



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

LICENCIATURA EN INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TESIS

INFLUENCIA DE LA CASCARILLA DE CAFÉ COMO FUENTE DE FIBRA EN EL PAN BLANCO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES, DE TEXTURA Y COLOR

Para obtener el título de:

Ingeniero Agroindustrial

Presenta

Emily Cruz Cadena

Director

Dra. Elizabeth Pérez Soto

Codirector

M. en A. Melitón Jesús Franco Fernández

Comité tutorial

Dra. Rosa Hayde Alfaro Rodríguez

Dr. Roberto González Tenorio

Tulancingo, Hgo, agosto de 2025.



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Agropecuarias

Institute of Agricultural Sciences

Área Académica de Ingeniería Agroindustrial e Ingeniería en Alimentos

Academics Area of Agroindustrial engineering and Food Engineering

Tulancingo de Bravo, Hidalgo., a 18 de agosto de 2025.

Asunto: Autorización de impresión

Mtra. Ojuky del Rocío Islas Maldonado

Directora de Administración Escolar de la UAEH

Por este conducto y con fundamento en el Título Cuarto, Capítulo I, Artículo 40 del Reglamento de Titulación, le comunico que el jurado que le fue asignado a la pasante de Licenciatura en Ingeniería Agroindustrial, **Emily Cruz Cadena**, quien presenta el trabajo de Tesis denominado **"Influencia de la cascarilla de café como fuente de fibra en el pan blanco sobre las características sensoriales, de textura y color"**, que después de revisarlo en reunión de sinodales, ha decidido autorizar la impresión de este, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los miembros del jurado:

PRESIDENTE Dra. Elizabeth Pérez Soto

SECRETARIO M. en A. Melitón Jesús Franco Fernández

VOCAL 1 Dra. Rosa Hayde Alfaro Rodríguez

SUPLENTE 1 Dr. Roberto González Tenorio

Sin otro particular por el momento, me despido de usted.

Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"

Dr. Yair Ojovado Santiago Sáenz
Coordinador de la Licenciatura en Ingeniería
Agroindustrial



Av. Universidad Km. 1 Exhacienda de Aquetzalpa.
C.P. 43600. Tulancingo, Hidalgo, México
Teléfono: 7717172000 Ext. 2422
cesar_lopez@uaeh.edu.mx

uaeh.edu.mx

Agradecimientos

A Dios por permitirme llegar hasta aquí, gracias por todo lo que has hecho en mi vida.

A mi Papá, a mi Mamá y a mi Hermana.

A la Doctora Elizabeth Pérez Soto, gracias por su paciencia, por apoyarme en este proyecto y por todo lo que me ha enseñado.

A la Sociedad Sierra Cafetalera la Sombra por permitirnos conocer su comunidad y su hospitalidad, y por el arduo trabajo que siempre realizan.

A todas las personas que estuvieron presentes en la realización de este trabajo.

Dedicatoria

A Dios Padre, A Dios Hijo Jesucristo mi Señor y Salvador y a Dios Espíritu Santo por estar conmigo siempre.

A mi Mamá, gracias por apoyarme en todo, por escucharme siempre que lo necesité, y por ser una gran persona, que admiro mucho, espero poder algún día tener la paz y sabiduría que tú tienes. Te quiero mucha mamá.

A mi Papá, gracias por todo, porque siempre me escuchas y me das consejos, gracias por lo que me has enseñado, y por el esfuerzo que haces todos los días, te quiero mucho papá.

A mi hermana Adriana, siempre me has apoyado, también eres mi mejor amiga y por qué siempre intentas protegerme y por todo el conocimiento y cariño que me has dado. Te quiero mucho Adri.

A mí tía Salome. Gracias, tía por todo lo que me enseñaste, te quiero mucho.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue formular un pan blanco adicionado con cascarilla de café y determinar su contenido nutrimental, así como realizar un análisis sensorial para medir su grado de aceptación. Para su elaboración se realizó un procedimiento tradicional con cuatro tratamientos de cascarilla de café T0 (0%), T1 (5%), T2 (7%), T3 (10%), con 3 repeticiones.

Se realizaron análisis bromatológicos, de textura de la masa, el color de la miga y del pan, la calidad de la miga. Al final de la estandarización del proceso se efectuó un análisis sensorial de preferencia para evaluar la influencia del porcentaje de fibra adicionado en relación al grado de aceptación. Los resultados obtenidos se analizaron con una prueba Chi-Cuadrada, en el Software XLSTAT 2024, con un valor de $\alpha=0,05$. Para el análisis sensorial se observó la preferencia de los jueces para la muestra T0, sin embargo, no se mencionaron comentarios negativos en cuanto a los tratamientos T2 y T3.

Respecto al análisis bromatológico los resultados fueron deseables ya que la cascarilla de café aumentó el contenido de fibra (T3 con 2.88%) y de proteína (T3 con 9.97%) y reduce el contenido de grasa (T3 con 5.4%). En la textura del pan, con la cascarilla disminuyó la dureza (T1 con 1.149 a T3 con 0.524) que, por su alto contenido de fibra, proporcionó menor elasticidad (T1 con 0.823 a T3 con 0.738) y más resiliencia para T3 (0.309), para la calidad de miga se observaron alveolos más abiertos con la adición de cascarilla de café. Para el análisis de color se observó que los panes con cascarilla eran más oscuros y menos luminosos. Los análisis bromatológicos, de textura y de color fueron analizados en el Software Minitab versión 2013.

Con estos resultados se aportó a la Sociedad de Producción Rural Sierra Cafetalera la Sombra, ubicada en Chiconquiaco, Veracruz una alternativa para que la cascarilla pueda ser

acondicionada como un *aditivo* con propiedades funcionales y la comercialicen para el uso en diversos productos.

Abstract

The objective of this study was to formulate a white bread with coffee husks added and determine its nutritional content. The bread was prepared using a traditional procedure with four coffee husk treatments: T0 (0%), T1 (5%), T2 (7%), and T3 (10%), with three replicates.

Bromatological analyses were performed on dough texture, crumb color, bread color, and crumb quality. At the end of the process standardization, a sensory preference analysis was performed to evaluate the influence of the added fiber percentage on the acceptance rate. The results were analyzed using a Chi-Square test using XLSTAT 2024 software, with an α value of 0.05. The sensory analysis showed the judges' preference for the T0 sample; however, no negative comments were made regarding the T2 and T3 treatments. Regarding the bromatological analysis, the results were desirable since the coffee husk increased the fiber content (T3 with 2.88%) and protein (T3 with 9.97%) and reduced the fat content (T3 with 5.4%). In the texture of the bread, with the husk the hardness decreased (T1 with 1.1493 to T3 with 0.5249) which, due to its high fiber content, provided less elasticity (T1 with 0.823 to T3 with 0.738) and more resilience for T3 (0.4560); for the crumb quality, more open alveoli were observed with the addition of coffee husk. For the color analysis, it was observed that the breads with husk were darker and less luminous. The bromatological, texture, and color analyses were performed using Minitab software, version 2013.

These results provided the Sierra Cafetalera la Sombra Rural Production Society, located in Chiconquiaco, Veracruz, with an alternative for processing the husk as an additive with functional properties and marketing it for use in various products.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.0 Introducción	12
Capítulo II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	14
2.0. Justificación	14
2.1. Problema de investigación	14
2.2. Objetivos	15
2.2.1 Objetivo general	15
2.2.2 Objetivos específicos	15
2.3. Hipótesis	15
CAPÍTULO III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	16
3.0 Antecedentes	16
3.1 Localización geográfica de la Sombra	16
3.1.1 Volumen de producción de café en la región.	16
3.2. Planta del café	16
3.2.1 Taxonomía del café.....	16
3.3 Importancia del café en México	17
3.3.1 Principales variedades de café en México	17
3.4 Manejo agronómico del café	18
3.4.1 Manejo bajo sombra	19
3.4.2 Manejo agroecológico del café de La Sombra	19
3.5 Producción de café	20
3.5.1 Cosecha.....	20
3.5.2 Beneficiado del café.....	20
3.5.3 Despulpado, secado y torrefacción.....	21
3.5.4 Morteado.....	21
3.5.5 Tostado	21
3.6 Composición química del café	22
3.6.1 Composición química del grano de café	22
3.6.2 Composición química de la cascarilla de café.....	23
3.6.2.1 Fibra en cascarilla	24
3.6.2.2 La fibra en el pan	25
3.6.2.3. El pan blanco	25
3.6.2.4 Panes con adiciones	26

3.6.2.5 Utilización de cáscaras como fuente de fibra en productos alimentarios	26
3.6.2.5 Cáscaras de granos	27
3.7 Pan blanco	29
3.7.1 Consumo nacional de pan blanco	29
3.7.2 Definición de pan de blanco	29
3.7.3. Materias primas	29
3.7.3.1 Harina de trigo	29
3.7.3.2 El gluten	29
3.7.3.3 Agua	30
3.7.3.4 Sal	30
3.7.3.5 Azúcar	30
3.7.3.6 Levadura	31
3.7.3.7 Grasas	31
3.8.3.8 Mejorante para pan blanco	31
3.8 Proceso de panificación	32
3.8.1 Recepción de materia prima, pesado y mezclado	32
3.8.3 Fermentado	32
3.8.4 Moldeado	33
3.8.5 Horneado	33
3.8.6 Técnica de Análisis de Perfil de Textura (TPA)	33
3.8.7 Análisis sensorial	35
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA	39
4.1 Introducción	39
4.2 Localización del trabajo de investigación	39
4.3 Formulación y elaboración de pan blanco	39
4.3.1 Materias primas	39
4.3.1.2 Tratamientos	39
4.3.1.3 Acondicionado de la cascarilla	40
4.3.1.4 Elaboración de pan	41
4.3.1.5 Metodología de análisis bromatológicos	42
4.3.1.6 Determinación de proteína	42
4.3.1.7 Determinación de fibra	43
4.3.1.8 Determinación de cenizas	43

4.3.1.9 Determinación de humedad.....	43
4.4.1 Determinación de materia grasa	43
4.5.1 Determinación de Color	44
4.6.1 Análisis del perfil de textura.....	44
4.6.1.1 Textura del pan.....	44
4.6.1.2 Textura en las masas	44
4.7.1 Calidad de miga.....	44
4.8.1 Análisis Sensorial.....	45
CAPÍTULO V. RESULTADOS	47
5.1 Análisis bromatológico de la cascarilla de café.....	47
5.1 Análisis bromatológicos del pan.....	48
5.2 Análisis de perfil de textura (TPA).....	51
5.2.1 TPA en masa	51
5.2.2 TPA en pan	52
5.3 Calidad de miga en el pan.....	53
5.4 Color	55
5.4.1 Color en la miga.....	55
5.4.2 Color en el pan.....	56
5.5 Análisis Sensorial	57
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES.....	62
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS	75

Tabla 1 Componentes químicos del Café.....	22
Tabla 2 Composición química de la cascarilla de café	23
Tabla 3 Clasificación de la fibra	24
Tabla 4 Formulación y tratamientos del pan banco	40
Tabla 5 Códigos para las muestras del análisis sensorial	45
Tabla 6 Composición química de la cascarilla de café pergamino	47
Tabla 7 Análisis bromatológicos de pan blanco adicionado con cascarilla de café	48
Tabla 8 Textura de la masa del pan.....	51
Tabla 9 Análisis del perfil de textura en pan adicionado con cascarilla café.....	53
Tabla 10 Color en la miga	55
Tabla 11 Análisis de color en pan	56
Tabla 12 Medias LS del análisis sensorial de pan.....	57
Tabla 13 Análisis microbiológicos cascarilla de café	75

Figura 1 Estructura del gluten.	30
Figura 2 Molienda y tamizado de la cascarilla.	40
Figura 3 Diagrama de la elaboración de pan blanco.	41
Figura 4 Análisis sensorial.	46
Figura 5 Formato análisis sensorial.....	46
Figura 6 Calidad de miga del pan.....	54
Figura 7 Preferencia del producto	58
Figura 8 Elección de los jueces	58

Glosario

Descriptor	Siglas y/o acrónimos
Cámara Nacional de la Industria Panificadora y Similares de México	CANAINPA
Ciencias de la Alimentación y del Departamento de Ciencias de la Alimentación	CIAL
Comisión Internacional de la Iluminación	CIELAB
Federación de Asociaciones de Celiacos de España	FACE
Instituto de Ciencias Agropecuarias	ICAp
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural	SADER
Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica	SNIEG
Tratado de Libre Comercio de América del Norte	TLCAN
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	UAEH

Unidades de medida

Símbolo	Nombre
mg	Miligramos
g	Gramos
kg	Kilogramos
ml	Mililitros
L	Litros
N	Newton
J	Joules

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.0 Introducción

El café es una de las bebidas de mayor consumo a nivel mundial. En México representa el 0.66% del producto interno bruto (PIB) agrícola nacional y el 1.34% de la producción de bienes agroindustriales. Sin embargo, cabe mencionar que durante proceso de acondicionamiento se generan altos volúmenes de residuos, por ejemplo, la cascarilla de café posee un alto contenido de fibra y se han desarrollado investigaciones que reportan los beneficios para la salud. La comunidad de la Sombra se ubica en el municipio de Chiconquiaco Veracruz, el cultivo agrícola que más predomina en esa región es de café.

Una de las principales problemáticas que se han presentado desde hace varios años son los precios de venta que fijan los intermediarios, por tanto, un grupo de productores se organizó para constituir la Sociedad de Producción Rural Sierra Cafetalera la Sombra quienes cultivan en fincas de manejo agroecológico y bajo sombra, lo que les permite obtener un café de alta calidad, además de que lo procesan y comercializan en diferentes segmentos de mercado. El interés en este cultivo es también dar un valor agregado a los subproductos o residuos, como la cascarilla que se obtiene en el proceso del morteadado, por tanto ante la necesidad de crear un alimento funcional que también permita a la comunidad de La Sombra darle otro uso a la cascarilla de café, se formuló en el presente trabajo un pan blanco adicionado con cascarilla de café como fuente de fibra, que además, permita darle un valor agregado al pan, haciendo de este un alimento funcional, ya que uno de los problemas de salud de la población es el déficit en el consumo de fibra y alto consumo de pan, una de las tendencias es que cada vez la gente busca alternativas más saludables a los productos que consume.

La hipótesis es que la adición de cascarilla de café al pan blanco aumentará el contenido de fibra e influirá en parámetros de perfil de textura, color, sabor.

De forma general se describen los capítulos de la tesis:

El capítulo I reúne la información general de trabajo dando un contexto de lo que se pretende lograr y los aportes que infiere.

En el capítulo II se encuentra el planteamiento del problema el cual reúne la justificación donde se presentan los motivos por los cuales se llevó a cabo esta investigación, se destacan las características de la cascarilla de café, y la posibilidad que se ofrece a la Sociedad de Producción Rural Sierra cafetalera la Sombra como una alternativa para poder comercializar la cascarilla, el problema de investigación plantea como influye positivamente la adición de este residuo en pan blanco.

En el capítulo III se hizo una recopilación de los antecedentes más importantes para realizar esta investigación.

El capítulo IV describe la metodología, el lugar del experimento y como se realizaron los análisis para llegar a los resultados.

El capítulo V presenta los resultados y como estos dan respuesta a la hipótesis planteada, así como la discusión y la explicación de por qué se obtuvieron dichos resultados.

El capítulo VI describe las conclusiones, que son la recopilación de lo más importante que se obtuvo en este trabajo.

El capítulo VII presenta las referencias bibliográficas utilizadas en este trabajo.

El capítulo VIII presenta los anexos de: los formatos utilizados para el análisis sensorial.

Capítulo II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

2.0. Justificación

La cascarilla de café es un residuo agroindustrial con alto contenido de fibra, debido a esta característica presenta varias propiedades para la prevención del estreñimiento, control del colesterol y ayuda a bajar de peso (Barrera y Sánchez, 2020).

La presente investigación estudia la posibilidad de adición de la cascarilla de café para formular un pan blanco y evaluar sus características nutrimentales y sensoriales.

Así mismo se pretende ofrecer a la Sociedad de Producción Rural Sierra Cafetalera la Sombra, productora de café de alta calidad, una alternativa de procesar y acondicionar la cascarilla para comercializarla como fuente de fibra en productos de panificación.

2.1. Problema de investigación

¿La cascarilla de café aporta beneficios nutrimentales y sensoriales en el proceso de panificación de pan blanco?

La cascarilla de café debido a su alto contenido de fibra puede ser utilizada en los procesos de panificación para darle valor agregado, además de que se puede usar como sustituto de las grasas en panificación, también presenta capacidad para retener agua lo que puede mejorar la textura de las masas en la elaboración de pan (Barrera y Sánchez, 2020).

Cabe destacar que su alto contenido de fibra proporciona una opción viable para ser incluida en diversos alimentos, siendo que el consumo de fibra es altamente valorado en el ámbito de la salud, debido a que la fibra contribuye al correcto funcionamiento del intestino y es fundamental para la prevención de enfermedades como diabetes y cáncer (Almeida, Aguilar y Hervert , 2014).

2.2. Objetivos

2.2.1 Objetivo general

Analizar alternativas sustentables del aprovechamiento de la cascarilla de café que permitan generar valor agregado nutricional y funcional para consumo humano.

2.2.2 Objetivos específicos

- Diseñar una formulación de pan blanco, mediante la adición de cascarilla de café para obtener un producto nutritivo y sensorialmente aceptable.
- Caracterizar la cascarilla de café mediante un análisis proximal para su adición a productos alimentarios.
- Caracterizar al pan blanco adicionado con cascarilla de café, mediante el análisis bromatológico, de color y textura, a fin de conocer cómo influye en el producto.
- Realizar un análisis sensorial, mediante una prueba de consumidores, para conocer la preferencia del pan blanco con cascarilla de café.

2.3. Hipótesis

La adición de cascarilla de café al pan blanco aumentará el contenido de fibra e influirá en parámetros de textura, color, sabor.

X variables dependientes: color, sabor, y textura.

Y variables independientes: tiempo de amasado, tiempo de fermentación, la temperatura de fermentación, temperatura de horneado.

CAPÍTULO III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.0 Antecedentes

3.1 Localización geográfica de la Sombra

El municipio de Chiconquiaco Veracruz se conforma por 51 comunidades, de las cuales 50 son rurales, entre ellas se encuentra La Sombra con una población de 1010 habitantes. Se ubica entre los paralelos 19° 42' y 19° 49' de latitud norte; los meridianos 96° 39' y 96° 52' de longitud oeste; altitud entre 700 y 2,300 m. Los climas que predominan son templado húmedo, semiárido húmedo con lluvias abundantes todo el año o en verano solamente. El rango de temperatura en esta comunidad es de 14-24°C y precipitación de 1500-2000mm (Floreto, 2021). De acuerdo con el padrón de cafeticultores se siembran 968 hectáreas, por lo que se considera la comunidad cafetalera más característica del municipio de Chiconquiaco (Aboites Montoya, 2020).

3.1.1 Volumen de producción de café en la región.

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) menciona que el volumen de producción de café cereza en el municipio de Chiconquiaco Veracruz fue de 2,622 toneladas (SNIEG, 2021).

3.2. Planta del café

Los arbustos de café pueden llegar a alcanzar entre los 0-12 metros de altura, sin embargo, con fines productivos se podan entre los 2 y 4 metros (Herrera y Cortna, 2013).

3.2.1 Taxonomía del café

El café pertenece a la familia de las Rubiáceas, agrupa a 500 géneros y alrededor de 6000 especies. El género *coffea* con las especies *Coffea arabica* y *Coffea canephora* son las de mayor

importancia en la producción y de rentabilidad económica a nivel mundial (Herrera y Cortna, 2013).

3.3 Importancia del café en México

Actualmente se consumen 1.4 kg per cápita al año en el país, Chiapas aporta el 41.0% del volumen nacional y es el principal productor de café orgánico, Veracruz el 24.0%, Puebla el 15.3% y el 33.7% los estados de Oaxaca, Guerrero, Hidalgo, Nayarit, San Luis Potosí. Para la producción de café orgánico se destina el 3.24% del total de la superficie de suelos cafetaleros y se exporta a la Unión Europea en un promedio de 28.000 toneladas. Además, el 53.85% a Estados Unidos; el volumen restante, a países miembros del bloque de la Unión Europea y otros como Japón, Cuba y Canadá. En 2016, la exportación de México tuvo como principales destinos a países miembros del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), países de la cuenca del Pacífico, a China y a la Unión Europea. La producción mexicana de café cereza fue en promedio de 899 mil toneladas en el periodo 2017-2021. Se estima que al 2030 el consumo nacional sea 0.80 a 0.94 millones de toneladas y que la producción nacional pase de 0.82 a 4.70 millones de toneladas, lo cual representa un crecimiento acumulado de 16.48 y 471.46%. Una de las características socioeconómicas en este rubro es la mano de obra de productores y jornaleros, ocupa cerca de 500 mil productores de 15 entidades federativas y 480 municipios que incluye a hombres, mujeres y comunidades indígenas (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), 2022).

3.3.1 Principales variedades de café en México

El café Pluma es una variedad mexicana con denominación de origen en Oaxaca y con reconocimiento a nivel internacional (Sánchez, 2020). Existen otras variedades de café de importancia nacional como la Pluma, Arábica, Robusta, Cereza, Criollo, y Maragogipe, *Coffea*

ibérica, *Coffea canephora* (Robusta), *Coffea arábica*, *Coffea eugenoides*, *Coffea anthonyi* (SADER, 2016). Una de las primeras variedades de café que se cultivó en México fue la Typica, conocida en las regiones cafetaleras como “criollo, nacional o árabe”, esta tuvo una gran adaptabilidad en el país debido al clima de la región, se destacó por tener una gran calidad, no solo en el grano, sino también a nivel sensorial como bebida. La siguiente variedad introducida fue la Bourbon de alta calidad y aceptación en Chiapas (Escamilla, 2016). Otra variedad de importancia a nivel nacional es el café Geisha, presenta excelente calidad, es uno de los granos de café más cotizados del mundo por su acidez delicada y sensación cremosa al momento de consumir, es una de las variedades con mayor rentabilidad (Muñoz y Muyulema, 2022).

3.4 Manejo agronómico del café

Para cultivar un café de calidad, su crecimiento es esencial para obtener un buen rendimiento, el ciclo de vida de un cafeto es de alrededor de 20-25 años, la planta comienza a producir frutos al año de edad y su productividad máxima es de entre los 6 y 8. Después de los años de actividad la planta comienza a envejecer y ocurre el proceso de deterioro en el cual se denomina envejecimiento. Además de la calidad del crecimiento, hay otros factores que influyen para llevar un correcto manejo agronómico que inicia con el establecimiento del semillero, la biodiversidad, el clima, humedad, los árboles de sombra, el tipo de suelo y agua, el control de plagas y enfermedades, las prácticas culturales y malezas (Arcila Pulgar, Farfán Valencia, Moreno Berrocal, Salazar Gutiérrez, Hincapié Gómex, 2007). La fertilidad de la tierra también es un indicador determinante para el crecimiento, los suelos más fértiles para el cultivo de los cafetos son permeables, húmedos y ricos en nutrientes (Cortijo, 2021).

Para la etapa del establecimiento del semillero las condiciones para la germinación y crecimiento de las plántulas deben de ser adecuadas, el periodo por lo general dura entre 60 y

90 días. Además, la precipitación anual, la falta de agua ocasionada por los periodos de sequía puede causar la defoliación que produce la muerte de la planta. No solamente la falta de agua afecta a los cultivos de café, sino que también el exceso de ésta, con las fuertes lluvias las plantas de café se ven propensas al crecimiento de malezas y diversas plagas. Es importante mencionar que la temperatura ideal es de 17°C y 23°C, las bajas temperaturas pueden provocar clorosis y paralizar el crecimiento en las que apenas van floreciendo, sin contar que también las temperaturas altas provocan estrés hídrico (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y Consejo Salvadoreño del Café, 2019).

3.4.1 Manejo bajo sombra

En México los cafetales bajo sombra representan una de las mejores formas de cultivarlo ya que se puede proteger de fenómenos naturales como las sequías, lluvias extremas, granizadas y heladas (Conde Álvarez, 2022). Esta técnica es una de las mejores alternativas para la conservación de la biodiversidad de los bosques mesófilos de montaña además de obtener café de alta calidad (Aboites Montoya, 2020).

3.4.2 Manejo agroecológico del café de La Sombra

El manejo agroecológico consiste en tener un suelo sano para que los productos puedan ser cultivados correctamente, cuando los residuos en los sistemas productivos se reciclan se consigue tener mejores ciclos del agua y de elementos como el carbono, el nitrógeno, para que se mantengan y son benéficos ya que no se contamina el aire, suelos y agua. La investigación con interacción de productores e investigadores es de suma importancia ya que los conocimientos de ambos son el medio para la búsqueda de soluciones ante el deterioro de la naturaleza generado por un modelo productivo agroindustrial sustentable. Los productores de la

localidad de La Sombra aprovechan el sistema agroecológico adecuado para el cultivo del café (Aboites Montoya, 2020).

3.5 Producción de café

3.5.1 Cosecha

La recolección se realiza teniendo en cuenta el color de las cerezas, estas son las que contienen los granos de café, la maduración se ve marcada cuando las cerezas de la planta de café ya han adquirido un color rojizo, cabe mencionar que si la recolección se hace antes es decir si el grano aun esta verde un poco madurado puede favorecer el sabor amargo, por el contrario, si tiene exceso de madurez el sabor será muy fuerte, no propio de un café de calidad (Aboites Montoya, 2020).

3.5.2 Beneficiado del café

El beneficiado del café consiste en transformar la cereza en café pergamino y posteriormente el café pergamino en oro. Existen principalmente dos métodos para beneficiar el café, por vía húmeda y el otro por vía seca (Aboites Montoya, 2020). El beneficiado húmedo es el más utilizado en Latinoamérica, sus etapas consisten en el recibidor de la fruta aquí se separan los frutos de buena y de mala calidad, a esta fase le sigue el despulpado que consiste en separar la pulpa del grano de café, cabe mencionar que no se debe de realizar en un periodo mayor a doce horas ya que de lo contrario puede afectar la calidad haciendo una sobre fermentación. Después del despulpado se debe continuar con la remoción del mucílago que es una capa gelatinosa que está pegada al grano, posterior se hace el lavado para remover los restos de mucílago del grano y finalmente se realiza el secado que consiste en reducir el porcentaje de humedad hasta alcanzar un 12% y así después del secado se obtiene el café pergamino. Para el beneficio seco las bayas de café se dejan secar al sol durante tres semanas y se remueven con un rastrillo para que los

granos se sequen y fermentan uniformemente, y se dejan secar hasta que alcanzan un 12% de humedad, posteriormente se almacenan y se separa la piel seca, la pulpa y el pergamino de los granos, obteniendo así el café verde (Aboites Montoya, 2020).

3.5.3 Despulpado, secado y torrefacción.

Cuando ya han sido cortadas las cerezas se remueve la pulpa fresca que rodea el grano y se fermenta para remover el mucílago este se conoce como café lavado. Cuando la cereza se seca sin remover la pulpa y el mucílago se le denomina honey al cual también se le conoce como café natural, el secado elimina la humedad hasta dejar al grano en un 11-12% para poder preservarlo (Aboites Montoya, 2020).

3.5.4 Morteado

El morteado es la operación que consiste en separar la cascarilla que cubre al café pergamino, se realiza con una morteadora por medio de la fricción, el propósito de esta operación es transformar el café en café oro (Tejeda Parra y Castellanos Hernández, 2009).

3.5.5 Tostado

El tueste es una de las operaciones de proceso más importantes de la producción del café debido a que su calidad depende directamente de las variables de la humedad del grano, del tiempo y la temperatura a que se someten, aquí el café obtiene su color, estructura y aroma característicos, el proceso consta de dos pasos, la primera es la de secado donde se activan las sustancias características del gusto y la segunda es el enfriamiento, donde se hace que el grano regrese a temperatura ambiente (Cortijo, 2021).

3.6 Composición química del café

La cafeína es uno de los compuestos más importantes de café y de manera general es asociada con su característico sabor amargo, así como, trigonelina que es el compuesto que se degrada en el tueste en forma de compuesto volátiles. Los ácidos clorogénicos son compuestos fenólicos que se correlacionan con la formación del aroma, acidez, astringencia y amargor. Los lípidos favorecen a la duración del aroma. La sacarosa, actúa como precursor del aroma originando varias sustancias en el proceso de tueste, afectando el sabor y aroma de la bebida (Osorio Pérez, 2021). En la Tabla 1 se especifican los componentes químicos del café después del proceso de industrialización.

Tabla 1 *Componentes químicos del Café*

Componente	%
Polisacárido	50.8-56.40
Sacarosa	4-8
Azúcares Reductores	0.10-0.40
Proteínas	9.50-9.80
Aminoácidos	0.50-0.80
Cafeína	1.20-2.20
Trigonelina	0.70-1
Lípidos	10-16.20
Ácidos alifáticos	1.10-1.20
Ácidos clorogénicos	6.90-10.20
Minerales	4.20-4.40

Fuente: Puerta Quintero (2011).

3.6.1 Composición química del grano de café

Estudios han reportado la composición del grano de café dependiendo del grado de tueste, un grano de café verde (grado de tueste) contiene aproximadamente un 9.24% de humedad, y en un grado de tueste medio disminuye a 2.30%, así mismo el contenido de cafeína

para grano verde es de 1.70% y para un grano con grado de tueste medio es de 1.27% (Salazar Hernández, Rivera Domínguez , Sánchez Núñez, Rosales Bravo, Claudillo Ortega, 2020).

El contenido de grasa normalmente en el grano de café es de 8-14% en las diferentes fases de tueste siendo el porcentaje más bajo en el grano verde, y el contenido de fibra oscila entre 13-2%. (Salazar et al. 2020).

3.6.2 Composición química de la cascarilla de café

La cascarilla de café representa el 12% aproximadamente del grano del cafeto que es la piel exterior. Su contenido está compuesto por lignina, celulosa, pentosanos, sílice y cenizas (Urrego Yepes, Godoy Pernalet, 2021). La Tabla 2 se refiere a la composición química de la cascarilla de café.

Tabla 2 *Composición química de la cascarilla de café*

Composición	%
Proteína	5.1
Grasa	2.2
Cenizas	2.6
Humedad	12.0
Carbohidratos	26.1
Fibra cruda	52.0

Fuente: De la Garza (2024).

La cascarilla de café es rica en fibra, por eso puede utilizarse como sustituto de grasa en panificación, tiene capacidad de retener agua por lo que en procesos de panificación puede ser un buen espesante consiguiendo así mejorar su textura de productos y de igual forma dar un buen uso a este residuo. Contiene un elevado porcentaje de azúcares. La fibra dietaría insoluble puede ser utilizada para la prevención del cáncer de colon por otra parte la fibra dietaría soluble puede ser usada para reducir los niveles de colesterol en la sangre, y aumenta la absorción de calcio en el tracto intestinal (Barrera y Sánchez, 2020).

3.6.2.1 Fibra en cascarilla

La fibra se define como uno de los polímeros y oligómeros de los carbohidratos que no pasan por la digestión ya que pasan directamente al tracto en donde son fermentados por la microbiota intestinal. La fibra dietaria está conformada por polímeros de carbohidratos y polisacáridos no amiláceos, que provienen de componentes de las paredes celulares y vegetales (González Alvis, Arrázola, 2015). En la Tabla 3 se describe la clasificación general de la fibra.

Tabla 3 *Clasificación de la fibra*

Según su origen	Cereales, fruta y vegetales.
Por su composición química	Oligosacáridos con almidón, oligosacáridos resistentes, almidón resistente, lignina y sustancias vegetales.
Por sus efectos funcionales	Efecto laxante y regulador intestinal.

Fuente: Barrera López y Sánchez Velandia, (2020).

Una de las características de este subproducto es el contenido de fibra dietaria total (FDT) que contiene. La cantidad de fibra dietaria insoluble (FDI) es definida como aquella biomasa vegetal la cual resiste la hidrólisis por las enzimas y el tracto intestinal. Diversos estudios demuestran su capacidad para prevenir el cáncer de colon debido a la mejora de la movilidad intestinal. La fibra dietaria soluble (FDS) parte de la matriz vegetal que es asimilada por el tracto intestinal disminuyendo los niveles de glucosa y colesterol en la sangre y aumentando la absorción de calcio en el tracto (Barrera y Sánchez, 2020).

El estudio del uso de la fibra en productos alimenticios ha demostrado que puede ser un excelente sustituyente de grasas en productos de horneado. Presenta propiedades de retener el agua, ser un buen agente espesante y brindar firmeza a la estructura, características que hacen posible la sustitución de grasas en los productos de horneado (Barrera y Sánchez, 2020).

La fibra de la cascarilla de café puede representar una excelente opción ya que su uso incrementa la retención de agua, además de que la inclusión de algún tipo de componente con alto contenido de fibra ayuda a que se obtengan panes de mayor volumen, sin mencionar que supone un alimento más saludable, además de que ayuda a prevenir diversas enfermedades celiacas (Díaz Malmierca, 2013).

3.6.2.2 La fibra en el pan

La fibra en el pan hace referencia contenido de fibra dietética dentro de este producto alimenticio. La fibra dietética se define como aquellos oligómeros (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2020) y polímeros de carbohidratos, junto con compuestos asociados como la lignina, que resisten la digestión y absorción en el intestino delgado, experimentando una fermentación parcial o total en el colon, (AACC International, 2001). La mayor concentración de fibra en los granos se localiza en sus capas exteriores, es decir, en el salvado. Aunque también está presente en el germen y, en menor proporción, en el endospermo, los panes integrales destacan por su alto contenido de fibra debido a que conservan estas partes del grano. Un grano se estructura en tres componentes: el salvado (la cubierta externa, fuente principal de fibra), el germen (el embrión) y el endospermo (la parte rica en almidón) (Gervais, 2020).

3.6.2.3. El pan blanco

La elaboración del pan blanco implica el uso de harina refinada, la cual se obtiene al remover el salvado y el germen del grano de trigo. Esta eliminación de componentes reduce significativamente el contenido de fibra en el producto final, dejando principalmente el endospermo del grano (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2020).

3.6.2.4 Panes con adiciones

El proceso de añadir fibra al pan ha sido objeto de múltiples investigaciones, motivadas por sus ventajas para la salud y sus posibles consecuencias en las características del producto final. La razón de este interés radica en los diversos efectos que la incorporación de fibra puede tener en el pan:

La adición de fibra al pan tiende a hacerlo más denso y con menor volumen. La interacción entre la fibra y la estructura del gluten es un factor clave. Para contrarrestar estos efectos negativos, algunos estudios han investigado la utilización de diferentes clases y tamaños de fibra (Cordero Fernández et al. 2020). La adición de altas cantidades de fibra puede influir en el sabor, el color y la sensación en boca del pan, afectando la aceptabilidad por parte de los consumidores (Dominguez Zárate, García Martínez, Güemes-Vera, Totosa, y Pássaro Carvalho, 2019). Una característica importante de la fibra es su habilidad para retener agua, lo cual tiene un impacto tanto en el proceso de panificación como en la conservación de la frescura del pan ya horneado (Cordero et al. 2020).

Hoy en día, existen múltiples estudios sobre diferentes orígenes de fibra que se pueden incorporar al pan, como el salvado de trigo, la avena, la cebada, las semillas de linaza, chía y verduras deshidratadas (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2024).

También para enriquecer el contenido de fibra en el pan, se ha utilizado harina de haba de la adición de este producto harina eleva la calidad en sus nutrientes (Bayas Villacis, 2015).

3.6.2.5 Utilización de cáscaras como fuente de fibra en productos alimentarios

Hunter, 2022 menciona que a lo largo de la literatura diversas investigaciones se han centrado en el uso de las cáscaras como fuente de fibra y su posible inclusión a productos alimentarios,

ya que se ha comprobado que las cáscaras tienen más fibra que la parte comestible de las frutas y verduras. Además, la epidermis es rica en nutrientes, fibra y fotoquímicos.

3.6.2.5 Cáscaras de granos

La envoltura protectora de un grano se denomina cáscara o paja. Dado que está cubierta no es comestible para las personas, los agricultores siempre se han dedicado a retirarla después de la cosecha. La cáscara es diferente de la capa de salvado, aunque algunos métodos de procesamiento, como el perlado, eliminan ambas partes. El arroz ilustra esto perfectamente: las cáscaras de arroz son esa cubierta exterior casi plástica que nunca se incluye cuando compras arroz. Por otro lado, la capa de salvado es la que le da al arroz integral su color y nutrientes. Si se quitan tanto la cáscara como el salvado, se obtiene arroz blanco. Es importante destacar que el salvado es rico en fibra, proteínas y minerales. La composición de la cáscara es más similar a la madera que al resto del grano, ya que está compuesta por celulosa, lignina, hemicelulosa y una matriz proteica, lo que la convierte en una excelente protección para la semilla en desarrollo (Green , 2019).

Estudios han comprobado que la utilización de cáscaras de granos son una gran fuente de fibra (R. Martinez, G. Vargas, 2010).

Se ha estudiado diversos tipos de cáscaras como la de mijo teniendo un buen contenido de fibra aproximadamente del 48% (Li et al, 2022).

Utilizar las cáscaras de café u otros granos es fundamental para la sostenibilidad y la ecología. Esto impulsa la agricultura sostenible al reducir el desperdicio en el procesamiento del café, lo que a su vez protege el medio ambiente y fomenta prácticas agrícolas más ecológicas (Procházková, 2024).

Incluso hay estudios que han demostrado que la cáscara de café puede ser utilizada en bebidas al ser extraída en polvo o como suplemento alimenticio, debido a su alto contenido de fibra dietética y componentes antioxidantes (Naranjo Henao, 2023).

Córdoba Porras, 2021 estudió el uso de la cáscara de café en la producción de una bebida funcional, subrayando su utilidad en la industria alimentaria para desarrollar alimentos con valor agregado a nivel nutricional. La cáscara de café se presenta como una fuente natural de fibra, capaz de proporcionar efectos terapéuticos frente a trastornos digestivos, hipercolesterolemia y diabetes, así como otras afecciones.

Retomando lo anterior añadir fibra al pan aumenta la ingesta de fibra dietética en la población, esto confiere múltiples beneficios a la salud, consumir fibra favorece la regularidad de los movimientos intestinales y previene problemas de estreñimiento (Mayo Clinic, 2022). Además de sus beneficios para el tránsito intestinal, se ha observado que la fibra contribuye al control de los niveles de glucosa y lípidos en sangre. Varios estudios indican que comer pan con más fibra puede ser útil para regular el azúcar y el colesterol (Álvarez Pérez, Peña Rosas, 2007). El Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación y del Departamento de Ciencias de la Alimentación (CIAL) y Nutrición Humana de la Universidad de Illinois en el año 2020, enfatizó que el sobrepeso y la obesidad se definen como la acumulación excesiva de grasa que puede afectar a la salud y se desencadena por el almacenamiento excesivo de energía como triglicéridos (TAG) en el tejido adiposo. Asimismo, también se ha demostrado que algunas fibras prolongan la vida útil del pan como el uso de fibra cítrica (Bordas, 2020).

3.7 Pan blanco

3.7.1 Consumo nacional de pan blanco

El consumo per cápita pan en México es de 33,5 kg del cual el 70 y 75% corresponde al pan blanco (García, 2022). Siete entidades de este país concentran el 50% de las unidades económicas dedicadas a la industria panificadora: Estado de México, Veracruz, Puebla, Oaxaca, Ciudad de México, Sonora y Michoacán (Secretaría de Economía, 2017).

3.7.2 Definición de pan de blanco

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008 al pan blanco se denomina como el producto resultante del horneado de la masa que se obtiene de harina fermentada con sal, agua, mejoradores de masa y acondicionadores, puede contener leche, aditivos, grasa y aceites vegetales (NOM-247-SSA1-2008, 2008).

3.7.3. Materias primas

3.7.3.1 Harina de trigo

La harina es definida como el producto que resulta de la molienda del trigo o de otras semillas (Mesas y Alegre, 2002), la de alta proteína es ideal para la elaboración de pan blanco ya que le confiere características agradables a la masa que son visibles a la hora de hornear, también hace que la masa sea más pegajosa por lo tanto es más fácil de amasar y que el pan adquiera más volumen, aguanta fermentaciones largas por lo que adquiere un mejor sabor.

3.7.3.2 El gluten

Es una red proteica que se estructura al hidratar la masa y se refuerza durante el proceso de amasado, las proteínas formadoras de gluten desempeñan un papel fundamental en la elaboración de los productos de panificación y que se someten a un proceso de leudado (Sicarini y Leon, 2016). El gluten confiere elasticidad, esponjosidad y consistencia a las masas de pan

blanco, en el proceso de horneado el gluten ayuda a que los gases de fermentación queden retenidos en el interior de la masa generando que aumente su volumen y esponje, cuando finaliza el proceso de horneado el gluten también es responsable de que el pan no disminuya su volumen una vez horneado. (Federación de Asociación de Celíacos España, 2018). La Figura 1 ilustra la estructura morfológica del gluten.

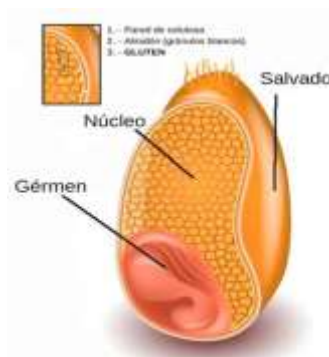


Figura 1 Estructura del gluten por Federación de Asociación de Celíacos España (2018).

3.7.3.3 Agua

El agua sirve como hidratante para la harina permite que se forme el gluten y facilita el amasado, el agua es indispensable para el desarrollo de levaduras (Calvel, 1980).

3.7.3.4 Sal

La sal principalmente contribuye al sabor, pero también regula la velocidad de fermentación y fortalece el gluten y aumenta la capacidad de retención de gas (Quitral *et al*, 2015).

3.7.3.5 Azúcar

El azúcar cumple diversas funciones en el proceso de panificación, como la apariencia debido a que tienen la capacidad de participar en reacciones químicas que promueven la aparición de tonalidades pardas o cafés, además sirve como alimento para las levaduras, aporta dulzor y sabor (Arias Galindo y López Velasco, 2019).

3.7.3.6 Levadura

Se define como el conjunto de microorganismos unicelulares eucariotas que se clasifican como hongos, es decir que está constituida por organismos vivos, tiene la capacidad de descomponer la materia orgánica, en panadería se utiliza *Sacharomyces cerevisiae*, en el proceso los azúcares fermentables de la masa que proceden del almidón se transforman en CO₂ y etanol, lo que produce el elevado del pan (Catañeda, 2016).

3.7.3.7 Grasas

Las grasas que se usan en panificación pueden ser mantequilla, grasa vegetal, margarinas o aceite. Son agentes humectantes y lubricantes que proporcionan características agradables al pan horneado, como suavidad, ayudan a una correcta aireación que favorece la calidad de miga, se crean migas redondas y uniformes ya que la grasa se distribuye en la masa y evita que exista un exceso de humedad (Flecha, 2015).

3.8.3.8 Mejorante para pan blanco

Es un aditivo utilizado en diversos procesos de panificación, mejora el comportamiento de la masa a nivel físico, mecánico, fermentativo y térmico en el desarrollo del pan y al momento del horneado, facilita el trabajo de amasado manual o mecánico. Como producto final mejora el color, volumen, sabor y corteza del pan. Su objetivo es realizar una buena panificación independiente a la calidad de la harina (Escudero, 2020). La composición del mejorante es diversa. El mejorante Magimix se compone de carbonato de calcio, levadura, estearoil-2-lactilato de sodio, ácido ascórbico, azodicarbonamida y enzimas.

3.8 Proceso de panificación

3.8.1 Recepción de materia prima, pesado y mezclado

Se verifica la calidad de los ingredientes para poder procesarlos, la operación de pesado permite medir con exactitud la cantidad a utilizar de cada componente en un proceso de producción. El mezclado es una operación donde se incorporan todos los ingredientes, se puede realizar por medios mecánicos o manuales, su principal función es homogeneizar cada uno de los ingredientes, el tamaño de partícula es importante por la densidad, adhesividad y viscosidad de las sustancias, entre mayor sea el tamaño de partícula se requiere más tiempo de mezclado, la uniformidad del producto final depende de la composición del alimento, las condiciones de mezclado (velocidad, temperatura y tiempo) y tipo de mezclado (Castello *et al*, 2019).

3.8.2 Amasado

Esta etapa es crítica para la correcta dispersión de todos los ingredientes, cuando se agrega agua a la harina se combinan las proteínas (gliadina y glutenina) para formar el gluten, si este se desarrolla con éxito presentará diversas características como elasticidad y plasticidad (American Institute of Baking, 2023). El tiempo de amasado no debe de exceder los 10 minutos ya que puede ocurrir una sobre oxidación de la masa, aunque si bien se puede obtener un pan de buen tamaño el sabor se verá afectado.

3.8.3 Fermentado

La fermentación se lleva a cabo mediante levaduras, es un proceso anaerobio que convierte los azúcares en almidones que son sustancias más simples, la levadura y las bacterias transforman los azúcares en dióxido de carbono por lo que la masa esponja (Reyna, 2022). Es la parte del proceso en que se deja reposar la masa, se desarrolla el gluten, los sabores se concentran, se esponja y adquiere las características deseadas en el pan. El tiempo de

fermentación es un mínimo de 2hrs a una temperatura de 20-25°C para que obtenga un buen sabor, color, textura y aroma (Gutiérrez, 2021).

3.8.4 Moldeado

En esta fase se debe dar forma al pan, es importante que se haga de manera correcta de no ser así este puede perder su forma y presentar alveolos más grandes, se controla la humedad del proceso para cuidar su calidad (Rodríguez Moya, 2020).

3.8.5 Horneado

Es la etapa el pan obtiene su color, aroma y textura, incrementa su tamaño, se debe monitorear el tiempo y la temperatura de horneado. El tiempo depende de la temperatura, puede ser de 20-30 minutos, si el horneado se hace a 200°C entonces el tiempo será de 20 minutos, pero si es a 180°C, puede variar incluso hasta una hora. Hay tres etapas en el horneado, en la primera ocurre la última fermentación donde los microorganismos emanan dióxido de carbono y mueren, en la segunda se gelifica el almidón y se coagula el gluten además que se define el volumen del pan, en la tercera se da forma a la corteza y se caramelizan los azúcares que proporcionan al pan el color dorado (Flecha, 2015).

3.8.6 Técnica de Análisis de Perfil de Textura (TPA)

La textura se define como un conglomerado de propiedades mecánicas, geométricas y de superficie de un producto, en este caso de un alimento que pueden ser medidas mediante diversos instrumentos, con receptores mecánicos y táctiles (Vicari, 2020).

González y Arrázola (2015), mencionan diversos parámetros que pueden medirse en un perfil de textura:

- Adhesividad: Representa el trabajo que se requiere para superar las fuerzas entre la superficie del alimento y la de otros materiales con los que este tiene contacto, su unidad de medida es en Joule.
- Cohesividad: Representa la fuerza con la que están unidas las partículas e indica su habilidad para superar las fuerzas atractivas del alimento. Es una medida adimensional.
- Masticabilidad: Es la medida de energía requerida para desintegrar un alimento, de forma general se mide en kg.
- Resiliencia: Capacidad de absorber la energía y liberar la tensión de esta, se mide en J/m².
- Dureza: Es la fuerza máxima obtenida durante la primera parte de compresión, simulando el primer mordisco, su unidad de medida es el Newton.
- Elasticidad: Rapidez de recuperación de la deformación después de la aplicación de una fuerza y al grado de dicha recuperación, es adimensional.

La textura de la miga del pan está relacionada con la cantidad de agua añadida a la masa y con el posible empleo de harinas especiales en el proceso, pero los factores más determinantes son la cantidad y la calidad de la proteína. Recientemente, algunos estudios han encontrado correlaciones entre las determinaciones instrumentales de la textura del pan y los datos sensoriales obtenidos mediante el empleo de perfiles descriptivos. La percepción de los atributos de textura por paneles de jueces entrenados se suele realizar en dos etapas diferenciadas: fase táctil, en la que se comprime la miga con el dedo y se evalúan atributos tales como la compacidad y la elasticidad y una segunda fase en la que se introduce la miga de pan en la boca y en la que se evalúan humedad, adhesividad y cohesividad (Castillo Archilla, Martinez Maldonado, 2023).

La textura está influenciada por los componentes y la estructura del alimento, así como por su procesamiento. Estos parámetros son los que definen la manera en que el alimento y los elementos de nuestra boca (saliva, dientes, lengua y paladar) interactúan durante el consumo. Una textura placentera en la comida puede intensificar el disfrute de una comida, aportando una variedad de sensaciones que mantienen nuestro paladar atento (Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, 2024).

Diversos estudios se han realizado sobre la textura en los panes con la finalidad de conocer sus propiedades texturales debido a que son propiedades que influyen drásticamente en la percepción de pan, la incorporación de harinas en pan ha sido objeto de estudio debido a que normalmente se usan para aumentar el contenido nutricional, sin embargo al hacer esto la textura se ve influenciada de manera positiva o negativa dependiendo el caso, como con harina de soja, harina de lino y salvado de trigo, que pueden producir una textura más suave o firme, incluso modificarlas negativamente (Osuna, Judis, Romero, Bertola, 2013).

Otros estudios han demostrado como la masticación está directamente relacionada con la estructura y la textura del pan, ya que actualmente, se conoce la fuerte correlación entre los parámetros de masticación de panes de trigo fresco que tienen diferentes estructuras y texturas de miga con su comportamiento de procesamiento oral, factores como el tipo de harina ya sea de trigo, centeno, etc. y el contenido de humedad influyen enormemente en el proceso de masticación, así como también la frescura (Aleixandre, Benavent-Gil, Velickova, M. Rosell, 2021).

3.8.7 Análisis sensorial

El análisis sensorial se considera la relación entre el estímulo físico al que se somete al juez o evaluador con la respuesta del mismo. Hay tres pasos en el proceso de evaluación sensorial:

empezando con el estímulo, el cual interactúa con el órgano sensorial, después la señal que va al cerebro donde se interpreta, organiza e integra la información recibida a través del estímulo y finalmente la respuesta basada en la percepción del sujeto (Schiffman, 1996).

Para diseñar un análisis sensorial se deben de tener en cuenta los siguientes factores: el tipo de prueba, el propósito, el objetivo y los jueces (entrenados o consumidores), y la muestra en estudio (Severiano, 2019).

Osorio (2019), explica que las pruebas sensoriales en la industria alimentaria se dividen en tres grupos, discriminativas, descriptivas y afectivas.

Dentro del análisis sensorial de alimentos, las pruebas discriminativas son herramientas clave para saber si los consumidores pueden distinguir entre diferentes muestras. Los panelistas no solo identifican si hay una diferencia, sino que también la describen y la cuantifican. Estas pruebas se organizan en pruebas de diferenciación, que se utilizan para comparar directamente las cualidades de los productos (con métodos como la comparación de pares, dúo-trío y triangular para un número limitado de muestras, y escalar de control y ordenamiento para un número mayor), y pruebas de sensibilidad, que se enfocan en evaluar la habilidad de los panelistas para detectar y reconocer los sabores primarios, mediante pruebas de umbral de detección y reconocimiento (H. Alarcon, 2012).

El análisis descriptivo implica dos acciones principales: primero, identificar y describir las propiedades que percibimos con los sentidos en un alimento; segundo, asignar valores numéricos a la intensidad de esas propiedades. Para llevar a cabo este análisis, los evaluadores deben recibir una capacitación de seis a ocho sesiones hasta que se familiaricen con el vocabulario técnico y la escala de medición empleada (Calí Barda, 2014).

Las pruebas afectivas van dirigidas al consumidor, comúnmente involucran a personas no expertas o consumidores comunes, quienes comparten sus reacciones subjetivas hacia un

producto, señalando si les agrada, si prefieren otra opción o si les causa rechazo. El objetivo es establecer la aceptabilidad y preferencia de un producto, lo cual es fundamental en la industria alimentaria para la innovación y la creación de nuevos productos. Hay tres tipos principales de pruebas afectivas. Las pruebas de preferencia buscan determinar qué muestra resulta más atractiva para los participantes. Las pruebas de aceptación evalúan la intención de compra de un producto por parte de los consumidores, considerando aspectos sensoriales y económicos, entre otros. Finalmente, las escalas hedónicas procuran medir objetivamente las sensaciones placenteras o desagradables que un producto provoca en los consumidores, utilizando escalas hedónicas como instrumentos de medición (Cárdenas *et al*, 2018).

La secuencia en la que las personas suelen percibir las cualidades de los alimentos es la siguiente: inicialmente el olor, aroma o fragancia; seguido de la apariencia; luego el sabor, que abarca tanto los compuestos aromáticos como el gusto; y por último, la textura. Durante el proceso de percepción, la mayoría o la totalidad de estos atributos se superponen, lo que significa que el individuo experimenta una combinación de sensaciones sensoriales de manera casi simultánea. Sin un entrenamiento específico, el evaluador no puede realizar una valoración independiente de cada una de estas características (Mechato Anastasio, 2023).

A través de la literatura el pan blanco ha sido analizado sensorialmente, diversos estudios documentan que los atributos más estudiados en el pan blanco son la apariencia, color, olor y sabor, usualmente se realizan pruebas de preferencia y aceptación, en las pruebas de aceptación se pueden utilizar escalas hedónicas (Moscat Villar, 2014).

Para determinar la aceptación del pan blanco, es recomendable emplear pruebas de consumidores. Particularmente, las pruebas de preferencia o hedónicas son frecuentemente utilizadas debido a su sencillez metodológica y su carácter intuitivo, lo que reduce la necesidad de instrucciones detalladas. Esto facilita la participación de un amplio rango de individuos, sin

importar su edad, condición o idioma. Los datos proporcionados por los jueces son de gran valor, puesto que revelan los atributos más influyentes en la decisión de compra del producto (González Regueiro, Rodeiro Mauriz, Sanmartín Fero, Vila Plana, 2014).

Con un panel de jueces entrenado se pueden obtener resultados más certeros ya que los jueces pueden familiarizarse con el producto y describir características a mayor profundidad como la textura al tacto, la sensación en la boca y el dulzor, además un análisis descriptivo cualitativo ofrece una herramienta de evaluación sensorial que permite visualizar las ventajas y desventajas de cierto producto frente a otras marcas de competencia, esto es importante en la innovación de nuevos productos de panificación (Morales Hernández, Silva Doddoli, 2011).

Moscat Villar (2014) explica que se han realizado análisis sensoriales de pan en función del tiempo, es decir, con el paso de los días como van evolucionando las características organolépticas ya que de acuerdo con el envejecimiento del pan hace que pierda sabor.

Sensorialmente hablando la miga y la corteza son muy importantes para la percepción de textura al inicio de la masticación y depende del tamaño de la estructura de las células del pan, la cual va cambiando a lo largo del consumo y está caracterizada por etapas sensoriales (Chacón Páez, 2024).

La experiencia sensorial al comer pan comienza con su suavidad, masticabilidad o crujido. A medida que se mastica, la saliva y las enzimas bucales descomponen el pan en un bolo, transformando la percepción hacia una fase dominada por la adhesividad, la suavidad y una mayor humedad. Generalmente, esto reduce la velocidad y la fuerza necesarias para masticar y eliminar los restos de pan de la boca. (Voong, Westphal, 2024).

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

4.1 Introducción

La fundamentación se derivó del aporte científico con la posibilidad de generar un nuevo conocimiento teórico o empírico para responder a una necesidad práctica y de demanda social. El diseño de la investigación es con enfoque cuantitativo (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Baptista, 2014).

4.2 Localización del trabajo de investigación

Se realizó en el Taller de Granos y Semillas, en el Laboratorio Multidisciplinario del Instituto de Ciencias Agropecuarias (ICAp) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) y en las instalaciones de la Sociedad de Producción Rural Sierra Cafetalera de la Sombra, en la comunidad de la Sombra Municipio de Chiconquiaco Veracruz, México.

4.3 Formulación y elaboración de pan blanco

4.3.1 Materias primas

Se utilizó harina comercial de trigo de alta proteína, agua purificada, levadura liofilizada comercial, azúcar, sal, mejorante para pan blanco de la marca comercial Magimix y mantequilla comercial marca Gloria, cascarilla de café pergamino de las variedades Bourbon, Geisha y Típica proveniente de la Sociedad de Producción Rural Sierra Cafetalera de la Sombra.

4.3.1.2 Tratamientos

Se diseñaron cuatro tratamientos con diferente porcentaje de cascarilla de café, la formulación y los tratamientos de pan blanco se exponen en la Tabla 4. Para hacer las formulaciones de pan blanco se utilizaron 200g de harina, para los tratamientos de esos 200g se reemplazó con el 5%, 7% y 10% por cascarilla de café.

Tabla 4 *Formulación y tratamientos del pan banco*

Ingredientes	T0 %	T1 %	T2 %	T3 %
Harina de trigo de alta proteína	59.36	56.40	55.20	53.41
Cascarilla de café	0	2.96	4.15	5.93
Sal	0.59	0.59	0.59	0.59
Mejorante para pan blanco	0.59	0.59	0.59	0.59
Levadura	0.89	0.89	0.89	0.89
Azúcar	5.93	5.93	5.93	5.93
Agua	29.67	29.67	29.67	29.67
Mantequilla	2.97	2.97	2.97	2.97

T0 Tratamiento 0 con 0% de sustitución de harina por cascarilla de café; T1 5% de sustitución de harina por cascarilla de café; T2 7% de sustitución de harina por cascarilla de café; T3 10% de sustitución de harina por cascarilla de café.

4.3.1.3 Acondicionado de la cascarilla

La cascarilla de café se molió en un Molino Pulverizador modelo 200G marca Easier life (Júpiter 26 Gustavo A. Madero Ciudad de México, México) durante 4.0 minutos, posteriormente paso por un tamiz de malla 70mm como se ilustra en la Figura 2.



Figura 2 *Molienda y tamizado de la cascarilla.*

4.3.1.4 Elaboración de pan

Para la elaboración de pan blanco se utilizó el método directo (Calaveras, 1996). La figura 3 ilustra el proceso para la elaboración de pan blanco.



Figura 3 Diagrama de la elaboración de pan blanco.

Primero se mezclan los ingredientes secos (harina, mejorante para pan blanco y cascarilla de café). La levadura se activó con 2 ml de agua a temperatura 25°C, la sal y la azúcar se disolvieron

en parte de agua para ser incorporadas a la muestra, se añadió el agua y por último la mantequilla, se amasó durante 7 minutos, posteriormente la masa se dejó fermentar durante dos horas, pasado este tiempo se colocó en un molde para pan blanco previamente engrasado, después se dejó fermentar otros 20 min y se colocó en el horno a 200°C por 20 minutos. Después se procedió al enfriado a temperatura de 23°C durante 10 minutos y se obtuvo el producto final.

4.3.1.5 Metodología de análisis bromatológicos

Para determinar el contenido nutricional se realizó un análisis bromatológico, el cual es indispensable para conocer los efectos beneficiosos de algún alimento. Los análisis bromatológicos se realizaron de igual manera tanto para el pan como para la cascarilla de café.

4.3.1.6 Determinación de proteína

La determinación de proteína se llevó a cabo en un equipo SpeedDigester K-439 (BÜCHI Labortechnik AG, Flawil, Suiza) mediante el método Kjeldahl 955.04 de la AOAC que consiste en tres etapas; digestión, destilación y titulación. Se pesaron 0.5 g de muestra en un papel libre de nitrógeno que se depositó en un matraz Kjeldahl al cual se le añadieron 5 g de mezcla digestora y 15 ml de ácido sulfúrico concentrado, se dejó en digestión hasta que las muestras obtuvieron un color verde claro, después se contó una hora, al finalizar la digestión se procedió a la destilación de las muestras las cuales se dejaron enfriar y se les añadió 20 ml de agua destilada, en el tubo terminal del equipo se situó un matraz Erlenmeyer con una solución de ácido bórico al 2% y 2-3 gotas de rojo de metilo. Después de la destilación se procedió a titular la muestra con una solución de 0.1 N de ácido sulfúrico hasta el vire de la solución que es el cambio de tonalidad (AOAC, 1995).

4.3.1.7 Determinación de fibra

Para determinar el contenido de fibra se realizó de acuerdo a la NOM-F-90-S-1978, se pesaron 3g de muestra desengrasada y se colocaron en un vaso Berzelius al cual se le agregaron 200ml de ácido sulfúrico hirviendo (120°C) al 0.255 N, se calentaron los vasos en el determinador de fibra y se contaron 30 minutos a partir de que comenzaron a hervir, se filtró y se lavó hasta pH neutro, se le adicionó 200 ml de NaOH al 0.313 N y se hirvió(120°C) por 30 min, el residuo se filtró con 25 ml de ácido sulfúrico al 0.255N, 150 ml de agua y 50 ml de alcohol, se dejó secar en la estufa marca Craft a 130°C durante 2 horas y finalmente se calcinó en una mufla marca Felisa a 600°C por 30 minutos (NOM-F-90-S-1978, 1978).

4.3.1.8 Determinación de cenizas

La determinación de cenizas se llevó a cabo por el método 923.03, (AOAC, 1997) se pesaron 2g de muestra y se carbonizaron lentamente, posteriormente se colocaron en una mufla marca Felisa a 500°C durante aproximadamente 4 horas hasta que estuvieran libres de carbono cuando obtuvieron un color grisáceo.

4.3.1.9 Determinación de humedad

La determinación de humedad se realizó con el método 964.22, (AOAC, 1990) se pesaron 3 g de muestra en una cápsula de aluminio y se colocó en la estufa marca Craft durante 4 horas a 105°C hasta peso constante.

4.4.1 Determinación de materia grasa

Para determinar materia grasa se usó el método 920.39C de la AOAC se colocaron 3g de muestra en los cartuchos de celulosa en un extractor de grasa durante 4 horas, después se dejó evaporar el hexano restante en un desecador y se pesó el residuo de grasa de los vasos (AOAC, 1990).

4.5.1 Determinación de Color

La determinación de color se llevó a cabo mediante un colorímetro 3nh NR110 marca Parfortune, se utilizó el sistema CIE-LAB L^* =luminosidad, a^* = coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde), b^* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul).

4.6.1 Análisis del perfil de textura

4.6.1.1 Textura del pan

El Análisis de Perfil de Textura se efectuó con un texturómetro marca Brookfield modelo CT3, se midió la adhesividad, cohesividad, masticabilidad, resiliencia, dureza y elasticidad. Para ello se tomó una muestra representativa de cada tratamiento, es decir de cada pan se tomó una rebanada del centro para que fuera más exacta la determinación evitando los bordes y extremos del pan la cual fue cortada en cubos de 1 cm x 1 cm. Se hicieron en total 10 repeticiones por cada tratamiento.

4.6.1.2 Textura en las masas

La textura en la masa se realizó con un con un texturómetro marca Brookfield modelo CT3, se midió adhesividad, cohesividad, masticabilidad, resiliencia, dureza y elasticidad. Se preparó la masa para el pan y se pesaron 75g para cada uno de los tratamientos, las masas se refrigeraron durante 24hrs, se dividieron en 25g cada una, se realizaron 3 repeticiones por tratamiento cada una con 25g. Para evitar que las masas se pegaran al texturómetro se enharinaron antes del análisis.

4.7.1 Calidad de miga

La calidad de la miga se observó mediante un scanner de una impresora multifuncional HP. Donde se pudo visualizar el alveolado del pan. Se acomodaron las rebanadas de pan de acuerdo con cada tratamiento y se realizó el escaneo de las mismas.

4.8.1 Análisis Sensorial

El análisis sensorial se llevó a cabo en el Taller de Granos y Semillas, del Instituto de Ciencias Agropecuarias (ICAp) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Cabe mencionar que no se realizó un análisis sensorial del T1 debido a que con base a los resultados que se obtuvieron en el análisis bromatológico (ver Tabla 7) se determinó que la adición de 5% de cascarilla de café no confiere grandes características en cuanto a fibra por lo cual no era viable hacer un análisis sensorial de este tratamiento. Se efectuó con una prueba de preferencia de acuerdo con (Watts, Ylimaki, Jeffrey, 1989), con 100 personas (51 hombres y 49 mujeres) de un rango de edad de 17-22 años, se presentaron 3 tratamientos diferentes (T0, T2 y T3). Las muestras de pan se cortaron de un espesor de 1cm, posteriormente cada rebanada se cortó en 4 partes aproximadamente de 4x5cm cada una y se colocaron en platos de unicel de 15x22cm, se codificaron los tratamientos como se describe en la Tabla 5, tratamientos de muestras de pan blanco.

Tabla 5 Códigos para las muestras del análisis sensorial

Tratamiento	Código
T0	179
T2	531
T3	858

Se presentaron las muestras a los jueces con un vaso de agua, una servilleta y un lápiz al costado del formato para que pudieran llenarlo (Figura 4).



Figura 4 Análisis sensorial.

Se invitaron a grupos de estudiantes de nivel medio superior y superior. Antes de la realizar la prueba se explicó a los jueces de cómo se debía realizar y el correcto llenado de los formatos correspondientes (Figura 5).



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Agropecuarias

Evaluación sensorial



Fecha: _____

Sexo: _____ Edad: _____

Escolaridad: _____ Lugar de procedencia: _____

Instrucciones: Frente a usted se encuentra tres muestras codificadas, deberá tomar de izquierda a derecha cada una de las muestras para analizarlas. Posteriormente, llenará el formato marcando con una **X** la muestra de su preferencia, posteriormente debe indicar en la sección de abajo el porqué de su elección.

858	531	179

¿Por qué? / Sugerencias: _____

¡Gracias!

Figura 5 Formato análisis sensorial

El análisis estadístico de los datos se realizó con una prueba Chi-Cuadrada con un valor de $\alpha=0,05$, en el Software XLSTAT 2024.

CAPÍTULO V. RESULTADOS

5.1 Análisis bromatológico de la cascarilla de café

En la Tabla 6 se reportan los análisis bromatológicos de la cascarilla de café se puede observar que su mayor contenido son los carbohidratos y la fibra.

Tabla 6 *Composición química de la cascarilla de café pergamino*

Composición de la cascarilla	%
Humedad	9.02
Grasa	1.70
Cenizas	0.42
Proteína	1.14
Fibra	25.99
Carbohidratos	61.73

Se observa que el contenido de fibra en la cascarilla de café es de 25.99%, esto concuerda por lo reportado por R. Martinez y G. Vargas, (2010) que obtuvieron un porcentaje 24.24% de fibra total.

Comparando estos resultados con estudios previos que analizaron el contenido de fibra en cáscaras de otras fuentes naturales, la cascarilla de café supera el 1.88% de fibra reportado por Vargas-Vargas, Figueroa Brito, Tamayo Cortez, Toledo López y Moo Huchin, (2019) para la cáscara de berenjena, y el 11.50% de la harina de cáscara de cacao que reporta Molina Pinza, Salgado Tello, y Usca Méndez, (2024). No obstante, es importante reconocer que el porcentaje obtenido es menor en comparación con el 50.62% de fibra encontrado en la cáscara de aguacate de acuerdo con Aymacaña Albán, (2018). Estas comparaciones enfatizan que la cascarilla de café puede ser utilizada como fuente de fibra y que su contenido es competitivo y funcional para la formulación de diversos productos alimenticios.

5.1 Análisis bromatológicos del pan

En la Tabla 7 se exponen los resultados del análisis bromatológico de los diferentes tratamientos de pan blanco adicionado con cascarilla de café, donde se demuestra que cuando incrementa el porcentaje de cascarilla también aumenta el porcentaje de fibra en T1, T2 y T3, además que disminuye el porcentaje de carbohidratos y lípidos en el T1, T2 y T3, lo que confiere que la adición de cascarilla de café no solo cumple al aumentar la fibra sino también en hacer un pan con un contenido más bajo en grasa en comparación T0.

Tabla 7 *Análisis bromatológicos de pan blanco adicionado con cascarilla de café*

Variable	T0	T1	T2	T3
	%	%	%	%
Humedad	26.88	27.17	27.29	27.47
Cenizas	2.32	1.96	1.82	1.61
Proteína	7.27	8.62	9.16	9.97
Lípidos	6.84	6.12	5.83	5.4
Fibra	0.76	1.82	2.24	2.88
Carbohidratos	55.93	54.31	53.66	52.67

Al comparar estos resultados con los reportados por Bayas Villacis, (2015) en el estudio que realizó con harina de haba en pan, se observa que la cascarilla de café a diferencia de la harina de haba no incrementa de manera considerable el contenido de humedad, el rango que se reporta en el presente trabajo es de (26.88%-27.4%) en contraste con el de harina de haba que fue de (32.90%-35.33%)

Además, que la proteína se incrementa con la cascarilla de café de 7.27% a 9.97%, en comparación con la harina de haba de 7.39% a 8.77%.

Se puede observar que la cascarilla de café aumenta más el contenido de fibra porque en el tratamiento sin adición de cascarilla se tenía el 0.76 % y aumentó hasta el 2.88%, en contraste

con la harina de haba pues en el primer tratamiento sin adición de harina de haba Bayas Villacis, (2015) tenía 2.32% de fibra y solo aumentó hasta 4.20%

Se puede decir, que la cascarilla de café aumenta el porcentaje de fibra de acuerdo con las formulaciones, si bien no es tan elevado como si se incorporara una fibra dietética directamente, el resultado tampoco es bajo ya que según Cobos Intriago, (2020) en el estudio donde se incorporó harina de chía obtuvieron 4.14% de fibra, en este sentido se puede decir que también la cascarilla de café después de ser sometida por el proceso de tamizado de igual forma puede ser utilizada para ser incorporada al pan blanco y se obtienen resultados similares.

Así mismo, el porcentaje de fibra que se obtuvo es similar a lo que registró Rodas Chungata, (2013), en su estudio evaluó la cantidad de fibra en pan artesanal con harina integral y determinó que el porcentaje de fibra era de 2-4% que está dentro de los rangos obtenidos.

El pan de caja integral Oroweat de 12 granos de la marca Bimbo únicamente contenía 2g de fibra por porción, lo que indicó que su principal ingrediente es la harina refinada, este ingrediente se recomienda no ser consumido con frecuencia según expertos, debido a que puede ocasionar problemas en la salud como enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2 y obesidad (Cabada, 2019).

A medida que aumenta el porcentaje de adición de cascarilla de café también aumenta el porcentaje de humedad por que la cascarilla presenta propiedades de retener el agua, puede ser un agente espesante y así mismo brindar firmeza a la estructura del pan (Barrera y Sánchez, 2020).

La cascarilla de café contiene 94.74% de fibra cruda aproximadamente según (García Urbina, Moreno Gutiérrez y Tavalera Lazo, 2015), esto explica el aumento en cada uno de los tratamientos, y tiene 3.02% de proteína, debido a ello también incrementa al ser incorporada en el pan.

Sin embargo, se observó una disminución en el porcentaje de cenizas a medida que aumentaba la proporción de cascarilla de café en la formulación. Estos resultados contrastan significativamente con lo obtenido por (Chirinos Leal, Bracho Espinoza, Torres Ivamer y Vargas , 2017), reportaron un 3.24% de cenizas en su tratamiento con una relación 60:40 de harina de tapirama por harina de trigo. En el presente estudio, la formulación con mayor porcentaje de cascarilla de café arrojó un contenido de cenizas de 1.61%, sugiriendo que la cascarilla de café podría estar disminuyendo la disponibilidad de minerales en el producto final.

Esta reducción podría explicarse por el alto contenido de fibra presente en la cascarilla de café. Aunque la fibra es un componente valioso, autores como (Hermann, 2019) han documentado que la fibra dietética puede formar complejos con ciertos minerales, reduciendo su biodisponibilidad y absorción. Si bien también señala que una ingesta adecuada de minerales puede mitigar este efecto, y que la fibra en niveles recomendados no compromete el equilibrio mineral, en nuestro caso la incorporación de la cascarilla de café parece haber impactado el contenido de cenizas de manera más pronunciada de lo esperado, indicando una posible interferencia con la presencia de minerales.

La incorporación de cascarilla de café en las formulaciones de pan también mostró una reducción en el contenido de lípidos del producto final, una de las propiedades clave de la fibra es su capacidad de adsorción de grasa. La presencia de fibra en la cascarilla de café puede interactuar con los lípidos durante el procesamiento, limitando su disponibilidad lo que se traduce en un menor contenido graso (Vilcanqui Pérez y Vílchez Perales, 2017). Este estudio presenta un contraste significativo con lo reportado por Palomares Navarro, (2021) quien desarrolló un pan a base de frijol y maíz. En su investigación, el porcentaje de grasa obtenido fue del 18.70%, una cifra considerablemente superior a la obtenida en el presente trabajo.

5.2 Análisis de perfil de textura (TPA)

5.2.1 TPA en masa

La dureza de la masa del pan disminuye conforme aumenta el porcentaje de fibra, esto explica la capacidad de la cascarilla para sustituir las grasas, como se sabe las grasas en panificación proporcionan mayor suavidad a la masa, por ello cuando el porcentaje de adición de fibra aumenta la masa es más suave y más moldeable Barrera y Sánchez (2020).

Al comparar estos resultados con lo reportado por Ramos et al. (2016) que incorporaron harina de papa roja a una masa para donas, obtuvieron que la dureza de la masa iba aumentando conforme lo hacía el porcentaje de harina de papa a decir a diferencia de la cascarilla de café que hace que una masa sea más suave y maleable.

Se observa además que la cohesividad de la masa no se ve afectada ya que las muestras no obtuvieron diferencias significativas, en cuanto a masticabilidad la única muestra que presenta diferencias con las demás es T0 por que tiene el valor más alto (0.300 ± 0.019). La masa del pan sin cascarilla de café muestra menor resiliencia en comparación con las que sí tienen un porcentaje de adición. La Tabla 8 expone los resultados del TPA en masa de pan adicionada con cascarilla de café.

Tabla 8 *Textura de la masa del pan*

	T0	T1	T2	T3
Dureza N	1.134 ± 0.121^a	0.545 ± 0.005^b	0.574 ± 0.000^b	0.456 ± 0.000^b
Adhesividad J	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000
Resiliencia	0.090 ± 0.017^b	0.160 ± 0.017^a	0.130 ± 0.000^a	0.130 ± 0.000^a
Cohesividad	0.513 ± 0.011	0.483 ± 0.028	0.480 ± 0.000	0.500 ± 0.000
Elasticidad	0.516 ± 0.005^a	0.503 ± 0.028^a	0.460 ± 0.000^b	0.440 ± 0.000^b
Masticabilidad N	0.300 ± 0.019^a	0.133 ± 0.017^b	0.126 ± 0.000^b	0.101 ± 0.000^b

^{abc} Literales que indican diferencias significativas entre los atributos de textura (Dureza N, Adhesividad, Resiliencia, Cohesividad, Elasticidad y Masticabilidad N) de las muestras (T0, T1, T2, T3) ($p < 0.05$).

5.2.2 TPA en pan

Los resultados de las pruebas de textura en el pan que se pueden observar en la Tabla 9 demostraron que en el parámetro de dureza el T0 y T1 muestran similitud, sin embargo, tanto T2 y T3 no comparten similitud con T0 y T1, siendo que el tratamiento con mayor dureza es T0 (1.149) y el más bajo para T3 (0.524), lo que implica que la adición de cascarilla confiere mayor suavidad al pan.

Para la adhesividad se observa que no hay cambios por la adición de cascarilla de café es decir que no afecta a la adhesividad y el mismo caso es para la resiliencia y cohesividad, en el índice de elasticidad tanto el T0, T1 y T2 comparten similitud y la única muestra diferente es la T3, para la masticabilidad el T0 y T1 comparten similitud sin embargo son diferentes a T2 y T3 estas son más parecidas entre sí, esto puede deberse a el porcentaje de cascarilla utilizado.

La dureza del pan es mayor en el T0 que no tiene ningún porcentaje de cascarilla de café, y va disminuyendo a medida que el porcentaje de cascarilla va aumentando esto quiere decir que la cascarilla hace que sea más blando, en cuanto a elasticidad, la cascarilla al aportar más fibra de igual modo hace que sea menos elástico que el que no contiene cascarilla y de igual forma la elasticidad va disminuyendo, el pan se hace más resiliente a medida que aumenta el porcentaje de cascarilla, estos resultados pueden deberse a que la cascarilla que tiene fibra y ésta confiere una menor dureza estos resultados son diferentes a los reportados por Alvis, Pérez y Arrazola, (2011). ya que ellos obtuvieron 6.88 de dureza, mucho mayor a lo reportado en este trabajo, además de que la elasticidad fue mayor ya que también obtuvieron resultados que estaban en un rango de 10.38. Hernández Aguilar, (2022) reporta que se obtuvieron valores más parecidos a los de este trabajo en las variables de cohesividad y resiliencia, ellos añadieron maíces criollos al pan.

Osuna et al. (2013) mencionan que utilizaron una combinación de harinas de lino, soja y salvado de trigo y que los panes se hacen más gomosos con un índice de masticabilidad mayor, sin embargo Dominguez et al. (2019) en un estudio que realizaron para aumentar la fibra dietética total en el pan con harina de ramón, obtuvieron que el pan con este tipo de harina adquiere una mayor dureza en comparación con este trabajo ya que en este caso la dureza va disminuyendo conforme la adición de cascarilla de café.

En el estudio de Díaz Malmierca (2013) se identificó que al agregar otro tipo de fibras para pan se observó que de los diferentes tipos de fibra que se incorporan aumenta la dureza cuando el tamaño de partícula va incrementando.

Hager et al. (2011) refieren que, si un pan no tiene gluten, su dureza disminuye si la fibra adicionada es de avena. En la Tabla 9 se presenta el resultado del análisis del perfil de textura en pan adicionado con cascarilla de café.

Tabla 9 Análisis del perfil de textura en pan adicionado con cascarilla café

	T0	T1	T2	T3
Dureza	1.149±0.643 ^a	0.979±0.340 ^{ab}	0.542±0.189 ^b	0.524±0.287 ^b
Adhesividad	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
Resiliencia	0.293±0.043 ^a	0.269±0.037 ^a	0.308±0.025 ^a	0.309±0.023 ^a
Cohesividad	0.692±0.041	0.681±0.038	0.680±0.057	0.680±0.023
Elasticidad	0.823±0.034 ^a	0.791±0.056 ^{ab}	0.771±0.046 ^{ab}	0.738±0.044 ^b
Masticabilidad	0.639±0.326 ^a	0.522±0.154 ^{ab}	0.285±0.105 ^{bc}	0.260±0.131 ^c

^{abc} Literales que indican diferencias significativas entre los atributos de textura (Dureza N. Adhesividad, Resiliencia, Cohesividad, Elasticidad y Masticabilidad N) de las muestras (T0, T1, T2, T3) (p<0.05).

5.3 Calidad de miga en el pan

El alveolado del pan se ve afectado por diversos factores como la hidratación de la masa, si la masa tiene una baja hidratación dificulta la formación del gluten, otro factor que influye en

la formación de los alvéolos es la tenacidad de la masa, cuando la tenacidad de la masa es mayor disminuye la posibilidad de que se forme un alveolado grande, si se produce un exceso de tenacidad puede conllevar a la aparición de grandes huecos en la masa.

El moldeado es primordial para la distribución y tamaño de los alvéolos de la miga, debido a que en el enrollado y compresión se termina de fijar la mayor o menor homogeneidad de la miga resultante. Cuando se da un tiempo mayor en el proceso de fermentación de la masa tendrá más cantidad de gas antes de la división y formado, lo que genera un alveolado irregular y abierto (Tejero, 2020).

En la Figura 6 se observa la calidad de miga del pan del T0 con alvéolos más compactos, a diferencia del T3 que presenta alveolos más abiertos e irregulares y también el volumen del primer pan es mucho mayor que el del último y va disminuyendo significativamente en cada uno de los tratamientos.



Figura 6 Calidad de miga del pan

5.4 Color

5.4.1 Color en la miga

Como se puede observar en la Tabla 10 el valor de L es mayor en T1 y T2, es decir poseen una miga más blanca, y no hubo diferencias significativas con respecto a T0, el único tratamiento diferente en este parámetro es el T3. El tratamiento con el valor más alto de a* es T1 que indica que tiene una mayor tendencia a coloración roja, sin embargo, ninguno de los tratamientos presenta diferencias significativas en este parámetro. Cabe mencionar que para el parámetro b* del tratamiento T3 posee el resultado más alto (24.04 ± 0.803) esto quiere decir que la miga en este tratamiento es más amarilla debido a la incorporación en mayor porcentaje de cascarilla y confiere un color diferente en la miga, a diferencia de los demás tratamientos.

Tinoco Lagos, (2009) menciona que incorporó salvado de trigo y harina integral a otro tipo de harinas y el pan pierde luminosidad, lo que indica que se convierte más oscura la miga del pan, tal como pasó con la luminosidad en la miga del pan adicionado con cascarilla de café ya que como se observa el pan con mayor porcentaje de adición de cascarilla es más oscuro que el resto

Según (Medina, 2016) en un estudio donde se incorporó harina de chufa (*Cyperus esculentus*) al pan de igual forma la luminosidad de la miga del pan disminuía conforme aumentaba el porcentaje de harina de chufa, al igual que sucede con la cascarilla de café.

Tabla 10 *Color en la miga*

Parámetro	T0	T1	T2	T3
L	99.34 ± 1.11^a	99.99 ± 0.00^a	99.99 ± 0.00^a	96.91 ± 1.12^b
a*	12.85 ± 12.56	26.69 ± 6.09	26.08 ± 2.47	10.32 ± 6.37
B	3.73 ± 13.56^b	1.51 ± 1.84^b	8.76 ± 1.98^{ab}	24.04 ± 0.80^a

abc Literales que indican diferencias significativas entre las muestras ($p < 0.05$).

5.4.2 Color en el pan

Como se observa en la Tabla 11, el color más blanco y luminoso se presentó en el T0, debido a que no se adicionó cascarilla de café y muy diferente al tratamiento T3 que presenta el valor más bajo de L y es más opaco que el resto, esto se explica debido al color que le confiere la cascarilla al pan, en cuanto a los valores de a^* el más bajo es T0 (-66.2 ± 27.3) siendo más verdoso y el más alto es T2 (31.37 ± 12.31) acercándose más a un color rojo, en el parámetro de b el valor más alto lo obtuvo el T0 (131.1 ± 19.9) teniendo una tonalidad más amarilla, en todos los parámetros las muestras presentaron diferencias significativas y algunas tienen similitud entre sí, lo que indica que la cascarilla de café genera diversos cambios en el color que se pueden manifestar en la miga y en el pan como se expone en la Tabla 5.5 del análisis de color en el pan blanco.

Dominguez (2019), reporta que utilizó harina de semilla de ramón y se observó que la luminosidad disminuía cuando se añadía más harina de ramón, debido a que el reemplazo de harina de trigo por otras harinas hace que los panes sean más oscuros y que el contenido de pigmentos en estas harinas cambie la tonalidad del pan. Debido a que el color es un factor determinante en la calidad del pan, un estudio realizado por Montoya y Giraldo, (2010) determina que un pan sin adición de ningún tipo de harina externa es más luminoso.

Tabla 11 *Análisis de color en pan*

Parámetro	T0	T1	T2	T3
L	99.98 ± 0.00^a	99.64 ± 0.60^{ab}	94.77 ± 3.02^b	84.22 ± 2.43^c
a^*	-66.2 ± 27.3^c	-41.2 ± 37.8^{cb}	31.37 ± 12.31^a	18.26 ± 0.32^{ab}
b	111.98 ± 7.78^a	54.05 ± 16.92^b	79.2 ± 21.9^{ab}	65.37 ± 1.89^b

abc Literales que indican diferencias significativas entre las muestras ($p < 0.05$).

5.5 Análisis Sensorial

En la Tabla 12, se muestra las diferencias significativas de las medias, de las muestras evaluadas, donde se observa que la muestra T0 fue la de mayor preferencia, en relación se analiza que la muestra testigo T0 es significativamente diferente al T2 y T3, lo que quiere decir que la adición de cascarilla de café si influye en la elección de los jueces, y prefieren la muestra sin adición de cascarilla de café.

Tabla 12 *Medias LS del análisis sensorial de pan*

Tratamiento	Medias LS
T0	0.59 ^a
T2	0.23 ^b
T3	0.18 ^c

Los resultados del análisis sensorial revelaron diferencias significativas entre todos los tratamientos, lo que indica que la adición de cascarilla de café tuvo un impacto perceptible en las características organolépticas del pan. La muestra T0 (testigo) tuvo el 59% de aceptación en contraste con la muestra T2 (7% de cascarilla) con un 23% y la muestra T3 (10% de cascarilla) con un 18% de aceptación. A pesar de la clara preferencia por la muestra testigo, es crucial resaltar que no se reportó un nivel de desagrado significativo en las muestras con adición de cascarilla de café (T2 y T3), basándose en los comentarios de los jueces: “perfecto en humedad y sabor”, “me gusto la textura y el sabor”, “para mí está muy bien horneado”, “la orilla esta crujiente y su sabor es muy bueno”. Este hallazgo es fundamental, ya que sugiere que, si bien las formulaciones con cascarilla no superaron al pan tradicional en preferencia general, tampoco generaron un rechazo explícito por parte de los consumidores.

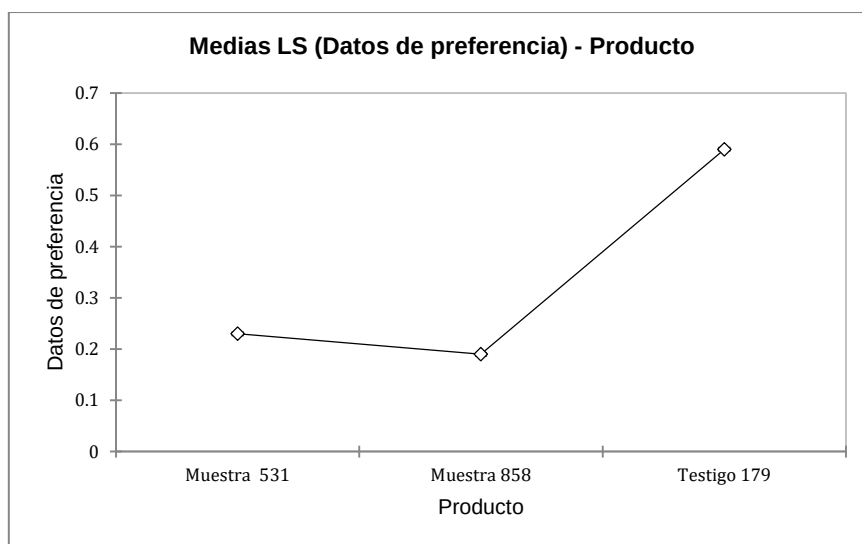


Figura 7 Preferencia del producto

Como se observa en la Figura 8, del 59% de personas que eligieron la muestra T0, 33 personas la eligieron por su textura, 20 por su sabor, 4 por su olor y 2 por su apariencia. Del 23% de personas que eligieron la muestra T2 13 personas la prefieren por su textura y 10 por su sabor. El 18% que prefiere la muestra T3 6 personas la eligieron por su textura y 12 por su sabor. Estos datos evidencian que el parámetro de preferencia que más influyó en la decisión de los consumidores fue consistentemente la textura, seguido por el sabor.

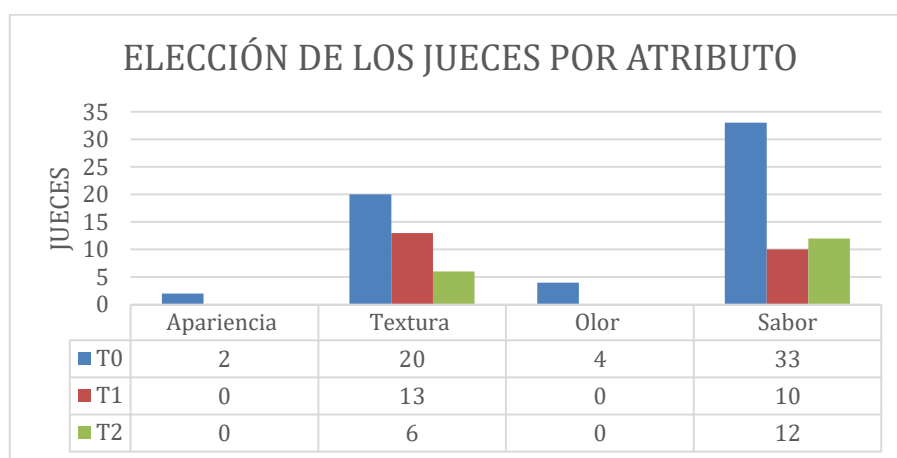


Figura 8 Elección de los jueces

Los comentarios de los jueces revelan que aquellos que prefirieron el pan testigo mencionaron su textura más esponjosa y un sabor más dulce. Esta observación destaca un área clave de oportunidad para los panes con cascarilla de café: la mejora de la textura. Es posible que la adición de cascarilla haya alterado la estructura de la miga, resultando en una percepción de menor esponjosidad.

Por otro lado, los consumidores que mostraron gusto por las muestras T2 y T3 ofrecieron comentarios positivos significativos. Destacaron que el pan con cascarilla "no era tan dulce" y que tenía un "buen sabor a pan integral", lo cual representa un punto a favor. Además, valoraron que se "sentía más ligero al momento de consumir", "no era tan gomoso" y era "ideal para tostar". Estos comentarios sugieren que, aunque la preferencia general se inclinó hacia el testigo, existe un segmento de consumidores que aprecia las características distintivas que la cascarilla de café confiere al pan, particularmente su perfil de sabor menos dulce y una percepción de ligereza y versatilidad para el consumo.

Cabe señalar que, aunque el texturómetro reflejó que es más suave el tratamiento T3 los jueces señalaron como más suave el T0 (Tabla 9) en base a sus comentarios donde dijeron “su textura es más suave” “el pan tiene suavidad y es esponjoso” y “su consistencia es más blanda”. Es posible que estas decisiones se vieran influenciadas debido al color del pan ya que como se muestra en (Tabla 11) pues el pan más luminoso fue el T0 y los demás tratamientos era más oscuros, siendo el más oscuro T3 que fue el de menor preferencia.

Podemos atribuir que lo más probable que influyera en la preferencia al pan testigo fue el color del producto ya que los panes con adición de cascarilla de café eran más oscuros que el testigo (Tabla 11), siendo el T0 mas blanco y más luminoso lo que pudo ocasionar que la percepción de los consumidores se inclinara más hacia el pan más claro.

También la humedad afecta las percepciones del consumidor ya que como se observa en (Tabla 7) el pan con mayor contenido de humedad era T3, a pesar de ello algunos jueces mencionaron que T0 era más suave y esponjoso, esto difiere con lo obtenido en los análisis bromatológicos.

En síntesis, si bien la textura y el sabor del pan testigo establecieron un alto estándar, la ausencia de desagrado y los comentarios positivos específicos para los panes con cascarilla de café indican un potencial considerable para la optimización de estas formulaciones. Se han reportado casos donde la sustitución parcial de harina de trigo no ha impactado negativamente la aceptabilidad sensorial. Por ejemplo, Calvo Carrillo, López Méndez, Carranco Jáuregui y Marín (2025) encontraron que la sustitución parcial de harina de chícharo por harina de trigo resultó en un pan sensorialmente aceptable, sin diferencias significativas respecto al pan control. Este hallazgo contrasta con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde sí se observaron diferencias significativas en la aceptabilidad sensorial de los panes formulados con adición de cascarilla de café en comparación con el pan testigo. De manera similar, Compaore Sereme et al. (2023) demostraron que panes elaborados con una proporción del 50% de harina integral de mijo o sorgo fueron aceptables y comparables a panes 100% integrales, utilizando una escala hedónica. Aunque no emplearon una prueba de preferencia, sus resultados refuerzan la idea de que es posible incorporar ingredientes no tradicionales manteniendo la aceptabilidad. Sin embargo, es importante recalcar que la adición de ingredientes no siempre se traduce en una aceptación similar a la de un producto control, como se evidenció en nuestra investigación. La incorporación de fibra, incluso proveniente de subproductos naturales, también ha sido un foco de investigación de acuerdo con Monasterios Yapu, (2023) llevó a cabo un análisis sensorial con 60 panelistas para evaluar panes con diferentes porcentajes de harina integral de trigo. Curiosamente, el tratamiento con un 9.32% de harina integral (Tratamiento 2513) fue el de

mejor aceptación sensorial, lo que sugiere que existe un punto óptimo de adición para mantener o incluso mejorar la palatabilidad. Un ejemplo notable de la utilización de subproductos como es el estudio de Eshak (2016), quien investigó la incorporación de harina de cáscara de plátano en pan. Sus hallazgos revelaron que los panes con 5% y 10% de harina de cáscara de plátano fueron comparables en calidad y aceptabilidad a los panes 100% de harina de trigo. Específicamente, el pan con 10% de harina de plátano presentó características moderadas en sabor, textura, aroma, color y miga, y fue bien aceptado por los panelistas en términos de masticabilidad, redondez y apariencia general. Además, este pan mostró un mayor contenido de proteínas, carbohidratos y grasas. Estos resultados son particularmente relevantes ya que demuestran que la incorporación de harinas derivadas de cáscaras puede resultar en un producto no solo aceptable, sino incluso mejorado nutricionalmente, y con una fibra de alta calidad.

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES

La adición de la cascarilla de café en pan blanco podría ser una alternativa viable debido a que es un residuo que se obtiene en el proceso de elaboración del café y otorga valor agregado al incrementar el contenido de fibra.

La cascarilla de café aumentó el contenido de proteína en el pan de 7.27% a 9.97%.

La cascarilla de café reduce la dureza del pan, lo que la hace un buen sustituto de las grasas en procesos de panificación.

La adición de cascarilla de café en pan blanco contribuye de manera positiva en la textura de la masa pues la hace más flexible para moldear.

En el análisis sensorial la población en general prefirió la muestra testigo lo que indica que el porcentaje de cascarilla podría disminuir para que pueda tener una mayor aceptación o podría presentarse el producto con la leyenda “rico en fibra” para así garantizar una mayor aceptación. No obstante, no se generó rechazo explícito a las muestras que sí tenían cascarilla de café por parte de los consumidores.

El análisis de color demostró que la adición de cascarilla de café si influye en la coloración del pan, debido a que hace que sea menos luminoso y también confiere a que tenga una coloración más oscura, en el color del pan todos los tratamientos mostraron diferencias significativas, lo que indica que la cascarilla de café aporta diversos cambios según el porcentaje utilizado.

BIBLIOGRAFÍA

- AACC International. (Marzo de 2001). The Definition of Dietary Fiber. *Cereal Foods World*, 46(3), 113-126.
- Aboites Montoya, M. C. (2020). Producción y Comercialización de Café en el Libre Mercado. Los Pequeños Productores en La Sombra Municipio de Chiconquiaco, Veracruz. Estado de México, México. Recuperado el Octubre de 2023
- Aleixandre, A., Benavent-Gil, Y., Velickova, E., & M Rosell, C. (2021). Mastication of crisp bread: Role of bread texture and structure on texture perception. *Food Research International*, 147. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110477>
- Almeida Alvarado, S. L., Aguilar López , T., & Hervert Hernández , D. (2014). La fibra y sus beneficios a la salud. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 27(1). Recuperado el Enero de 2024, de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522014000100011
- Álvarez Pérez , J., & Peña Rosas, J. P. (2007). Fibra dietética: efecto sobre el control glucémico y el metabolismo de los carbohidratos y lípidos. *Revista Española Nutrición Comunitaria*, 13(1), 30-29. Obtenido de https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/NUT_0162006_Fibra.pdf
- Alvis, A., Pérez , L., & Arrazola, G. (2011). Estudio de las propiedades físicas y viscoelásticas de panes elaborados con mezclas de harinas de trigo y de arroz integral. *Información Tecnológica*, 22(4), 107-116. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642011000400012>.
- American Institute of Baking. (2023). *Applied Baking Technology*. Kansas, Estados Unidos.
- AOAC. (1990). *Official Method of the Association Analytical Chemist International. Method 920.39C*.
- AOAC. (1990). *Official Method of the Association Analytical Chemist International. Method 964.22*.
- AOAC. (1995). *Official Method of the Association Analytical Chemist International. Method 955.04*.
- AOAC. (1997). *Official Method of the Association of Official Analytical Chemist International. Method 923.03*.

- Arcila Pulgarín , J., Farfán Valencia , F., Moreno Berrocal, A., Salazar Gutiérrez, L. F., & Hincapié Gómex , E. (2007). *Sistemas de producción de café en Colombia*. (H. F. Ospina O, & S. M. Marín L, Edits.) Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. Cenicafé.
- Arias Galindo, S., & López Velasco, D. M. (Diciembre de 2019). Reacciones químicas de los azúcares simples empleados en la industria alimentaria. *Lámpsakos*(2145-4086), 123-136. doi:<https://doi.org/10.21501/21454086.3252>
- Aymacaña Albán, A. E. (2018). *Caracterización bromatológica de la cáscara de aguacate (Persea americana) y posterior extracción e identificación de la fracción con mayor actividad antimicrobiana y antioxidante*. (D. P. Borja Espín, & M. L. Goetschel Gómez, Edits.) Ecuador: Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Químicas Carrera de Química de Alimentos. Recuperado el Mayo de 2025
- Barrera López, J. A., & Sánchez Velandia, P. F. (2020). Evaluación de la cscarilla de café como sustituto a las grasas utilizadas en la elaboración de brownies. (O. A. Álvarez Solano, Ed.) *Universidad de los Andes*. Recuperado el Marzo de 2024, de <https://hdl.handle.net/1992/44612>
- Bayas Villacis , S. H. (2015). *Uso de harina de haba en la elaboración de pan con alto contenido de nutrientes*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Vhimborazo Facultad de Salud Pública Escuela de Gastronomía.
- Bordas, J. (15 de Marzo de 2020). *Las fibras como ingrediente clave en la pastelería moderna: fibras de cítricos*. Obtenido de Escuela de Pastelería Jordi Bordas: <https://jordibordas.com/blog/las-fibras-como-ingrediente-clave-en-la-pasteleria-moderna-fibras-de-citricos/>
- Cabada , X. (23 de Septiembre de 2019). Radiografía de pan de caja oroweat 12 granos de bimbo. *El Poder del Consumidor*. Obtenido de <https://elpoderdelconsumidor.org/2019/09/radiografia-de-pan-de-caja-oroweat-12-granos-de-bimbo/>
- Calaveras, J. (1996). *Tratado de panificación y bollería*. Mundi-Prensa.
- Calí, M., & Barda , N. (2014). *Análisis sensorial de los alimentos*. Obtenido de https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/gmanrique/images/Anal_Sens_nota.pdf
- Calvel, R. (1980). *La Panadería Moderna*. Buenos Aires, Argentina.
- Calvo Carrillo , M., López Mendéz , O. X., Carranco Jáuregui , M. E., & Marines , J. (2025). Evaluación fisicoquímica y sensorial de un pan tipo baguette utilizando harinas de trigo (*Triticum spp*) y chícharo (*Pisum sativum L.*). *Revista de Ciencias Biológicas y de la Sa,*

- Cárdenas Mazón, N. V., Cevallos Herida, C. E., Salazar Yacelga, J. C., Romero Machado, E. R., Gallegos Murillo, P. L., & Cáceres Mena, M. E. (5 de Julio de 2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Ciencias técnicas y aplicadas*, 4(3), 253-263. doi:10.23857/dc.v4i3.807
- Castello Gómez, M., Barrera Puigdoller, C., Pérez Esteve, E., & Noelia Betoret, V. (2019). *Mezcla de Sólidos*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Castillo Archilla, J. A., & Martinez Maldonado, M. A. (2023). *Análisis sensorial y físico de un pan adicionado con harina de cuajilote*. Obtenido de <https://repositorio.unicach.mx/bitstream/handle/20.500.12753/4701/Ladi%20Morales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Catañeda, M. J. (4 de Julio de 2016). *La levadura y su importancia en la elaboración de pan*. Obtenido de Pan sin gluten | Elaboración de pan, Salud y nutrición, técnicas: <https://pansingluten.net/salud-y-nutricion/la-levadura-y-su-importancia-en-la-elaboracion-de-pan/>
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. (15 de Agosto de 2024). *La textura en los alimentos*. Obtenido de Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD): <https://www.ciad.mx/la-textura-en-los-alimentos-una-delicia-sensorial/>
- Chacón Páez, L. F. (2024). *Estándares de Calidad en la producción de pan blanco de molde de una Empresa Panificadora INGE-2426* (Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción ed.). (T. M. Guzmán Armenteros, & A. D. Suasnavas Ortega, Edits.) Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado el Julio de 2025, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/f72ec201-b193-4bce-8d11-68b4d4886779/T-114599%20INGE-2426%20%20LUIS%20FERNANDO%20CHACON%20PAEZ.pdf>
- Chirinos Leal, W., Bracho Espinoza, H., Torres Ivamer, N. P., & Vargas, N. (Marzo de 2017). Nutritional value of breads made with partial replacement of wheat (*Triticum vulgare*) by tapirama flour (*Phaseolus lunatus* L). *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Unversida del Zulia*, 40(1). Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702017000100008
- Claudillo Ortega, N. A., Salas Amezquita, A. G., Blancas Henández, L. E., Lona Luna, S. P., Rocha Mendoza, M. A., Mares Mares, E., & Rivera Domínguez, C. (2020). Análisis químico del café variedad arábica durante el proceso del tostado artesanal. *Investigación*

- y *Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5, 811-814. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume5/5/11/163.pdf>
- Cobos Intriago, A. T. (2020). Evaluación bromatológica y sensorial del pan de trigo (*Triticum spp*), tipo enrollado, enriquecido con Chía (*Salvia hispanica*). Milagro, Ecuador. Obtenido de https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/COBOS%20INTRIAGO%20ADRIANA%20TERESA_compressed.pdf
- Compaore Sereme, D., Hamma-Ba, Fatoumata, Wen-bénédo Tapsoba, F., Henry Maina, N., H Dicko, M., & Sawadogo-Lingani, H. (Marzo de 2023). Production and sensory evaluation of composite breads based on wheat and whole millet or sorghum in the presence of *Weissella confusa* A16 exopolysaccharides. *Heliyon*, 9(3). Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13837>
- Conde Álvarez, C. (9 de Octubre de 2022). *El cultivo tradicional de café bajo sombra como opción de mitigación al cambio climático*. Obtenido de Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático: <https://www.atmosfera.unam.mx/el-cultivo-tradicional-de-cafe-bajo-sombra-como-opcion-de-mitigacion-al-cambio-climatico/>
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas. (13 de Septiembre de 2024). *Incluir vegetales deshidratados en el pan mejora sus propiedades nutricionales, según un estudio del CSIC*. Obtenido de Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC): <https://www.csic.es/es/actualidad-del-csic/incluir-vegetales-deshidratados-en-el-pan-mejora-sus-propiedades-nutricionales-segun-un-estudio-del-csic>
- Cordero Fernández, D. L., Granados Nevárez, M., Islas Rubio, A. R., Verdú Amat, S., Ramírez-Wong, B., & Vasquez Lara, F. (14 de Febrero de 2020). Utilización de fibra de avena con diferente tamaño de partícula en panificación: efecto reológico y textural. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(1), 161-173. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i1.1954>
- Córdoba Porras, M. (2021). Elaboración de una bebida funcional a partir del aprovechamiento de la cáscara deshidratada del café como alternativa de valorización de subproductos. (M. Carrión Hernández, Ed.) *Universidad de los Andes*. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/0a7364f4-f85c-4405-a1b7-977165f61f60/content>
- Cortijo, J. D. (2021). *El mundo del café*. Homatic vending.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (2020). *Granos*. Obtenido de USDA Mi plato: <https://www.myplate.gov/eat-healthy/grains>

- Díaz Malmierca, Á. (2013). *Efecto de la incorporación de fibras dietéticas*. Palencia, España: Universidad de Valladolid.
- Dominguez Zárate, P. A., García Martínez, I., Güemes-Vera, N., Totosaus, A., & Pássaro Carvalho, C. (2019). Textura, color y aceptación sensorial de tortillas y pan producidos con harina de ramón (*Brosimum alicastrum*) para incrementar la fibra dietética total. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(3). doi:<https://doi.org/10.21930/rcta.vol20num3art:1590>
- Escamilla Prado, E. (2016). Las variedades de café en México ante el desafío de la roya. (R. Torres, Ed.) *Políticas Públicas Programa Mexicano del Carbono*. Obtenido de https://pmcarbono.org/pmc/descargas/proyectos/redd/Breves_de_Politicas_Publicas_No.4-Variedades_de_cafe_en_Mexico.pdf
- Escudero, E. (16 de Junio de 2020). *Ingredientes y aditivos alimentarios ejorantes para panificación, que son y por que deberías conocerlos*. Obtenido de <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/mejorantes-para-panificacion-que-son-y-por-que-deberias-conocerlos/>
- Eshak, N. S. (Diciembre de 2016). Evaluación sensorial y valor nutricional del pan plano Balady suplementado con cáscaras de plátano como fuente natural de fibra dietética. *Anales de Ciencias Agrícolas*, 61(2), 229-235. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.aos.2016.07.002>
- Federación de Asociacion de Celíacos España. (2018). *¿Qué es el gluten?* Obtenido de <https://celiacos.org/que-es-el-gluten/#:~:text=El%20gluten%20se%20puede%20obtener,alimentaci%C3%B3n%2C%20por%20su%20poder%20espesante>
- Flecha, M. (2015). *Procesos y tecnicas de panificación*.
- Floreto. (17 de Junio de 2021). *Comité de Información Estadística y Geográfica del Estado de Veracruz*. Obtenido de Cuadernillos Municipales 2021: <https://ceieg.veracruz.gob.mx/2021/06/17/cuadernillos-municipales-2021/>
- García Urbina, M., Moreno Gutiérrez, & Tavalera Lazo , T. (2015). *Validación de complemento a partir de cascarilla de café, com una aternativa de alimentación de ganado bovino para engorde, en la finca los Chilamates, de la Universidad Católica del trópico seco UCASTE*.
- García, G. (17 de Octubre de 2022). *Mexicanos consumen 33.5kg de pan al año*. Obtenido de Revista NEO: <https://www.noticiasneo.com/index.php/articles/2022/10/17/mexicanos-consumen-335-kg-de-pan-al-ano>

- Gervais, A. (9 de Marzo de 2020). *Understanding Cereal Grains*. Obtenido de Otherwise Brewing: <https://www.otherwisebrewing.com/blog/understanding-cereal-grains>
- González Regueiro, V., Rodeiro Mauriz, C., Sanmartín Fero, C., & Vila Plana, S. (2014). *Introducción al análisis sensorial*. IES de Mugaros. Obtenido de <https://iestpcabana.edu.pe/wp-content/uploads/2021/11/INTRODUCCION-AL-ANALISIS-SENSORIAL.pdf>
- González, A., Alvis, A., & Arrázola, G. (2015). Efecto del Recubrimiento Comestible en las Propiedades de Trozos de Batata (*Ipomoea Batatas* Lam) Fritos por Inmersión. Parte 1: Textura. *Información Tecnológica*, 26(1). doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000100011>
- Green, D. (Marzo de 2019). *Explicación de las cáscaras de grano*. Obtenido de Brew Your Own: <https://byo.com/article/grain-husks-explained/#:~:text=La%20c%C3%A1scara%20de%20un%20grano%20es%20su,de%20un%20grano%20despu%C3%A9s%20de%20la%20cosecha.&text=Compuesta%20por%20celulosa%2C%20lignina%2C%20hemicelulosa%20y%20una,excelente%20protecci%C3%B3n%2>
- Gutiérrez, P. (5 de Enero de 2021). *La importancia de la fermentación en el pan*. Obtenido de Food and Wine: <https://foodandwineespanol.com/actualidad/la-importancia-de-la-fermentacion-en-el-pan/>
- H Alarcon, E. (12 de Octubre de 2012). *Pruebas analíticas discriminativas análisis sensorial en alimentos*. Obtenido de Avibert: <http://avibert.blogspot.com/2012/08/pruebas-analiticas-discriminativas.html>
- Hager, S. A., M Ryan, L. A., G Ganzle, M., Schwab, C., O'Doherty, J., K Arendt, & K Arendt, E. (2011). Influence of the soluble fibres inulin and oat β -glucan on quality of dough and bread. *European Food Research and Technology*, 232(3), 405-413. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/225240365_Influence_of_the_soluble_fibres_inulin_and_oat_b-glucan_on_quality_of_dough_and_bread
- Hermann, J. R. (Octubre de 2019). *Dietary Fiber*. Obtenido de OKSTATE: <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/dietary-fiber.html>
- Hernández Aguilar, C., Valderrama Bravo, M., Domínguez Pacheco, A., Romero Galindo, R., Igno Rosario, O., Contreras Gallegos, E., . . . Cruz Orea, A. (7 de Abril de 2022). Caracterización colorimétrica, textura y calidad sanitaria de panes adicionados con maíces criollos y Curcuma longa. *Superficies y vacío*, 35(1665-3521). doi:https://doi.org/10.47566/2022_syv35_1-220407

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista, P. (2014). *Métodología de la investigación*. McGraw-Hill. Recuperado el Noviembre de 2024
- Herrera Pinilla, J. C., & Cortna Guerrero, H. A. (2013). *Taxonomía y clasificación del café Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Manual del cafetero colombiano: Investiigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 1). Recuperado el Junio de 2024
- Hunter, K. (24 de Noviembre de 2022). *¿Por qué es mejor comer las frutas y verduras con piel? (y no es solo por el valor nutritivo)*. Obtenido de BBC NEWS MUNDO: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-63744887>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y Consejo Salvadoreño del Café. (2019). *Guía práctica de caficultura*. (L. Pacas , Ed.) El Salvador. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11324/13191>
- Mayo Clinic. (4 de Noviembre de 2022). *Fibra Alimentaria: escencial para una alimentación saludable*. Obtenido de Mayo Clinic: <https://www.mayoclinic.org/es/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/in-depth/fiber/art-20043983>
- Mechato Anastasio, A. A. (2023). *Propiedades reológicas, viscoelásticas y sensoriales de jugo de maracuyá (Passiflora edulis) con adición de fibra dietética*. (R. B. Siche Jara , Ed.) Nuevo Chimbote, Perú: Universidad Nacional del Santa Escuela de Posgrado. Recuperado el Mayo de 2025, de <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4620?show=full>
- Medina, M. J. (julio de 2016). Características reológicas , estructurales y sensoriales de panes elaborados a base de harina de chufa. Valencia, España. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/69217/JULI%C3%81%20-%20Caracter%C3%ADsticas%20reol%C3%B3gicas%2C%20estructurales%20y%20sensoriales%20de%20panes%20elaborados%20a%20base%20de%20har....pdf?sequence=1>
- Mengqing Li, Lei Chang, Jing Ren, Fan Jiang, Ning Zhao, Yang Jin Liu, . . . Shuang Kui Du. (15 de Diciembre de 2022). Propiedades nutricionales, físicas, funcionales y potencial antioxidante de cáscaras y salvadps de mijo proso de diferentes colores. *LWT*, 171. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643822010271>
- Mesas , J., & Alegre, M. (6 de Septiembre de 2002). El Pan y Su Proceso de Elaboración. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*(1135-8122). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/724/72430508.pdf>

- Molina Pinza, M. S., Salgado Tello, I. P., & Usca Méndez, J. E. (2024). Valoración bromatológica de la harina de cáscara de cacao y nacedero en la formulación de un balanceado. *RECIENA Revista Científica Agropecuaria*, 4(2), 78-87.
- Monasterios Yapu, S. P. (2023). Calidad sensorial de pan con harina integral y salvado de trigo en el municipio de Viacha. *CIBUM SCIENTIA*, 2(2). doi:<https://doi.org/10.53287/euji5159vc11x>
- Montoya López , J., & Giraldo Giraldo, G. A. (9 de JUNIO de 2010). Caraterización físico-química de harina de trigo, masa y pan. *Revista de Investigación Universidad Quindío*, 20, 29-35. Obtenido de <https://ojs.uniquindio.edu.co/ojs/index.php/riuq/article/view/703/667>
- Morales Hernández, N., & Silva Doddoli, M. C. (27 de Mayo de 2011). Perfil Sensorial de Pan Blanco de Caja y su Comparación Entre el Análisis Instrumental y Microscopía Óptica. *Congreso Nacional de Ciencias y Tecnología de los Alimentos* (6), 41-49. Obtenido de <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/108/1/MEMORIAS%20Perfil%20sensorial%20de%20pan%20blanco%20de%20caja.pdf>
- Moscat Villar, J. Y. (2014). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote (Ipomoea batatas var. bush buck) en las características físicas químicas y sensoriales del pan blanco*. Municipio de San Antonio de Oriente, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c0646fe1-c41c-4cca-8408-d43837e9dcad/content>
- Muñoz Moreira, V. S., & Muyulema Ortega, Y. G. (9 de Marzo de 2022). Respuesta agronómica de las variedades de café, geisha, sarchimor y manabi con fertilización orgánica e inorgánica en el centro experimental de sacha wiwa. (U. T. (UTC), Ed.) La Maná, Ecuador.
- Naranjo Henao, L. M. (2023). *Desarrollo de un extracto en polvo de cáscara de café como alternativa al aprovechamiento*. (D. C. Muñoz Urrea, Ed.) Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/57644/la43nar612.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- NOM-247-SSA1-2008. (2008). Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones. Diario Oficial de la Federación. Obtenido de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5100356&fecha=27/07/2009#gsc.tab=0

- NOM-F-90-S-1978. (1978). *Determinación de Fibra Cruda en Alimentos*. Diario Oficial de la Federación.
- Osorio Oviedo, Á. A. (Diciembre de 2019). Pruebas de análisis sensorial para el desarrollo de productos de cereales infantiles en Venezuela. *Publicaciones en Ciencias y Tecnología*, 13(2), 27-37. doi:10.13140/RG.2.2.21791.51361
- Osorio Pérez, V. (2021). *La calidad del café*. Cenicafé.
- Osuna, M. B., Judis, M. A., Romero, A., & Bertola, N. C. (Diciembre de 2013). Características texturales y de color en panes con mezclas de harinas. *Heladería-Panadería Latinoamérica*. Obtenido de [://www.publitech.com.ar/system/noticias.php?id_prod=414](http://www.publitech.com.ar/system/noticias.php?id_prod=414)
- Palomares Navarro , M. J. (2021). *Desarrollo y caracterización química y nutraceutica de un pan de caja a base de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) y maíz (Zea mays L.)*. (M. G. Loarca Piña, Ed.) Santiago de Querétaro, Querétaro: <https://ring.uaq.mx/bitstream/123456789/3280/1/RI006321.pdf>.
- Procházková, A. (28 de Julio de 2024). *Descubre la magia de la cáscara y sus beneficios*. Obtenido de Ferwer: <https://www.ferwer.es/blog/descubre-la-magia-de-la-cascara-y-sus-beneficios>
- Puerta Quintero, I. G. (2011). Composición Química de una Taza de Café. (S. M. Marín López, Ed.) *Ciencia, tecnología e innovación para la caficultura colombiana*. Recuperado el Noviembre de 2024, de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/340/1/avt0414.pdf>
- Quitral, V., Reyes, M. J., Albornoz, D., & Pinheiro, A. (31 de Julio de 2015). Efecto del contenido de sal en la calidad sensorial de pan. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(3). Obtenido de [//www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182015000300010#:~:text=Adem%C3%A1s%20de%20su%20contribuci%C3%B3n%20al,del%20gluten%2C%20extensibilidad%20y%20elasticidad](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182015000300010#:~:text=Adem%C3%A1s%20de%20su%20contribuci%C3%B3n%20al,del%20gluten%2C%20extensibilidad%20y%20elasticidad).
- R. Martinez, D. A., & G Vargas, T. M. (Noviembre de 2010). Residuos de Café, Caco y Cladodio de Tuna: Fuentes Promisoras de Fibra Dietaria. *Revista Tecnológica ESPOL*, 23(2), 63-69. Obtenido de <http://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/57/28>.
- Ramos Rivera, E. M., Moreno Velázquez, A. L., Romero Muñoz, I. G., Piloni Martini, J., Hernández Uribe, J. P., Quintero Lira, A., Güemes Vera, N. (2016). Análisis de perfil de textura en masas y donas de harina de trigo adicionadas con harina de cáscara de

- Oxalis Tuberosa. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1), 26-30. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/1/5.pdf>
- Reyna, S. (28 de Enero de 2022). *Guía práctica sobre la fermentación del pan*. Recuperado el Febrero de 2024, de Metal Boss: <https://www.metalboss.com.mx/guia-practica-sobre-la-fermentacion-del-pan>
- Rodas Chungata, L. R. (2013). *Determinación de fibra en pan integral procedente de panaderías artesanales*. Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3261/1/10035.pdf>
- Rodríguez Moya, C. (2020). *Desarrollo del Manual de Procesos y Funciones de la Panadería y Pastelería San Marcos*. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19111/4/UPS-GT002980.pdf>
- Salazar Hernández, M. F., Rivera Domínguez, C., Sánchez Núñez, V. M., Rosales Bravo, H., & Claudillo Ortega, N. A. (2020). Evaluación de compuestos químicos de la variedad Típica de Coffea arabica durante el proceso de tostado artesanal. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 28(81), 32-39. doi:<https://doi.org/10.33064/iycaaa2020813223>
- Sánchez, G. (24 de Septiembre de 2020). *Reporte Regional | Café Pluma, un distintivo de altura*. (F. Staff, Editor) Obtenido de Forbes México: <https://forbes.com.mx/forbes-report-cafe-pluma-un-distintivo-de-altura/>
- Schiffman, H. (1996). *Sensation and perception an integrated approach* (Cuarta ed.). New York: John Wiley y Sons.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (26 de Mayo de 2016). *El café es uno de los cultivos más importantes del todo el mundo y del cual existen varios tipos de grano. Por su cultivo y producción, algunos de ellos tienen gran importancia en México, te invitamos a conocerlos*. Recuperado el 9 de Octubre de 2023, de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/conoce-algunos-tipos-de-granos-de-cafe>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (13 de Octubre de 2022). *En México se producen cafés de excelente calidad, lo que coloca a nuestra nación como la 11va en producción mundial*. Recuperado el 9 de Octubre de 2023, de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cultivo-de-cafe-en-mexico>
- Secretaría de Economía. (1 de Noviembre de 2017). *Conoce más sobre la industria panificadora en México*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/se/articulos/conoce-mas-sobre-la-industria-panificadora-en-mexico?idiom=es>

- Severiano, P. P. (2 de Septiembre de 2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Inter disciplina*, 19(7). doi:<https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Sicarini L, S., & Leon, A. (2016). El rol del gluten en la panificación y elaboración del pan. *AGRISCIENTIA*, 33(2), 61-74. Obtenido de <http://www.scielo.org.ar/pdf/agrisc/v33n2/v33n2a01.pdf>
- SNIEG. (2021). Sistema Ncional de Información Estadística y Geográfica.
- Tejeda Parra, J. C., & Castellanos Hernández, Á. E. (2009). *Manual de la Calidad, Manual de Procesos y Manual de Procedimientos del Sistema de Gestión de la Calidad del Beneficio de Café Seco Monte Blanco Exportadores S.A de C.V.* Universidad Veracruzana Facultad de Ingeniería Química.
- Tejero, F. (2020). *Francisco Tejero asesoria técnica en panificación*. (F. Tejero, Editor) Recuperado el 2024, de <https://www.franciscotejero.com/tecnicas/factores-determinantes-del-color-y-alveolado-del-pan/>
- Tinoco Lagos , O. C. (Diciembre de 2009). Desarrollo y evaluación física-química y sensorial de un pan usando salvado de trigo y harina integral. Zamorano, Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/2aa9f057-18bb-4aec-b3f7-6ca0a8c93236/content>
- Urrego Yepes , W., & Godoy Pernalet, M. J. (2021). Aprovechamiento de los residuos de la agroindustria del café en la elaboración de materiales compuestos de matriz polimérica. *Prospectiva*, XIX(2).
- Vargas y Vargas, M., Figueroa Brito, H., Tamayo Cortez, J. A., Toledo López, V. M., & Moo Huchin, V. M. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos. *CIENCIA ergo-sum*, 26(2), 1-11. doi:<https://doi.org/10.30878/ces.v26n2a6>
- Vicari, L. (17 de Diciembre de 2020). *El dinámico y fasinante proceso de análisis sensorial de la textura en alimentos y bebidas*. Obtenido de Duas Rodas: <https://www.duasrodas.com/blog/es/el-dinamico-y-fascinante-proceso-de-analisis-sensorial-de-la-textura-en-alimentos-y-bebidas/>
- Vilcanqui Pérez, F., & Vílchez Perales, C. (2017). Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. Revisión. *ALAN ARCHIVOS LATINOAMERICANS DE NUTRICION*, 67(2).
- Voong, A. K., & Westphal, L. (2024). *Food Texturology: Measurement and Perception of Food Textural Properties*. (A. Rosenthal , & J. Chen, Edits.) Springer.

Watts, B., Ylimaki, G., Jeffrey, L., & Elias, L. (1989). *Basic sensory methods for food evaluation*. Ottawa, Canada: International Development Research Centre. Recuperado el Noviembre de 2024.

ANEXOS

Tabla 13 *Análisis microbiológicos cascarilla de café*

	Resultado	Método Utilizado
Levaduras	160 UFC/g	NOM-11-SSA1-1994
Hongos	20 UFC/g	

Estos resultados se encuentran dentro de la norma NOM-247-SSA1-2008, qué indica el conteo máximo de hongos y levaduras para ambos casos debe de ser de 300 UFC/g.