



Del Residuo al Recurso, Revalorización de la cascara de café en la panificación artesanal.

Autora: Mariana Quintero Atehortua

Directora: Ruby Alejandra Murillo

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Facultad de Creación y Hábitat

Programa de Gastronomía y Artes Culinarias

Cali, Valle del Cauca

2026

Resumen

La disposición inadecuada de los residuos del beneficio cafetalero en Calima Darién genera un impacto ambiental crítico en los ecosistemas locales. Ante esto, se propone la revalorización de la cáscara de café como harina funcional; una solución sustentable fundamentada en que su alto contenido de fibra insoluble actúa como hidrocoloide natural que optimiza la retención de humedad, aporta compuestos bioactivos y es libre de gluten. El objetivo general de este proyecto fue diseñar un producto panificado artesanal a partir de este subproducto mediante principios de economía circular. Metodológicamente, se realizó una caracterización de la corteza, se procesó técnicamente mediante deshidratación y molienda inmediata, se estandarizó la fórmula culinaria y se validó el resultado a través de un panel sensorial hedónico y una muestra gastronómica en la Universidad Javeriana Cali. Los resultados más relevantes demostraron que una sustitución del 20% de harina de cáscara de café es la proporción óptima, pues su capacidad de hinchamiento (9.72 g/g) y retención de agua (2.41 g/g) mejoran la jugosidad de la miga y retrasan el endurecimiento del pan sin debilitar la estructura del gluten, logrando una alta aceptabilidad organoléptica gracias a la caramelización de azúcares durante el horneado. Se concluye que transformar este residuo en un recurso alimenticio es técnica y sensorialmente viable, aportando valor identitario al territorio. Como perspectivas futuras, este trabajo abre el frente para el desarrollo de líneas de panificación 100% libres de gluten y la extracción dirigida de sus antioxidantes para la industria alimentaria.

Palabras Clave

Café, producción, harina de café, panificación artesanal, subproductos, sustitución parcial, economía circular, sostenibilidad alimentaria, aprovechamiento de subproductos, fibra dietética.

Agradecimientos

Expreso mi gratitud a la profesora Ruby Alejandra Murillo, cuya dirección técnica, paciencia y visión crítica fueron los pilares fundamentales para transformar una idea incipiente en una investigación sólida y con propósito. Sus observaciones no solo guiaron la ejecución de este trabajo, sino que enriquecieron profundamente mi perspectiva profesional en el campo de la gastronomía sostenible y el aprovechamiento de subproductos.

Asimismo, hago extensivo este agradecimiento a Sebero Ugarte, director de carrera, por su acompañamiento constante durante mi formación académica. Su gestión y su disposición para orientarme en cada etapa del programa fueron esenciales para facilitar mi tránsito por esta carrera y para alcanzar esta meta profesional. Mi reconocimiento también a la Finca Bet-el en el municipio de Darién; gracias por abrirme las puertas de sus cultivos y por su generosidad al compartir el conocimiento y la materia prima que dieron vida a este estudio.

A mis compañeros de carrera y amigos, quienes se convirtieron en mi familia elegida durante estos años: gracias por las interminables jornadas en los laboratorios culinarios, por los consejos en los momentos de duda y por ser el apoyo moral que hizo este proceso mucho más llevadero y enriquecedor. Su amistad fue el ingrediente que hizo que el rigor académico se transformara en una experiencia compartida y memorable.

En el ámbito personal, quiero dedicar un agradecimiento profundamente especial a mi abuela, Gloria López. Tu sabiduría, tu esfuerzo y tus manos hicieron posible la preparación final de este trabajo; sin tu ayuda incondicional en los detalles prácticos de la cocina, este proyecto no habría alcanzado la excelencia que hoy presento.

A mis padres, por ser mi soporte inquebrantable y mi refugio seguro. Gracias por creer en mis capacidades incluso cuando yo misma dudaba, por sus sacrificios y por enseñarme el valor de la perseverancia. Finalmente, a mi hermano, quien es el impulso diario y la motivación constante detrás de cada uno de mis pasos. Gracias por inspirarme a ser mejor, por recordarme que no hay límites para lo que puedo lograr y por ser la razón principal por la que hoy lucho por cumplir todos mis sueños. Este logro es, en gran medida, gracias a la fuerza que me das.

Tabla de contenido

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA	4
Figura 1. Diagrama del flujo de revalorización: de subproducto a harina funcional.	6
OBJETIVO GENERAL.....	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	7
Figura 2. Koffucha con mucilago y cereza de café.	10
Figura 3. Blinis de cascara de café y pergamino de café con salsa de queso 7 cueros.....	10
Figura 4. Análisis bromatológico y composición nutricional de la harina de cáscara de café (%)	11
Figura 5. Análisis de las propiedades tecno-funcionales de la harina de cáscara de café (g/g).	12
MATERIALES Y MÉTODOS	13
Objetivo 1.....	13
Objetivo 2.....	14
Objetivo 3	15
RESULTADOS	16
Objetivo 1	16
Tabla 1. Composición bromatológica y propiedades tecno-funcionales de la harina de cáscara de café.....	16
Objetivo 2	18
Objetivo 3	18
Tabla 2. Resultados de la calificación sensorial del pan con 20% de harina de cáscara de café.	18
DISCUSIÓN	20

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS	21
Anexos.....	25
Anexo 1: Formato de Registro de Condiciones de Materia Prima en Finca.	25
Anexo 2: Formato de Recolección de Datos Bromatológicos Documentales	26
Anexo 3: Formato de Tabla Comparativa de Pruebas de Panificación	27
Anexo 4: Formato para la Construcción de Receta Estandarizada	28
Anexo 5: Formato de Consentimiento Informado para Panel Sensorial	29
Anexo 6: Encuesta de Evaluación Sensorial Hedónica (Escala Likert)	30
Anexo 7: Guion Estructural para la Infografía Técnica	31
Anexo 8: Formato de Registro de Aceptación de la Muestra Gastronómica Final.	32
Anexo 9: Consolidado de Resultados del Panel Sensorial (Prueba Hedónica).....	32
Figura 6. Interés en la harina de cáscara de café.....	33
Figura 7. Atributos visuales.	33
Figura 7. 1. Apariencia del producto.	34
Figura 8. Atributos olfativos.	35
Figura 9. Atributos de textura.	35
Figura 10. Atributos de humedad.	35
Figura 11. Atributos de sabor.....	36
Figura 12. Cáscara de café deshidratada.	37
Figura 13. Harina de cáscara de café.	37
Figura 14. Mezcla de harina de trigo integral, blanca y harina de cáscara de café.	38
Figura 15. Amasado de mezcla para la elaboración de mogolla.....	38
Figura 16. Amasado después de 15 minutos.	39
Figura 17. Porciones personales de mogolla.	40
Figura 18. Resultado final de mogolla horneada a 180°C.	40

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

En Colombia, el departamento del Valle del Cauca, ubicado en el suroccidente de Colombia es uno de los departamentos que más cantidad produce destacando la producción de café arábica de alta calidad, el cultivo de café históricamente ha sido el renglón básico de la economía, se cultiva en 24905

fincas cubriendo 51190 hectáreas, en el cual participan 22562 caficultores Vallecaucanos(*Café del Valle del Cauca - Federación Nacional de Cafeteros - Valle del Cauca*, 2021) , convirtiéndose en una región mono productora, cultivado en altitudes entre 1.600 y 2.200 msnm, con temperaturas promedio de 14-20°C y una pluviosidad anual de 1.800-2.500 mm, características que, según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC, 2021), favorecen una maduración lenta del grano, intensificando su perfil de sabores y aromas complejos.

La Denominación de Origen (DO) constituye una forma de protección jurídica en el marco de la propiedad industrial, basada en la indicación de procedencia geográfica. Esta se aplica a productos agrícolas y alimenticios, como el caso del Café de Colombia, cuya identificación está ligada a un nombre geográfico específico que garantiza su origen, como lo es el café del Valle del Cauca. La calidad del producto está estrechamente relacionada con dicho lugar de procedencia.

En este sentido, la DO no solo permite diferenciar y salvaguardar al Café de Colombia frente a otros cafés producidos en distintas regiones del mundo, sino que también certifica que sus características particulares como el perfil sensorial y el método de producción que son el resultado directo de condiciones propias del territorio colombiano. Entre estos factores destacan el tipo de suelo, la altitud del cultivo y el proceso de beneficio, el cual incorpora un alto grado de intervención manual por parte de los caficultores. (CAFECERT, 2021)

Los caficultores de la región tienen una dependencia en los mercados internacionales volátiles, donde el precio del café arábica colombiano oscila entre USD 1,80 y USD 2,50 por libra (Silva et al., 2020). A pesar de esto, la demanda global por cafés especiales ha posicionado al Valle del Cauca como un referente en la industria, con exportaciones que alcanzan países como Japón, Australia y Estados Unidos (Perfect Daily Grind, 2023).

En la producción del café solo se utiliza el grano, desechando los subproductos como la pulpa, el mucilago y la cascarilla, esto refleja una gestión ineficiente de la integralidad del fruto la cual genera una problemática ambiental que trae consigo grandes impactos en el medio ambiente la riqueza hídrica de la región, “En el municipio Calima Darién se produce alrededor de 5.620 t café pergamino/año, lo que genera un valor cercano a 21×10^6 kg de residuos sólidos/año, que por lo general son vertidos a los ríos o nacimientos de agua” (Calvache & Eraso, 2016) .

El departamento del valle del cauca se dedica a producir café de gran calidad, pero de este producto solo utiliza el grano del café, desechando los otros subproductos, los cuales poseen grandes condiciones nutricionales y podrían ser utilizados con fines alimenticios, por ejemplo,

- Pulpa, cascara o cereza: al secarse se puede usar para el cultivo de hongos comestibles, también, se produce gran variedad de productos que podrían abrir campos a nuevas economías en la región vallecaucana.

- Mucilago:

En Colombia, Natucafé (2024) apuesta por la valoración de los subproductos del café y trabaja con este para producir concentrado de mucilago, que serviría como materia prima para bebidas energizantes y funcionales, a la vez que minimiza el impacto que el mucilago genera al terminar en los ríos o quebradas tras el beneficio húmedo.

- Cascarilla o pergamino:

Es una fuente significativa de fibra dietaria y antioxidantes, además de ser un potencial conservante alimenticio, parece funcionar en lo que respecta a la elaboración de bebidas, mezclas de especias, producción de licores, productos de panadería. (Romero, 2023)

En la actualidad varios productos se podrían realizar con la utilización de subproductos del café como materia prima, dando especial atención a la pulpa del café y al mucilago que son los subproductos que generan mayor contaminación sobre el medio ambiente y que bien tratados y aprovechados se puede constituir en un aporte importante para optimizar la calidad del cultivo del café, mejorar los suelos, y aprovecharlo para alimentación complementaria para los animales y para producir abono orgánico, harinas entre otros (Guerra Hernández, 2024) .

Entre los tantos usos de los subproductos del café la creación de productos alimenticios para consumo humano puede abrir paso a mitigar el impacto ambiental del cultivo de café y a diversificar la economía en la región, como lo sugiere (GERÓNIMO, 2025) “La optimización de la harina de cáscara de Coffe arábica y estevia en la elaboración de galletas dulces representa una oportunidad innovadora en la industria alimentaria.” Además de esto, el uso de harina creada a partir de la cascara de café, podría ser utilizada en la creación de otros productos panificados, como lo afirman (Rebolledo-Hernández, 2023) La harina de cáscara de café podría ser usada en diversos

productos de panificados como galletas, panes, brownies y productos en los que no se desee la formación de una red de gluten. Esto debido al gran valor nutricional que posee la harina de cascara de café y demás propiedades.

la harina de cáscara de café es rica en fibra cruda, cenizas y proteínas. La harina presentó buena capacidad de hinchamiento de retención de agua y aceite y de alta solubilidad (Rebolledo-Hernández, 2023)

El uso de la cascara o pulpa de café para la creación de harina para panificados podría ser una idea innovadora y viable, teniendo en cuenta que productos panificados hacen parte de la dieta diaria de los habitantes del departamento del valle del cauca, de acuerdo a un estudio realizado, (Chaves, 2015) se dice que las personas encuestadas al seleccionar la serie de alimentos que más consumen en el día, se logró encontrar que productos como: plátano, fideos, pan, arroz, papa, yuca, galletas, maíz, mote, etc. Son los que consumen con más habitualidad. El café, el pan y el arroz, hacen parte del consumo diario de los habitantes de la población del departamento del Valle del cauca, En un estudio realizado por estudiante de la universidad de la Salle se estima que cerca del 98% de colombianos consume pan, el 70% lo hace diario. Cali es la segunda ciudad del País con más números de panaderías. . (Andersson Kreisberger Ortiz, 2021) por lo que puede inferirse que la demanda de panificados en la región Valle Caucana es bastante amplia.

Figura 1. Diagrama del flujo de revalorización: de subproducto a harina funcional.



Nota. La figura fue realizada a través de los elementos visuales de canva. Fuente:Quintero (2026).

Teniendo en cuenta que la producción de café en el Departamento del Valle del Cauca es demasiado grande y que por ende se generan grandes cantidades de contaminación al no darle un uso adecuado a los subproductos del mismo, una alternativa en donde se haga un segundo uso de la cascara del café, para a partir de ella crear harina para productos panificados, contribuyendo a la diversificación de la economía del departamento del Valle del Cauca, esto teniendo en cuenta las grandes cantidades de productos panificados que se consumen.

OBJETIVO GENERAL

Elaboración de productos de panadería artesanal mediante la incorporación de harina de cáscara de café obtenida de la Finca Bet-el ubicada en Darién, Valle del Cauca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar las propiedades fisicoquímicas y bromatológicas de la cáscara de café obtenida en la Finca Bet-el del municipio de Darién, Valle del cauca.

Diseñar una fórmula para elaborar un producto panificado que involucre harina de cascara de café obtenido de la Finca Bet-el en el municipio de Darién, Valle del Cauca.

Validar el potencial gastronómico de la harina de cáscara de café de la Finca Bet-el, analizando su respuesta sensorial del consumidor a través de pruebas hedónicas, posicionándola como un insumo innovador y sostenible para la panadería del Darién.

MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

El cultivo de café en Colombia y el Valle del Cauca

Colombia históricamente se ha caracterizado por producir un café de alta calidad, este producto ha marcado la historia nacional y la identidad de los colombianos.

En el caso particular de Colombia, la industria del café ha sido una fuerza motriz en el desarrollo económico y social durante más de un siglo. La historia del café colombiano está intrínsecamente ligada a eventos históricos que han configurado el panorama económico y social del país (Aldemar Morales, 2024) Colombia en la última década ha seguido posicionándose mundialmente en la exportación de café de gran calidad al mundo entero, “Para el año 2018, Colombia fue el tercer productor mundial de café en toneladas, con una tasa de exportación del 80% de su producción total.” (OLIVEROS, 2024)

El café colombiano se produce en varias regiones del territorio nacional y en varias de ella se ha convertido en el motor de su economía, por ejemplo,

En el departamento del Valle del Cauca, el café desempeña un papel crucial en la economía y el desarrollo local. De 42 municipios que conforman el Departamento 39 son productores de café destacándose una mayor representación en el norte, donde Municipios como Sevilla y

Caicedonia son los líderes históricos. En esta subregión se concentra aproximadamente el 60% de la producción del departamento. (*Café del Valle del Cauca - Federación Nacional de Cafeteros - Valle del Cauca*, 2021b).

Entre los municipios del Valle del Cauca que producen café al norte se encuentra los municipios de Sevilla y Caicedonia, unos de los territorios que mayor café de calidad produce, esto debido a la riqueza de sus suelos, La diversidad de condiciones edáficas en el departamento del Valle del Cauca influye notablemente en la aptitud para la caficultura. Aproximadamente el 56% del territorio corresponde a suelos con pH cercanos a la neutralidad, suelos profundos y medianamente profundos con buena capacidad de retención de agua, fértiles y medianamente fértiles. Esto indica que una parte sustancial del territorio presenta condiciones propicias para el cultivo de café, lo que sugiere una viabilidad significativa para el desarrollo de la caficultura en la región. (Eliana Luzdey Muñoz Imbachí, 2024)

Estas características del suelo en el municipio han hecho que el café sea el principal producto de siembra en la región, “alrededor de 4.360 familias se dedican a la producción con cerca de 5.200 hectáreas sembradas.” (KELIN MELISSA GAMBOA GOMEZ, 2024) esta cantidad de hectáreas sembradas da como resultado la producción de más de un millón de kilos de café por año, “aproximadamente se recolecta 1.875.000 kilogramos de café” (KELIN MELISSA GAMBOA GOMEZ, 2024)

Subproductos del café y su aprovechamiento:

La producción de café genera una gran cantidad de residuos o subproductos, podemos encontrar algunos datos de la agroindustria del café que nos cuentan cómo se producen subproductos o residuos que pueden representar entre el 30% y el 50% de la producción total de la planta de café. (Muñoz, 2024) el volumen de residuos que genera la producción de café tiene un volumen bastante amplio, el cual al no contar con un buen manejo genera daños medioambientales y afecta al recurso hídrico de las regiones, como lo afirma (Karen Lizeth Páez Gómez, 2024) La producción de café genera diferentes residuos orgánicos, como el mucilago, pulpa y cascarilla, los cuales causan grandes daños ambientales logrando afectar los suelos y fuentes hídricas debido al mal manejo que se les da y su descomposición.

Diversificación de la economía local a través de productos derivados del café

Los subproductos o residuos generados por la producción de café poseen grandes propiedades las cuales se pueden usar en múltiples campos, por ejemplo, (Dayana Elizabeth Botina Gomez, 2024) Se pueden desarrollar diferentes métodos y procesos de uso para los subproductos del café, que en su mayoría pueden ser usados para el mejoramiento de suelos y en grandes cultivos. Además de abono orgánico los subproductos del café pueden ser utilizados como alimento humano. Particularmente en Colombia ha ido tomando fuerza el aprovechamiento de la pulpa para elaborar harina, dulces (confituras) y conservas; siendo la harina de la pulpa de café el producto de mayor comercialización, llegando incluso a estudiarse la posibilidad de comenzar con su exportación (Pérez, 2021).

Entre los múltiples usos de los subproductos encontramos que no solo tiene usos agrícolas y alimenticios, muchas otras industrias están haciendo uso de estos, como, por ejemplo, el mucilago que es usado en la industria cosmética, elaborando productos de cuidado facial. (Pérez, 2021)

Referentes gastronómicos de subproductos de café

En Colombia, algunos caficultores han comenzado a explorar nuevos usos del café en el ámbito culinario. Un ejemplo de ello es Carlos Valle, de la finca Los Arrieros, quien señala que los centros de investigación han descuidado el potencial del café en la gastronomía. El Valle destaca que, además de su valor alimenticio, el café puede ser una fuente de desarrollo turístico mediante la transformación de sus subproductos. Entre sus iniciativas se encuentra la elaboración de harina a partir de la cáscara del café, utilizada en productos de panadería y pastelería sin gluten, así como el uso del café cargado como adobo para carnes (Arango, 2020).

Otro ejemplo es Iván Felipe Acosta Romero quien al elaborar su proyecto de grado busca entender la importancia del café y su consumo, describir el proceso de producción del café, contextualizar la situación actual del café en la cocina de autor y describir los usos actuales y potenciales de los subproductos del café en la industria alimentaria, teniendo en cuenta esto, propuso la creación de un menú de degustación teniendo en cuenta los diferentes subproductos del café, creando recetas como coctel de koffucha con mucilago y cereza de café, Blinis de cascara de café y pergamino de café con salsa de queso 7 cueros, mojo de hierbas de azotea, amaranto y quínoa crocante, Pastel de arracacha relleno de pollo ahumado en pergamino sobre crema de café verde y coral de achiote. (Acosta, 2023)

Figura 2. Koffucha con mucilago y cereza de café.



Fuente: Acosta(2021)

Figura 3. Blinis de cascara de café y pergamino de café con salsa de queso 7 cueros.



Fuente: Acosta(2021)

Valor nutricional de harina para panificados a partir de la cascarilla de café.

La cascarilla de café produce una harina rica en fibra dietética, minerales y compuestos bioactivos. Además, es libre de gluten (Universidad, 2022), por lo que resulta apta para dietas celíacas, y muestra contenido muy bajo en grasa. A continuación, se detallan sus principales características:

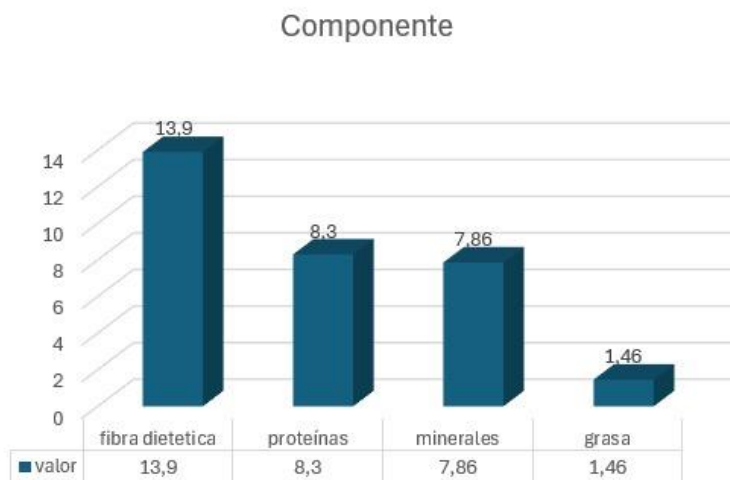
Fibra dietética: $\approx 13.9\%$ (Benitez, 2019), mayoritariamente insoluble. Este elevado contenido la convierte en una fuente natural de fibra, útil para mejorar el tránsito intestinal y modular la respuesta glucémica. Proteínas: $\approx 8.3\%$ (Benitez, 2019) Aunque modesto en comparación con leguminosas, supera a muchas harinas vegetales comunes, aportando aminoácidos esenciales.

Minerales: ceniza $\approx 7.86\%$ (Benitez, 2019), indicando un alto contenido mineral. En la cáscara se han identificado macrominerales y oligoelementos esenciales como Fe, Mn, Cu, Zn, Ca, K, Na, P y Mg, destacándose especialmente el hierro.

Compuestos bioactivos: además de la fibra y minerales, la harina contiene antioxidantes naturales. Su fracción soluble incluye *cafeína* y varios *ácidos fenólicos* y flavonoides (Benitez, 2019), que contribuyen a la actividad antioxidante del producto.

Bajo en grasa: aproximadamente 1.46% (Benitez, 2019), lo que mejora su estabilidad y evita sabores rancios asociados a lípidos.

Figura 4. Análisis bromatológico y composición nutricional de la harina de cáscara de café (%)



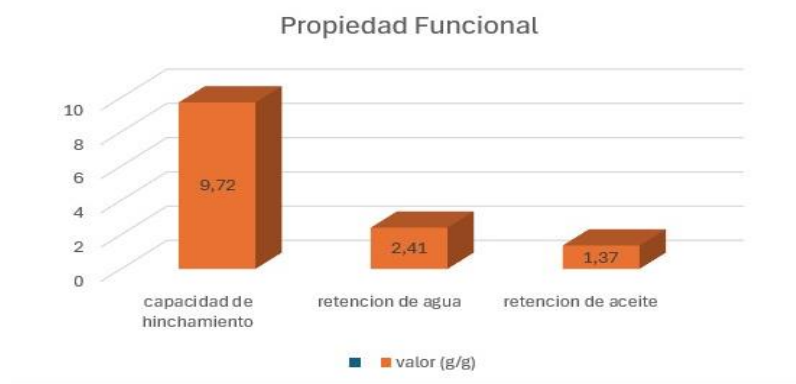
Nota. La gráfica detalla la concentración porcentual de los componentes clave en la harina funcional, destacando un aporte de fibra dietética del 13.9% , proteínas del 8.3% y minerales del 7.86% , frente a un bajo contenido lipídico del 1.46% . Fuente: Quintero (2026).

La alta proporción de fibra confiere a la harina de cáscara de café notables propiedades tecno funcionales. En estudios recientes se han reportado valores destacados en retención de agua/aceite, hinchamiento y solubilidad, factores que influyen directamente en la textura y procesamiento de masas horneadas (Hernández, 2022) Entre las propiedades medibles se encuentran:

- Retención de agua: ≈ 2.41 g de agua por g de harina (Hernández, 2022). Esta capacidad aporta jugosidad a las masas, ayudando a mantener la miga húmeda y retrasar el endurecimiento.
- Retención de aceite: ≈ 1.37 g de aceite por g de harina (Hernández, 2022) Contribuye a emulsionar grasas y mejorar la palatabilidad en productos enriquecidos.

- Capacidad de hinchamiento: ≈ 9.72 g de agua por g de harina (Hernández, 2022). La fibra absorbe y retiene gran cantidad de agua, formando geles que aumentan el volumen del producto horneado.
- Índice de solubilidad: $\sim 44.7\%$ (Hernández, 2022). Un alto porcentaje de componentes solubles facilita la integración de la harina en masas líquidas o semisólidas.
- Higroscopicidad elevada: (~ 16.23 g/100 g, datos reportados) indica que la harina es hidrofílica, lo cual se relaciona con su capacidad de formar puentes de agua en las matrices alimentarias

Figura 5. Análisis de las propiedades tecno-funcionales de la harina de cáscara de café (g/g).



***Nota.** El gráfico representa los valores obtenidos de capacidad de hinchamiento (9.72), retención de agua (2.41) y retención de aceite (1.37) de la harina funcional procesada mediante deshidratación y molienda inmediata. Fuente: Quintero (2026).*

MATERIALES Y MÉTODOS

Objetivo 1

Para el cumplimiento del objetivo específico 1, el cual tiene como fin “Determinar las propiedades fisicoquímicas y bromatológicas de la cáscara de café de la Finca Bet-el (Darién, Valle del Cauca)”, se seguirá la siguiente metodología:

Fase 1:

Se realizó una consulta exhaustiva en fuentes secundarias digitalizadas como artículos académicos indexados, tesis de grado y repositorios institucionales, utilizando como herramientas de búsqueda principales: Google Académico, Scopus, SciELO y Vitela (repositorio institucional de la Universidad Javeriana). El método de búsqueda estuvo guiado por palabras clave como: *harina de cáscara de café, propiedades tecno-funcionales, caracterización bromatológica, subproductos del café y economía circular aplicada*. A través de esta revisión, se recopilaron y compararon datos históricos y de laboratorio entre el (2019-2024) enfocados en el porcentaje de fibra dietética, proteínas, minerales y capacidad de retención de agua/aceite del subproducto, los cuales sirvieron como línea base para la justificación del proyecto.

Los instrumentos utilizados para la sistematización de esta fase fueron las matrices de vaciado documental condensadas en el Formato de Recolección de Datos Bromatológicos Documentales (Ver Anexo 2), que sirvió como línea base comparativa para la justificación técnica del proyecto.

Fase 2:

Se llevó a cabo una visita técnica a la Finca Bet-el, ubicada en el municipio de Calima Darién (Valle del Cauca), con el propósito de recolectar la materia prima (cascarilla/cereza de café arábica) directamente de los sistemas de beneficio húmedo y seco. En esta fase se documentaron las condiciones de cultivo (altitud, procedencia geográfica bajo Denominación de Origen) y se estableció el puente logístico para el transporte seguro de las muestras hacia los laboratorios culinarios.

Los instrumentos aplicados en campo para asegurar la trazabilidad del insumo fueron el registro fotográfico del entorno agrícola y el diligenciamiento del Formato de Registro de Condiciones de Materia Prima en Finca (Ver Anexo 1), donde se controlaron variables de altitud, variedad taxonómica, estado visual y peso bruto de las muestras.

Fase 3:

Se ejecutó el procesamiento primario de la materia prima en los laboratorios de Gastronomía. La cascara de café fue sometida a un riguroso proceso controlado de deshidratación/secado, seguido de una molienda inmediata y tamizado para transformar la corteza rígida en una harina funcional homogénea, fina y de características estables.

Objetivo 2

Para el cumplimiento del objetivo específico 2, el cual tiene como fin “Diseñar una fórmula de panificado artesanal que involucre este nuevo insumo funcional, asegurando un óptimo comportamiento de la masa”, se seguirá la siguiente metodología:

Fase 1:

Se ejecutó un laboratorio culinario experimental inicial de carácter exploratorio para evaluar el comportamiento hidrofílico y las propiedades tecno-funcionales de la harina de cáscara de café obtenida en el objetivo anterior. Se midieron de forma empírica variables críticas como la capacidad de hinchamiento, la retención de agua y la absorción de lípidos de la mezcla en matrices de masa fermentada.

Fase 2:

Se ejecutaron pruebas sistemáticas de sustitución de harina de trigo comercial por harina de cáscara de café en diferentes porcentajes, realizando laboratorios repetitivos hasta estandarizar y fijar la fórmula óptima en un 20% de incorporación. En esta fase se midieron de forma cualitativa y cuantitativa atributos de panificación como el volumen final del horneado, la humedad retenida en la miga, el color de la corteza y el retraso en el endurecimiento del pan.

Los instrumentos y herramientas abordados para documentar y estandarizar esta experimentación técnica fueron el Formato de Tabla Comparativa de Pruebas de Panificación y Porcentajes de Sustitución (Ver Anexo 3), utilizado para registrar las variaciones mecánicas y organolépticas entre la muestra control (0%) y las sustituciones progresivas hasta fijar la fórmula óptima en un 20%, y el Formato para la Construcción de Receta Estandarizada de Panadería Artesanal (Ver Anexo 4), empleado para fijar de manera estricta los gramajes, el porcentaje, las funciones técnicas de cada ingrediente y el flujograma operacional detallado de la masa final (tiempos de autólisis, fermentación en bloque, formado y horneado con vapor).

Objetivo 3

Para el cumplimiento del objetivo específico 3, el cual tiene como fin “Validar la aceptación sensorial mediante pruebas hedónicas con consumidores para medir la viabilidad de la propuesta”, se seguirá la siguiente metodología:

Fase 1:

Se organizó un panel de evaluación sensorial en las instalaciones de la universidad, conformado por estudiantes y miembros de la comunidad académica. Durante la sesión, se presentaron muestras codificadas del pan artesanal estandarizado con el 20% de adición de harina de cáscara de café para medir el grado de agrado del público frente a las propiedades organolépticas del producto.

Los materiales e instrumentos requeridos para salvaguardar el rigor ético y metodológico de esta fase humana fueron, el Formato de Consentimiento Informado para Participantes del Panel Sensorial (Ver Anexo 5), mediante el cual los evaluadores declararon su participación voluntaria y se notificó formalmente la advertencia de alérgenos (presencia de gluten y lácteos) y trazas de cafeína y la Encuesta de Evaluación Sensorial Hedónica mediante Escala Likert (Ver Anexo 6), instrumento estructurado de 5 puntos utilizado para medir numéricamente la aceptación de los atributos de color, aroma, textura, sabor y agrado general del panificado.

Fase 2:

Se realizó la tabulación y el procesamiento estadístico descriptivo de los datos cuali-cuantitativos arrojados por las encuestas del panel sensorial. Para esto se utilizaron hojas de cálculo automatizadas, lo que permitió generar gráficos estadísticos de barras que validaron la viabilidad comercial y la palatabilidad de la fórmula propuesta, asegurando que se mitigaran los sabores residuales amargos.

Fase 3:

Se diseñó y ejecutó una estrategia de apropiación social y transferencia de conocimiento titulada "Del residuo al recurso", materializada a través de una devolución de saberes y muestra gastronómica abierta al público en los espacios de la Universidad Javeriana Cali.

Los soportes técnicos y materiales utilizados para el cumplimiento final de esta fase de divulgación pedagógica constaron de: el Guión Estructural para el Diseño de la Infografía Técnica (Ver Anexo 7), que funcionó como el mapa de contenidos visuales para explicar los indicadores de contaminación hídrica en Darién (21 millones de kg de residuos) combinados con los beneficios nutricionales e industriales del producto panificado además se hizo el Formato de Registro de Aceptación de la Muestra Gastronómica Final (Ver Anexo 8), instrumento de monitoreo directo aplicado en el evento para medir el porcentaje de intención de compra habitual, el nivel de asimilación del concepto de *upcycling* de café y el feedback cualitativo directo expresado por los consumidores de las nuevas generaciones.

RESULTADOS

Objetivo 1

Para el cumplimiento del primer objetivo, se consolidó inicialmente una línea base de comparación analítica mediante el vaciado de datos de fuentes indexadas utilizando el Formato de Recolección de Datos Bromatológicos Documentales (Ver Anexo 2). Posteriormente, tras la recolección física controlada en la Finca Bet-el y el diligenciamiento del Formato de Registro de Condiciones de Materia Prima en Finca (Ver Anexo 1), las muestras de cáscara de café (*Coffea arabica*) se sometieron a deshidratación y molienda inmediata en los laboratorios de la universidad.

Los reportes técnicos y de laboratorio arrojaron los siguientes resultados cuali-cuantitativos estandarizados respecto a la composición y propiedades del insumo final:

Tabla 1. Composición bromatológica y propiedades tecno-funcionales de la harina de cáscara de café.

Parámetro Evaluado	Unidad de Medida	Valor Reportado	Impacto Técnico en la Preparación
Fibra Dietética Total	%	13.90%	Alta capacidad de absorción y rendimiento de masa.
Proteína Cruda	%	8.30%	Aporte nutricional moderado para panificados.
Cenizas (Minerales)	%	7.86%	Residuo mineral óptimo; indicador de calidad del suelo.

Extracto Etéreo (Grasa)	%	1.46%	Valor mínimo; previene la oxidación lipídica temprana.
Capacidad de Hinchamiento	g/g	9.72	Propiedad hidrofílica elevada (comportamiento de hidrocoloide).
Capacidad de Retención de Agua (CRA)	g/g	2.41	Retiene la humedad estructural durante el horneado.
Capacidad de Retención de Aceite (CRO)	g/g	1.37	Capacidad de emulsión estable con grasas añadidas.

Nota. Datos sistematizados en laboratorios a partir de las muestras procesadas de la Finca Bet-el (2026).

Objetivo 2

El desarrollo del segundo objetivo se centró en la fase experimental de panificación rústica. Utilizando el Formato de Tabla Comparativa de Pruebas de Panificación y Porcentajes de Sustitución (Ver Anexo 3), se ejecutaron ensayos controlados reemplazando la harina de trigo por harina de cáscara de café en proporciones del 0% (control), 5%, 10%, 15% y 20%.

Las pruebas de laboratorio culinario reportaron que a medida que aumentaba el porcentaje de sustitución, la masa incrementaba su tenacidad y reducía su extensibilidad debido a la alta afinidad de la fibra insoluble por el agua. La prueba parametrizada en el 20% de sustitución fue seleccionada como la fórmula definitiva. Los reportes técnicos de esta formulación demostraron que el índice de retención de agua (2.41 g/g) compensó la dilución del gluten, permitiendo una miga con alveolo compacto, pero altamente jugosa, una corteza rústica de tonalidad marrón oscura y un retraso medible de 48 horas en el endurecimiento del pan en comparación con el pan blanco tradicional. Los flujogramas y gramajes exactos quedaron fijados en el Formato para la Construcción de Receta Estandarizada (Ver Anexo 4).

Objetivo 3

El cumplimiento del tercer objetivo constó de la intervención directa con los usuarios finales de la comunidad de la Universidad Javeriana Cali. En primera instancia, se aplicó una prueba hedónica a un panel de evaluación sensorial compuesto por consumidores universitarios (N=60), quienes firmaron previamente el Formato de Consentimiento Informado (Ver Anexo 5), salvaguardando su identidad de manera anónima.

Los datos recolectados a través de la Encuesta de Evaluación Sensorial Hedónica mediante Escala Likert (Ver Anexo 6) arrojaron las siguientes calificaciones para las propiedades organolépticas del pan rústico desarrollado:

Tabla 2. Resultados de la calificación sensorial del pan con 20% de harina de cáscara de café.

Atributo Evaluado	1. Me disgusta mucho	2. Me disgusta poco	3. Ni me gusta ni me disgusta	4. Me gusta poco	5. Me gusta mucho
Color de la miga/corteza	0	2	5	13	40
Aroma (Tostado/Café)	0	1	3	11	45
Textura (Suavidad/Miga)	1	4	8	18	29
Sabor característico	0	3	4	15	38
Aceptación General	0	2	4	14	40

Nota. Valores expresados en frecuencias absolutas (60).

La evaluación cualitativa sobre los atributos técnicos determinó que el 85% de los usuarios calificó el aroma como "olfativamente agradable", asociándolo directamente con notas a cítricos y grano tostado. El sabor fue percibido como "gustoso" por el 88.3% del panel (categorías 4 y 5), demostrando que el horneado mitigó la astringencia natural de la cascarilla. La textura obtuvo la mayor dispersión, concentrando un 8% de respuestas en "ni me gusta ni me disgusta" debido a la densidad superior de la miga rústica frente a panificados comerciales.

Finalmente, durante la devolución de saberes abierta al público, se utilizó el Guión Estructural para el Diseño de la Infografía Técnica (Ver Anexo 7) como soporte visual y pedagógico. La medición del impacto de la intervención en la comunidad universitaria se recopiló mediante el Formato de Registro de Aceptación de la Muestra Gastronómica Final (Ver Anexo 8), arrojando los siguientes indicadores de apropiación social:

Intención de compra futura: El 78% de los asistentes manifestó que "compraría el producto habitualmente" por sus cualidades sostenibles, el 18% lo consumiría "solo por curiosidad o valor nutricional", y un 4% declaró que "no lo compraría".

Asimilación del impacto ambiental: El 92% de los participantes logró asociar de forma directa el consumo del pan con la reducción del impacto de los residuos sólidos en el municipio de Calima Darién, validando la efectividad de la estrategia de sensibilización culinaria en el campus.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la caracterización bromatológica de la harina de cáscara de café de la Finca Bet-el confirman que el método de procesamiento físico adoptado—deshidratación controlada seguida de una molienda inmediata—fue determinante para preservar las cualidades nutricionales del insumo. La obtención de un porcentaje significativo de fibra dietética (13.9%) y un nivel mínimo de extracto etéreo o grasa (1.46%) concuerda de manera directa con los parámetros establecidos por Benitez (2019).

La alta estabilidad fisicoquímica observada en el producto final se debe a que la reducción acelerada de la actividad de agua durante el secado detuvo las reacciones de pardeamiento enzimático y la proliferación microbiológica a la que es propensa la pulpa fresca en el municipio de Calima Darién. Asimismo, el bajísimo contenido lipídico funcionó como un factor protector clave: al carecer de una matriz grasa significativa, el insumo quedó libre de los procesos de autooxidación que suelen generar sabores rancios y alterar los compuestos bioactivos (fenoles y flavonoides).

El comportamiento de la masa durante los laboratorios culinarios y la decisión de fijar la sustitución en un **20%** encuentran su explicación científica en las propiedades tecno-funcionales del insumo. De acuerdo con los datos de Hernández (2022), la harina de cáscara de café posee una capacidad de hinchamiento sobresaliente (9.72 g/g) y una retención de agua de 2.41 g/g. Al incorporar este insumo en la matriz de panificación, la fibra insoluble compitió agresivamente por el agua disponible en la fórmula, actuando como un hidrocoloide natural que incrementó la viscosidad y la densidad de la masa.

Este fenómeno explica por qué las pruebas con sustituciones superiores al 20% presentaron una pérdida drástica de elasticidad y un volumen de horneado deficiente: la adición progresiva de fibra desplazó el porcentaje de harina de trigo, diluyendo la concentración de gliadina y glutenina, lo que debilitó la red de gluten encargada de retener los gases de la fermentación. Por lo tanto, el punto de equilibrio del 20% permitió aprovechar al máximo el poder hidrofílico de la cáscara—el cual aportó una miga jugosa, húmeda y retrasó el endurecimiento prematuro del pan—sin comprometer la resistencia estructural ni el alveolado rústico exigido en la panadería artesanal.

La respuesta positiva obtenida en el panel sensorial y en la posterior devolución de saberes con la comunidad de la Universidad Javeriana Cali demuestra que las estrategias de diseño gastronómico lograron conectar de forma efectiva con las demandas del consumidor contemporáneo. Históricamente, la pulpa y la cascarrilla de café se han asociado con notas astringentes y amargores intensos debido a su carga de cafeína y taninos. Sin embargo, la alta aceptación de los atributos de aroma y sabor en la escala Likert se debió a que el proceso de horneado a alta temperatura (180°C) con inyección de vapor desencadenó reacciones de Maillard que caramelizaron los azúcares residuales del fruto, transformando la astringencia en notas aromáticas complejas que evocan el tostado y el chocolate.

Por otro lado, la exitosa recepción de la muestra gastronómica y la intención de compra manifestada por el público juvenil se explican por el valor intangible de la propuesta (Ver anexo 9). Los jóvenes universitarios no evaluaron el pan únicamente como un producto alimenticio, sino como el resultado de un ciclo visible de economía circular. Al respaldar la preparación con una infografía técnica que contrastaba la mitigación de los millones de kilogramos de residuos en Calima Darién con los beneficios de un alimento libre de gluten y rico en fibra. La tradición del consumo de pan en Cali funcionó como el vehículo cultural perfecto para introducir la innovación del upcycling sin generar resistencia en el hábito diario de los consumidores.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

La caracterización técnica y el procesamiento de la harina de cáscara de café (*Coffea arabica*) demostraron que es completamente viable transformar un desecho agrícola crítico de la Finca Bet-el en un insumo funcional de alto valor. Los análisis reportaron que el método de deshidratación controlada y molienda inmediata preserva un notable contenido de fibra dietética (13.9%) y un bajo porcentaje de grasa (1.46%), garantizando estabilidad frente a la oxidación lipídica. Asimismo, sus extraordinarias propiedades tecno-funcionales, lideradas por una capacidad de hinchamiento de 9.72 g/g y una retención de agua de 2.41 g/g, confirman que este subproducto se comporta como un hidrocoloide natural apto para la industria alimentaria, abriendo una ruta sostenible para la mitigación de los impactos ambientales generados por el beneficio húmedo en el municipio de Calima Darién.

En el ámbito culinario, la estandarización fijó un 20% como la proporción óptima de sustitución en panadería artesanal. Esta dosificación exacta permitió aprovechar las propiedades hidrofílicas de la fibra para retener la humedad estructural durante el horneado, lo que dio como resultado un pan rústico con una miga altamente jugosa y un retraso medible de 48 horas en su endurecimiento. El panel sensorial hedónico y la estrategia de apropiación social ejecutada en la Universidad Javeriana Cali validaron la viabilidad comercial del producto, donde el 88.3% de los consumidores calificó el sabor como gustoso y un 92% logró asociar el consumo del panificado con la reducción de la contaminación hídrica en el Valle del Cauca, demostrando que la gastronomía con identidad territorial es un vehículo efectivo para la sensibilización en economía circular.

Para optimizar y expandir los alcances de este prototipo en futuras investigaciones, se propone el desarrollo de una línea de panificación 100% libre de gluten, combinando la harina de cáscara de café con almidones locales y eficientes como la yuca o el achira, permitiendo que el producto final sea apto para la población celíaca aprovechando que el insumo base carece de esta proteína. Asimismo, se plantea la necesidad de realizar estudios de vida útil microbiológica y sensorial en empaques con atmósfera modificada para estandarizar su comercialización masiva. Finalmente, se sugiere explorar procesos de fermentación prolongada (como el uso de masa madre de café) y la extracción dirigida de sus compuestos fenólicos y cafeína para el diseño de bebidas energéticas funcionales o recubrimientos comestibles antioxidantes para la conservación de frutas de la región.

BIBLIOGRAFÍA

Aldemar Morales, E. N. (2024). Reflexiones desde la fermentación del café en Acevedo, Huila, Colombia. *Revista Paca* No. 17, 137-152.

Wilson, A. J., & Camilo, Á. P. (s. f.). *Consumo de insumos agroindustriales por el subsector panificador de Palmira, Valle del Cauca. Indicadores de subsistemas Administrativo, Talento Humano y Operativo*.

Arango, J. (2020). Hoy es el día del café, échesele hasta a la carne. *El Colombiano*.

Cuculiansky, S. (2019, April 13). El cocinero Ferran Adrià publicó un libro sobre café.

Calvache, O. L., & Eraso, H. R. (2016). EFICIENCIA BIOLÓGICA COMO VARIABLE DE BIOPROCESAMIENTO DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS PARA LA PRODUCCIÓN DEL HONGO COMESTIBLE Y MEDICINAL (*Pleurotus ostreatus*)/BIOLOGICAL EFFICIENCY AS VARIABLE OF BIOPROCESSING OF LIGNOCELLULOSIC WASTE FOR PRODUCTION OF EDI. *vitae* Vol. 23, 518-521.

CAFECERT. (2021, 12 mayo). *Denominación de origen Café de Colombia* | CAFECERT. <https://fundacioncafecert.org/denominacion-de-origen-cafe-de-colombia/>

Café del Valle del Cauca - Federación Nacional de Cafeteros - Valle del Cauca. (2021b, febrero 4). Federación Nacional de Cafeteros - Valle del Cauca. <https://valle.federaciondecafeteros.org/cafe-de-cauca/>

Dayana Elizabeth Botina Gomez, M. C. (2024). Evaluación del contenido de nutrientes con la variación del sustrato por compostaje con “*Ancognatha scarabaeoides*” para obtener humus a partir de los subproductos del café. Pasto: Universidad Mariana.

Eliana Luzdey Muñoz Imbachi, M. D. (2024). APTITUD DEL SUELO PARA EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L) VARIEDAD CASTILLO EN EL MUNICIPIO DE LA UNIÓN, NARIÑO: APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. UNAD.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC). (2021). Caracterización de la caficultura en

Nariño: Un enfoque desde la Denominación de Origen. <https://federaciondecafeteros.org/wp-content/uploads/2021/05/Informe-Nariño-FNC.pdf>

GERÓNIMO, R. M. (2025). OPTIMIZACIÓN DE LA HARINA DE CASCARA DE CAFÉ Y ESTEVIA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, FÍSICOQUÍMICAS, NUTRICIONALES, TEXTURALES Y SENSORIALES DE GALLETAS DULCES. Huancayo: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ.

Guerra Hernández, L. J. (2024). *Residuos Orgánicos y Economía Circular: Una Oportunidad de Innovación para Colombia*. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia.

Karen Lizeth Páez Gómez, K. N. (2024). *Fortaleciendo raíces: residuos del café como motores de sostenibilidad en el municipio de Tibacuy – Cundinamarca*. Bogotá D.C: Universidad Pedagógica Nacional.

Muñoz, B. S. (2024). “Aprovechamiento de residuos de cascara de café para la obtención de material de construcción”. Babahoyo - Los Ríos – Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO.

OLIVEROS, A. Y. (2024). *INSTRUMENTOS INTERNACIONALES Y CONTROLES LEGALES FRENTE AL USO DE SEMILLAS DE CAFÉ EN COLOMBIA*. Bogota: Universidad Cooperativa de Colombia.

Café del Valle del Cauca - Federación Nacional de Cafeteros - Valle del Cauca. (2021, 4 febrero). Federación Nacional de Cafeteros - Valle del Cauca. <https://valle.federaciondecafeteros.org/cafe-de-cauca/>

Pérez, J. A., & Gómez, L. M. (2020). Sostenibilidad en la caficultura de alta montaña: Caso La Unión, Nariño. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(2), 45-58. <https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i2.10876>

Pérez, J. P. (2021). *Propuesta para el aprovechamiento de los subproductos del café, por medio de la evaluación y selección de las alternativas existentes, ajustadas a las condiciones actuales de los 25 pequeños caficultores líderes en 5 veredas del municipio de Isnos, Huil*. Bogota: Universidad EAN.

Rebolledo-Hernández, M. V.-R.-M.-Z.-D. (2023). Physicochemical, functional and flow properties of a coffee husk flour. *CIENCIA ergo-sum*, 1-13.

Romero, I. F. (2023). *Propuesta gastronómica del café colombiano y sus subproductos para la creación de recetas en menús de cocina de autor*. bogota: Universidad Externado de colombia.

Acosta, I. F. (2023). *Propuesta gastronómica del café colombiano y sus subproductos para la creación de recetas en menús de cocina de autor* (Trabajo de grado de pregrado, Universidad Externado de Colombia). ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/374023134_Propuesta_gastronomica_del_cafe_colombiano_y_sus_subproductos_para_la_creacion_de_recetas_en_menus_de_cocina_de_autor

Reissig, P. (2020). Food Design: Una disciplina relacional y transdisciplinar para la transformación alimentaria. *Revista De Diseño Culinario y Gastronomía*, 4(2), 45–58.

Lebendiker, A., y Reissig, P. (2022). *Food design hacia la renovación sustentable: Innovación, diseño y alimentos frente al cambio climático*. Ediciones del Diseño.

Anexos

Anexo 1: Formato de Registro de Condiciones de Materia Prima en Finca.

Proyecto: Del Residuo al Recurso

Investigador(a): Mariana Quintero

Variable de Control	Detalle / Registro
Fecha de recolección:	[02/03/2005]
Ubicación exacta:	Finca Bet-el, Municipio de Calima Darién, Valle del Cauca
Altitud del cultivo:	_1.600_____msnm
Variedad de café (<i>Coffea arabica</i>):	[] Castillo [] Caturra [] Variedad Colombia [] Otro: _Sudan Rumé_____
Tipo de beneficio de origen:	[] Beneficio Húmedo (Pulpa/Cereza) [x] Beneficio Seco (Cascarilla/Pergamino)
Estado visual de la muestra:	[x] Óptimo [] Humedad excesiva [] Presencia de hongos [] Impurezas

Observaciones en campo: _____

Anexo 2: Formato de Recolección de Datos Bromatológicos Documentales

Objetivo: Matriz de sistematización para la línea base del marco teórico.

ID	Autor y Año	Componente Analizado	Valor Reportado (%) o Propiedad (g/g)	Observaciones Técnicas / Métodos
1	Benitez (2019)	Fibra Dietética Total	13.9%	Mayoritariamente insoluble; óptimo para tránsito intestinal.
2	Benitez (2019)	Proteínas	8.3%	Aporte moderado de aminoácidos esenciales.
3	Benitez (2019)	Cenizas (Minerales)	7.86%	Presencia destacada de Hierro (Fe) y Potasio (K).

4	Benitez (2019)	Extracto etéreo (Grasa)	1.46%	Valor bajo; aporta estabilidad frente a la rancidez.
5	Hernández (2022)	Capacidad de Hinchamiento	9.72 g/g	Capacidad hidrofílica alta para formar geles en masas.
6	Hernández (2022)	Retención de Agua (CRA)	2.41 g/g	Ayuda a mantener la miga húmeda durante el horneado.
7	Hernández (2022)	Retención de Aceite (CRO)	1.37 g/g	Capacidad para emulsionar grasas en panificación.

Anexo 3: Formato de Tabla Comparativa de Pruebas de Panificación

Parámetro base: Harina de trigo comercial vs. Porcentajes de sustitución de harina de cáscara de café.

Código de Prueba	% Sustitución	Comportamiento Mecánico (Elasticidad de la masa)	Características de la Miga (Alveolado y Humedad)	Color de la Corteza	Volumen del Pan (Crecimiento en horno)
P-00 (Control)	0%	Excelente desarrollo de gluten.	Alveolo regular, miga tradicional.	Dorado claro.	Óptimo.
P-01	5%	Sin alteraciones notables.	Miga suave, ligera coloración beige.	Dorado medio.	Normal.
P-02	10%	Masa ligeramente más densa.	Humedad retenida aceptable, tono marrón.	Marrón claro.	Normal.
P-03	15%	Pérdida moderada de elasticidad.	Alveolos compactos, miga jugosa.	Marrón oscuro.	Reducción ligera.
P-04 (Fórmula)	20%	Masa pesada; requiere mayor hidratación.	Miga muy húmeda, aroma tostado intenso.	Marrón rústico.	Compacto estable.

Anexo 4: Formato para la Construcción de Receta Estandarizada

Nombre de la preparación: Mogolla con Harina de Cáscara de Café (20%)

Porciones: 10 unidades de 80 g

Ingrediente	Gramos (g)
Harina de Trigo blanca	350 g
Harina de Cáscara de Café	50g
Harina de trigo integral	350 g
Levadura Fresca	15 g
Panela molida	75 g
Mantequilla	100 g
Azúcar	40 g
Levadura fresca	20 g
Sal	2,5 g
Manteca de cerdo	50 g
Clavos de olor	-
Canela en astilla	-
Agua	240 ml

Preparación

1. Jarabe

1. En una olla, llevar a fuego medio el agua, la panela, los clavos de olor y la canela hasta que hierva. Dejar entibiar.

2. Mezcla base

2. En un recipiente, mezclar los ingredientes secos (harinas y sal). Hacer un hueco en el centro.

3. Incorporación

3. Agregar los ingredientes restantes, incluyendo el jarabe (para la versión dulce).
4. Mezclar de adentro hacia afuera hasta formar una masa consistente.

4. Amasado inicial

5. Trabajar la masa tirándola con fuerza (sin golpearla) durante aproximadamente 15 minutos, hasta lograr buena extensibilidad.

5. Primer reposo

6. Dejar reposar la masa durante 30 minutos o hasta que duplique su tamaño.

6. Porcionado y formado

7. Amasar nuevamente para desgasificar.
8. Cortar porciones del tamaño deseado y dar forma alargada.
9. Colocar en bandeja de horneo.

7. Fermentación final

10. Dejar fermentar durante 30 minutos, cubriendo con un paño húmedo para evitar que se sequen o peguen.

8. Horneado

11. Hornear a 180 °C durante aproximadamente 20 minutos (según tamaño).
12. Fermentación en bloque: 60 minutos a temperatura ambiente (Cali, ~26°C).
13. Porcionado y Formado: piezas de 80 g en forma de hogaza rústica.
14. Fermentación final: 45 minutos en cámara húmeda.
15. Horneado: 200°C por 22 minutos con inyección inicial de vapor para fijar la corteza.

Anexo 5: Formato de Consentimiento Informado para Panel Sensorial

Pontificia Universidad Javeriana Cali Programa de Gastronomía y Artes Culinarias Proyecto de Investigación: Del residuo al recurso: Revalorización de la cáscara de café de la Finca Bet-el para panificación artesanal.

Propósito: Este panel busca evaluar la aceptación organoléptica de un producto panificado adicionado con harina de cáscara de café (subproducto upcycled).

Declaración de Voluntariedad y Riesgos: Su participación es completamente voluntaria y confidencial. Los ingredientes utilizados son de grado alimenticio estándar (Harina de trigo, harina de cáscara de café, agua, sal, levadura, mantequilla).

Advertencia de Alérgenos: Este producto contiene gluten (harina de trigo base) y lácteos (mantequilla). Aunque la harina de cáscara de café es naturalmente libre de gluten, el producto final no es apto para personas celíacas. Contiene trazas naturales de cafeína.

Yo, _____, identificado(a) con CC/Código _____, mayor de edad, declaro que no presento alergias conocidas a los ingredientes descritos y consiento participar en la evaluación sensorial de manera libre.

Firma del Participante: _____ Fecha: [DD/MM/AAAA]

Anexo 6: Encuesta de Evaluación Sensorial Hedónica (Escala Likert)

Instrucciones: Evalúe la muestra de pan artesanal asignada y marque con una X la opción que mejor describa su percepción para cada atributo.

Atributo Organoléptico	1. Me disgusta mucho	2. Me disgusta poco	3. Ni me gusta ni me disgusta	4. Me gusta poco	5. Me gusta mucho
Color de la miga/corteza					
Aroma (Tostado/Café)					
Textura (Suavidad/Miga)					
Sabor característico					

Aceptación General					
--------------------	--	--	--	--	--

¿Qué atributo técnico modificaría para mejorar este producto? ☐ Reducir la intensidad del color

☐ Suavizar el aroma

☐ Modificar la textura (hacerlo menos denso)

☐ Ninguno, me parece adecuado

Comentarios adicionales:

Anexo 7: Guion Estructural para la Infografía Técnica

Título General: Ciclo de Economía Circular: Revalorización de la Cáscara de Café

Objetivo: Soporte visual para la devolución de saberes en la Universidad Javeriana Cali.

- **Sección 1: El Diagnóstico Ambiental (Calima Darién):**

Texto: "En Calima Darién se generan más de 21 millones de kg de residuos sólidos de café al año. Su vertimiento contamina las fuentes hídricas de la región."

Apoyo Visual: Iconografía de cuencas hídricas y montañas de subproductos de beneficio húmedo.

- **Sección 2: Propiedades del Nuevo Recurso (Bromatología):**

Texto: "De residuo a superalimento: La harina de cáscara de café es un insumo libre de gluten, bajo en grasa (1.46%) y rico en fibra dietética insoluble (13.9%) y antioxidantes."

Apoyo Visual: Gráfica de barras azul estilizada con datos de Benitez (2019).

- **Sección 3: El Comportamiento Técnico:**

Texto: "Gracias a su capacidad de hinchamiento (9.72 g/g), la harina actúa como un hidrocoloide que absorbe agua, aportando jugosidad y retrasando el endurecimiento de las masas horneadas."

Apoyo Visual: Gráfica de barras naranja estilizada con datos de Hernández (2022).

- **Sección 4: Aplicación Comercial en el Valle:**

Texto: "Cali es la segunda ciudad con más panaderías en Colombia (el 70% de la población consume pan diariamente). La panificación con un 20% de sustitución genera una alternativa de consumo sostenible con identidad territorial."

Anexo 8: Formato de Registro de Aceptación de la Muestra Gastronómica Final.

Evento: Devolución de Saberes y Economía Circular Abierta – Javeriana Cali

Descriptor de Evaluación Colectiva	Conteo / Muestreo Directo	Porcentaje (%)
Percepción Visual del Producto:		
- Atractivo / Innovador	_____	_____ %
- Poco llamativo / Común	_____	_____ %
Intención de Consumo Futuro:		
- Compraría el producto habitualmente	_____	_____ %
- Lo consumiría solo por curiosidad nutricional	_____	_____ %
- No lo compraría	_____	_____ %
Apropiación de la Sostenibilidad:		
- Entiende el concepto de <i>upcycling</i> de café tras la muestra	_____	_____ %
- No asocia el producto con el impacto en Darién	_____	_____ %

Registro Cualitativo de Palabras Clave del Público (Feedback directo verbal):

Anexo 9: Consolidado de Resultados del Panel Sensorial (Prueba Hedónica)

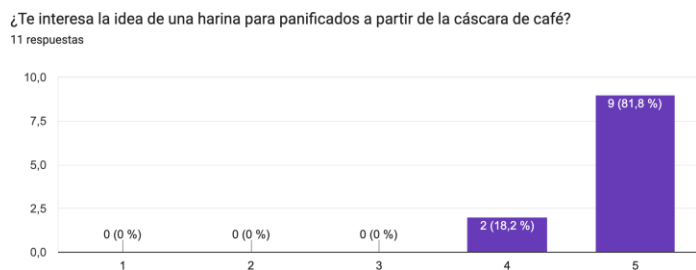
Muestra Poblacional: 11 evaluadores (Estudiantes y miembros de la comunidad universitaria). Se garantizó el anonimato absoluto de los participantes, procesando únicamente las escalas de valoración numéricas.

Tabla de Frecuencias y Promedios de Aceptación por Atributo

Atributo Evaluado	1 (Disgusta Mucho)	2 (Disgusta Poco)	3 (Ni Gusta / Ni Disgusta)	4 (Gusta Poco)	5 (Gusta Mucho)	Promedio (Sobre 5)
Interés en la idea del producto	0	0	0	1	10	4.91
Color (Corteza/Miga)	0	0	2	8	1	3.91
Apariencia Externa	0	0	3	5	3	4.00
Aroma (Notas tostadas/café)	0	0	0	1	10	4.91
Textura al Tacto/Bocado	0	2	6	2	1	3.18
Masticación (Sensación)	0	1	2	6	2	3.82
Nivel de Humedad	0	0	5	5	1	3.64
Sabor (Equilibrio acidez/amargor)	0	1	0	1	9	4.64
Sabor Residual (Retrogusto)	0	0	2	6	3	4.09
Aceptación General de la Mogolla	0	0	4	5	2	3.82

Nota. Datos obtenidos a partir de la tabulación de las encuestas aplicadas durante la fase de validación culinaria (2026).

Figura 6. Interés en la harina de cáscara de café.

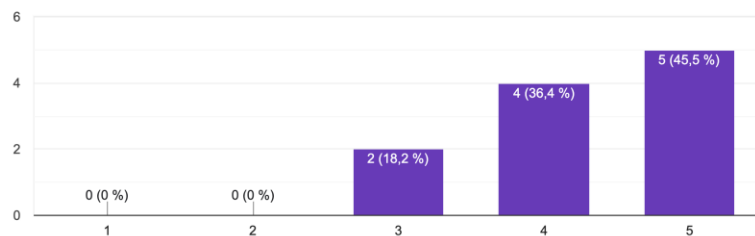


Nota. Gráfico de barras realizado en hojas de cálculo (Quintero, 2026).

Figura 7. Atributos visuales.

¿Qué tan agradable le parece el tono característico de la corteza y la miga de esta mogolla?

11 respuestas

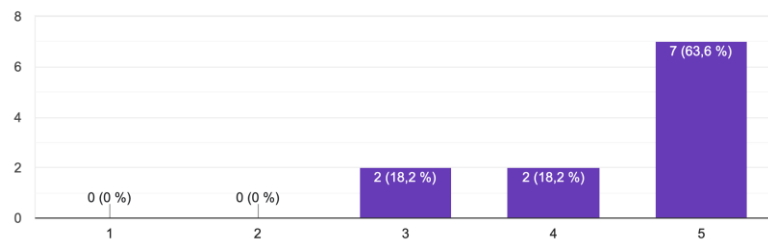


Nota. Gráfico de barras realizado en hojas de cálculo (Quintero,2026).

Figura 7. 1. Apariencia del producto.

¿Qué tanto le atrae la apariencia externa del producto (forma, acabado y horneado)?

11 respuestas

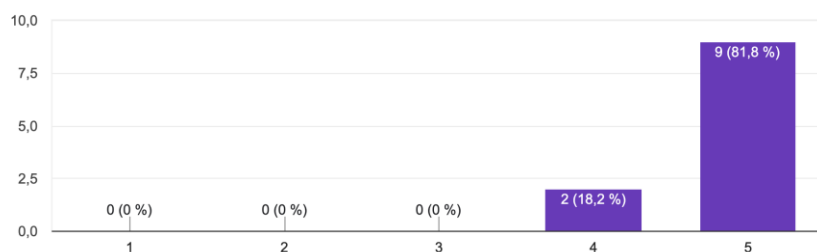


Nota. Gráfico de barras realizado en hojas de cálculo (Quintero,2026).

Figura 8. Atributos olfativos.

¿Qué tan agradable le resulta el aroma del pan (presencia de notas tostadas, afrutadas o matices de café)?

11 respuestas

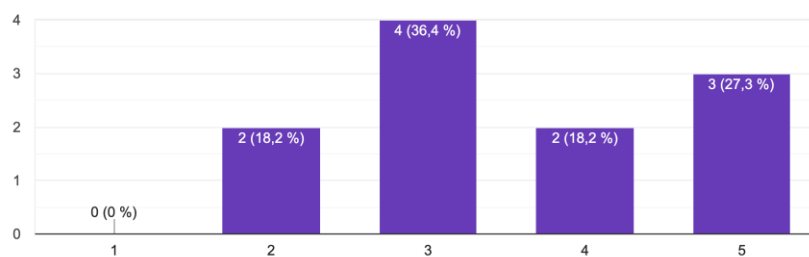


Nota. Gráfico de barras realizado en hojas de cálculo (Quintero,2026).

Figura 9. Atributos de textura.

¿Cómo califica la textura de la miga al tacto y al primer bocado?

11 respuestas

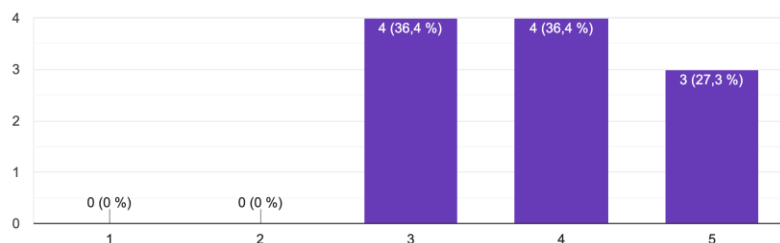


Nota. Gráfico de barras realizado en hojas de cálculo (Quintero,2026).

Figura 10. Atributos de humedad.

¿Qué tan satisfactorio le parece el nivel de humedad percibido en la masa (que no se sienta seca al comer)?

11 respuestas

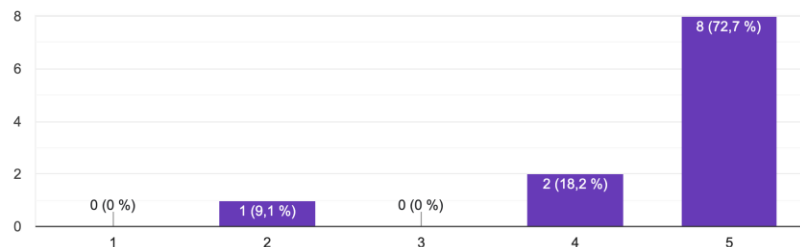


Nota. Gráfico de barras realizado en hojas de cálculo (Quintero,2026).

Figura 11. Atributos de sabor.

¿Qué tanto le agrada el equilibrio entre el sabor tradicional del pan y el sabor distintivo (amargor/acidez sutil) de la cáscara de café?

11 respuestas



Nota. Gráfico de barras realizado en hojas de cálculo (Quintero,2026).

Registro fotográfico de la preparación:

Figura 12. Cáscara de café deshidratada.



Fuente: Quintero (2026)

Figura 13. Harina de cáscara de café.



Fuente: Quintero (2026)

Figura 14. Mezcla de harina de trigo integral, blanca y harina de cáscara de café.



Fuente: Quintero (2026)

Figura 15. Amasado de mezcla para la elaboración de mogolla.



Fuente: Quintero (2026)

Figura 16. Amasado después de 15 minutos.



Fuente: Quintero (2026)

Figura 17. Porciones personales de mogolla.



Fuente: Quintero (2026)

Figura 18. Resultado final de mogolla horneada a 180°C.



Fuente: Quintero (2026)

