



Aprovechamiento de residuos orgánicos en los mercados móviles del separador de la calle 70 al
norte de Cali.

Adalberto Triana Hernández

Proyecto de grado entregado para obtener el título de
Gastrónomo

Dirigido por
Edgar Gonzalo Mármol Moncayo

Pontificia Universidad Javeriana Cali
Facultad de Creación y Hábitat
Programa de Gastronomía y Artes Culinarias
Santiago de Cali
21 de Noviembre de 2025

Contenido

Resumen	3
Planteamiento del problema y justificación de la propuesta	4
Objetivo general	6
Objetivos específicos	6
Marco teórico y estado del arte	7
Historia de los mercados	7
El desperdicio de los alimentos en las plazas de mercado	7
Manejo integral de residuos	8
Aprovechamiento de las cascaras de frutas	9
Huertas urbanas	10
Marco metodológico	10
Población y muestra	11
Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	12
Procedimiento.....	12
Materiales y métodos	14
Resultados.....	16
Primer objetivo: Diseño del sistema piloto de recolección y almacenamiento.....	16
Segundo objetivo: Desarrollo de prototipos gastronómicos	18
Tercer objetivo: Evaluación organoléptica	21
Color / Apariencia.....	21
Aroma	22
Sabor.....	23
Textura / Consistencia	23
Aceptación general	24
Conclusiones y perspectivas futuras.....	27
Bibliografía.....	30
Anexos.....	33

Resumen

Esta propuesta busca contribuir al aprovechamiento de residuos orgánicos generados en las plazas de mercado móviles, especialmente las cáscaras de frutas y pieles de legumbres, a través de la transformación creativa de insumos, preservándolos como alternativas saludables y accesibles para la comunidad, proponiendo una solución basada en la economía circular y la innovación gastronómica en contextos urbanos. En general, los hallazgos demuestran que la harina de cáscara de piña es viable para su uso en repostería, conservando características organolépticas favorables y ofreciendo una alternativa sostenible que contribuye al aprovechamiento de subproductos agroindustriales.

Palabras clave: Mercados móviles, gastronomía, sostenibilidad, Cali, aprovechamiento, residuos, desperdicio, fruta.

Planteamiento del problema y justificación de la propuesta

Las plazas de mercado, también conocidas como "galerías" en ciertas regiones de Colombia, han sido históricamente espacios clave para el intercambio comercial y el abastecimiento de alimentos (Aparicio-Rengifo et al., 2023). Su configuración socioespacial ha evolucionado a partir de dinámicas económicas y culturales, donde la interacción entre vendedores y compradores ha consolidado un entorno urbano con un alto valor patrimonial (Aparicio-Rengifo et al., 2023). Estos espacios no solo cumplen una función comercial, sino que también representan una auténtica expresión cultural que ha perdurado en el tiempo.

En este mismo contexto de transformación y adaptación de las prácticas comerciales, a finales de la década de 1980 y comienzos de la de 1990 surgieron las ferias libres o mercados móviles, los cuales se enfocaron en la comercialización de productos frescos esenciales, como frutas y verduras (Decreto 247 de 1989 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.). Con el tiempo, también incorporaron carnes, quesos, huevos, embutidos y otros artículos manufacturados de primera necesidad a precios accesibles.

Sin embargo, uno de los principales desafíos que enfrentan estos mercados es el alto nivel de desperdicio de alimentos. Cada día, los mercados móviles generan grandes cantidades de residuos orgánicos, principalmente restos de frutas, verduras y otros productos perecederos. Según la FAO (2012), las causas de este desperdicio incluyen la sobreoferta de productos, el deterioro por un manejo inadecuado y la falta de estrategias para su aprovechamiento. En muchos casos, los residuos no son separados adecuadamente, lo que limita su reutilización en procesos

como el compostaje, la alimentación animal o la producción de insumos para la industria gastronómica (Alcaldía mayor de Bogotá, 2014)

En Cali, algunos de los mercados móviles presentan un alto porcentaje de desperdicio, especialmente de productos como plátanos, tomates, piña y hojas verdes. Muchos de estos alimentos, aunque no cumplen con estándares comerciales, aún son aptos para el consumo o la transformación (FAO 2019). Sin embargo, la falta de conocimiento sobre técnicas de aprovechamiento y la ausencia de políticas efectivas de gestión de residuos agravan el problema, convirtiendo estos espacios en focos de contaminación. En Colombia, el 18% de los residuos orgánicos provienen de las centrales de abastecimiento y terminan en rellenos sanitarios (Vargas-Pineda et al., 2019), reduciendo así su potencial de aprovechamiento.

Para enfrentar esta problemática, se han desarrollado estrategias basadas en la economía verde, que buscan optimizar la gestión de residuos orgánicos a lo largo de toda la cadena de suministro, desde la producción agrícola hasta el consumo final (Vargas-Pineda et al., 2017). Estas iniciativas buscan disminuir las pérdidas y desperdicios, además de implementar acciones que aporten valor agregado desde un enfoque ambiental y económico.

En este contexto, el aprovechamiento de los residuos de los mercados móviles representa una oportunidad significativa para promover prácticas sostenibles en la gastronomía. Estrategias como la producción de harinas a partir de cáscaras y restos de frutas, la elaboración de conservas o el uso de residuos vegetales en preparaciones innovadoras pueden contribuir a reducir el desperdicio.

Esta propuesta busca contribuir al aprovechamiento de residuos orgánicos generados en las plazas de mercado móviles, especialmente las cáscaras de frutas y pieles de legumbres, a

través de la transformación creativa de insumos, preservándolos como alternativas saludables y accesibles para la comunidad. Asimismo, se plantea la posible articulación de esta iniciativa con el desarrollo de huertas urbanas, concebidas como espacios de producción agroecológica que permiten cerrar el ciclo de los residuos orgánicos al destinarlos a la elaboración de compostaje. Esta integración favorece la educación ambiental y la construcción de modelos sostenibles de economía circular en contextos urbanos.

Objetivo general

Desarrollar productos con valor agregado a base de cáscara de la fruta (piña), para maximizar el aprovechamiento de residuos generados en el mercado móvil del separador de San Luis de la calle 70 al norte de la ciudad de Cali.

Objetivos específicos

- Diseñar un sistema piloto para la recolección y almacenamiento adecuado de cascara de piña en el mercado móvil del separador del barrio San Luis, que preserve su calidad para usos posteriores.
- Desarrollar prototipos de productos gastronómicos a base de cascara de piña, a partir de la merma obtenida en el mercado móvil del separador del barrio San Luis.
- Evaluar organolépticamente la aceptación de los prototipos gastronómicos diseñados por parte de la comunidad Javeriana-Cali

Marco teórico y estado del arte

Historia de los mercados

Una definición oficial para Colombia es la del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), que define una plaza de mercado como un centro que vincula la actividad comercial y el abastecimiento de ciudades y municipios con todo tipo de productos, pero con mayor preponderancia de los generados por la agricultura (DANE 2022). Las plazas de mercado en Colombia son grandes generadoras de residuos agrícolas con gran potencial de aprovechamiento (Ariel et al., 2004).

Las plazas de mercado y los mercados móviles en Colombia cumplen un papel fundamental en la distribución y comercialización de productos frescos, especialmente en zonas urbanas y rurales. Las plazas de mercado son una estrategia viva para mantener vigente la tradición oral, gastronómica y agrícola de los pueblos en Colombia, también constituye una alternativa para que los pequeños productores campesinos coloquen sus productos al mercado (Álvarez Ochoa, 2002). Sin embargo, estos espacios enfrentan un problema significativo: el desperdicio de alimentos y la generación de residuos. La inadecuada gestión de estos desechos tiene impactos ambientales, económicos y sociales que requieren atención urgente.

El desperdicio de los alimentos en las plazas de mercado

Anualmente se vierten en la naturaleza cerca de 1.500 millones de toneladas de biomasa residual de origen lignocelulósico (Toushik et al., 2017). Parte de estos residuos se produce como resultado de prácticas agrícolas y alcanza cerca de cinco millones de toneladas métricas por año (Bharathiraja et al., 2017). El tratamiento deficiente y el poco aprovechamiento de estos residuos ocasionan problemas de salud pública y medioambientales (Bigdeloo et al., 2021). En los últimos

años se ha visto la necesidad de buscar alternativas para valorizar estos residuos utilizándolos como materia prima para la obtención de productos de valor agregado.

El desperdicio de alimentos en las plazas de mercado colombianas se origina en diferentes etapas de la cadena de abastecimiento (DNP, 2016). Factores como el manejo inadecuado de los productos, la sobreoferta y la falta de planificación en la compra y venta contribuyen a que grandes cantidades de frutas, verduras y otros productos perecederos terminen como desechos. En los mercados móviles, que son una alternativa de comercio itinerante para llevar alimentos a comunidades con acceso limitado a grandes centros de abastecimiento, el desperdicio se agrava por las dificultades en la conservación y transporte de los productos.

La gestión de residuos en estos espacios es un reto debido a la alta producción de desechos orgánicos e inorgánicos. Según estudios realizados en ciudades como Bogotá y Medellín, un gran porcentaje de los residuos generados en plazas de mercado es orgánico, lo que representa una oportunidad para implementar estrategias de aprovechamiento sostenible, como la producción de compost, el cual es un proceso biológico en el cual los residuos orgánicos se descomponen para formar un fertilizante natural, reduciendo así la necesidad de productos químicos en la agricultura.

Manejo integral de residuos

El manejo integral de residuos a través de la selección, recuperación, procesamiento biológico y disposición final contribuye a solucionar problemas ambientales y sanitarios, ofreciendo una alternativa sostenible con un impacto mínimo en los recursos naturales. El compostaje es una técnica ampliamente utilizada en el mundo para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. En Colombia, pocas empresas, como CAVASA y la Fundación Biociudad, han

implementado este método con fines agrícolas, considerando su impacto ambiental, social y económico.

Aprovechamiento de las cáscaras de frutas

El reaprovechamiento de las cáscaras de frutas es un elemento clave en la transición hacia una economía circular en la industria alimentaria. En lugar de ser consideradas desechos, estas pueden reincorporarse a la cadena de valor como ingredientes funcionales y sostenibles. Según The Food Tech (2024), esta práctica no solo contribuye a la reducción del desperdicio, sino que también ofrece beneficios económicos y ambientales, además de mejorar la percepción de sostenibilidad entre los consumidores, quienes cada vez valoran más los productos con bajo impacto ecológico. Diversos estudios han demostrado que las cáscaras de frutas contienen antioxidantes, fibras, vitaminas y otros compuestos con beneficios para la salud, lo que permite a las empresas desarrollar productos con mayor valor añadido (The food tech, 2024).

Por otro lado, la reutilización de cáscaras de papa, plátano y restos de repollo ha sido objeto de estudios enfocados en su transformación en polvos para su combinación con harinas y almidones, ofreciendo así nuevas alternativas de aprovechamiento en la industria restaurantera. Verónica et al. (2019) demostraron que estos subproductos pueden enriquecer harinas tradicionales con macro y micronutrientes, reduciendo el desperdicio de alimentos. En su investigación, caracterizaron los desechos generados en la Cafetería Escuela de ITCA-FEPADE, procesaron los residuos en polvos y realizaron análisis microbiológico y bromatológico para garantizar su seguridad. A partir de estos insumos, se diseñaron recetas como cremas, atoles, pastas y pan, demostrando su viabilidad para el consumo humano. Además, los resultados han despertado el interés del sector agroindustrial, particularmente a través del Parque Tecnológico de Agroindustria PTA, debido a su alto potencial de desarrollo (Verónica et al., 2019).

Huertas urbanas

En el marco de la gestión sostenible de residuos orgánicos generados en plazas de mercado, las huertas urbanas se consolidan como una estrategia integral que articula el aprovechamiento de dichos desechos con la producción local de alimentos (Gil Mónica & Ricardo María del Carmen, 2019). Estas huertas, desarrolladas en espacios públicos, comunitarios o institucionales, permiten transformar residuos biodegradables como cáscaras de frutas, restos de vegetales y excedentes de alimentos frescos en compost o abonos naturales, los cuales enriquecen los suelos y mejoran la calidad de los cultivos sin recurrir a fertilizantes químicos (Alcadía de Bogotá, 2014).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), La implementación de huertas urbanas no solo aporta soluciones técnicas al manejo de residuos, sino que también promueve beneficios sociales, ambientales y económicos. Desde una perspectiva social, estas iniciativas fortalecen la participación comunitaria, el aprendizaje colectivo y la soberanía alimentaria, al tiempo que generan espacios de encuentro y educación ambiental (Urías Borbón & Ochoa de la Torre, 2020). En términos económicos, permiten reducir el gasto en alimentos y abonos, además de generar excedentes que pueden ser comercializados o intercambiados en redes locales de producción (Noticias ambientales, 2024).

Marco metodológico

El presente trabajo se desarrolló bajo un enfoque cualitativo con apoyo experimental, al integrar la observación participativa, la entrevista semiestructurada y la experimentación gastronómica como métodos complementarios. Este enfoque permitió comprender las dinámicas

asociadas al manejo de residuos orgánicos en los mercados móviles y, simultáneamente, elaborar y evaluar productos derivados de las cáscaras de piña como insumo principal.

La investigación se clasificó como aplicada de carácter descriptivo y experimental, dado que su propósito fue generar una alternativa sostenible para la gestión de residuos orgánicos, mediante la transformación de subproductos alimentarios en productos gastronómicos con valor agregado. La fase experimental permitió contrastar los resultados teóricos con la práctica, mediante la formulación y validación sensorial de los prototipos elaborados.

Población y muestra

La población objeto de estudio correspondió a los vendedores del mercado móvil del separador del barrio San Luis, al norte de la ciudad de Cali, quienes generan residuos orgánicos durante las jornadas de venta.

Para la evaluación organoléptica, la población correspondió a los miembros de la comunidad universitaria de la Pontificia Universidad Javeriana Cali (estudiantes y docentes del programa de Gastronomía). El tamaño de la muestra se determinó mediante la fórmula para poblaciones finitas, expresada como:

$$n = \frac{NZ^2pq}{E^2(N - 1) + Z^2pq}$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra
- N = tamaño de la población
- Z = nivel de confianza (1.96 para un 95 %)

- p = probabilidad de éxito (0.5)
- q = probabilidad de fracaso (0.5)
- E = margen de error permitido (0.05)

Con base en esta fórmula y considerando una población estimada de 100 potenciales participantes dentro de la comunidad académica, el cálculo arrojó un tamaño de muestra de 21 personas, número que se utilizó para la aplicación de la prueba sensorial.

Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para el desarrollo de la investigación se emplearon las siguientes técnicas:

- Observación participativa: realizada durante tres visitas al mercado móvil, con el fin de identificar los puntos de generación de residuos, las condiciones de manipulación y las prácticas de disposición final.
- Entrevistas semiestructuradas: aplicadas a tres vendedores de frutas, con el objetivo de conocer el volumen promedio de cáscara de piña generada y su disposición para participar en el proyecto.
- Registro cuantitativo: se documentaron variables como peso, cantidad y estado del material recolectado, además de los tiempos y condiciones de almacenamiento.
- Evaluación sensorial: se aplicó una escala hedónica de nueve puntos, mediante la cual los participantes calificaron atributos como color, aroma, sabor, textura y aceptación general del producto final.

Procedimiento

El proceso metodológico se estructuró en tres fases principales:

- Fase 1: Diseño del sistema piloto de recolección y almacenamiento.

Se implementó un sistema piloto con contenedores plásticos de 20 litros, rotulados e higienizados, destinados exclusivamente a la recolección de cáscaras de piña. El sistema se aplicó durante tres semanas, con recolección diaria y almacenamiento refrigerado a 4 °C.

- Fase 2: Desarrollo de prototipos gastronómicos.

Las cáscaras recolectadas fueron higienizadas con una solución de ácido acético al 3 %, deshidratadas a una temperatura promedio de 65 °C durante 18 a 24 horas y posteriormente molidas hasta obtener una harina homogénea. A partir de este insumo se elaboraron tres prototipos (snack, pan y muffin con harina de cáscara de piña). Las recetas base utilizadas para la formulación experimental se tomaron de referencias gastronómicas diversas, consultadas en estudios previos sobre aprovechamiento de subproductos vegetales y en recetarios técnicos de panadería y repostería sostenible (The Food Tech, 2024). Estas referencias sirvieron como guía para ajustar proporciones, tiempos y temperaturas de cocción, garantizando la viabilidad del producto final. Tras la fase comparativa muffin en proporción 50 % harina de trigo y 50 % harina de cáscara de piña, fue seleccionado como producto final debido a su equilibrio sensorial y viabilidad de producción.

- Fase 3: Evaluación organoléptica.

Se realizó una degustación controlada con 21 participantes, quienes evaluaron el producto mediante la escala hedónica. Los datos fueron analizados a través de estadística descriptiva, identificando el nivel de aceptación y las percepciones generales del producto.

Materiales y métodos

Primer objetivo: Diseño del sistema piloto de recolección y almacenamiento

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron cáscaras de piña obtenidas directamente de los puntos de venta de frutas del mercado móvil del separador del barrio San Luis, al norte de Cali. Con el fin de garantizar la calidad del insumo, se estableció comunicación previa con los vendedores, a quienes se les solicitó separar las cáscaras inmediatamente después del pelado o preparación del producto, evitando su mezcla con otros residuos orgánicos.

Las cáscaras recolectadas fueron almacenadas en recipientes plásticos, previamente lavados y desinfectados. Estos contenedores se identificaron con fechas y horas de recolección para llevar un control del tiempo de almacenamiento y las condiciones ambientales.

Las cáscaras fueron tratadas según los lineamientos de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y siguiendo el protocolo descrito por Ibrahim y Abou-Arab (2017), utilizado como referencia para la manipulación higiénica de alimentos. Se empleó ácido acético (vinagre) como agente desinfectante, debido a su reconocida eficacia antimicrobiana, especialmente frente a bacterias, y su capacidad para reducir los residuos de pesticidas.

Técnica empleada:

Solución al 3% (equivalente a la concentración del vinagre blanco comercial) o una dilución 1:1 con agua para obtener una concentración aproximada al 2.5%.

Procedimiento: Las cáscaras se sumergieron en la solución durante 10 minutos y posteriormente se enjuagaron con abundante agua.

De acuerdo con el estudio de Ibrahim y Abou-Arab (2017), una solución de ácido acético al 10% demostró alta efectividad en la reducción de residuos de pesticidas, microorganismos y metales pesados en fresas. Aunque la concentración empleada en el presente tratamiento fue menor (3%), esta sigue siendo válida y accesible para la aplicación en condiciones de laboratorio o domésticas.

El sistema fue implementado y monitoreado durante tres semanas, registrando el peso promedio de las cáscaras recolectadas (entre 30 y 40 kg por día), el estado visual del material y la adherencia de los vendedores al protocolo.

Segundo objetivo: Desarrollo de prototipos gastronómicos

Una vez garantizada la calidad e inocuidad de la materia prima, se desarrollaron ensayos culinarios experimentales en el laboratorio gastronómico de la universidad.

Se tomaron como referencia técnicas de aprovechamiento documentadas en estudios previos, así como preparaciones tradicionales y modernas que incorporan residuos de frutas. Con esta base, se elaboró un prototipo de producto con valor agregado a partir de cáscara de piña:

Harina o polvo de cáscara de piña, obtenida por deshidratación y molienda fina para aplicaciones en repostería.

Durante el proceso se documentaron las condiciones de procesamiento (tiempo, temperatura, rendimiento) y se realizaron pruebas preliminares de estabilidad.

Tercer objetivo: Evaluación organoléptica

Con el fin de determinar la aceptación de los productos, se organizaron sesiones de degustación controladas con miembros de la comunidad universitaria javeriana (estudiantes de la carrera de gastronomía y docentes).

Las pruebas se realizaron aplicando una escala hedónica de 9 puntos, en la cual los participantes calificaron atributos sensoriales como color, aroma, sabor, textura y aceptación global. Adicionalmente, se incluyeron preguntas abiertas sobre la percepción del producto, su posible compra y su disposición a consumir alimentos elaborados con subproductos de frutas. Los datos obtenidos se analizaron mediante estadística.

Resultados

Primer objetivo: Diseño del sistema piloto de recolección y almacenamiento.

Durante la fase inicial del proyecto se efectuaron tres visitas de observación participativa al mercado móvil del separador del barrio San Luis, con el propósito de identificar los lugares de venta y de mayor generación de residuos orgánicos, las condiciones de manipulación y los hábitos de disposición final.

Los recorridos permitieron evidenciar que la mayor cantidad de residuos correspondía a cáscaras de piña, y coco, siendo la piña el producto con mayor volumen de desecho debido a su alta demanda en la venta. Se observó que los residuos eran depositados junto con otros desechos orgánicos, sin una separación previa, lo que generaba condiciones poco higiénicas y un rápido proceso de descomposición.

A partir de las entrevistas semiestructuradas realizadas a 3 vendedores de frutas (Anexo 1), se estableció que el volumen promedio de cáscara de piña generado por cada punto de venta oscilaba entre 8 y 12 kilogramos diarios, dependiendo de la jornada de ventas y las condiciones

climáticas. Los comerciantes manifestaron disposición para participar en el proyecto, siempre que la recolección no interfiriera con su ritmo de trabajo.

Con la información obtenida, se diseñó e implementó un sistema piloto de recolección y almacenamiento basado en el uso de contenedores plásticos de 20 litros de capacidad (Figura 1), debidamente rotulados e higienizados, destinados exclusivamente al acopio de las cáscaras. Cada recipiente contaba con tapa hermética y fue ubicado estratégicamente cerca de las áreas de pelado para minimizar desplazamientos.

Figura 1. *Sistema de recolección de la cascara de piña fresca en sitio.*



Nota: Triana, A (2025) Sistema de recolección de la cascara de piña

El sistema operó durante tres semanas de prueba, con una frecuencia de recolección diaria y almacenamiento temporal en un punto central refrigerado (4 °C) dentro de la universidad. El registro semanal de los residuos permitió calcular una recolección promedio de 33,7 kg de cáscara de piña por semana, equivalente al 82 % del total estimado según las proyecciones iniciales.

En cuanto al estado visual y sanitario del material, se observó que las cáscaras recolectadas mantenían color, aroma y textura aceptables durante las dos primeras semanas de almacenamiento bajo refrigeración (4 °C). No obstante, a partir de la tercera semana se evidenció el inicio del deterioro del material, manifestado por oscurecimiento progresivo de la superficie, pérdida de firmeza y aparición de olores fermentativos. De igual manera, se detectaron signos visibles de descomposición, como presencia de humedad excesiva, ablandamiento y crecimiento de colonias fúngicas (hongos filamentosos), lo cual indicó el comienzo de un proceso de putrefacción y degradación microbiológica. Por esta razón, se determinó que el tiempo óptimo de conservación de las cáscaras sin comprometer su inocuidad y calidad sensorial no debe superar los 14 días bajo refrigeración controlada.

Respecto a la adherencia de los vendedores al protocolo, el 75 % de los participantes cumplió con la separación adecuada de los residuos y el uso de los recipientes asignados. Se identificó que la principal dificultad fue la disponibilidad de espacio para ubicar los contenedores durante las horas de mayor actividad.

Segundo objetivo: Desarrollo de prototipos gastronómicos

Una vez asegurada la calidad e inocuidad de la materia prima, se dio inicio al desarrollo de los ensayos culinarios experimentales en el laboratorio gastronómico de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, con el objetivo de transformar la cáscara de piña en productos alimenticios con valor agregado y potencial sostenible dentro del campo gastronómico.

Para la formulación de los prototipos se tomaron como referencia técnicas de aprovechamiento de subproductos vegetales documentadas en estudios previos, así como preparaciones contemporáneas que integran harinas de frutas o vegetales en productos de panadería y repostería.

El proceso inició con la deshidratación de la cáscara de piña (figura 2) a una temperatura promedio de 65 °C durante 18-24 horas, en la Tabla 1 se muestra el cambio de peso de las muestras de cáscara de piña antes y después del secado. Luego, el material seco fue sometido a molienda fina, obteniendo una harina homogénea de cáscara de piña, utilizada como base para las formulaciones experimentales.

Figura 2. *Proceso de deshidratación de la cascara de piña*



Nota: Triana, A (2025) Deshidratación de la cascara de piña

Tabla 1

Variación de peso de las cáscaras de piña durante el proceso de secado

Muestra	Peso inicial (kg)	Peso final (g)	Peso final (kg)	Pérdida de peso (kg)	Porcentaje de reducción (%)
1	3.7	655	0.655	3.045	82.3 %
2	3.3	675	0.675	2.625	79.5 %
3	2.2	435	0.435	1.765	80.2 %
4	3.5	686	0.686	2.814	80.4 %

Nota. Elaboración propia. Los datos muestran la disminución del peso de la cáscara de piña tras el proceso de secado controlado, evidenciando una reducción promedio del 80,6 % de su masa inicial.

Se desarrollaron tres prototipos principales:

Snack deshidratado de cáscara de piña: elaborado con láminas finas horneadas con adición mínima de azúcar morena y jugo natural de piña. Aunque el producto presentó un sabor agradable y un aroma frutal distintivo, su textura irregular y rápida absorción de humedad limitaron su estabilidad y vida útil.

Pan con harina de cáscara de piña: se sustituyó el 15 % de harina de trigo por harina de cáscara. El producto resultó con buen aroma y color, pero una miga densa y un ligero sabor amargo, asociado a los compuestos fenólicos presentes en la cáscara.

Muffins con harina de cáscara de piña: este prototipo presentó los mejores resultados sensoriales y funcionales. Inicialmente, se elaboró con una formulación de 70 % harina de trigo y 30 % harina de cáscara de piña (figura 3); sin embargo, esta proporción ofreció un sabor tenue y poco perceptible a piña. Por tal motivo, se desarrolló una segunda formulación 50/50, la cual permitió un mayor equilibrio entre el sabor frutal, la textura y el color del producto final.

Figura 3. *Harina de cascara de piña*



Nota: Triana, A (2025) Harina de la cascara de piña

La formulación 50/50 (Anexo 2.) destacó por su aroma tropical pronunciado, color dorado uniforme y una miga esponjosa, además de un mayor aporte de fibra dietaría y compuestos

antioxidantes en comparación con la versión inicial. Este resultado demostró que el incremento en la proporción de harina de cáscara mejora notablemente las características organolépticas y el perfil funcional del producto.

Tras las pruebas comparativas, el muffin con harina de cáscara de piña (50/50) fue seleccionado como producto final del proyecto, debido a su balance entre aceptación sensorial, valor nutricional y viabilidad de producción.

Tercer objetivo: Evaluación organoléptica

Con el fin de determinar el nivel de aceptación del producto final, se realizó una evaluación organoléptica (Anexo 2) del muffin elaborado con harina de cáscara de piña (formulación 50/50), aplicando la encuesta diseñada previamente y utilizando la escala hedónica de 9 puntos, donde 1 corresponde a “me disgusta muchísimo” y 9 a “me gusta muchísimo”.

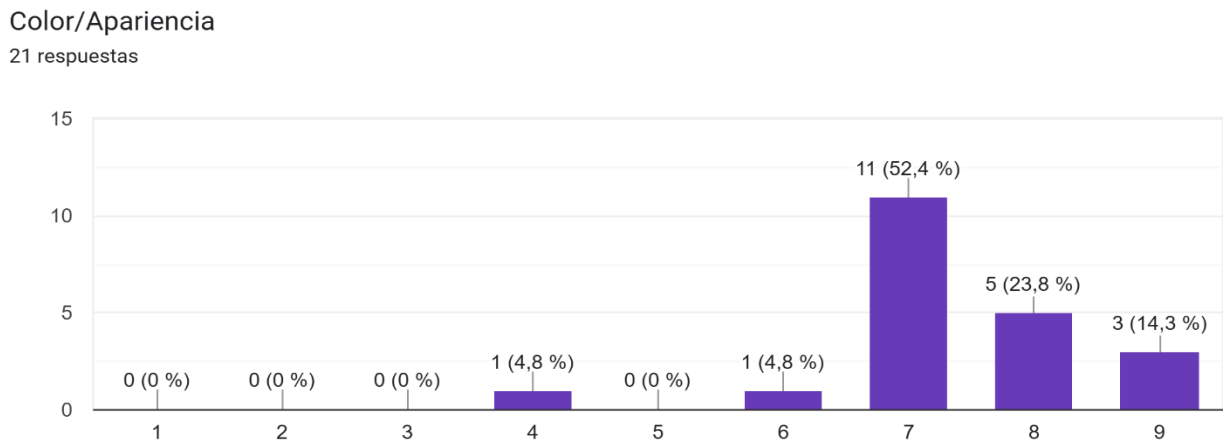
La prueba se llevó a cabo con un panel de 19 participantes pertenecientes a la comunidad universitaria de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, conformado por estudiantes y docentes. Cada participante evaluó el producto de forma individual valorando los atributos color, aroma, sabor, textura y aceptación general.

Color / Apariencia

El atributo color o apariencia obtuvo una calificación promedio de 7 en una escala de 1 a 9, donde 1 representa “me disgusta muchísimo” y 9 “me gusta muchísimo” (Figura 4).

La mayoría de los evaluadores aproximadamente 52.4% consideraron que el producto tenía una apariencia atractiva y agradable. Estos resultados sugieren que la incorporación de harina de cáscara de piña no afecta negativamente la apariencia del producto final.

Figura 4. Evaluación del color/apariencia del producto por parte de los participantes

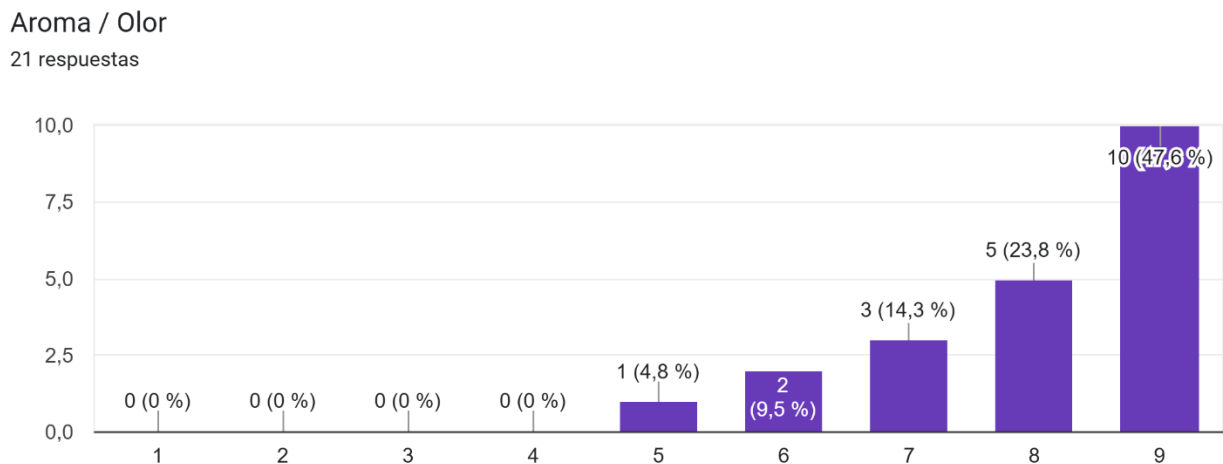


Aroma

El aroma fue calificado con un promedio de 9. El 47.6% de los participantes indicó que el olor era agradable y característico de productos de repostería con notas frutales (Figura 5).

Este resultado demuestra que la harina de cáscara de piña aporta un aroma natural y bien aceptado, sin generar notas indeseables.

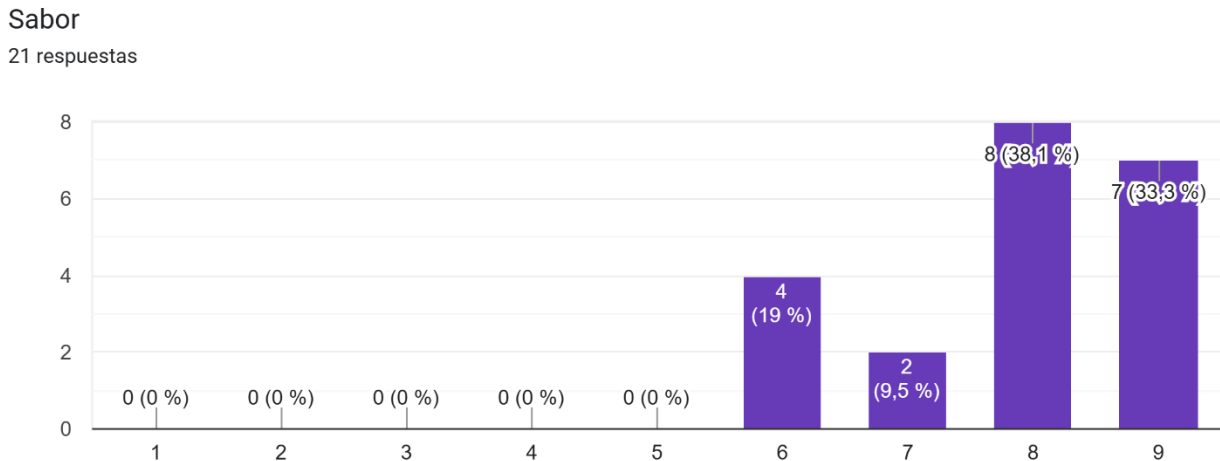
Figura 5. Evaluación del aroma/olor del producto por parte de los participantes



Sabor

Los resultados muestran que la percepción general del sabor fue altamente positiva (Figura 6). En detalle, 38,1 % de los encuestados calificaron el producto con 8 puntos, y 33,3 % con 9 puntos, lo que refleja un alto nivel de agrado. En conjunto, estos resultados evidencian una aceptación sensorial favorable, con una tendencia clara hacia las puntuaciones más altas de la escala. La ausencia de valoraciones negativas indica que el producto elaborado con harina de cáscara de piña presenta un perfil gustativo agradable y bien equilibrado, conservando características dulces y naturales asociadas a la fruta.

Figura 6. Evaluación del sabor del producto por parte de los participantes

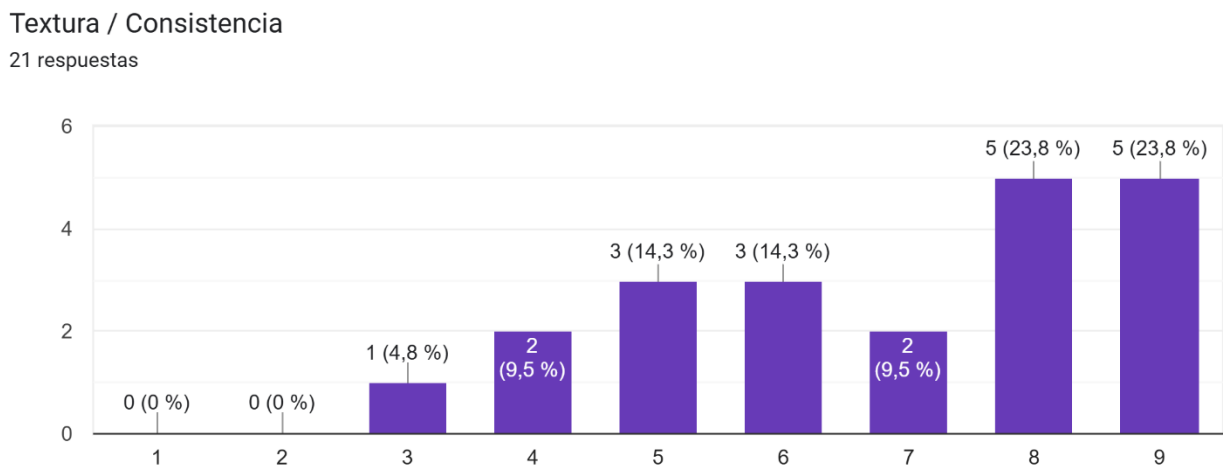


Textura / Consistencia

Los resultados evidencian una tendencia positiva hacia la aceptación, aunque con una mayor dispersión de respuestas en comparación con el sabor (Figura 7). El 23,8 % de los encuestados calificó la textura con 9 puntos y 8 puntos, y un porcentaje igual (14,3 %) con 6 puntos y 5 puntos respectivamente. Además, un 9,5 % otorgó 7 puntos, mientras que las

valoraciones más bajas 3 y 4 representaron solo un 14,3 % del total. Estos resultados indican que la mayoría de los evaluadores percibió la textura como agradable y adecuada para un producto de repostería, aunque algunos comentarios reflejan que podría mejorarse la esponjosidad o suavidad. La variación en las puntuaciones sugiere que la inclusión de harina de cáscara de piña podría influir ligeramente en la estructura del producto, sin comprometer su aceptabilidad general.

Figura 7. *Evaluación de la Textura/consistencia del producto por parte de los participantes*



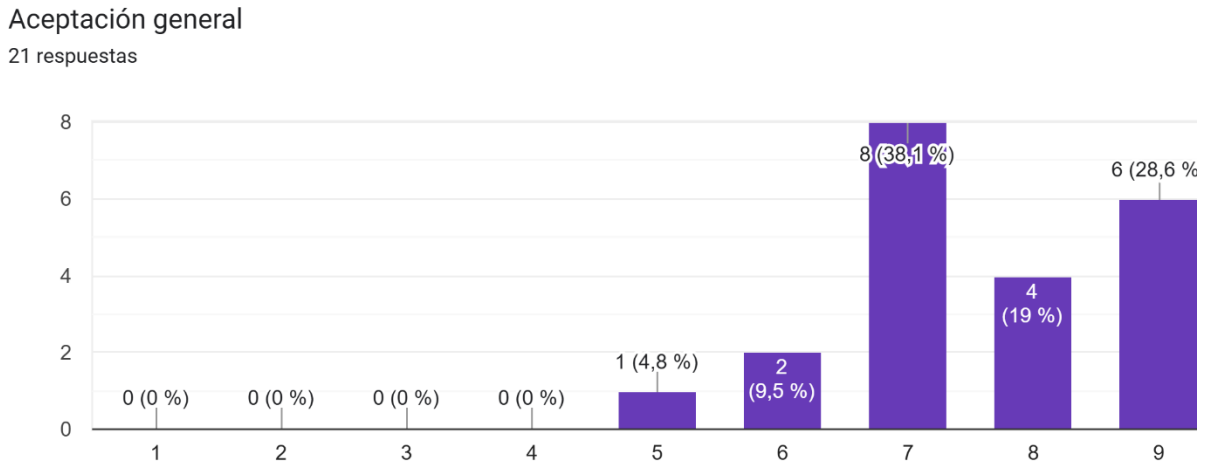
Aceptación general

Los resultados reflejan una valoración predominantemente positiva (Figura 8); el 38,1 % de los encuestados calificó la aceptación general con 7 puntos, mientras que el 28,6 % otorgó 9 puntos y el 19 % asignó 8 puntos. En menor proporción, un 9,5 % evaluó con 6 puntos y un 4,8 % con 5 puntos. No se registraron puntuaciones inferiores a 5.

Estos datos demuestran que la mayoría de los participantes percibió el producto como agradable y viable para el consumo, evidenciando una buena aceptación global. La concentración

de respuestas entre los valores de 7 y 9 sugiere que el producto elaborado con harina de cáscara de piña cumple satisfactoriamente con las expectativas sensoriales de los consumidores.

Figura 8. Evaluación de la Aceptación general del producto por parte de los



Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo principal desarrollar productos con valor agregado a base de cáscara de piña, maximizando el aprovechamiento de los residuos generados en el mercado móvil del separador de San Luis de la calle 70, al norte de la ciudad de Cali. Los resultados obtenidos a través de la implementación del sistema piloto, el desarrollo de prototipos gastronómicos y la evaluación organoléptica, validan la viabilidad de transformar estos subproductos en alternativas sostenibles, aportando una solución práctica al problema del desperdicio de alimentos en contextos urbanos.

El diseño e implementación del sistema piloto de recolección y almacenamiento demostró la factibilidad de separar la cáscara de piña en la fuente, un paso fundamental en el manejo integral de residuos que contrarresta la problemática inicial de la mezcla de desechos orgánicos, que limita su reutilización. La alta adhesión al protocolo por parte del 75% de los vendedores,

junto con la recolección promedio de 33.7 kg de cáscara de piña por semana, confirma una disposición positiva de la comunidad comercial a participar en modelos de economía circular. Esto desmitifica la idea de que la falta de conocimiento es el único obstáculo, sugiriendo que la provisión de una infraestructura adecuada (contenedores) facilita el cambio de hábito. No obstante, se identificó un desafío crítico en la logística de conservación: la inocuidad y calidad sensorial de la cáscara se mantiene óptima por un tiempo limitado de 14 días bajo refrigeración controlada (4°C). Este hallazgo establece un límite de tiempo estricto para la etapa de procesamiento, siendo una variable esencial para considerar en la ampliación del proyecto a una escala comercial o industrial.

La transformación de la cáscara de piña en harina mediante deshidratación controlada (65°C) durante 18 - 24 horas resultó ser un proceso eficiente, logrando una reducción promedio del peso de la materia prima del 80.6% de su masa inicial. Esta concentración demuestra la viabilidad técnica de estabilizar el subproducto para su posterior uso en repostería. El desarrollo de prototipos se alinea directamente con el marco teórico sobre el reaprovechamiento de cáscaras de frutas, que busca reincorporar estos desechos como ingredientes funcionales. La selección del Muffin con harina de cáscara de piña 50/50 (50% harina de trigo / 50% harina de cáscara de piña) fue un hito, ya que esta proporción maximizó el "aroma tropical" y logró un "mayor aporte de fibra dietaria y compuestos antioxidantes" en el producto, superando la formulación inicial y confirmando que la mayor inclusión de cáscara puede mejorar las características organolépticas y funcionales del producto. El contraste con el prototipo de pan, que resultó con una miga densa y un ligero sabor amargo, sugiere que la formulación del muffin (con sus altos niveles de humedad y grasa) es más efectiva para mitigar o enmascarar los compuestos fenólicos que pueden causar amargor y afectar negativamente la textura.

La evaluación organoléptica con la comunidad universitaria Javeriana-Cali (estudiantes y docentes) arrojó resultados altamente positivos, fundamentales para validar el producto final. El atributo de Aroma fue el mejor valorado, con un promedio de 9 en la escala hedónica, y el 47.6% de los participantes otorgando la máxima calificación. Este hallazgo es crucial, pues indica que la harina de cáscara imparte una nota frutal distintiva y bien aceptada, un factor clave en la preferencia del consumidor. La percepción del Sabor fue igualmente favorable, con el 71.4% de los encuestados calificando el producto con 8 o 9 puntos. La ausencia de valoraciones negativas en este atributo confirma que el proceso de deshidratación y la formulación 50/50 lograron un perfil gustativo agradable y equilibrado, demostrando la viabilidad para el consumo humano de productos elaborados con subproductos. Aunque la Textura/Consistencia mostró una mayor dispersión en las respuestas, con algunos comentarios sugiriendo la mejora en la esponjosidad o suavidad, la tendencia general fue positiva. Finalmente, la Aceptación General con el 85.7% de los encuestados calificando entre 7 y 9 puntos evidencia que el producto cumple con las expectativas sensoriales y tiene un alto potencial de comercialización.

Conclusiones y perspectivas futuras

- La harina de cáscara de piña es viable como ingrediente para productos de repostería. Los resultados sensoriales evidencian niveles de aceptación favorables, especialmente en los atributos de sabor y aceptación general, donde predominaron puntuaciones entre 7 y 9. Esto demuestra que la incorporación de este subproducto no afecta negativamente las características organolépticas del producto final.
- El producto presenta un perfil sensorial agradable para los consumidores. El sabor fue el atributo mejor valorado, lo que indica que la harina conserva notas naturales que

complementan adecuadamente la preparación. Esto respalda su potencial como ingrediente funcional con valor agregado.

- La textura es aceptable, con posibilidades de optimización. Aunque la textura obtuvo calificaciones positivas, mostró mayor variabilidad debido al contenido de fibra propio de la cáscara de piña. Ajustes en la formulación como la hidratación de la masa o la incorporación de agentes leudantes pueden mejorar la uniformidad y esponjosidad del producto.
- La aceptación general confirma la viabilidad comercial del producto. La ausencia de calificaciones negativas y la alta concentración de puntajes favorables sugieren que un producto de repostería formulado con harina de cáscara de piña es bien recibido por el público y podría ser introducido en mercados interesados en opciones sostenibles.
- Este proyecto no solo permitió comprobar que la harina de cáscara de piña es una alternativa viable para la repostería, sino que también abrió la posibilidad de transformar una idea académica en un emprendimiento propio. Al observar que las personas aceptaron el producto, disfrutaron su sabor y valoraron la propuesta sostenible, se pudo confirmar que esta iniciativa tiene un verdadero potencial en el mercado.

Este trabajo de grado representa el proceso de una oportunidad para demostrar que con creatividad es posible darle un nuevo valor a algo que normalmente se desecha. La cáscara de piña, que muchos consideran basura, puede convertirse en un ingrediente útil, nutritivo y con identidad propia.

Con este proyecto se confirmó la capacidad de construir algo propio, diferente y con propósito. Y aunque todavía queda camino por recorrer, esta investigación representa el primer paso para darle vida a un emprendimiento que nace desde lo que me apasiona: la cocina, la innovación y el cuidado del entorno.

A partir de los resultados, se proponen las siguientes perspectivas futuras:

1. Optimización de formulaciones.

Se recomienda desarrollar nuevas pruebas experimentales para ajustar proporciones de harina de cáscara de piña, agentes leudantes y contenido de humedad, con el fin de perfeccionar la textura sin comprometer el sabor ni el aporte nutricional.

2. Ampliación hacia otros productos de repostería y panadería.

La harina de cáscara de piña puede evaluarse en galletas, bizcochos, panes artesanales u otros productos donde la fibra y el sabor frutal aporten características diferenciadoras.

3. Evaluación nutricional y funcional.

Futuras investigaciones podrían incluir análisis bromatológicos para estudiar el contenido de fibra, compuestos antioxidantes y micronutrientes presentes en la cáscara de piña, fortaleciendo su posicionamiento como ingrediente funcional.

4. Desarrollo de alternativas sostenibles a escala industrial.

El aprovechamiento de la cáscara de piña puede integrarse en modelos de producción más grandes, reduciendo residuos y generando valor económico. Futuras investigaciones podrían explorar procesos de secado, molienda y estandarización para la producción de harina a nivel comercial.

Bibliografía

Alcaldía de Bogotá. (2014). ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ.

Alcaldia mayor de Bogota. (2014). ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ.

Alvarez Ochoa, claudia patricia. (2002). Las plazas de mercado en el mercado minorista de productos agropecuarios. <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls>

Ariel, C., Alzate, C., Julián, Ó., Toro, S., Andrés, J., Arango, R., Alzate Ramírez, L. E., & Químico, I. (n.d.). Biodegradación de residuos orgánicos de plazas de mercado
Biodegradation of organic solid wastes from market places.

Bharathiraja, S., Suriya, J., Krishnan, M., Manivasagan, P., & Kim, S. K. (2017). Production of Enzymes From Agricultural Wastes and Their Potential Industrial Applications. *Advances in Food and Nutrition Research*, 80, 125–148.
<https://doi.org/10.1016/BS.AFNR.2016.11.003>

Bigdeloo, M., Teymourian, T., Kowsari, E., Ramakrishna, S., & Ehsani, A. (2021). Sustainability and Circular Economy of Food Wastes: Waste Reduction Strategies, Higher Recycling Methods, and Improved Valorization. *Materials Circular Economy*, 3(1).
<https://doi.org/10.1007/s42824-021-00017-3>

DANE 2022. (2022). FICHA METODOLÓGICA SISTEMA DE INFORMACIÓN DE PRECIOS Y ABASTECIMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO COMPONENTE DE ABASTECIMIENTOS SIPSA _A.

Decreto 247 de 1989 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (1989).

https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal.jsp?i=2135&utm_source=chatgpt.com

DNP. (2016). PÉRDIDA Y DESPERDICIO DE ALIMENTOS EN COLOMBIA.

www.dnp.gov.co

FAO 2019. (2019). El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2019. Progresos en la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos.

Gil Monica, & Ricardo Maria del carmen. (2019). HUERTAS URBANAS COMO ALTERNATIVA DE DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE MÓNICA LUCÍA GIL ZAFRA.

noticias ambientales. (2024). Las huertas urbanas y su importancia en la economía circular.

https://noticiasambientales.com/bienestar/las-huertas-urbanas-y-su-importancia-en-la-economia-circular/?utm_source=chatgpt.com

the food tech. (2024). Cáscaras de frutas: El futuro de la sostenibilidad en la industria alimentaria.

<https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/del-desperdicio-a-la-innovacion-aplicaciones-de-cascaras-de-frutas-en-productos-alimentarios/>

Toushik, S. H., Lee, K. T., Lee, J. S., & Kim, K. S. (2017). Functional Applications of Lignocellulolytic Enzymes in the Fruit and Vegetable Processing Industries. *Journal of Food Science*, 82(3), 585–593. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13636>

Urías Borbón, D. S., & Ochoa de la Torre, J. M. (2020). Huertos urbanos como estrategia de resiliencia urbana en países en desarrollo. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, 8, 81–102. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i8.143>

Vargas-Pineda, O. I., Trujillo-González, J. M., & Torres-Mora, M. A. (2019). El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *Orinoquia*, 23(2). <https://doi.org/10.22579/20112629.575>

Verónica, A., Barrera, G., Danilo, S., Santos, V., & Mendoza Hernández, J. R. (2019). REVISTA TECNOLÓGICA N° 12. ENERO-DICIEMBRE 2019 DIVERSIFICACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS A BASE DE CÁSCARAS DE VEGETALES PARA USO COMO MATERIA PRIMA EN LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS
DIVERSIFICATION OF FOOD PRODUCTS BASED ON VEGETABLE HUSKS FOR USING AS RAW MATERIAL IN FOOD PREPARING.

Anexos

Anexo 1. Preguntas de la encuesta a vendedores

Encuesta para vendedores del mercado móvil – Proyecto de aprovechamiento de cáscara de piña

Objetivo: conocer las prácticas actuales y la disposición de los vendedores frente al aprovechamiento de la cáscara de piña y otros residuos orgánicos.

1. Información general

1.1. Tipo de producto que vende: _____

1.2. Tiempo que lleva trabajando en el mercado móvil:

Menos de 1 año

1 a 5 años

Más de 5 años

2. Manejo de la piña y sus residuos

2.1. ¿Con qué frecuencia vende piña?

Diario Semanal Ocasionalmente No vendo piña

2.2. En promedio, ¿cuántas piñas vende al día? _____

2.3. ¿Qué hace actualmente con las cáscaras de piña?

Las bota con la basura común

Las entrega a recicladores o personas que las piden

Las usa para preparar bebidas o abonos

Otro: _____

2.4. ¿Aproximadamente cuántos kilos de cáscara de piña desecha por día?

Menos de 5 kg

5 a 10 kg

Más de 10 kg

No sabe / No responde

3. Percepciones y disposición

3.1. ¿Considera que las cáscaras de piña podrían tener algún aprovechamiento (por ejemplo, en bebidas, compost o productos de panadería/pastelería)?

Sí No No sabe

3.2. ¿Estaría dispuesto(a) a separar las cáscaras de piña para un proyecto de aprovechamiento?

Sí No Tal vez

Anexo 2. Ficha Técnica

Nombre de la receta	Muffins con Harina de cascara de Piña		
Nro de porciones	6	Utensilios	
Tamaño de la porcion	1 muffins	Horno, bowls, espátula, batidor manual, cápsulas para muffins, bandeja para muffins.	
Tiempo Aproximado	25 minutos		
Ingredientes	Peso bruto	Peso neto	Proceso de la preparación
Harina de trigo integral	50 g	50 g	Precalentar el horno a 180 °C. Preparar la bandeja para muffins con cápsulas o ligeramente engrasada. En un bowl grande, mezclar los ingredientes secos: harina integral, harina de cascara de piña, polvo de hornear, bicarbonato y sal. En otro bowl, batir el huevo y luego integrar yogur, aceite y pulpa de piña triturada hasta obtener una mezcla homogénea. Incorporar los secos a los húmedos usando espátula y movimientos envolventes, sin sobremezclar. Rellenar los moldes hasta ¾ de su capacidad. Hornear por 20-25 minutos, o hasta que un palillo salga limpio.
Harina de cascara de piña	50 g	50 g	
Polvo de hornear	4 g	4 g	
Bicarbonato de sodio	1 g	1 g	
Sal	1 g	1 g	
Huevo	1 ud	50 g aprox	
Yogur griego	60 ml	60 ml	
Aceite vegetal	27 ml	27 ml	
Pulpa de piña triturada	100 g	100 g	

Anexo 3. Evaluación Organoléptica

Usted va a probar un producto elaborado y desarrollado con fines de investigación gastronómica y sostenibilidad alimentaria. Por favor, evalúe la muestra de acuerdo con su color, aroma, sabor, textura y aceptación general, marcando con una 'X' la calificación que más se acerque a su percepción.

Valor	Significado
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta ligeramente
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Color/Apariencia

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Aroma / Olor

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Sabor

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Textura / Consistencia

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Aceptación general

1 2 3 4 5 6 7 8 9

¿Consumiría este producto si estuviera disponible comercialmente?

Si No Tal vez

¿Qué aspecto del producto más le agradó?

¿Qué mejoraría del producto?

¿Sabía que este producto fue elaborado a partir de cáscara de piña?

Si No

¿El hecho de que esté hecho con cáscara de piña influye en su aceptación?

Positivamente Negativamente No influye

Comentarios adicionales:

Nombre

Vínculo con la universidad

Estudiante

Profesor



Muffins hechos con Harina de cascara de piña



Diseño de empaque para posible comercialización de la harina de la cascara de piña