósito	53,38 %
Fleishman	Levadura instantánea	0,71 %
Laica	Azúcar	7,12 %
Dos pinos	Leche 2 % grasa	32,03 %
Clover	Manteca	2,14 %
Sal sol	Sal	0,36 %
Vainol	Sabor vainilla	0,71 %
Caficultor	Cascarilla de café pergamino	3,56 %
	Total	100,00 %

El producto presenta una coloración diferente, ya que se utilizó cascarilla de café con un grado de tostado medio previamente definido. En esta ocasión, se observa que el pan posee un color café claro, una buena textura, similar a la de un pan de molde, y un sabor ligeramente más dulce, con un matiz de vainilla muy tenue, casi imperceptible.

Al momento de ingerirlo, el producto resulta más fácil de consumir; no se percibe incómodo al masticarlo y es agradable al paladar. Sin embargo, debido a su contenido de fibra (67 % según la literatura consultada), no puede ser declarado como “alta fuente de fibra” ni como “fuente de fibra”, ya que su contenido es demasiado bajo.

Si bien el producto tiene un sabor agradable, se recomienda eliminar la vainilla, pues no aporta el efecto esperado. Asimismo, se sugiere disminuir el contenido de azúcar, dado que la intención no es ofrecer un pan dulce, sino uno que pueda acompañarse con ingredientes dulces o salados; por lo tanto, el pan debe tener un sabor más neutro. Además, se recomienda aumentar la cantidad de cascarilla de café para incrementar el contenido de fibra y lograr que el producto pueda ser declarado, al menos, como fuente de fibra.

4.3.1.4. Prueba 3

El 26 de abril de 2024 se realizó una prueba de pan de molde con cascarilla para evaluar su textura y consistencia. En esta ocasión, se utilizó una menor cantidad de cascarilla de café pergamino y se aumentó la levadura (ver figura 10).

Las cantidades de materias primas utilizadas en esta prueba se presentan en la tabla 16.

Tabla 16

Cantidad de las materias primas utilizadas con menos cantidad de cascarilla del café pergamino y con más levadura para la elaboración del pan molde

Marca	Materia prima	Porcentaje
Nacarina	Harina todo propósito	54,79 %
Fleishman	Levadura instantánea	0,76 %
Laica	Azúcar	3,35 %
Dos pinos	Leche 2 % grasa	31,96 %
Clover	Manteca	2,28 %
Sal sol	Sal	0,76 %
Caficultor	Cascarilla de café pergamino	6,09 %
	Total	100,00 %

Nota: Se sigue el mismo procedimiento de preparación descrito en la prueba 1.

Figura 10

Resultado de la prueba 3 con menos cantidad de cascarilla del café pergamino y con más levadura para la elaboración del pan molde



En la tercera prueba, se logró obtener un color y un sabor de pan bastante agradable al paladar. Se trata de un producto muy similar a un pan integral, con una textura suave y firme. El pan no se desmorona, tiene un sabor característico a pan y no se percibe el sabor de la cascarilla de café pergamino.

En cuanto al contenido de fibra, el producto fue ajustado a nivel de fórmula para que pueda ser declarado como fuente de fibra, según el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para población a partir de 3 años (Decreto N.º 37295, 2012). Esta receta queda establecida como la fórmula oficial del pan de molde con fibra para ser evaluada en el grupo focal.

Con respecto al contenido nutricional, en la figura 11 se presentan las tablas elaboradas con base en el contenido teórico de referencia y en el contenido real de fibra, según los análisis realizados a la cascarilla de café pergamino. Cabe mencionar que el contenido de fibra fue establecido con el objetivo de que el producto pueda ser declarado como “fuente de fibra”.

El Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para población a partir de 3 años (Decreto N.º 37295, 2012) establece que, para que un producto con fibra pueda ser declarado como “fuente”, “adicionado”, “enriquecido” o “fortificado”, deberá contener no menos de 3 g por cada 100 g, 1,5 g por cada 100 kcal o 1,5 g por porción de alimento.

Para el desarrollo de los productos, se consideró el valor de 1,5 g de fibra por porción de alimento, mientras que la demás información nutricional se obtuvo a

partir de los datos nutrimentales que aporta cada ingrediente en la fórmula. Como resultado, se presentan las siguientes tablas nutricionales (ver figura 11).

Figura 11

Tablas nutricionales del pan de molde con fibra, a la izquierda (a) dato teórico de la cascarilla del café pergamino con un 67 % y a la derecha (b) dato real de la cascarilla del café pergamino con un 5,81 %

Información Nutricional	
16 porciones por empaque Tamaño de porción: (40g) 1 rebanada	
Cantidad por porción	
Calorías 120 kcal/500 KJ	
Calorías por grasa 10 kcal/ 50KJ	
	%Valor Diario
Grasa total 1 g	1%
Sodio 120 mg	6%
Carbohidratos totales 24 g	9%
Fibra dietética 2 g	7%
Azúcares añadidos 1 g	
Proteína 3 g	6%
*Porcentaje de VRN (Valor de Referencia del Nutriente) según FAO/OMS basado en una dieta de 2000 Kcal (8373 KJ).	

Información Nutricional	
16 porciones por empaque Tamaño de porción: (40g) 1 rebanada	
Cantidad por porción	
Calorías 120 kcal/500 KJ	
Calorías por grasa 10 kcal/ 50KJ	
	%Valor Diario
Grasa total 1 g	1%
Sodio 120 mg	6%
Carbohidratos totales 24 g	9%
Fibra dietética Menos de 1 g	1 %
Azúcares añadidos 1 g	
Proteína 3 g	6%
*Porcentaje de VRN (Valor de Referencia del Nutriente) según FAO/OMS basado en una dieta de 2000 Kcal (8373 KJ).	

Como se aprecia en la figura 11, si la declaración se hace con la información del contenido de fibra reportado, basada en los datos brindados por Gottstein et al. (2020) para *C. arabica* (67 g/100 g) y de acuerdo con la formulación aceptada desde el punto de vista sensorial, es posible declarar el producto como “fuente de fibra”, con un contenido de 2 g —basado en reglas de redondeo— y un VRN del 7 %. Esto lo convierte en un producto atractivo por su valor nutricional. Sin embargo, al considerar el contenido real de fibra según los resultados obtenidos, se observa que la cantidad presente en el pan es mucho menor. Por lo tanto, no se podría declarar

fuente de fibra según lo establecido en el reglamento nacional.

Es importante destacar que, aunque la adición de la cascarilla no permite hacer una declaración nutricional como fuente de fibra, este subproducto aportó al pan de molde un color atractivo, similar al de un pan integral tradicional. Por esta razón, podría considerarse su uso como colorante en productos de panadería.

4.3.2. Formulación de bebida de horchata

4.3.2.1. Prueba 1

El 25 de abril del año 2024 se realizó la primera prueba de horchata para analizar su perfil de sabor, color y textura, así como su comportamiento con una cantidad reducida de cascarilla de café pergamino. A continuación, en la tabla 17 se describen las cantidades de las materias primas y el proceso de preparación de la bebida de horchata.

Tabla 17

Cantidad de materia prima para la elaboración de una bebida de horchata

Proveedor	Materia prima	Porcentaje
Doña María Laica	Azúcar corriente	81,76 %
Maizena	Fécula de maíz	1,23 %
Escazú	Canela en polvo	1,42 %
Badía	Clavo de olor molido	0,47 %
Don César	Harina de arroz	9,45 %
Great Value	Maní molido	2,84 %
Caficultor	Cascarilla de café	2,84 %
	Total	100,00 %

A continuación, se describen los pasos del procedimiento estandarizado para elaborar la horchata:

1. Pesar cada ingrediente que contiene la fórmula.
2. Agregar cada ingrediente a un recipiente para mezclar.
3. Mezclar manualmente por 2 minutos para incorporar todos ingredientes.
4. Agregar 1 L de leche a un recipiente, luego agregar la mezcla en polvo de horchata.
5. Mezclar a mano constantemente hasta que se disuelva el azúcar.
6. Servir para consumir.

Una vez mezclado el producto con leche, se pudo apreciar que la bebida carecía de dulzura, tenía una consistencia demasiado espesa, le faltaba maní y presentaba un sabor intenso a clavo de olor. En cuanto al contenido de cascarilla, se percibía de manera equilibrada y no resultaba incómodo al paladar.

4.3.2.2. Prueba 2

El 26 de abril del año 2024 se realizó una nueva prueba de horchata para analizar su perfil de sabor, color y textura. En esta ocasión, se redujeron las cantidades de algunos ingredientes, ya que la bebida tenía un sabor demasiado intenso. A continuación, en la tabla 18, se describen las cantidades de las materias primas.

Tabla 18

Cantidad de materia prima para la elaboración de una bebida de horchata con disminución de ingredientes

Proveedor	Materia prima	Porcentaje
Doña María Laica	Azúcar corriente	77,55 %
Maizena	Fécula de maíz	0,96 %
Escazú	Canela en polvo	1,45 %
Badia	Clavo de olor molido	0,29 %
Don César	Harina de arroz	12,04 %
Great Value	Maní molido	4,82 %
Caficultor	Cascarilla de café	2,89 %
	Total	100,00 %

Se percibe mejor el producto, con sabores más equilibrados y similares a una bebida de horchata tradicional. Sin embargo, la consistencia sigue siendo muy espesa, por lo que es necesario reducir aún más la cantidad de fécula, así como disminuir el clavo de olor y el maní. Por otra parte, se recomienda aumentar ligeramente la cantidad de canela para resaltar su perfil.

4.3.2.3. Prueba 3

El 27 de abril del año 2024 se realizó una nueva prueba de horchata para analizar su perfil de sabor, color y textura. En esta ocasión, se ajustaron las cantidades de ingredientes para equilibrar los sabores. A continuación, en la tabla 19 se describen las cantidades de las materias primas.

Tabla 19

Cantidad de materia prima para la elaboración de una bebida de horchata con disminución de ingredientes

Proveedor	Materia prima	Porcentaje
Doña María Laica	Azúcar corriente	81,36 %
Maizena	Fécula de maíz	0,28 %
Escazú	Canela en polvo	1,56 %
Badia	clavo de olor molido	0,24 %
Don César	Harina de arroz	7,57 %
Great Value	Maní molido	5,20 %
Caficultor	Cascarilla de café	3,78 %
	Total	100,00 %

Con esta fórmula se obtiene un buen perfil de horchata, con sabor y color adecuados, dulce y agradable; se perciben algunas notas de maní, por lo que se sugiere reducir aún más su cantidad y aumentar la cascarilla de café para que el producto pueda ser declarado fuente de fibra, según lo establece el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 Etiquetado Nutricional de Productos

Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para población a partir de 3 años (Decreto N°37295, 2012) y los datos referenciales de la literatura.

4.3.2.4. Prueba 4

El 07 de mayo del año 2024 se realizó una nueva prueba de horchata para analizar su perfil de sabor, color y textura (ver figura 12). Se agregó la cantidad necesaria de cascarilla de café para que la bebida pueda ser etiquetada como fuente de fibra. A continuación, en la tabla 20 se describen las cantidades de las materias primas.

Tabla 20

Cantidad de materia prima para la elaboración de una bebida de horchata con disminución de ingredientes

Proveedor	Materia prima	Porcentaje
Doña María Laica	Azúcar corriente	75,27 %
Splenda	Sucralosa	0,03 %
Maizena	Fécula de maíz	0,30 %
Escazú	Canela en polvo	1,65 %
Badia	clavo de olor molido	0,25 %
Don César	Harina de arroz	8,00 %
Great Value	Maní molido	4,50 %
Caficultor	Cascarilla de café	10,00 %
	Total	100 %

Figura 12

Resultado de la prueba 4 con la cantidad de cascarilla del café pergamino para ser fuente de fibra, en la elaboración de la bebida de horchata



El producto presenta un perfil sensorial similar al de una horchata tradicional, con un aroma agradable y característico de esta bebida. Los sabores están equilibrados y la textura es ligeramente espesa, propia de la horchata. Según la información teórica sobre el contenido de fibra de la cascarilla reportada por Gottstein et al. (2021), la cantidad añadida se calculó en función de la porción utilizada para preparar un vaso de 250 ml, lo cual permite su declaración como fuente de fibra.

En cuanto al etiquetado nutricional, en la figura 13 se presenta la tabla con dos alternativas: (a) contenido de fibra teórico (67 g/100 g) y (b) contenido de fibra real (5,81 g/100 g). Es importante recalcar que el contenido de fibra, según la referencia de Gottstein et al. (2021), fue utilizado como base para la posible declaración de la horchata como “fuente de fibra”. El Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para población a partir de 3

años (Decreto N°37295, 2012) establece que, para que un producto con fibra pueda ser declarado como “fuente, adicionado, enriquecido o fortificado”, debe contener no menos de 3 g por 100 g, 1.5 g por 100 kcal o por porción de alimento.

Para el desarrollo de los productos, se consideró el dato de 1,5 g de fibra por porción de alimento, y el resto de la información nutricional se obtuvo a partir de los datos nutrimentales de cada ingrediente en la fórmula.

Figura 13

Tablas nutricionales de la Horchata, a la izquierda (a) dato teórico de la cascarilla del café pergamino con un 67 % y a la derecha (b) dato real de la cascarilla del café pergamino con un 5,81 %

Información Nutricional	
20 porciones por empaque Tamaño de porción: 25 g para 1 vaso de 250 mL	
Cantidad por porción:	
Calorías 100 kcal /400KJ	
Calorías por grasa 5 kcal/ 25 KJ	
	%Valor Diario
Grasa total 0,5 g	1 %
Sodio 0 mg	0%
Carbohidratos totales 24 g	10%
Fibra dietética 2 g	7%
Azúcares añadidos 19 g	
Proteína Menos de 1 g	1%
*Porcentaje de VRN (Valor de Referencia del Nutriente) según FAO/OMS basado en una dieta de 2000 Kcal (8373 KJ).	

Información Nutricional	
20 porciones por empaque Tamaño de porción: 25 g para 1 vaso de 250 mL	
Cantidad por porción:	
Calorías 100 kcal /400KJ	
Calorías por grasa 5 kcal/ 25 KJ	
	%Valor Diario
Grasa total 0,5 g	1 %
Sodio 0 mg	0%
Carbohidratos totales 24 g	10%
Fibra dietética Menos de 1 g	1%
Azúcares añadidos 19 g	
Proteína Menos de 1 g	1%
*Porcentaje de VRN (Valor de Referencia del Nutriente) según FAO/OMS basado en una dieta de 2000 Kcal (8373 KJ).	

4.3.3. Grupo focal

Se llevó a cabo un grupo focal con la participación de 10 personas funcionarias de la Universidad Técnica Nacional (UTN), Sede Atenas,

seleccionadas por su afinidad con el consumo de pan y bebidas tradicionales como la horchata. El objetivo de este análisis fue evaluar las percepciones, preferencias y aceptación general de los productos desarrollados, considerando aspectos como sabor, textura, aroma, apariencia y potencial atractivo en el mercado.

Los comentarios brindados permitieron obtener información valiosa para identificar fortalezas del producto y áreas de mejora, contribuyendo a un enfoque más preciso en su desarrollo y comercialización.

El pan de molde destacó por su color, sabor y textura agradables al paladar, además de su semejanza con un pan integral comercial. Se resaltaron características como esponjosidad, consistencia y suavidad, así como su atractivo color café oscuro y la apariencia de la corteza. Asimismo, generó interés el hecho de que el producto fuera elaborado con cascarilla de café pergamino para aportar fibra a su valor nutricional, ya que esta se integró bien en el perfil del pan. Por último, las personas participantes indicaron estar dispuestas a pagar entre 1600 y 2200 colones por el producto.

En cuanto a la horchata, se percibió como una excelente bebida tradicional, pues cumple con el perfil de sabor deseado y evoca su versión más tradicional. Sus notas especiadas de canela, maní y arroz fueron características distintivas del producto. Además, no se percibió incomodidad al consumirla y el hecho de que se ofrezca en polvo la convierte en una bebida versátil y conveniente. Las personas participantes indicaron que estarían dispuestas a comprar el producto a un precio aproximado entre 1000 y 2000 colones.

En general, ambos productos generaron una percepción positiva, destacando su calidad sensorial, versatilidad y beneficios nutricionales, lo que sugiere un buen nivel de aceptación y un alto potencial de éxito en el mercado.

4.4. Objetivo 4: Viabilidad comercial de la obtención y uso de la cascarilla del café pergamino

El presente estudio permitió evaluar el potencial económico del aprovechamiento de la cascarilla de café pergamino en alimentos, mediante un análisis de la oferta y la demanda de productos derivados. Se identificaron oportunidades de mercado, factores de competitividad y la viabilidad de los productos desarrollados.

4.4.1. Análisis de oferta del pan de molde con fibra

Se exploró la oferta actual de pan integral en el mercado costarricense, evaluando las diversas marcas y presentaciones, así como las estrategias de diferenciación utilizadas.

El análisis consideró variables como la presentación del pan en gramos, la información de la etiqueta nutricional, la cantidad de fibra presente en cada unidad, la empresa productora, la marca bajo la cual se comercializa y el precio de venta. El objetivo fue determinar la cantidad de fibra presente en cada unidad y el precio promedio de venta por gramo. Todo esto se detalla en la tabla 21.

4.4.1.1. Análisis de oferta pan integral






Tabla 21

Análisis de la oferta del pan integral en diferentes supermercados del país

Imagen ilustrativa	Tipo de producto	Presentación (g)	Fibra	Empresa	Maxipalí	Walmart	Pricesmart	Auto-mercado	Mas x menos	Precio	Precio por gramo
		770	2g/rebanada de 45g	BROHDERS	No hay	No hay	¢2595	No hay	No hay	¢2595	¢3,37
		770	3g/rebanada de 45g	BROHDERS	No hay	No hay	¢2595	No hay	No hay	¢2595	¢3,37
		630	1,8/ 29,17 g rebanada	BIMBO	No hay	No hay	¢3395	No hay	No hay	¢3395	¢5,39








Fuente: Datos de los supermercados y puntos de venta indicados (2024).

Continuación de la **Tabla 21***Análisis de la oferta del pan integral en diferentes supermercados del país*

Imagen ilustrativa	Tipo de producto	Presentación (g)	Fibra	Empresa	Maxipalí	Walmart	Pricesmart	Auto-mercado	Mas x menos	Precio	Precio por gramo
		730	0,9/30,42g rebanada	Tilupan	₡1720	₡1740	No hay	No hay	₡1750	₡1736	₡2,38
		800	1,3/30,72 g rebanada	Tulipán	No hay	No hay	No hay	₡1715	No hay	₡1715	₡2,14
		630	1,8 /29,17g	BIMBO	₡1660	₡1820	No hay	₡1915	₡1,840	₡1808,75	₡2,87

Fuente: Datos de los supermercados y puntos de venta indicados (2024).

Continuación de la **Tabla 21***Análisis de la oferta del pan integral en diferentes supermercados del país*

Imagen ilustrativa	Tipo de producto	Presentación (g)	Fibra	Empresa	Maxipalí	Walmart	Pricesmart	Auto-mercado	Mas x menos	Precio	Precio por gramo
		530	1,8g/29,44g	BIMBO	₡1690	₡1680	No hay	₡1765	₡1,690	₡1706,25	₡3,22
		535	2,1g/33,44g	BIMBO	₡1810	₡1820	No hay	₡1915	₡1840	₡1846,25	₡3,45
 		600	3g/37,5 g	BIMBO	₡1880	₡2150	No hay	₡2180	₡2150	₡2090	₡3,48







Fuente: Datos de los supermercados y puntos de venta indicados (2024).

Continuación de la **Tabla 21***Análisis de la oferta del pan integral en diferentes supermercados del país*

Imagen ilustrativa	Tipo de producto	Presentación (g)	Fibra	Empresa	Maxipalí	Walmart	Pricesmart	Auto-mercado	Mas x menos	Precio	Precio por gramo
		600	1,5g/37,5g	BIMBO	₡1880	₡2150.00	No hay	₡2180	₡2150	₡2090	₡3,48
		600	1,4 g/37,5g	BIMBO	₡1880	₡2150.00	No hay	₡2180	₡2150	₡2090	₡3,48
		750	menos de 2 g/32g	GRANIX	₡2230	₡2250	No hay	₡2440	₡2270	₡2297,5	₡3,06







Fuente: Datos de los supermercados y puntos de venta indicados (2024).

Continuación de la **Tabla 21***Análisis de la oferta del pan integral en diferentes supermercados del país*

Imagen ilustrativa	Tipo de producto	Presentación (g)	Fibra	Empresa	Maxipalí	Walmart	Pricesmart	Auto-mercado	Mas x menos	Precio	Precio por gramo																																				
		500	3,4g/	KONIG	No hay	₡2150	No hay	No hay	No hay	₡2150	₡4,30																																				
	 INFORMACION NUTRICIONAL Nutrition Facts Porciones por envase (Serving Size): 10 Porción/Serving Size: 2 Rebanadas / 2 Slices (51.4 g approx.) Nutrition Exchange: 2 Slice= 1½ Carb Calculated for average ingredients per Serving Energy/Energy (kcal) 145 <table border="1"><thead><tr><th></th><th>% DV*</th><th>% DV**</th></tr></thead><tbody><tr><td>Grasa Total/Total Fat***</td><td>4.0 g</td><td>6.3%</td></tr><tr><td>Grasa Saturada / Saturated Fat</td><td>0.0 g</td><td>0.0%</td></tr><tr><td>Grasa Trans / Trans Fat</td><td>0.0 g</td><td>—</td></tr><tr><td>Grasa monoinsaturada/monounsaturated fat</td><td>0.0 g</td><td>—</td></tr><tr><td>Grasa poliinsaturada/polyunsaturated fat</td><td>3.0 g</td><td>—</td></tr><tr><td>Coolesterol / Cholesterol</td><td>0 mg</td><td>0%</td></tr><tr><td>Fibra / Fiber</td><td>2.0 g</td><td>8.0%</td></tr><tr><td>Carbohidratos Total / Total Carb</td><td>21.0 g</td><td>8.4%</td></tr><tr><td>Almidón / Starch / Amyl</td><td>0.0 g</td><td>0%</td></tr><tr><td>Azúcar añadido/Added Sugar</td><td>0.0 g</td><td>0%</td></tr><tr><td>Proteína / Protein</td><td>4.0 g</td><td>8.0%</td></tr></tbody></table> <small>*Percent Daily Values are based on a diet of other people's secrets. **Percent Daily Values are based on a diet of other people's secrets. ***Percent Daily Values are based on a diet of other people's secrets. This bread does not have any added fat.</small>		% DV*	% DV**	Grasa Total/Total Fat***	4.0 g	6.3%	Grasa Saturada / Saturated Fat	0.0 g	0.0%	Grasa Trans / Trans Fat	0.0 g	—	Grasa monoinsaturada/monounsaturated fat	0.0 g	—	Grasa poliinsaturada/polyunsaturated fat	3.0 g	—	Coolesterol / Cholesterol	0 mg	0%	Fibra / Fiber	2.0 g	8.0%	Carbohidratos Total / Total Carb	21.0 g	8.4%	Almidón / Starch / Amyl	0.0 g	0%	Azúcar añadido/Added Sugar	0.0 g	0%	Proteína / Protein	4.0 g	8.0%	500	2g/rebanada de 25,7g	KONIG	No hay	₡2250	No hay	₡2,180	₡2270	₡2233,33	₡4,47
	% DV*	% DV**																																													
Grasa Total/Total Fat***	4.0 g	6.3%																																													
Grasa Saturada / Saturated Fat	0.0 g	0.0%																																													
Grasa Trans / Trans Fat	0.0 g	—																																													
Grasa monoinsaturada/monounsaturated fat	0.0 g	—																																													
Grasa poliinsaturada/polyunsaturated fat	3.0 g	—																																													
Coolesterol / Cholesterol	0 mg	0%																																													
Fibra / Fiber	2.0 g	8.0%																																													
Carbohidratos Total / Total Carb	21.0 g	8.4%																																													
Almidón / Starch / Amyl	0.0 g	0%																																													
Azúcar añadido/Added Sugar	0.0 g	0%																																													
Proteína / Protein	4.0 g	8.0%																																													
	 INFORMACION NUTRICIONAL Nutrition Facts Porciones por envase (Serving Size): 10 Porción/Serving Size: 1 Rebanada (51.4 g approx.) Nutrition Exchange: 1 Slice = 1½ Carb Calculated for average ingredients per Serving Energy/Energy (kcal) 150 <table border="1"><thead><tr><th></th><th>% DV*</th><th>% DV**</th></tr></thead><tbody><tr><td>Grasa Total/Total Fat***</td><td>3.0 g</td><td>4.8%</td></tr><tr><td>Grasa Saturada / Saturated Fat</td><td>0.0 g</td><td>0.0%</td></tr><tr><td>Grasa Trans / Trans Fat</td><td>0.0 g</td><td>—</td></tr><tr><td>Grasa monoinsaturada/monounsaturated fat</td><td>0.0 g</td><td>—</td></tr><tr><td>Grasa poliinsaturada/polyunsaturated fat</td><td>3.0 g</td><td>—</td></tr><tr><td>Coolesterol / Cholesterol</td><td>0 mg</td><td>0%</td></tr><tr><td>Fibra / Fiber</td><td>4.8 g</td><td>19.2%</td></tr><tr><td>Carbohidratos Total / Total Carb</td><td>23.1 g</td><td>9.2%</td></tr><tr><td>Almidón / Starch / Amyl</td><td>0.0 g</td><td>0%</td></tr><tr><td>Azúcar añadido/Added Sugar</td><td>0.0 g</td><td>0%</td></tr><tr><td>Proteína / Protein</td><td>4.0 g</td><td>8.0%</td></tr></tbody></table> <small>*Percent Daily Values are based on a diet of other people's secrets. **Percent Daily Values are based on a diet of other people's secrets. ***Percent Daily Values are based on a diet of other people's secrets. This bread does not have any added fat.</small>		% DV*	% DV**	Grasa Total/Total Fat***	3.0 g	4.8%	Grasa Saturada / Saturated Fat	0.0 g	0.0%	Grasa Trans / Trans Fat	0.0 g	—	Grasa monoinsaturada/monounsaturated fat	0.0 g	—	Grasa poliinsaturada/polyunsaturated fat	3.0 g	—	Coolesterol / Cholesterol	0 mg	0%	Fibra / Fiber	4.8 g	19.2%	Carbohidratos Total / Total Carb	23.1 g	9.2%	Almidón / Starch / Amyl	0.0 g	0%	Azúcar añadido/Added Sugar	0.0 g	0%	Proteína / Protein	4.0 g	8.0%	500	4,8g/23,1g rebanada	KONIG	No hay	₡2790	No hay	No hay	No hay	₡2790	₡5,58
	% DV*	% DV**																																													
Grasa Total/Total Fat***	3.0 g	4.8%																																													
Grasa Saturada / Saturated Fat	0.0 g	0.0%																																													
Grasa Trans / Trans Fat	0.0 g	—																																													
Grasa monoinsaturada/monounsaturated fat	0.0 g	—																																													
Grasa poliinsaturada/polyunsaturated fat	3.0 g	—																																													
Coolesterol / Cholesterol	0 mg	0%																																													
Fibra / Fiber	4.8 g	19.2%																																													
Carbohidratos Total / Total Carb	23.1 g	9.2%																																													
Almidón / Starch / Amyl	0.0 g	0%																																													
Azúcar añadido/Added Sugar	0.0 g	0%																																													
Proteína / Protein	4.0 g	8.0%																																													




Fuente: Datos de los supermercados y puntos de venta indicados, (2024).

Continuación de la **Tabla 21***Análisis de la oferta del pan integral en diferentes supermercados del país*

Imagen ilustrativa	Tipo de producto	Presentación (g)	Fibra	Empresa	Maxipalí	Walmart	Pricesmart	Auto-mercado	Mas x menos	Precio	Precio por gramo
		1000	3,1g/41,9g	KONIG	No hay	₡4330	No hay	₡3340	No hay	₡3835	₡3,84
		1000	6,2g/56,1g rebanada	KONIG	No hay	₡4000	No hay	₡3460	₡4500	₡3986,67	₡3,99
		600	2g/37,5g	GRANIX	No hay	₡2100	No hay	No hay	₡2120	₡2110	₡3,52

Fuente: Datos de los supermercados y puntos de venta indicados (2024).

Continuación de la **Tabla 21***Análisis de la oferta del pan integral en diferentes supermercados del país*

Imagen ilustrativa	Tipo de producto	Presentación (g)	Fibra	Empresa	Maxipalí	Walmart	Pricesmart	Auto-mercado	Mas x menos	Precio	Precio por gramo
		600	2g/37,5 g rebanada	GRANIX	No hay	₡2100	No hay	No hay	₡2120	₡2110	₡3,52
		600	2g/37,5g rebanad	GRANIX	No hay	₡2100	No hay	No hay	₡2120	₡2110	₡3,52
		500	4,4g/40g	PEMA	No hay	No hay	No hay	₡2200	No hay	₡2200	₡4,40

Fuente: Datos de los supermercados y puntos de venta indicados (2024).







Continuación de la **Tabla 21**

Análisis de la oferta del pan integral en diferentes supermercados del país

Imagen ilustrativa	Tipo de producto	Presentación (g)	Fibra	Empresa	Maxipalí	Walmart	Pricesmart	Auto-mercado	Mas x menos	Precio	Precio por gramo
											
		680	1,8g /37,78g	OROWEAT	No hay	No hay	No hay	€2385	€2380	€2382,5	€3,50
	PAN INTEGRAL AVENA NUEZ										
		680	1,8g/ 37,78g	OROWEAT	No hay	No hay	No hay	€2385	€2380	€2382,5	€3,50
	PAN INTEGRAL 12 GRANOS										
		680	2,8g/37,78g	OROWEAT	No hay	No hay	No hay	€2385	€2380	€2382,5	€3,50

Fuente: Datos de los supermercados y puntos de venta indicados (2024).







Continuación de la **Tabla 21***Análisis de la oferta del pan integral en diferentes supermercados del país*

Imagen ilustrativa	Tipo de producto	Presentación (g)	Fibra	Empresa	Maxipalí	Walmart	Pricesmart	Auto-mercado	Mas x menos	Precio	Precio por gramo
		500	1,56g/ 39g	Ruisseñor	No hay	No hay	No hay	€2915	No hay	€2915.	€5,83
		540	1,7g/ 30g	BIMBO	No hay	No hay	No hay	€2015	€2,000	€2007. 5	€3,72
		1000	4,1g/ 42,2g	KONIG	No hay	No hay	No hay	€3435	No hay	€3435	€3,44

Fuente: Datos de los supermercados y puntos de venta indicados (2024).

Continuación de la **Tabla 21**

Análisis de la oferta del pan integral en diferentes supermercados del país

Imagen ilustrativa	Tipo de producto	Presentación (g)	Fibra	Empresa	Maxipalí	Walmart	Pricesmart	Auto-mercado	Mas x menos	Precio	Precio por gramo
		1000	4g/33g	Ruisseñor	No hay	No hay	No hay	€3230	No hay	€3230	€3,23
 500 g FUENTE DE CAROTENOIDES SIN AZÚCAR, SIN GRASA		500	2,2g/ 27,7g	KONIG	No hay	No hay	No hay	€2370	No hay	€2370	€4,74
 500 g CARBOHIDRATOS DE ALTO VALOR SIN AZÚCAR, SIN GRASA		500	5g/25,7g	KONIG	No hay	No hay	No hay	€2110	No hay	€2110	€4,22

Fuente: Datos de los supermercados y puntos de venta indicados (2024).


Continuación de la **Tabla 21**

Análisis de la oferta del pan integral en diferentes supermercados del país

Imagen ilustrativa	Tipo de producto	Presentación (g)	Fibra	Empresa	Maxipalí	Walmart	Pricesmart	Auto-mercado	Mas x menos	Precio	Precio por gramo
		500	2,1 g/17,75g	KONIG	No hay	No hay	No hay	₡2925	No hay	₡2925	₡5,85
		850	4g/33g	Ruiseñor	No hay	No hay	No hay	₡3065	No hay	₡3065	₡3,61
 500 g TEXTURA LIVIANA, FORTIFICADO COMPLEJO DE MICRONUTRIENTES		500	3,4g/ 23,1g	KONIG	No hay	No hay	No hay	₡1870	₡2420	₡2145	₡4,29

Fuente: Datos de los supermercados y puntos de venta indicados (2024).

Continuación de la **Tabla 21***Análisis de la oferta del pan integral en diferentes supermercados del país*

Imagen ilustrativa	Tipo de producto	Presentación (g)	Fibra	Empresa	Maxipalí	Walmart	Pricesmart	Auto-mercado	Mas x menos	Precio	Precio por gramo																																													
 <p>1 kg DOBLE PROTEÍNA VEGANO Y LIBRE DE SODIO</p>	<p>Información Nutricional 18 porciones por empaque Porción: 1 Rebanada (56g aprox.)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Cantidad por porción</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Energía (469KJ)</td> <td>112 kcal</td> </tr> <tr> <td>Grasa Total</td> <td>0 g</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Grasa Saturada</td> <td>0 g</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Grasa Trans</td> <td>0 g</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Colessterol</td> <td>0 mg</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Sodio</td> <td>1.6 mg</td> <td>0.1%</td> </tr> <tr> <td>Carbohidratos Totales</td> <td>23.2 g</td> <td>3.9%</td> </tr> <tr> <td>Fibra Dietética</td> <td>6.2 g</td> <td>24.6%</td> </tr> <tr> <td>Azúcar añadido</td> <td>0 g</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Proteína</td> <td>6.3 g</td> <td>12.6%</td> </tr> <tr> <td>Potasio</td> <td>10.3 mg</td> <td>2.0%</td> </tr> <tr> <td>Calcio</td> <td>49.0 mg</td> <td>9.7%</td> </tr> <tr> <td>Hierro</td> <td>1.7 mg</td> <td>7.0%</td> </tr> <tr> <td>Magnesio</td> <td>10.5 mg</td> <td>3.5%</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>% Valor de Referencia del Nutriente (VRN) indica cuánto aporta cada gramo de los nutrientes a la dieta diaria de un adulto promedio. Consulte el etiquetado de los productos para obtener más información. Siempre consulte con su médico si tiene alguna condición de salud preexistente. © 2024 Konig. Todos los derechos reservados. 1 kg/1 kg, 100g.</small></p>	Cantidad por porción			Energía (469KJ)		112 kcal	Grasa Total	0 g	0%	Grasa Saturada	0 g	0%	Grasa Trans	0 g	0%	Colessterol	0 mg	0%	Sodio	1.6 mg	0.1%	Carbohidratos Totales	23.2 g	3.9%	Fibra Dietética	6.2 g	24.6%	Azúcar añadido	0 g	0%	Proteína	6.3 g	12.6%	Potasio	10.3 mg	2.0%	Calcio	49.0 mg	9.7%	Hierro	1.7 mg	7.0%	Magnesio	10.5 mg	3.5%	1000	6,2g/56,1g rebanada	KONIG	No hay	No hay	No hay	€3465	€4640	€4052,5	€4,05
Cantidad por porción																																																								
Energía (469KJ)		112 kcal																																																						
Grasa Total	0 g	0%																																																						
Grasa Saturada	0 g	0%																																																						
Grasa Trans	0 g	0%																																																						
Colessterol	0 mg	0%																																																						
Sodio	1.6 mg	0.1%																																																						
Carbohidratos Totales	23.2 g	3.9%																																																						
Fibra Dietética	6.2 g	24.6%																																																						
Azúcar añadido	0 g	0%																																																						
Proteína	6.3 g	12.6%																																																						
Potasio	10.3 mg	2.0%																																																						
Calcio	49.0 mg	9.7%																																																						
Hierro	1.7 mg	7.0%																																																						
Magnesio	10.5 mg	3.5%																																																						

Fuente: Datos de los supermercados y puntos de venta indicados (2024).

En la actualidad, el mercado ofrece una gran variedad de panes integrales, entre los cuales se encuentran marcas como Bimbo, Konig, Ruiseñor, Oroweat, Granix, Tulipán y Brohders. En general, el rango de peso de estos panes va desde los 500 g hasta los 1 000 g, y su precio promedio es de 2 496 colones.

Entre las características observadas, se destaca que la mayoría de estos productos contienen semillas como ajonjolí, linaza y nueces, lo que contribuye a elevar su contenido de fibra. El promedio de fibra declarado por rebanada es de 3 g, y cada rebanada tiene un peso que varía entre 20 g y 55 g. De acuerdo con el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 “Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para población a partir de 3 años” (Decreto N°37295, 2012), estos productos se consideran “buena fuente” o “altos en fibra”, ya que contienen “no menos de 6 g por cada 100 g, o 3 g por cada 100 Kcal, o el 20 % del VRN por porción”.

4.4.2. Análisis de oferta de la Horchata

La horchata es un producto auténtico y de alta calidad, lo que la convierte en una excelente opción de consumo para el mercado. El objetivo de este análisis fue explorar la oferta actual de horchata artesanal en polvo en Costa Rica.

Se realizaron análisis de la oferta de bebidas de horchata en polvo disponibles en el mercado actual. Este análisis también se llevó a cabo en los principales supermercados del país; sin embargo, al no encontrarse una variedad de opciones, se recurrió a otros sitios web donde se pueden realizar compras. La fecha de consulta fue el 25 de mayo de 2024. Los supermercados analizados


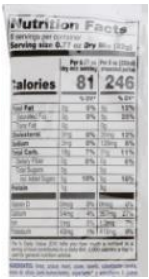


fueron: Walmart, Maxi Pali, Mas x Menos, Automercado, Pricesmart, Mayca y Tramo San Rafael.

El análisis consideró variables como la presentación de las bebidas en gramos, la revisión de la etiqueta nutricional, la cantidad de fibra presente en cada unidad, la empresa productora, la marca con la cual se comercializa y el precio de venta. El objetivo fue determinar la cantidad de fibra presente en cada unidad y el precio promedio de venta por gramo. Los resultados se muestran en la tabla 22.

4.4.2.1. Análisis de oferta bebida de horchata en polvo



Tabla 22

Análisis de la oferta de horchata en diferentes supermercados del país

Imagen ilustrativa	Tipo de producto	Gramos	FIBRA GMS	Empresa	Maxi pali	Walma rt	Price-smart	Auto-mercado	Masx menos	MAYC A	Tramo San Rafael	Precio	Precio por gramo
		175	No posee	Vigui	₺350,00	₺360,00	No hay	No hay	₺360.00	No hay	No hay	₺355,00	₺2,03
		1200	7g/100g	Alimentos Turrialba	No hay	No hay	₺2895,00	No hay	No hay	No hay	No hay	₺2895,00	₺2,41

Fuente: Datos de los supermercados y puntos de venta indicados, 2024

Continuación **Tabla 22***Análisis de la oferta de horchata en diferentes supermercados del país*

Imagen ilustrativa	Tipo de producto	Gramos	FIBRA GMS	Empresa	Maxi pali	Walmart	Price-smart	Auto-mercado	Masx menos	MAYCA	Tramo San Rafael	Precio	Precio por gramo
	No existe	500	No declara	Desinid	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	₡2464,00	No hay	₡2464,00	₡4,93
	No existe	1800	No declara	Lio Te	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	₡4068,00	No hay	No hay	₡2,26
	No existe	250	No declara	Raúl Guillén	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	₡600,00	No hay	₡2,40

Fuente :Datos de los supermercados y puntos de venta indicados (2024),

Se encontraron horchatas de marcas como Vigui, Toscanela, Lio Te, Somi y Santa María. La presentación de estas bebidas varía entre 175 g y 1 800 g, con un rendimiento en litros bastante diverso. El precio promedio es de 2 076 colones. En cuanto al contenido de fibra, solo la marca Toscanela lo declara, y esta contiene 7 g de fibra por cada 100 g de producto en polvo. Sin embargo, al preparar el producto, se utilizan 50 g de polvo para elaborar una porción de 250 ml de bebida terminada, lo que significa que el contenido real por cada vaso que una persona consuma será de 3,5 g. Esto quiere decir que esta bebida de la marca Toscanela puede declarar en sus productos que es “buena fuente” o “alto en fibra”, según el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 “Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para población a partir de 3 años” (Decreto N°37295, 2012).

4.4.3. Productos ofrecidos

4.4.3.1. Pan de molde

Presentación: 650 g

Características:

- a. Listo para consumo
- b. Contiene cascarilla de café pergamino
- c. Producto fresco
- d. Libre de preservantes

Fórmula: en la tabla 16 se establece la fórmula final.

A continuación, en la figura 14 se visualiza una imagen del logo y la marca en que se comercializará la propuesta del producto de pan de molde con fibra.

Figura 14

Marca de comercialización y logo



Empaque primario: Bolsa de polipropileno con una etiqueta.

Empaque secundario: Caja de cartón corrugado.

4.4.3.2. Bebida de horchata en polvo

Presentación: 500 g

Características:

- a. Listo para consumo
- b. Para disolver en agua o leche
- c. Contiene cascarilla de café pergamino

Fórmula: en la tabla 20 se establece la fórmula final.

A continuación, en la figura 15 se visualiza una imagen del logo y la marca en que comercializará la propuesta del producto de la bebida de horchata en polvo.

Figura 15

Marca de comercialización y logo



Empaque primario: Bolsa bilaminada de aluminio y polietileno, con etiqueta.

Empaque secundario: Caja de cartón corrugado.

4.4.4. Selección del mercado

Se realizó el cálculo del consumo per cápita de pan integral y bebida de horchata, acorde con la población de Atenas y con una proyección hasta el 2029, lo que resultó en la demanda proyectada. En la tabla 23 se presenta la información recolectada.

Tabla 23

Cálculo del consumo per cápita por población del mercado seleccionado

Periodo	Población del cantón de Atenas	Consumo per cápita de pan (kg)	Demanda proyectada de pan (kg)	Consumo per cápita de bebidas vegetales (kg)	Demanda proyectada de horchata (kg)
2025	30 652	0,056	626 526,9	0,069	771 970,6
2026	31 038	0,056	634 416,7	0,069	781 692,0
2027	31 333	0,056	640 446,5	0,069	789 121,6
2028	31 628	0,056	646 476,3	0,069	796 551,2
2029	31 922	0,056	652 485,7	0,069	803 955,6

Fuente: INEC (2024)

De acuerdo con la tabla 23, se puede observar que, para la población de Atenas, el consumo de pan en el año 2025 sería de 626,527 kg y el consumo de horchata sería de 771,971 kg, lo que refleja una cantidad considerable de consumo, la cual aumentará conforme a la proyección de crecimiento de la población. Para el año 2029, el consumo de pan sería de 652,485 kg, lo que representaría un aumento aproximado del 4 %, mientras que para la bebida de horchata se proyecta un consumo de 803,956 kg, lo que también reflejaría un aumento del 4 %. Una vez realizado el cálculo de consumo per cápita para cada producto, se determinó la cantidad de producto y su representatividad relativa en el mercado, realizando igualmente la proyección desde el año 2025 hasta el año 2029, tal como se muestra en la tabla 24.

Tabla 24

Determinación de la cantidad de producto con el cual se participa en ese mercado

Periodo	Demanda proyectada de pan en kg	Oferta de pan en kg	Representación. Relativa	Demanda proyectada de horchata en kg	Oferta de horchata en kg	Representación. Relativa
2025	626 526,9	806	0,129 %	771 970,6	1389,5	0,180 %
2026	634 416,7	806	0,127 %	781 692,0	1389,5	0,178 %
2027	640 446,5	806	0,126 %	789 121,6	1389,5	0,176 %
2028	646 476,3	806	0,125 %	796 551,2	1389,5	0,174 %
2029	652 485,7	806	0,124 %	803 955,6	1389,5	0,173 %

De acuerdo con la tabla 24, se puede observar que, tanto para el producto de pan como para la horchata, la demanda proyectada aumenta cada año, lo que podría reflejar un

crecimiento en el mercado o en el consumo de estos productos.

Sin embargo, la disminución de la representación relativa en ambos productos indica que la oferta es insuficiente para cubrir el aumento de la demanda con el tiempo, lo que podría llevar a una escasez en el mercado si las tendencias continúan.

4.4.5. Determinación de la cantidad de producto a producir

En cada fanega recolectada de café, se obtienen diferentes subproductos. A continuación, en la tabla 25 se presenta la cantidad de cada producto obtenido, según la información suministrada por el caficultor en cada proceso, hasta llegar a la cascarilla de café.

Tabla 25

Producción de café, fanega recolectada

Producto	Cantidad en kg
Café total	258
Café pergamino	35
Café grano de oro	28
Cascarilla de café	7

En la temporada del año 2024, el caficultor logró recolectar 50 fanegas de café, de las cuales se presenta a continuación, en la tabla 26, la cantidad total obtenida en cada proceso.

Tabla 26*Producción de café, fanegas recolectadas 2024*

Producto	Cantidad obtenida, kg
Café total	12 900
Café pergamino	1750
Café grano de oro	1400
Cascarilla de café	350
Cascarilla tostada	315
Cascarilla molida y tamizada	308

Se recolectaron 12 900 kg de café, de los cuales, tras realizar el proceso de despulpado, se obtuvieron 1750 kg de grano de café pergamino. Posteriormente, se procedió al secado y trillado, obteniendo 350 kg de cascarilla de café pergamino. Una vez obtenida la cascarilla de café pergamino, se llevó a cabo el tostado y molido del producto, con el fin de ser aprovechado en productos alimenticios, ya que se convierte en un material más fácil de manipular en los nuevos desarrollos.

En la tabla 27 se indica la cantidad de cascarilla de café, cascarilla tostada y cascarilla molida y tostada obtenida durante el año 2024.

Tabla 27*Producción de cascarilla de café en el año 2024*

Producto	Cantidad obtenida, kg
Cascarilla de café	350
Cascarilla tostada	315
Cascarilla molida y tamizada	308

De conformidad con lo anterior, se elaboró la siguiente proyección de oferta de productos para el periodo 2025, cuyo objetivo es la determinación de las unidades a producir por cada producto, considerando la cantidad de cascarilla de café a utilizar y las unidades de producto terminado anuales, mensuales, semanales y diarias. Dicha información se refleja en la tabla 28.

Tabla 28

Producción de los alimentos fabricados con cascarilla de café

Producto	Cantidad de cascarilla a utilizar en kg	Unidades anuales	Unidades mensuales	Unidades semanales	Unidades por día
Bebida de horchata (500 g)	277	2779	231	57	7
Pan de molde integral (650 g)	31	1240	103	25	3

Considerando la cantidad de cascarilla para brindar un valor agregado, se proyecta consumir anualmente una proporción del 90 % para la bebida de horchata en polvo (277 kg) y el 10 % para el pan de molde (31 kg). Esto se debe a que la vida útil de un producto en polvo como la horchata es de aproximadamente 12 meses, mientras que un pan integral sin preservantes tiene una vida útil de 4 días. Por lo tanto, se debe producir menos pan mensualmente.

4.4.6. Determinación de la demanda

4.4.6.1. Consumo per cápita

En un estudio realizado por la Universidad de Costa Rica sobre hábitos alimentarios de la población urbana costarricense, se determinó el consumo diario

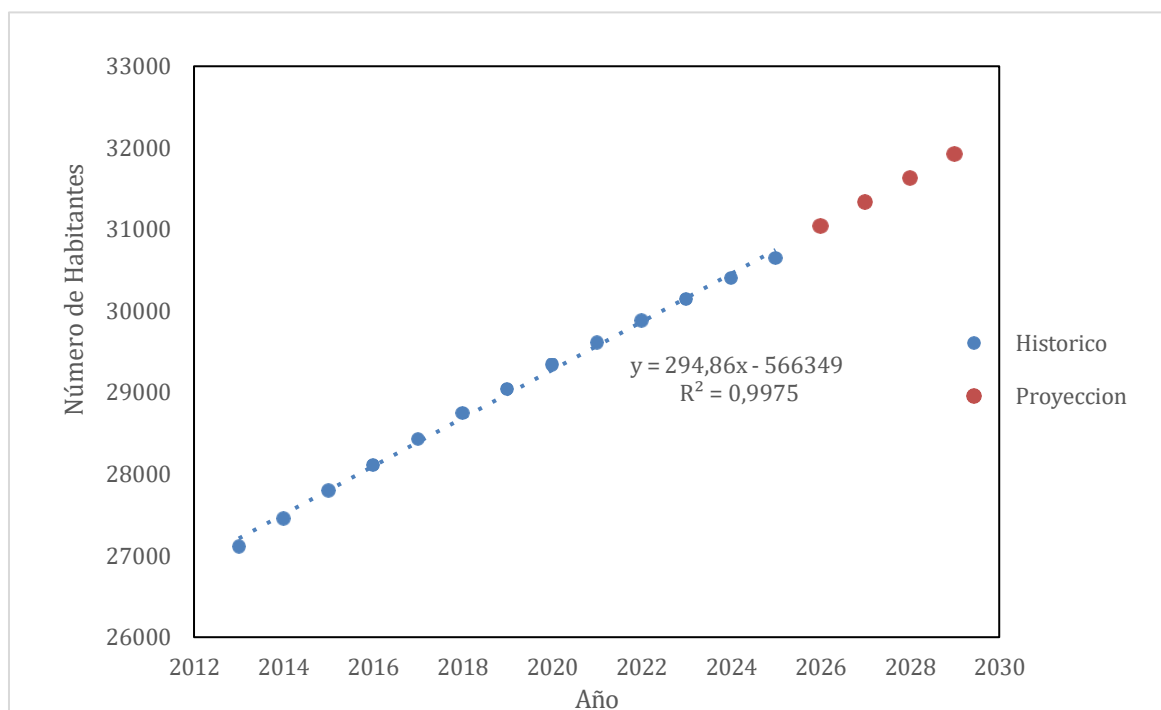
promedio (en gramos) de los grupos de alimentos consumidos por la población urbana costarricense entre 15 y 65 años. En dicho estudio, se muestra que el consumo de pan en la población es de aproximadamente 56 g diarios, mientras que el consumo de leche y bebidas vegetales es de 69 g diarios (Guevara et al., 2019).

4.4.7. Selección del mercado

Para el cálculo de la proyección de consumo per cápita en los próximos años, se tomó en cuenta la población total del cantón de Atenas desde el año 2012 hasta el presente año 2024. Con dicha información, se realizó la proyección de la población, considerando que el crecimiento es exponencial (ver figura 16).

Figura 16

Proyección de la población de Atenas desde el año 2012 hasta el año 2030



Fuente: elaboración propia con base en datos de INEC, 2024.

De acuerdo con la figura 16, la población de Atenas ha mostrado un crecimiento constante y lineal desde 2012 hasta 2024, como lo indican los puntos azules, que están casi perfectamente alineados en una línea recta. Dado que se espera que la población de Atenas continúe aumentando de manera constante, la línea de tendencia sugiere un incremento promedio de aproximadamente 294,86 personas por año. El valor de R^2 indica que se trata de un modelo lineal con una proyección bastante precisa en la representación de los datos históricos. Por lo tanto, la proyección de la población sigue esta tendencia lineal, anticipando un aumento continuo hasta 2030, tal como lo indican los puntos naranjas.

4.4.7.1. Precio de maquila de producto

Considerando que una empresa o panadería pueda realizar la maquila de los productos desarrollados, para facilitar la producción del caficultor y el manejo de los productos terminados, se puede obtener la siguiente información de costos, que se presenta en la tabla 29:

Tabla 29

Precio de unidad por la maquila de pan integral

Panadería	Precio por unidad en colones
Panadería Dulces Regalos y Pastelería	₡ 1128
El hornito casero	₡ 1260

El costo de maquila incluye gastos de materias primas, empaque y etiquetado del producto.

En la tabla 29 se puede observar que los precios de ambas cotizaciones son similares y que ambas panaderías pueden proporcionar las unidades requeridas de

manera semanal para mantener la frescura del producto.

De igual manera, para la elaboración de la bebida de horchata en polvo, se realizó la cotización con una empresa para realizar la maquila. El costo de esta es de ₡1100 por producto de 500 g. Este costo incluye gastos de materias primas, empaque y etiquetado del producto. La compañía puede abastecer con producto fabricado cada tres meses.

4.4.7.1.1. *Margen de ganancia*

Al realizar el producto mediante maquila, se analiza el precio brindado por las panaderías y/o la empresa frente al precio que se oferta en el mercado actual, con el fin de obtener el margen de ganancia que el caficultor podrá obtener por sus productos. Esta información se muestra a continuación en las tablas 30 y 31.

Tabla 30

Comparación de precios de mercado con el de maquila para la obtención del margen de ganancia del pan integral

Panadería	Precio por unidad en colones en el mercado	Precio por unidad en colones	Ganancia obtenida en colones	Margen de ganancia en %
Panadería Dulces Regalos y Pastelería	₡ 2500	₡ 1128	₡ 1372	55 %
El hornito casero	₡ 2500	₡ 1260	₡ 1240	50 %

Con la información obtenida, se logra para el caficultor un margen de ganancia de entre un 50 % y un 55 % del costo del producto, fijando el precio según el promedio de la oferta del mercado.

Tabla 31

Precio de mercado con el de maquila para la obtención del margen de ganancia de la bebida de horchata.

Panadería	Precio por unidad en colones en el mercado	Precio por unidad en colones	Ganancia obtenida en colones	Margen de ganancia en %
Empresa 1	₡ 1403	₡ 1100	₡ 303	22 %

Con la información obtenida, el caficultor logra un margen de ganancia de un 22 % sobre el costo del producto, fijando el precio según el promedio de la oferta del mercado.

Cabe resaltar que, al tratarse de un estudio de viabilidad comercial, se proporciona al caficultor un análisis comparativo de precios y una oferta de maquila para que pueda proyectar su utilidad bruta. Por lo tanto, dentro del costo de maquila no se incluyó el costo de distribución.

4.4.8. Distribución

Los productos serán distribuidos por el caficultor, quien podría colocar el producto de horchata en supermercados o pulperías del centro del cantón, ya que el producto puede permanecer más tiempo en exposición. En cuanto al pan, se sugiere ofrecerlo a cafeterías o restaurantes ubicados en la zona, ya que esto podría generar un mayor consumo y ayudar a promover la exposición de productos locales elaborados por personas del mismo cantón, como es el caso del caficultor. También se puede ofrecer directamente a las personas que deseen consumirlo.

4.4.9. Comunicación

Se sugirió al caficultor realizar publicidad de ambos productos en las principales redes sociales bajo el nombre “Productos alimenticios Doña Hilda”, ya que son mecanismos de comunicación gratuitos, fáciles, rápidos y efectivos.

En Facebook e Instagram se propuso publicar diferentes recetas, promociones y lugares donde se podrán encontrar todos los productos de Doña Hilda.

En WhatsApp, se recomendó crear una cuenta empresarial para publicar los diferentes productos con sus respectivos precios y los lugares donde se pueda realizar la compra directamente con el caficultor.

X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El aprovechamiento de la cascarilla de café pergamino puede permitir al caficultor generar ingresos adicionales al utilizar este subproducto como materia prima para la elaboración de alimentos de consumo humano.

Se diseñaron protocolos de buenas prácticas de manufactura, limpieza y desinfección, así como procedimientos operativos estándar para que el caficultor procese la cascarilla de café de manera inocua, transformando un residuo subutilizado en una materia prima valorizable.

Se estandarizó el proceso de tostado y molienda de la cascarilla de café, comprobándose que está libre de patógenos como *Salmonella spp.*, *E. coli* y *S. aureus*. Además, no contiene ocratoxina A ni aflatoxinas totales.

La cascarilla de café tostada tiene un contenido de fibra dietética total de 5,81 g/100 g, un valor que se encuentra considerablemente por debajo de los reportados en la literatura. Este resultado podría subestimar el contenido de fibra debido a las limitaciones inherentes al método gravimétrico, a diferencia de los métodos cromatográficos o combinados (enzimáticos y cromatográficos), que pueden ofrecer una mejor caracterización de las fibras dietéticas presentes en el alimento y proporcionar datos más precisos. Este aspecto resalta la importancia de seguir explorando nuevas metodologías de análisis de fibra para evaluar de manera integral el potencial de la cascarilla de café pergamino.

Los productos desarrollados a partir de la cascarilla de café lograron una buena aceptación por parte del grupo focal, lo que permitirá al caficultor agregar

valor a su subproducto, aprovechando sus propiedades nutritivas y obteniendo un ingreso económico adicional, promoviendo la economía circular.

En cuanto al margen de ganancia de los productos desarrollados, para el pan de molde con fibra, el caficultor podrá obtener ganancias entre un 50 % y un 55 %, mientras que para la horchata el margen será de un 22 %, lo cual resulta relativamente razonable para obtener un beneficio en sus ingresos.

5.2. Recomendaciones

Es fundamental cumplir con las buenas prácticas higiénicas en el manejo de los alimentos. Por lo tanto, es necesario que el caficultor mantenga sus equipos y herramientas, utilizados en el proceso de café, en un lugar específico destinado exclusivamente para este alimento, de manera que se limite la entrada de polvo y contaminantes externos que puedan mezclarse, ya sea con la cascarilla de café o con el grano de café de oro.

Los análisis realizados por el CITA están avalados mundialmente para analizar la fibra dietética en alimentos, al igual que los demás análisis mencionados. No obstante, es importante estudiar previamente el tipo de método de análisis de fibra a utilizar, junto con las características físicas y químicas de la matriz alimentaria, ya que esto permitirá obtener resultados más exactos y precisos en los futuros trabajos de investigación relacionados con la cascarilla de café pergamino.

Es necesario considerar los costos asociados a los análisis de fibra, ya que estos pueden variar según el laboratorio. Además, es relevante mencionar que un método recomendado, como la cromatografía líquida (HPLC), no se realiza en Costa

Rica. Por lo tanto, al existir una variación en los resultados, como la que se observa en el presente trabajo, queda limitada la disponibilidad de este recurso y el alcance de dicho análisis debido a sus altos costos.

Aunque el pan de molde no puede clasificarse como pan integral según las normativas establecidas por algunas instituciones a nivel mundial, el producto desarrollado posee características muy semejantes en términos de color, olor, textura y sabor. Por ello, se sugiere seguir explorando el aprovechamiento de la cascarilla de café pergamino en el área de panificación, ya que su inclusión permite obtener propiedades sensoriales altamente aceptadas. Esto la convierte en una opción valiosa tanto para su uso combinado con otros alimentos ricos en fibra como para su empleo exclusivo.

Es importante que el caficultor logre establecer un buen canal de distribución de sus productos para mantenerse en el mercado y hacer crecer su emprendimiento.

Es relevante continuar investigando el potencial de la cascarilla de café pergamino como fuente de colorante natural y como proteína alternativa para la industria. Su utilización como colorante natural podría ofrecer una opción más sostenible y atractiva frente a los colorantes artificiales. En cuanto a su contenido proteico, este podría integrarse en productos alimenticios innovadores, especialmente como alternativas vegetales.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos [FDA]. (2024).

Piense en la seguridad alimentaria y evite contraer Salmonella. Food and Drug Administration. <https://www.fda.gov/animal-veterinary/animal-health-literacy/piense-en-la-seguridad-alimentaria-y-evite-contraer-la-salmonella>

Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición [AESAN]. (2024).

Intoxicación por enterotoxinas estafilocócicas. Agencia española de seguridad alimentaria y nutrición, España. https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/intoxicacion_enterotoxinas_estafilococicas.htm

AGQ Labs (2024). *Análisis microbiológicos. Control microbiológico en los alimentos.*

Centro Tecnológico fundamentado en laboratorios de análisis, ensayos avanzados e ingeniería química especializada. España. <https://agqlabs.es/analisis-microbiologico/>

Alanís-García, E.; González-Rubio, P. Y.; Delgado-Olivares, L.; Cruz-Cansino, N.

del S. (2021). Fibra dietética: historia, definición y efectos en la salud. Educación Y Salud Boletín Científico Instituto De Ciencias De La Salud Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo, 9(18), 187-195. <https://doi.org/10.29057/icsa.v9i18.6604>

ALS (2024). *Pruebas sensoriales y de consumo.* Laboratorio global, Nivel 2, 299

Coronation Drive, Milton, Queensland 4064 Australia. <https://www.alsglobal.com/es/technical-services-audit-and-training/sensory-and-consumer-testing>

Arboleda Castro, M. (2021). *Breve introducción a los conceptos de oferta, demanda y mercado*. Facultad de ciencias administrativas y económicas. Departamento de Economía. Universidad ICESI. Colombia.
<https://www.studocu.com/ec/document/universidad-tecnica-particular-de-loja/estadistica/demanda-resumen/30150567>

Ardila Rivero, V. (2021). *Impactos ambientales generados en la producción de café pergamino seco*. Compendios de trabajos de Investigación. Núm. 05 (2021): Núm. 05 (2021): Dinámica Ambiental. Universidad Libre, Colombia.
<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ambiental/article/view/11375>

Arriaga Zacarias, L. Y.; Mejia Sandoval, L. G.; Noriega Yoc, J. A.; Ramírez Isep, R.; Velázquez León, M. A. (2022) *Determinación de ceniza y humedad en los alimentos. Análisis de Alimentos, Instituto Tecnológico de Tapachula, C.P. 30700 Tapachula, México.* <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-tapachula/analisis-de-alimentos/determinacion-de-ceniza-y-humedad/45632762>

Asociación Española del Café [AECAFÉ]. (2024). *Proceso de beneficiado del café*. Asociación Española del café, España.
<https://www.asociacioncafe.com/proceso-de-beneficiado-cafe/>

Barrera López, J.; Sánchez Velandia, P. (2020). *Evaluación de la cascarilla de café como sustituto a las grasas utilizadas en la elaboración de brownies*. Universidades de los Andes Colombia.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/44612>

- Bastidas Barranco, M., Melo Freile, G. y Torres, D. (2019). Análisis exergo ambiental en fuentes no convencionales de energía (fnce): Caso cascarilla de café. *RenovaT*, 2(1), 8-23. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/rnt/article/view/3487/3917>
- Carbajal Azcona, A (2013). *Manual de Nutrición y Dietética*. Universidad Complutense Madrid, España. <https://docta.ucm.es/entities/publication/59da19f8-69fb-49e3-b337-3ea3dd8f9487>
- Carrol, E. (2020). *Grupos focales de consumidores de alimentos y bebidas, ¿Cómo funciona el proceso?* Drive research. Nueva York. <https://www.driveresearch.com/market-research-company-blog/food-and-beverage-consumer-focus-groups-how-does-the-process-work/>
- Chacón, K. y Gutman, D. (2022). *Aprovechamiento de los subproductos del café mediante conceptos de bioeconomía*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). O <https://repositorio.iica.int/handle/11324/21250>
- Cinzia Borrelli, R.; Esposito F.; Napolitano, A.; Ritieni, A. y Fogliano, V. (2004) *Caracterización de un nuevo ingrediente funcional potencial: la cascarilla plateada del café*. *Revista de química agrícola y alimentaria* 52 (5), 1338-1343. 10.1021/jf034974x
- CODEX ALIMENTARIUS. (2009). *Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación de Ocratoxina A en el café*. CXC 69-2009.

<https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/codes-of-practice/es/>

Cortés-Herrera, M., Quirós-Fallas, S., Calderón-Calvo, E., Cordero-Madrugal, R., Jiménez, L., Granados-Chinchilla, F. y Artavia, G. (2021). Nitrogen/protein and one-step moisture and ash examination in foodstuffs: Validation case analysis using automated combustion and thermogravimetry determination under ISO/IEC 17025 guidelines. *Current Research in Food Science* 4, 900–909. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.11.015>

DAWN CORPORATE GIVING. (2023). *Tipos de pan integral: Explora las diferentes opciones*. Productos alimenticios Dawn, Inc. México. <https://www.dawnfoods.com/mx/blog/pan-con-harina-integral-explora-los-diferentes-tipos>

Decreto N° 27964, de 1999 [con fuerza de ley] Regulación del contenido máximo de Aflatoxinas que debe contener el Maní. Costa Rica. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=54630&nValor3=59852&strTipM=TC

Decreto N° 37295, del 2012 [con fuerza de ley]. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 “Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para población a partir de 3 años N° Gaceta: 226. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=54630&nValor3=59852&strTipM=TC

o.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=73307&nValor3=89923&strTipM
=TC

Decreto N° 41420, del 2018 [con fuerza de ley]. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:17 Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos. N° Gaceta: 216.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=87920&nValor3=114653&strTipM=TC

Decreto N°176, del 2006 [con fuerza de ley] Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06 *INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS PROCESADOS. BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA. PRINCIPIOS GENERALES.*
<https://www.comex.go.cr/media/3884/rtca-anexo-33.pdf>

Delgado Trejos, M. (2023) *Valorización de la cascarilla residual del procesamiento agroindustrial del cacao (teobroma cacao l) para su potencial aplicación en infusiones.* (Licenciatura en ingeniería en tecnología de alimentos). Universidad Técnica Nacional. Costa Rica.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA]. (2024). *Hongos en los alimentos: ¿Son peligrosos?*. Food Safety and inspection service, U.S. Department of agriculture. <https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/food-safety-basics/hongos-en-los-alimentos-son>

- ELIKA. (2024a). *Aflatoxinas*. Fundación Vasca para la seguridad alimentaria. Gobierno Vasco. <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/aflatoxinas/>
- ELIKA. (2024b). *Escherichia coli*. Fundación Vasca para la seguridad alimentaria. Gobierno Vasco. <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/escherichia-coli-verotoxigenica/>
- ELIKA. (2024c). *Ocratoxina*. Fundación Vasca para la seguridad alimentaria. Gobierno Vasco. <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/ocratoxina-a/>
- ELIKA. (2024d). *Salmonella*. Fundación Vasca para la seguridad alimentaria. Gobierno Vasco. <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/salmonella/>
- ELIKA. (2024e). *Staphylococcus aureus*. Fundación Vasca para la seguridad alimentaria. Gobierno Vasco. <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/staphylococcus-aureus/#:~:text=Es%20necesario%20que%20S.,provocar%20s%C3%ADntomas%20en%20las%20personas.>
- Espinosa Plascencia, A. y Bermúdez Almada, M. C. (2023). *Las aflatoxinas, un tóxico que continúa presente en los alimentos y sus efectos biológicos en los humanos y en los animales*. Laboratorio de Análisis biológicos, coordinación de ciencia de los alimentos, centro de investigación en alimentación y desarrollo. México. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8996212.pdf>

Euroinnova. (2024). *¿Qué es la investigación exploratoria?* Publicado por Euroinnova Business School S.L. EDUCA EDTECH GROUP, Maracena (Granada). <https://www.euroinnova.com/blog/que-es-la-investigacion-exploratoria>

Federación Nacional de cafeteros de Colombia. (2024) *Cisco*. Colombia. <https://federaciondecafeteros.org/wp/glosario/cisco/#:~:text=La%20pel%C3%A9cula%20que%20cubre%20la, en%20el%20proceso%20de%20trilla.>

Fernández Navarro, A. L. (2019). *Suplementación con pulpa de café deshidratada en vacas lecheras y su efecto sobre producción, calidad de leche y costos de la dieta*. (Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia).

Fundación Iberoamericana de Nutrición [FINUT]. (2020). *Papel de los cereales de grano entero en la Salud*. Informe científico – técnico FINUT 02. Publicado por la Fundación Iberoamericana de Nutrición en colaboración con el International Life Sciences Institute ILSI Nor-Andino. Granada, España. https://www.finut.org/wp-content/uploads/2021/01/Informe-Papel-de-los-CGE-en-la-salud_compressed.pdf

García, E. (2015) *Tratamiento enzimático del pergamino de café para ser usado como fuente de fibra en la elaboración de galletas*. Universidad de Costa Rica. Sistema de Estudios de Posgrado. Tesis sometida a la consideración de la comisión del programa de estudios de posgrado en Ciencia de Alimentos para optar al grado Magistero Scientiae en Ciencia de Alimentos. Costa Rica.

<https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/bitstreams/bfb25899-c15b-4f50-8ffa-fcbb4804f815/download>

Gómez Mora, J. M. (2019). *Modelación del procesamiento agroindustrial del café desde la fruta hasta el café oro*. Universidad de Costa Rica Facultad de Ingeniería de Biosistemas. <https://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2019/10/TFG-JoseMariaGomezM.pdf>

Gómez Parra, N. (2023). *Horchata: ¿Por qué esta bebida se llama así y cuál es el posible origen de la palabra?*. EL TIEMPO Casa Editorial NIT. 860.001.022-7. Colombia. <https://www.eltiempo.com/vida/tendencias/horchata-por-que-esta-bebida-se-llama-asi-y-cual-es-el-posible-origen-de-la-palabra-811189>

Gottau, G. (2021). *Fibra soluble y fibra insoluble: cuáles son las diferencias y en qué alimentos podemos encontrarla*. VITÓNICA. <https://www.vitonica.com/alimentos/fibra-soluble-fibra-insoluble-cuales-sus-diferencias-que-alimentos-podemos-encontrarla-1>

Gottstein, V., Bernhardt, M., Dilger, E., Keller, J., Breitling-Utzmann, C. M., Schwarz, S., Kuballa, T., Lachenmeier, D. W. y Bunzel, M. (2021). Coffee Silver Skin: Chemical Characterization with Special Consideration of Dietary Fiber and Heat-Induced Contaminants. *Foods*, 10(8), 1075. <https://doi.org/10.3390/foods10081705>

Guevara Villalobos, D; Céspedes Vindas, C; Flores Soto, N; Úbeda Carrasquilla, L; Chinnock, A; Gómez, G. y grupo ELANS (2019). *Hábitos alimentarios de la población Urbana costarricense*. Escuela de nutrición, Universidad de Costa

Rica. Departamento de Bioquímica, Escuela de Medicina, Universidad de Costa Rica. <https://emedic.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2023/11/Resultados-ELANS-CR.pdf>

Hacienda SAS. (2023). *Cascarilla de café*. Hacienda ¡3C, Calidad, Competitividad y Cumplimiento! <https://haciendasas.com/cascarilla-de-cafe/>

HANNA INSTRUMENTS. (2024) *¿Qué es el pH?*. Bogotá, Colombia. <https://www.hannacolombia.com/blog/post/447/que-es-el-ph>

HANNA INSTRUMENTS. (2024) *Humedad en los alimentos*. Bogotá, Colombia. <https://www.hannacolombia.com/blog/post/35/humedad-en-los-alimentos>

HARVARD T.H. CHAN. (2022). *La fuente de nutrición. Fibra*. HARVARD T.H. CHAN SCHOOL OF PUBLIC HEALTH. <https://nutritionsource.hsph.harvard.edu/carbohydrates/fiber/>

Instituto de nutrición de Centro América Panamá [INCAP]. (2020). *Análisis sensorial para el control de calidad de los alimentos*. Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá. <https://www.incap.int/index.php/es/noticias/201-analisis-sensorial-para-control-de-calidad-de-los-alimentos>

Instituto del café de Costa Rica [ICAFFE]. (2024). *Historia del café de Costa Rica*. Costa Rica. <https://www.icafe.cr/nuestro-cafe/historia/>

Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura [IICA]. (2020). *Guía práctica de caficultura*. Salvador.

<https://iica.int/sites/default/files/202011/impresion%20GPCAFI%2010.2020.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2022). *Alajuela. Estimación de población y vivienda, 2022*. Alajuela, Costa Rica.
https://admin.inec.cr/sites/default/files/202307/INFOGRAFIA_ESTIM_POB_VIV_2022_ALAJUELA_0.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2023). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2022: Resultados Generales de la Actividad Agrícola Forestal*. San José, Costa Rica.
<https://admin.inec.cr/sites/default/files/202310/reagropecENAAGR%C3%8D COLA2022.pdf>

Janissen, B. y Huynh, T. (2017) *Chemical composition and value-adding applications of coffee industry by products: A review*. (“Composición química y aplicaciones de valor agregado de los subproductos de la industria del café: una revisión”). School of Sciences, RMIT University, PO Box 71, Bundoora, VIC, 3083, Australia. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.001>

Llanos Ramírez, A. C., Pérez Montealegre, A. (2021). *Aprovechamiento de la cascarilla de café como materia prima para el desarrollo de un biocompuesto funcional*. Universidad Autónoma de Occidente, Facultad de Ingeniería, Departamento de Energética y Mecánica. Santiago de Cali.
<https://red.uao.edu.co/handle/10614/13022>

- Luque Guillén, V. (2024) *Estructura y propiedades de las proteínas*. Máster Ingeniería Biomédica. Universidad de Valencia.
https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf
- Madrigal Barrantes, E. y Chavarría Vargas, Y. (2020). *Aprovechamiento de la pulpa residual del proceso agroindustrial del café (coffea arabica) para el desarrollo de productos alimenticios en cooperativas caficultoras* (licenciatura en ingeniería en tecnología de alimentos). Universidad Técnica Nacional. Costa Rica.
- Masson, L. (2016). Fibra dietética, aspectos generales y analíticos. Seminario ACHIPIA: Metodologías analíticas aplicables al Etiquetado Nutricional. Chile.
<https://www.achipia.gob.cl/wp-content/uploads/2016/06/6-M--todos-Fibra-Diet--tica-Dra.-Lilia-Masson.pdf>
- Masterton L. W., Hurley, N. C. (2009) *Chemistry Principles and Reactions, sixth edition*. Brooks / Cole Cengage Learning. Belmont, USA.
https://www.quia.com/files/quia/users/jburk1/Chemistry_Principles_and_Reactions.pdf
- McCleary, B. (2023). Measurement of Dietary Fiber: Which AOAC Official Method of AnalysisSM to Use. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 106(4), 917–930.
<https://academic.oup.com/jaoac/article/106/4/917/7147892>
- McGraw Hill España (2024). *La Oferta, la demanda y el mercado*.
<https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448181042.pdf>

Median Romero, M.; Hurtado Tiza, D.; Muñoz Murillo J.; Ochoa Cervante, D y Izundegui Ordóñez, G. (2023). *Método mixto de investigación: Cuantitativo y cualitativo*. Instituto Universitario de innovación, ciencia y tecnología. Perú. Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2023-05408 <https://doi.org/10.35622/inudi.b.105>

Méndez Ventura, L. (2020). *Manual de prácticas de análisis de alimentos*. Universidad Veracruzana, Facultad de química farmacéutica biológica. Manual de análisis de alimentos. Xalapa, Veracruz, México. <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Analisis-de-Alimentos-1.pdf>

Morón, C., Zacarías, I. y de Pablo, S. (1997). Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], Chile. <https://www.fao.org/4/ah833s/AH833S00.htm#Contents>

National Coffee Association of USA, Inc. (2024). *¿Qué es el café?* <https://www.ncausa.org/about-coffee/what-is-coffee>

Organización de consumidores y usuarios [OCU]. (2022). *Cómo se procesa el café: del cafeto a la cafetera*. Organización de los consumidores y usuarios. España. <https://www.ocu.org/alimentacion/cafe/informe/procesado-del-cafe>

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2018). *E. coli*. Organización mundial de la salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2023). *Micotoxinas*. Organización mundial de la salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact->

sheets/detail/mycotoxins#:~:text=La%20ocratoxina%20A%2C%20producida%20por,las%20especies%20y%20el%20regaliz.

Phillips, K., McGinty, R., Couture, G., Pehrsson, P., McKillop, K. y Fukagawa, N. (2021). Dietary fiber, starch, and sugars in bananas at different stages of ripeness in the retail market. *PLoS ONE* 16(7): e0253366. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253366>

Preciado-Saldaña, A., Ruiz-Canizales, J., Villegas-Ochoa, J.A. y González-Aguilar, G. (2022). Aprovechamiento de subproductos de la industria agroalimentaria. Un acercamiento a la economía circular. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 23 (2). <https://www.redalyc.org/journal/813/81373798002/html/>

Príncipe, L. (2022). *¿Cómo funcionan los grupos focales de investigación consumidores de alimentos y bebidas?* CIVICOM, Marketing research services. <https://www.civicomrs.com/how-do-food-and-beverage-consumer-research-focus-groups-work/>

Pullas Vergara, D. R. (2021). *Aprovechamiento del residuo de procesamiento del café (pulpa de café y pulpa de tamarindo) para la fabricación de una bebida energética natural*. Universidad Central del Ecuador Facultad de Ingeniería Química.

Raffino. (5 de agosto de 2021). *Per cápita*. Enciclopedia Concepto. <https://concepto.de/per-capita/>.

Reglamento Unión Europea 2023/915, del 2023 [con fuerza de ley]. Relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos. La Comisión Europea.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R0915>

Reis, R; Tienne, L; Souzaa, D; Marqués, M° F; Monteirob, S. (2020) *Caracterización de pergamino de café y tratamiento innovador de explosión de vapor para obtener celulosa microfibrilada como potencial refuerzo compuesto*. Revista de investigación y tecnología de materiales. Volumen 9, Número 4, páginas 9412-9421. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.05.099>

Rodríguez López, S. y Vargas Barrantes (2022). *Evaluación de la Viabilidad Técnica del Aprovechamiento de la cascarilla y cáscara de cacao (teobroma cacao) en la elaboración de productos alimentarios*. (Licenciatura en ingeniería en tecnología de alimentos). Universidad Técnica Nacional. Costa Rica.

Rojas Barrera, Edward Andrés; Hernández Ortiz, Gabriela (2022). *Aprovechamiento tecnológico de la pulpa de café en la obtención de un producto vaso biodegradable*. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería de Alimentos. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1750&context=ing_alimentos

Sánchez, D. y Anzola, C. (2012). Caracterización química de la película plateada del café (*Coffea arabica*) en variedades Colombia y Caturra. *Revista Colombiana De Química*, 41(2), 211-225.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/73073/39370-175230-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Serna Jiménez, J. A.; Torres Valenzuela, L. S.; Martínez Cortínez, K.; Hernández Sandoval, M. C. (2018). *Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos*. Programa académico de ingeniería agroindustrial Universidad la Gran Colombia-Seccional Armenia (UGCA), Colombia. DOI: <http://dx.doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018006>. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-100X2018000100037&script=sci_arttext

Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología (2021). *¿Qué son los carbohidratos?* México. https://endocrinologia.org.mx/pdf_pacientes/22_Recomendaciones_alimentacion_saludable.pdf

Statista. (2023). *Ranking de los 15 principales países productores de café a nivel mundial en 2023 (en miles de sacos de 60 kg). Región mundial*. <https://es.statista.com/estadisticas/600243/ranking-de-los-principales-productores-de-cafe-a-nivel-mundial/>

Suazo Ubieta, Taryn D. (2020). *Caracterización morfológica y molecular de café (Coffea arabica L.) variedad Catrenic proveniente de las fincas CENECOOP-Fedecaruna y El Rosal Nicaragua, Laboratorio de Biotecnología, UNAN-Managua, 2018-2020*. Recinto Universitario Rubén Darío Facultad de Ciencias

e Ingeniería Departamento de Química, Carrera Química Industrial. Nicaragua.
<https://repositorio.unan.edu.ni/14575/1/14575.pdf>

TENTAMUS. (2024). *Análisis sensorial de los alimentos*. TENTAMUS LABS FOR LIFE. España. <https://www.tentamus.es/analisis-de-laboratorio/analisis-sensorial/>

TRACE ANALYTICS. (2021). *Contaminación por levaduras: pruebas de aire, gas y superficies*. Laboratorio TRACE Analytics LLC. <https://www.airchecklab.com/es/servicios-2/pruebas-microbianas-de-aire-comprimido/contaminacion-por-levaduras/#:~:text=Algunas%20especies%20importantes%20de%20levaduras,a%20los%20procesos%20de%20descontaminaci%C3%B3n.>

Universidad de Guadalajara. (2024). *Clasificación general de las fuentes de información*. Red universitaria de Jalisco, México. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/portal/clasificacion-general-de-las-fuentes-de-informacion>

Velásquez, R. (2021). *Guía de variedades de café y selección de semilla*. Asociación Nacional del café-ANCAFE-. Cuarta edición. Guatemala. <https://www.anacafe.org/uploads/file/4f91ff8c819a44548ce5f54900fb4e88/Guia-variedades-y-seleccion-semilla.pdf>

Vicerrectoría Administrativa y Financiera. (2024). *Oferta y demanda e incidencia de los precios*. Universidad Tecnológica de Pereira. Educación Financiera. Barrio

Álamos, Colombia. <https://vicerrectorias.utp.edu.co/administrativa/oferta-y-demanda-e-incidencia-de-los-precios/>

Vilcanqui Pérez, F. y Vílchez Perales, C. (2017) Fibra dietaría: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 67(2). <https://www.alanrevista.org/ediciones/2017/2/art-10/>

Williams B.A., Mikkelsen D., Flanagan B.M., Gidley M.J. (2019) “Dietary fibre”: moving beyond the “soluble/insoluble” classification for monogastric nutrition, with an emphasis on humans and pigs. *J Anim Sci Biotechnol*. doi: 10.1186/s40104-019-0350-9.

Zelaya, N., Diaz, J., Amador, M. y Lemus, M. (2022). *Plan de marketing digital para caobas vivero y café*. Universidad tecnológica centroamericana UNITEC. Facultad de ciencias administrativas y sociales. San Pedro Sula, Cortés. Honduras. <https://repositorio.unitec.edu/handle/123456789/10656>

Zheng Li, Chuntang Zhang, Yuan Zhang, Wei Zeng, Igor Cesarino, (2021). *Paredes celulares del café: composición, influencia en la calidad de la taza y oportunidades para mejorar el café*, *Calidad y seguridad de los alimentos*, Volumen 5, 2021, fyab012, Food Quality and safety <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyab012>














Zuleta, A. (2015). Estudio crítico de los métodos oficiales aplicados a la determinación de las principales fracciones de fibra alimentaria. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, ALAN, 65 (Suplemento 1). <https://www.alanrevista.org/ediciones/2015/suplemento-1/art-97/>

XII. ANEXOS

Anexo 1 Pruebas preliminares del tostado de la cascarilla del café pergamino

Tabla 32

Resumen de pruebas preliminares para definir los parámetros del proceso de tostado de la cascarilla de café pergamino

Prueba N°	Temperatura, °C	Tiempo, min	Características de la cascarilla tostada	Tamaño de partícula	Imagen cascarilla tostada	Imagen cascarilla molida y tamizada
Cascarilla sin tostar	0	0	Color paja claro; estructura dura, difícil de masticar y moler; olor característico a cáscara de café pergamino. No se percibe un cambio con respecto a la que o lleva tratamiento térmico.		No aplica	No se logra moler
1	150	xx	Color paja claro; estructura dura, difícil de masticar y moler; olor característico a cáscara de café pergamino. No se percibe un cambio con respecto a la que o lleva tratamiento térmico.			No se logra moler
2	180°C	60	Color café claro; estructura medianamente dura; olor a cáscara de café pergamino, sabor medianamente frutal, verde.			
3	180°C	90	Color café medio oscuro; estructura mas quebradiza; y olor característico a cascarilla de café pergamino, sabor medianamente frutal, verde.			
4	190°C	35	Color café claro; estructura medianamente dura; olor característico a cascarilla de café pergamino; sabor medianamente frutal, verde			
5	190°C	45	Color café claro; estructura medianamente dura; olor característico a cascarilla de café pergamino; sabor medianamente frutal, verde, levemente sabor a café.			
6	210°C	15	Color café claro; estructura quebradiza, olor característico a cascarilla de café pergamino; sabor medianamente frutal, leve o bajo sabor a café.			
7	210°C	20	Color café oscuro; estructura quebradiza, olor característico a cascarilla de café pergamino, quemado, leve a café . Sabor moderado a café ligeramente quemado y poc frutal			

Anexo 2

Resultados de los análisis microbiológicos



INFORME RESULTADOS

Informe No. **551687-24**

Nombre Cliente **Andrea Chaves Buzano - Melissa Alfaro Solorzano**

Dirección

Teléfono Fijo

Descripción de Muestra

Fecha de Recepcion **02-04-2024** Fecha Análisis **04-04-2024** Fecha Reporte **04-04-2024**

Muestra **Materia Prima: Cascarilla del café pergamino tostada y molida. Lote: 280124-1.**

Responsable: Muestreo/Recolección de muestra **Cliente¹: Desinid**

Fecha Muestreo **02-04-2024** Procedimiento Muestreo **Muestreado por cliente**

ANÁLISIS

Código Ensayo	Ensayo	Metodo	Resultado ²		Valor Referencia ³
ME-14	Aflatoxinas totales**	ELISA	< 4	ppb	N/A



INFORME RESULTADOS

Informe No. **551686-24**

Nombre Cliente **Andrea Chaves Buzano - Melissa Alfaro Solorzano**

Dirección

Teléfono Fijo

Descripción de Muestra

Fecha de Recepcion **02-04-2024** Fecha Análisis **02-04-2024** Fecha Reporte **04-04-2024**

Muestra **Materia Prima: Cascarilla del café pergamino tostada y molida. Lote: 280124-1.**

Responsable: Muestreo/Recolección de muestra **Cliente¹**

Fecha Muestreo **02-04-2024** Procedimiento Muestreo **Muestreado por cliente**

ANÁLISIS

Código Ensayo	Ensayo	Metodo	Resultado ²		Valor Referencia ³
ME-27	<i>Escherichia coli</i> *	AOAC 991.14, AOAC 998.08 AOAC 986.33 AOAC 989.10.	< 10	UFC / g	N/A



INFORME RESULTADOS

Informe No. **551683-24**Nombre Cliente **Andrea Chaves Buzano - Melissa Alfaro Solorzano**

Dirección

Teléfono Fijo

Descripción de Muestra

Fecha de Recepcion **02-04-2024** Fecha Análisis **02-04-2024** Fecha Reporte **08-04-2024**Muestra **Materia Prima: Cascarilla del café pergamino tostada y molida. Lote: 280124-1.**Responsable: Muestreo/Recolección de muestra **Cliente¹**Fecha Muestreo **02-04-2024** Procedimiento Muestreo **Muestreado por cliente**

ANÁLISIS

Código Ensayo	Ensayo	Metodo	Resultado²		Valor Referencia³
ME-02	Recuento de Hongos*	BAM-FDA AOAC On line 2001	4.0x10 ¹	UFC / g	N/A



INFORME RESULTADOS

Informe No. **551684-24**Nombre Cliente **Andrea Chaves Buzano - Melissa Alfaro Solorzano**

Dirección

Teléfono Fijo

Descripción de Muestra

Fecha de Recepcion **02-04-2024** Fecha Análisis **02-04-2024** Fecha Reporte **08-04-2024**Muestra **Materia Prima: Cascarilla del café pergamino tostada y molida. Lote: 280124-1.**Responsable: Muestreo/Recolección de muestra **Cliente¹**Fecha Muestreo **02-04-2024** Procedimiento Muestreo **Muestreado por cliente**

ANÁLISIS

Código Ensayo	Ensayo	Metodo	Resultado²		Valor Referencia³
ME-02	Recuento de Levaduras*	BAM-FDA AOAC On line 2001	< 10	UFC / g	N/A



INFORME RESULTADOS

Informe No. **551688-24**Nombre Cliente **Andrea Chaves Buzano - Melissa Alfaro Solorzano**

Dirección

Teléfono Fijo

Descripción de Muestra

Fecha de Recepcion **02-04-2024** Fecha Análisis **04-04-2024** Fecha Reporte **04-04-2024**Muestra **Materia Prima: Cascarilla del café pergamino tostada y molida. Lote: 280124-1.**Responsable: Muestreo/Recolección de muestra **Cliente¹: Desinid**Fecha Muestreo **02-04-2024** Procedimiento Muestreo **Muestreado por cliente**

ANÁLISIS

Código Ensayo	Ensayo	Metodo	Resultado ²		Valor Referencia ³
ME-39	Determinación de Ocratoxinas**	Veratox-Neogen	< 2	ppb	N/A



INFORME RESULTADOS

Informe No. **551682-24**Nombre Cliente **Andrea Chaves Buzano - Melissa Alfaro Solorzano**

Dirección

Teléfono Fijo

Descripción de Muestra

Fecha de Recepcion **02-04-2024** Fecha Análisis **02-04-2024** Fecha Reporte **05-04-2024**Muestra **Materia Prima: Cascarilla del café pergamino tostada y molida. Lote: 280124-1.**Responsable: Muestreo/Recolección de muestra **Cliente¹:**Fecha Muestreo **02-04-2024** Procedimiento Muestreo **Muestreado por cliente**

ANÁLISIS

Código Ensayo	Ensayo	Metodo	Resultado ²		Valor Referencia ³
ME-64	<i>Salmonella spp</i> *	VIDAS-Easy SLM de la casa Biomereux	Ausencia	/ 25 g	N/A




INFORME RESULTADOS
Informe No. **551685-24**
Nombre Cliente **Andrea Chaves Buzano - Melissa Alfaro Solorzano**
Dirección
Teléfono Fijo [

Descripción de Muestra
Fecha de Recepcion **02-04-2024** **Fecha Análisis** **02-04-2024** **Fecha Reporte** **19-04-2024**
Muestra **Materia Prima: Cascarilla del café pergamino tostada y molida. Lote: 280124-1.**
Responsable: Muestreo/Recolección de muestra **Cliente¹:**
Fecha Muestreo **02-04-2024** **Procedimiento Muestreo** **Muestreado por cliente**
ANÁLISIS

Código Ensayo	Ensayo	Metodo	Resultado ²		Valor Referencia ³
ME-29	<i>Staphylococcus aureus</i> *	AOAC 2003.07, AOAC 2003.08	< 10	UFC / g	N/A

Anexo 3

Resultados de los análisis nutricionales



2/2

SAQ-7692-2024

RE-PRBA#000004 Versión 9 03/11/2023

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS POR NÚMERO DE MUESTRA

# Muestra:	SAQ-7692-1	
Descripción:		
Cascarilla del café pergamino, tostada y molida Lote: 280124-1		
Análisis	Resultado	Método Empleado
Grasa cruda	(0,2986 ± 0,0049) g/100 g	920.85 AOAC, P-SA-MQ-005
Fibra soluble	(1,21 ± 0,24) g/100 g	993.19 AOAC
Fibra insoluble	(4,60 ± 0,90) g/100 g	991.42 AOAC
Humedad por TGA	(1,970 ± 0,047) g/100 g	Cortés-Herrera, C.; Quirós-Fallas, S.; Calderón-Calvo, E.; Cordero-Madrigal, R.; Jiménez, L.; Granados-Chinchilla, F.; Artavia, G. (2021) Current Research in Food Science, 4, 900-909. DOI: 10.1016/j.crf.2021.11.015
Cenizas por TGA	(0,730 ± 0,018) g/100 g	Cortés-Herrera, C.; Quirós-Fallas, S.; Calderón-Calvo, E.; Cordero-Madrigal, R.; Jiménez, L.; Granados-Chinchilla, F.; Artavia, G. (2021) Current Research in Food Science, 4, 900-909. DOI: 10.1016/j.crf.2021.11.015
Proteína (N x 6,25)	(2,556 ± 0,016) g/100 g	Cortés-Herrera, C.; Quirós-Fallas, S.; Calderón-Calvo, E.; Cordero-Madrigal, R.; Jiménez, L.; Granados-Chinchilla, F.; Artavia, G. (2021) Current Research in Food Science, 4, 900-909. DOI: 10.1016/j.crf.2021.11.015

GRACIELA
ARTAVIA
GONZALEZ
(FIRMA)

Digitally signed by
GRACIELA ARTAVIA
GONZALEZ (FIRMA)
Date: 2024.05.23
11:03:49 -06'00'



Licenciada en Química
Graciela Artavia Gonzalez
N.I.2601

Emitido por: Lic. Graciela Artavia González

GERENTE TÉCNICO

LABORATORIO QUÍMICO DE ALIMENTOS

***** ÚLTIMA LINEA *****

Anexo 4

Preguntas generadoras (focus group) Preguntas generadoras

1. ¿Qué tan frecuente es su consumo de pan?
 - 3.9. ¿Qué tipo de pan consumen? ¿Han comido pan integral o con fibra?
 - 3.10. ¿Qué características sensoriales espera de un pan integral?
 - 3.11. ¿En su dieta alimenticia hay consumo de fibra? ¿Cómo la consume?
 - 3.12. ¿Sabe que es la cascarilla del café pergamino?

Preguntas específicas y de cierre

- 3.13. ¿Cuál es la característica que más le gusta del pan de molde con fibra? ¿Por qué?
- 3.14. ¿Cuál es la característica que más le disgusta del pan de molde con fibra? ¿Por qué?
- 3.15. ¿Optaría por comprar un producto de este tipo?
- 3.16. ¿Cuáles son las razones por las que usted decidiría comprar o no este producto?
- 3.17. ¿Qué precio estaría dispuesto a pagar por una unidad de este producto?
 - a) Entre 1000- 1500
 - b) Entre 1600- 2100
 - c) Más de 2200
- 3.18. ¿Han consumido Horchata?
- 3.19. ¿Qué tan frecuente es su consumo de horchata?
- 3.20. ¿Qué características sensoriales espera de una bebida horchata?
- 3.21. ¿Cuál es la característica que más le gusta de una bebida de horchata? ¿Por qué?
- 3.22. ¿Cuál es la característica que más le disgusta? ¿Por qué?
- 3.23. ¿Optaría por comprar un producto de este tipo?
- 3.24. ¿Cuáles son las razones por las que usted decidiría comprar o no este producto?
- 3.25. ¿Qué precio estaría dispuesto a pagar por una unidad de estos productos?
 - a) Entre 1000- 1500
 - b) Entre 1600- 2100
 - c) Más de 2200

Anexo 5

Procedimiento de BPM

Procedimiento de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la obtención de la cascarilla del café pergamino	Versión: 02 Elaborado: 29/11/2023 Actualizado: 30/03/2024
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------

Objetivo

Estandarizar las buenas prácticas de manufactura durante el proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino (*Coffea arabica*) variedad San Isidro de la zona de Turrubares para su potencial uso como materia prima en la elaboración de productos alimenticios.

Definiciones

Buenas prácticas de manufactura: condiciones de infraestructura y procedimientos establecidos para todos los procesos de producción y control de alimentos, bebidas y productos afines, con el objeto de garantizar la calidad e inocuidad de dichos productos según normas aceptadas internacionalmente.

Condiciones Generales

- Los alrededores del sitio de proceso deberán mantenerse en buenas condiciones para proteger contra la contaminación.
- Los equipos y utensilios deben estar situados en zonas no expuestas a contaminación física, química y biológica, y/o actividades industriales que constituyan una amenaza grave de contaminación de los alimentos.
- El agua que se utilice en las operaciones de limpieza y desinfección de equipos debe ser potable.
- Las superficies de trabajo que vayan a estar en contacto con los alimentos deben ser sólidas, duraderas y fáciles de limpiar, mantener y desinfectar. Ser de material liso, no absorbente y no tóxico, e inerte a los alimentos, a los detergentes y a los desinfectantes utilizados en condiciones de trabajo normales. No se permite el uso de madera u otros materiales porosos.
- No se debe permitir la acumulación de desechos en las áreas de manipulación y de almacenamiento del café pergamino o en otras áreas de trabajo, tampoco en zonas circundantes.
- Los recipientes para desechos deben ser lavables y tener tapadera para evitar que atraigan insectos y roedores. El depósito general de los desechos debe ubicarse alejado de las zonas de procesamiento de alimentos.
- Disponer de medios adecuados y en buen estado para lavarse y secarse las manos higiénicamente. El jabón debe ser líquido, antibacterial y estar colocado en su correspondiente

Procedimiento de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la obtención de la cascarilla del café pergamino	Versión: 02 Elaborado: 29/11/2023 Actualizado: 30/03/2024
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------

dispensador. Proveer toallas de papel y rótulos que indiquen al trabajador como lavarse las manos.

Responsable

Es responsabilidad del productor garantizar la inocuidad y cumplimiento de especificaciones de proceso de la obtención de la cascarilla del café pergamino.

Prácticas higiénicas

- Toda persona trabajadora debe lavarse las manos con jabón líquido antibacterial antes de manipular la cascarilla. Importante recordar, lavarse las manos después de llevar a cabo cualquier actividad no laboral como comer, beber, sonarse la nariz o ir al servicio sanitario.



Ilustración 1 Procedimiento para el lavado y desinfección de las manos. Fuente: Organización Panamericana de la Salud, de 17 nov 2021

Fuente: <https://www.paho.org/es/noticias/17-11-2021-higiene-manos-salva-vidas>

Procedimiento de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la obtención de la cascarilla del café pergamino	Versión: 02
	Elaborado: 29/11/2023
	Actualizado: 30/03/2024

- Las uñas de las manos deben estar cortas, limpias y sin esmalte.
- No deben usar anillos, aretes, relojes, pulseras o cualquier adorno u otro objeto que pueda tener contacto con el producto que se manipule.
- El cabello debe estar recogido y cubierto por completo por un cubrecabeza.
- Utilizar cubrebocas cuando se encuentre en contacto con el alimento.
- Excluir temporalmente de la manipulación de alimentos las personas que presenten los siguientes síntomas: ictericia, diarrea, vómitos, fiebre, dolor de garganta con fiebre, lesiones de la piel visiblemente infectadas (furúnculos, cortes, entre otros), secreción de oídos, ojos o nariz, y tos persistente.

Operaciones de manufactura

El proceso de elaboración de cascarilla de café pergamino debe realizarse en condiciones sanitarias, incluyendo las operaciones de envasado y almacenamiento. Tomando en consideración:

- El área designada para el proceso de trillado debe estar limpia y organizada.
- El área designada para el proceso de trillado debe permanecer libre de cualquier equipo en desuso o materiales que no correspondan al proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino y el grano de oro, con el fin de evitar acumulación de suciedad y que se conviertan en un refugio o atrayente de plagas.
- Contar con los basureros suficientes para el desecho de residuos ordinarios o materiales de desecho que se obtengan durante el proceso de trillado y obtención de la cascarilla.
- Medidas necesarias para prevenir la contaminación cruzada y reducir el crecimiento potencial de microorganismos y evitar la contaminación del alimento.
- Medidas efectivas para proteger el equipo y los granos de oro de café contra contaminación con metales, piedras o cualquier otro material extraño durante el proceso de trillado.
- Una vez concluido el proceso de trillado, se debe proceder con la limpieza del área y cubrir con plástico la máquina trilladora. Con el fin de evitar la contaminación del equipo mientras se encuentre en desuso.

Procedimiento de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la obtención de la cascarilla del café pergamino	Versión: 02
	Elaborado: 29/11/2023
	Actualizado: 30/03/2024

Envasado

- Todo el material que se emplee para el envasado debe almacenarse en lugares libre de cualquier contaminante y en condiciones de sanidad y limpieza.
- El material debe garantizar la integridad de la cascarilla de café pergamino, bajo las condiciones previstas de almacenamiento.
- Los envases o recipientes deben ser exclusivos para el almacenamiento de la materia prima (café pergamino sin tostar) y del producto terminado (cascarilla de café pergamino tostada y molida).
- Los envases o recipientes deben inspeccionarse antes del uso, a fin de tener la seguridad de que se encuentren en buen estado, limpios y desinfectados.
- En los casos en que se reutilice envases o recipientes, estos deben tratarse e inspeccionarse antes de su uso para garantizar la ausencia de fuentes de contaminación cruzada.

Anexo 6

Procedimiento de limpieza y desinfección

Procedimiento operativo estándar de limpieza y desinfección | Versión: 02




Procedimiento operativo estándar de limpieza y desinfección | Versión: 02

Procedimiento operativo estándar de limpieza y desinfección (SSOP) para el proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino (*Coffea arabica*)

Versión: 02

Elaborado: 29/11/2023

Actualizado: 30/03/2024












<p>Superficie Utensilios</p> 	<p>Procedimiento</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Actividades de preparación: <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Contar con los implementos de limpieza limpios y en buen estado. 1.2. Preparar la disolución del detergente SWIPE CRYSTAL (15 mL de solución en 985 mL de agua). 2. Limpieza física: eliminar todos los residuos con el cepillo de color azul. Los restos depositados en el suelo recogerlos con el uso de una escoba y pala. Colocarlos en el recipiente identificado para los desechos. 3. Pre-enjuague: enjuagar todas las partes de los utensilios perfectamente con agua a temperatura ambiente. 4. Limpieza química: aplicar el detergente en las superficies y restregarlas con el cepillo de color azul, dejar actuar por 5 minutos. 5. Enjuagar hasta eliminar los residuos de jabón. 6. Inspección visual: verificar la eficiencia del lavado, si no cumple seguir las acciones correctivas. 7. Desinfectar las superficies con alcohol isopropílico al 70%. 8. Recoger y lavar implementos de limpieza y desinfección. 	
<p>Responsable Productor</p>	<p>Implementos</p> 	<p>Equipo de protección personal</p> 
<p>Frecuencia: Al iniciar y finalizar labores</p>		<p>Verificación: Inspección visual</p>
<p>Importante: todas las piezas deben quedar secas para evitar la oxidación y el potencial crecimiento de microorganismos.</p>		

Procedimiento operativo estándar de limpieza y desinfección (SSOP) para el proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino (*Coffea arabica*)

Versión: 02

Elaborado: 29/11/2023

Actualizado: 30/03/2024

<p>Superficie Trilladora para café</p>  	<p>Procedimiento</p> <ol style="list-style-type: none"> Actividades de preparación: <ol style="list-style-type: none"> Desconectar el fluido eléctrico del equipo. Cubrir con plástico el motor y panel de control. Contar con los implementos de limpieza limpios y en buen estado. Preparar la disolución del detergente SWIPE CRYSTAL (15 mL de solución en 985 mL de agua). Desarme la tolva de la máquina llenadora, quite las tuercas que sostienen la tapa del área de trillado y la tubería plástica. Limpieza física: eliminar todos los residuos con el cepillo de color azul. Los restos depositados en el suelo recogerlos con el uso de una escoba y pala. Colocarlos en el recipiente para la basura. Pre-enjuague: todas las piezas desarmables se deben enjuagar con agua a temperatura ambiente. La limpieza de las piezas no desarmables se realiza con paños limpios humedecidos con agua. Los paños se deben lavar, desinfectar y secar inmediatamente después de su uso. Limpieza química: aplicar el detergente en las superficies y restregarlas con el cepillo de color azul, dejar actuar por 5 minutos. Enjuagar hasta eliminar los residuos de jabón. Inspección visual: verificar la eficiencia del lavado, si no cumple seguir las acciones correctivas. Desinfectar todas las superficies con alcohol isopropílico al 70%. Las piezas no desarmables desinfectar y de ser necesario con la ayuda de un paño. Recoger y lavar implementos de limpieza y desinfección. 	
<p>Responsable Productor</p>	<p>Implementos</p>      	<p>Equipo de protección personal</p>   
<p>Frecuencia: Al iniciar y finalizar labores</p>		<p>Verificación: Inspección visual</p>
<p>Importante: todas las piezas deben quedar secas para evitar la oxidación y el potencial crecimiento de microorganismos.</p>		

Anexo 7

Procedimiento operativo

Procedimiento operativo estándar para el proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino (<i>Coffea arabica</i>)	Versión: 02
	Elaborado: 29/11/2023
	Actualizado: 30/03/2024

Objetivo

Establecer los lineamientos básicos para el proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino para su uso como materia prima en la elaboración de productos alimenticios.

Definiciones

Alimento: es toda sustancia procesada, semiprocada o no procesada, que se destina para la ingesta humana, incluidas las bebidas, goma de mascar y cualesquiera otras sustancias que se utilicen en la elaboración, preparación o tratamiento de este, pero no incluye los cosméticos, el tabaco ni los productos que se utilizan como medicamentos.

Condiciones generales

- Cumplir con el procedimiento de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la obtención de la cascarilla del café pergamino.
- Cumplir con el procedimiento operativo estándar de limpieza y desinfección (SSOP) para el proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino (*Coffea arabica*).

Responsable

Es responsabilidad del productor garantizar la inocuidad y cumplimiento de especificaciones de proceso de la obtención de la cascarilla del café pergamino.

Procedimiento operativo estándar para el proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino (<i>Coffea arabica</i>)	Versión: 02
	Elaborado: 29/11/2023
	Actualizado: 30/03/2024

Descripción del proceso

1. Recepción del café pergamino:

- a. El café se debe recibir en bolsas Ultra herméticas GrainPro entre 10 - 12 % de humedad interna del grano.
- b. Verificar el porcentaje de humedad, por triplicado, mediante el equipo para medición de humedad del grano de café pergamino que se aprecia en las figuras 1 y 2.



Figura 1 Equipo para medición de humedad del grano de café pergamino



Figura 2 Medición de humedad del grano de café pergamino

- c. Decidir el destino del grano. Si cumple con el porcentaje de humedad se destina para el proceso de trillado. En caso de tener un porcentaje mayor al rango establecido, se debe volver a la etapa de secado para disminuir el porcentaje de humedad según la especificación. Si el grano posee un porcentaje menor, se debe descartar el lote, ya que se compromete la calidad del grano de oro y no cumple con la especificación.

Procedimiento operativo estándar para el proceso de obtención de la cascarilla del café pergamino (*Coffea arabica*)

Versión: 02

Elaborado: 29/11/2023

Actualizado: 30/03/2024



Imagen 3 Máquina trilladora para el café pergamino

2. Descascarillado:

- a. Conectar la máquina trilladora ART4TR a una fuente de corriente de 250v.
- b. Se coloca una canasta con bolsa de polietileno en la salida del grano de oro y un saco en la salida de la cascarilla del café pergamino.
- c. Se adiciona el grano del café pergamino en la tolva de alimentación de la máquina trilladora hasta llenar por completo, mediante el uso de una cuchara.
- d. Encender la máquina trilladora.
- e. Asegurarse en la salida del grano de oro, que este quede limpio de la cascarilla del pergamino y garantizar que la cascarilla del pergamino no esté impidiendo la salida de aire, ya que puede ocasionar la obstrucción del equipo.
- f. Continuar alimentando la máquina con el café pergamino hasta completar la totalidad del lote.
- g. Almacenar el grano de oro en bolsas ultra herméticas GrainPro, para su posterior entrega.
- h. Almacenar la cascarilla del café pergamino en bolsas ultra herméticas GrainPro, para su posterior uso como materia prima.

San José, 27 de febrero de 2025

Señores
Universidad Técnica Nacional
Sede de Atenas

Estimados señores:

He revisado y corregido en todos los extremos filológicos: la redacción, la ortografía, la puntuación, la morfología, la sintaxis y los vicios del trabajo titulado **“Estudio evaluación de la viabilidad técnica y comercial para el aprovechamiento de la cascarilla del café pergamino (*coffea arabica* variedad San Isidro) para su aplicación en productos alimenticios de panificación y bebidas”**, elaborado por Melissa Alfaro Solórzano y Andrea Chaves Buzano, para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Tecnología de Alimentos.

Con las correcciones y recomendaciones aplicadas en este trabajo de investigación, es un documento con valor filológico y cumple con los requisitos necesarios para ser presentado ante las autoridades universitarias correspondientes.

Atentamente,

MARGARITA
SIRLENE CHAVES
BONILLA (FIRMA)

Firmado digitalmente por
MARGARITA SIRLENE
CHAVES BONILLA (FIRMA)
Fecha: 2025.02.27
10:59:38 -06'00'

M.Sc. Margarita Sirlene Chaves Bonilla

Filóloga

Cédula 2 0717 0620

Carné 83791 (COLYPRO)

**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO Y MANEJO DE LOS TRABAJOS FINALES DE
GRADUACIÓN
UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL**

Atenas, 07 de marzo del 2025.

Señores

Vicerrectoría de Investigación

Sistema Integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales Estimados

señores:

Yo Melissa Alfaro Solorzano portadora de la cédula de identidad número 2-0721-0668 y Andrea Chaves Buzano portadora de la cédula de identidad número 1-1588-0400. En calidad de autoras del trabajo de graduación titulado: ESTUDIO EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD TÉCNICA Y COMERCIAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DEL CAFÉ PERGAMINO (*COFFEA ARABICA* VARIEDAD SAN ISIDRO) PARA SU APLICACIÓN EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS DE PANIFICACIÓN Y BEBIDAS.

El cual se presenta bajo la modalidad de:

Tesis de Graduación

Presentado en la fecha 07/03/2025, autorizo a la Universidad Técnica Nacional, sede Atenas, para que mi trabajo pueda ser manejado de la siguiente manera:

Autorizo	SI	No
Conservación de ejemplares para préstamo y consulta física en biblioteca	X	
Inclusión en el catálogo digital del SIBIREDI (Cita catalográfica)	X	
Comunicación y divulgación a través del Repositorio Institucional	X	
Resumen (Describe en forma breve el contenido del documento)	X	
Consulta electrónica con texto protegido	X	
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido	X	
Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas.	X	

Por otra parte, declaro que el trabajo que aquí presento es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma personal, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizó que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio, pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Association (APA). Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de

terceros. La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, eximo de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional.

Consciente de que las autorizaciones no reprimen mis derechos patrimoniales como autor del trabajo. Confío en la que Universidad Técnica Nacional respete y haga respetar mis derechos de propiedad intelectual.

Firma del estudiante _____



Cedula 2-0721-0668

Dia 07 de marzo del 2025

Firma del estudiante _____



Cedula 1-1588-0400

Dia 07 de marzo del 2025