

Viabilidad de la harina de fruta de pan como alternativa ecológica en la industria alimentaria

Viability of breadfruit flour as an ecological alternative in the food industry

Tannia Cristina Poveda Morales^{1*}

E-mail: ua.tanniapoveda@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6497-9957>

Manuel Fernando Jaramillo Burgos²

E-mail: ur.manueljaramillo@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4955-1842>

Keila Mishell Cárdenas Quimbiamba¹

E-mail: ga.keilamcq44@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7403-5694>

¹Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador.

²Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Riobamba, Ecuador.

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Poveda Morales, T. C., Jaramillo Burgos, M. F. y Cárdenas Quimbiamba, K.. M. (2024). Viabilidad de la harina de fruta de pan como alternativa ecológica en la industria alimentaria *Revista Científica Agroecosistemas*, 12(2), 97-104. <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes>

Resumen

La búsqueda de alternativas sostenibles en la industria alimentaria se ha enfocado en mitigar el impacto ambiental global. En este contexto, la harina de fruta de pan ha emergido como una posible solución, al ofrecer beneficios nutricionales y ambientales significativos. Por tanto, la investigación se ha enfocado en evaluar la viabilidad y aceptación de la harina de fruta de pan como alternativa sostenible en la industria de panadería y pastelería, al analizar la percepción de consumidores y productores. Para ello, se ha empleado un enfoque metodológico que combinó técnicas de investigación cualitativa y cuantitativa, al incluir encuestas y entrevistas estructuradas. Entre los resultados, se ha revelado una percepción limitada entre los consumidores locales acerca de la harina de fruta de pan, con preocupaciones sobre su disponibilidad y coste. No obstante, se observó un interés creciente por adoptar productos alimenticios más saludables y sostenibles, lo cual refleja un cambio gradual hacia prácticas alimentarias más conscientes en la región. Sin embargo, los productores manifestaron una disposición variable hacia la integración de esta harina en sus procesos. Incluso han señalado desafíos técnicos y comerciales que deben abordarse para su adopción generalizada. Finalmente, se ha concluido que se deben explorar e implementar alternativas alimentarias que no solo cumplan con estándares nutricionales, sino que también contribuyan positivamente al entorno ambiental y económico local.

Palabras clave:

Artocarpus atilis, Panadería sostenible, Impacto ambiental, Beneficios nutricionales.

Abstract

The search for sustainable alternatives in the food industry has focused on mitigating the global environmental impact. In this context, breadfruit flour has emerged as a possible solution, offering significant nutritional and environmental benefits. Therefore, the research has focused on evaluating the viability and acceptance of breadfruit flour as a sustainable alternative in the bakery and pastry industry, by analyzing the perception of consumers and producers. To achieve this, a methodological approach has been used that combines qualitative and quantitative research techniques, including surveys and structured interviews. Among the results, limited perception among local consumers about breadfruit flour has been revealed, with concerns about its availability and cost. However, there will be a growing interest in adopting healthier and more sustainable food products, reflecting a gradual shift towards more conscious food practices in the region. However, producers express a variable disposition towards the integration of this flour in their processes. They have even pointed out technical and commercial challenges that need to be addressed for widespread adoption. Finally, it has been concluded that food alternatives should be explored and implemented that not only meet nutritional standards, but also contribute positively to the local environmental and economic environment.

Keywords:

Artocarpus atilis, Sustainable bakery, Environmental impact, Nutritional benefits.

Introducción

La panadería y sus productos son fundamentales en la alimentación de la población a nivel global. Desde sus inicios en la prehistoria, hace aproximadamente 10,000 años, con el desarrollo de la agricultura, el pan ha sido un elemento básico en la dieta humana. La evolución de la panificación ha permitido la diversificación de ingredientes y técnicas (Sánchez Trávez et al., 2024). De modo que ha llevado a la búsqueda constante de alternativas más saludables y sostenibles (Assunção et al., 2024).

En este contexto, la fruta de pan, también conocida como mazapán, yaca o panapén, emerge como una opción interesante. Originaria del sudeste asiático, esta fruta es rica en carbohidratos, proteínas, fibra y libre de gluten, de modo que puede mejorar la calidad de la masa de pan (Li et al., 2021). Este árbol, que alcanza entre 9 y 18 metros de altura, produce frutos que maduran a partir de los 6 años y tienen un ciclo de vida de 50 años (Gardner, 2023). Los frutos, que cambian de verde a marrón al madurar, son de gran tamaño y su pulpa blanca o ligeramente amarilla se presta a diversas aplicaciones culinarias, incluida la producción de harina (Ortega González et al., 2022). A pesar de sus beneficios nutricionales, existe un desconocimiento significativo sobre sus ventajas en la industria panificadora en Ambato y a nivel nacional (Jurado Moreira, 2023).

Respecto al consumo de pan en Ecuador, la alimentación se basa principalmente en harina de trigo, reconocida mundialmente por sus propiedades nutricionales. Sin embargo, la producción local incluye diversas fuentes como quinua, habas, maíz y soya. De modo que se alinea con el Plan Nacional de Creación de Oportunidades 2021-2025, que busca fomentar la productividad y competitividad en los sectores agrícolas e industriales bajo una economía circular (Guerrero Paramo et al., 2024).

Adheridos a la normativa INEN 3084, que impone controles de calidad y comercialización, se fundamentan los análisis físico-químicos y microbiológicos (Panda et al., 2024). Estos análisis permiten evaluar parámetros como humedad, ceniza, proteína, fibra, grasa, perfil lipídico, actividad de agua, conservantes, carbohidratos, colesterol y azúcares totales. Además de realizar estudios de estabilidad y análisis para información nutricional (Sayago Ayerdi et al., 2021). En el control de calidad también se consideran indicadores microbiológicos como mohos y levaduras, *S. aureus*, *E. coli* y *Clostridium*, cruciales para determinar la seguridad del consumo. Un análisis comparativo de la harina de fruta de pan y la harina de trigo permite conocer las características de estos productos para su uso en la industria panificadora de la provincia de Tungurahua. Por consiguiente, el presente estudio busca evaluar la viabilidad y aceptación de la harina de fruta de pan como alternativa sostenible en la industria de panadería y pastelería, al analizar la percepción de consumidores y productores. De modo que promueva prácticas alimentarias más respetuosas con el medio ambiente en

la provincia de Tungurahua, Ecuador. Entre los objetivos específicos a desarrollar, se encuentran:

Investigar el impacto ambiental del cultivo y procesamiento de la harina de fruta de pan en comparación con la de trigo, y analizar la contribución a la reducción de residuos alimentarios y mejora de la eficiencia de recursos en la cadena de producción alimentaria.

Identificar los desafíos y oportunidades asociados con la implementación de prácticas de producción sostenible en la integración de la harina de fruta de pan en productos de panadería y pastelería.

Proponer estrategias y políticas para fomentar la producción sostenible de alimentos mediante el uso de harina de fruta de pan, al promover la sensibilización y educación sobre sus beneficios ambientales entre productores y consumidores locales.

Materiales y métodos

La investigación adopta un enfoque cuali-cuantitativo, al combinar la revisión bibliográfica y evaluación cuantitativa mediante entrevistas y encuestas en la provincia de Tungurahua (Tramullas, 2020). Se sigue un enfoque cuasi-experimental conforme a la normativa técnica ecuatoriana, al aplicar condiciones específicas para observar efectos o respuestas. En el ámbito cualitativo, se emplean la teoría fundamentada y la investigación acción para abordar el bajo uso de la harina de fruta de pan en la industria panificadora, al generar conocimiento práctico. La investigación es descriptiva, enfocándose en describir las harinas de trigo y fruta de pan, sus valores nutricionales y su uso en la panificación.

Se utilizan métodos analítico-sintéticos para evaluar los valores nutricionales y la calidad de las harinas, junto con métodos inductivo-deductivos para el análisis estadístico de los componentes de calidad y eficiencia en la panificación. Se aplican diversas técnicas de recolección de datos, desde experimentos de laboratorio hasta entrevistas con expertos panaderos y especialistas en nutrición.

La población estudiada es la población económicamente activa (PEA) de Tungurahua, estimada en 313,018 personas según el INEC 2010, considerada infinita. La muestra se determinó en 388 con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, al utilizar muestreo probabilístico aleatorio estratificado.

Resultados-discusión

Resultados de la entrevista a panaderos y nutricionistas

La entrevista con panaderos y expertos en panadería reveló lo siguiente:

- Tipos de harina utilizados: Los panaderos han utilizado principalmente harina de trigo fortificada, rica en proteínas, por su buen costo y rendimiento. También

emplean harina integral, sin gluten para celíacos, y harinas de marcas como Franz, Paniplus y Catedral.

- Consistencia en el uso de harinas: Generalmente, se usa la misma harina para panadería, pero se selecciona otra para pastelería.
- Interés en harina de fruta de pan: La disposición para utilizar harina de fruta de pan depende de su viabilidad como alternativa, al considerar la calidad, rendimiento, economía, sabor, textura y valor agregado.
- Preferencia por costo: Si el costo de la harina de fruta de pan es menor que el de trigo y cumple con las expectativas de calidad y rendimiento, los panaderos estarían dispuestos a adquirirla. Esto reduciría costos y mejoraría el margen de ganancia, además de diversificar las opciones para los clientes.
- Conocimiento y calidad de harina de fruta de pan: La mayoría está interesada en conocer la calidad y eficiencia de la harina de fruta de pan, aunque un entrevistado mencionó que ya la conoce y no la considera de buena calidad.

Las entrevistas con nutricionistas proporcionaron las siguientes perspectivas:

- Conocimiento sobre harina de fruta de pan: Los nutricionistas conocen los beneficios de la harina de fruta de pan, al destacar el menor valor calórico comparado con la harina de trigo, además de su aporte de fibra, proteína, vitaminas y minerales.
- Recomendación de sustitución: Conociendo los valores nutricionales, recomiendan sustituir la harina de

trigo por la de fruta de pan debido a que esta última no es inflamante y es adecuada para pacientes con enfermedad celíaca. También contiene potasio, zinc y proteínas.

- Frecuencia de consumo: Recomiendan consumir productos elaborados con harina de fruta de pan de 2 a 3 veces por semana.
- Incorporación en la dieta: Aconsejan incorporar productos de panificación como tortillas o pancakes en desayunos y meriendas, acompañados de otros macronutrientes para equilibrar la dieta.
- Beneficios para la salud: Los beneficios incluyen su uso en pacientes celíacos, prevención de anemia y desnutrición en niños gracias a su contenido de hierro, recomendación para hipertensos por su contenido de potasio, y mejora de la digestión debido a su fibra.

Comparación de la harina de fruta de pan vs. harina de trigo

Los resultados del análisis comparativo entre la harina de fruto de pan y la harina de trigo, consideran cinco parámetros significativos a tener en cuenta (ver tabla 1). Entre los que se observa que la harina de fruto de pan presenta una mayor humedad (9.16%) en comparación con la harina de trigo (6.18%). Esta característica, junto con la ausencia de gluten, la convierte en una opción adecuada para personas con intolerancia a esta proteína. Aunque la harina de fruto de pan tiene un contenido proteico (9.18%) y de cenizas (5.31%) ligeramente más bajos que la harina de trigo (13.72% y 12.36%, respectivamente), donde su perfil nutricional continúa relevante.

Tabla 1: Parámetros de comparación entre la harina de fruta de pan vs. harina de trigo.

Ítem	Parámetros	UND	Método de análisis	Harina de fruto de pan	Harina de trigo
1	Humedad	%	INEN 1235	9.16	6.18
2	Ceniza	%	INEN 401	5.31	12.36
3	Proteína	%	INEN 1670	9.18	13.72
4	Acidez total (exp. como ácido sulfúrico)	%	INEN – ISO 750	0.19	0.26
5	Gluten húmedo	%	INEN 529	Ausencia	<0.1
6	Mohos levaduras	UFC/g	INEN 1529 – 10	<10	32.70
7	Escherichia coli	UFC/g	INEN 1529 – 8	<10	30
8	Coliformes totales	UFC/g	INEN 1529 – 6	<10	Ausencia
9	Salmonella	UFC/25g	INEN 1529 – 15	Ausencia	Ausencia

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los parámetros microbiológicos, la harina de fruto de pan muestra niveles favorables, con menos de 10 unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) para mohos, levaduras, escherichia coli y coliformes totales. Estos resultados indican una mejor calidad microbiológica en comparación con la harina de trigo, que presenta valores de 32.70 UFC/g para mohos y levaduras, y 30 UFC/g para escherichia coli. Mientras que, en términos de acidez, la harina de fruto de pan tiene un nivel de 0.19%, frente a 0.26% en la harina de trigo. Además, la ausencia de gluten en la harina de fruto de pan, en contraste con el <0.1% en la harina de trigo, es un beneficio adicional para aquellos que necesitan evitar esta proteína.

Resultados de las entrevistas a clientes y profesionales

Las entrevistas se aplicaron a una muestra de 388 personas, de las cuales el 20% eran hombres y el 80% mujeres. La muestra estuvo compuesta por comerciantes (25%), estudiantes (27%), mecánicos (1%), enfermeras (8%), gastrónomos (14%), laboratoristas (13%), docentes (9%) y profesionales en ingeniería de alimentos (3%). Los resultados detallados por cada pregunta se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2: Resultado general de la entrevista.

Pregunta	Categoría					
P1. ¿Conoce usted el alimento llamado "fruta de pan" (artocarpus altilis)?	Mucho	Poco	Quizás	Casi Nada	Nada	
Frecuencia	33	234	18	15	25	
Porcentaje	10%	72%	6%	5%	8%	
P2. ¿Qué tipos de harina usted consume habitualmente?	Harina de trigo	Harina de maíz	Harina de fruta de pan	Harina de soja	Otras	
Frecuencia	269	47	3	5	4	
Porcentaje	82%	14%	1%	2%	1%	
P3. ¿Conoce usted la harina de fruta de pan?	Mucho	Poco	Quizás	Casi Nada	Nada	
Frecuencia	18	211	25	21	40	
Porcentaje	6%	67%	8%	7%	13%	
P4. ¿Usted ha consumido harina de fruta de pan?	Mucho	Poco	Quizás	Casi Nada	Nada	
Frecuencia	13	195	35	20	52	
Porcentaje	4%	62%	11%	6%	17%	
P5. ¿Utilizaría usted la harina fruta de pan para el consumo diario?	Mucho	Poco	Quizás	Casi Nada	Nada	
Frecuencia	23	195	54	18	25	
Porcentaje	7%	62%	17%	6%	8%	
P6. ¿Qué tipo de productos de panificación le gustaría que fueran elaborados con harina de fruta de pan?	Pan	Torta	Bocaditos	Galletas	Todos	Ninguno
Frecuencia	21	189	155	8	6	5
Porcentaje	6%	49%	40%	2%	2%	1%
P7. ¿Qué tipos de productos elaborados con harina de trigo le gusta consumir a usted?	Proteínas	Grasas	Carbohidratos	Vitaminas	Desconozco	Otros
Frecuencia	189	4	43	36	25	3
Porcentaje	49%	1%	21%	16%	12%	1%
P9. ¿Cuáles son las características que usted considera que tiene la harina de trigo?	Proteínas	Grasas	Carbohidratos	Vitaminas	Desconozco	Otros
Frecuencia	47	113	94	17	25	2
Porcentaje	13%	49%	25%	5%	7%	1%
P10. ¿Estaría de acuerdo con que las empresas panificadoras utilicen harina de fruta de pan?	Muy de acuerdo		Desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo		De acuerdo
Frecuencia	52		76	65		116
Porcentaje	17%		25%	21%		38%
P11. ¿Qué tan interesado estaría usted en comprar productos elaborados con harina fruta de pan?	Mucho	Poco	Quizás	Casi Nada	Nada	
Frecuencia	42	182	54	14	13	
Porcentaje	14%	60%	18%	5%	4%	
P12. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por productos de panificación elaborados con harina fruta de pan?	0,15 – 0,20	0,20 – 0,30	0,30 – 0,50		Más de 0,50	
Frecuencia	288	39	45		14	
Porcentaje	75%	10%	12%		4%	

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de la entrevista reveló varios aspectos clave sobre el conocimiento y la aceptación de la fruta de pan y su harina entre los encuestados. En primer lugar, el 72% de los participantes conocen poco sobre la fruta de pan (*Artocarpus altilis*), mientras que solo el 10% la conocen bien. En cuanto a los tipos de harina consumida habitualmente, el 82% de los encuestados consumen principalmente harina de trigo, seguida por harina de maíz con un 14%. Sobre el conocimiento específico de la harina de fruta de pan, el 67% tiene poco conocimiento y solo el 6% la conoce mucho. Respecto al consumo, el 62% ha consumido poca harina de fruta de pan y el 17% no la ha consumido en absoluto.

En términos de disposición a utilizar esta harina en su consumo diario, el 62% la utilizaría poco y solo el 7% la utilizaría mucho. En cuanto a las preferencias de productos de panificación, el 49% prefiere tortas elaboradas con harina de fruta de pan y el 40% prefiere bocaditos. Sin embargo, cuando se trata de productos elaborados con harina de trigo, el 49% prefiere aquellos ricos en proteínas. Además, el 49% de los encuestados considera que la harina de trigo es rica en grasas.

Sobre la utilización de harina de fruta de pan por empresas panificadoras, el 38% está de acuerdo con su uso, mientras que el 25% está en desacuerdo. El interés en comprar productos elaborados con harina de fruta de pan es significativo, con un 60% de los encuestados mostrando interés. Finalmente, el 75% estaría dispuesto a pagar entre 0,15 y 0,20 unidades monetarias adicionales por productos de panificación elaborados con harina de fruta de pan.

En general, los consumidores prefieren productos de harina de trigo. Sin embargo, los alfajores de fruta de pan son bien valorados en color y dulzor, al superar a los de trigo, aunque estos últimos son mejor evaluados en acidez. Ambos tipos de alfajores son aceptables en salado, amargor y umami. Las delicias de trigo destacan en consistencia, aroma, dulzor y textura agradable, pero en salado, amargor, acidez y umami, ambos productos son considerados excelentes.

En la comparación de pasteles, tanto el de fruta de pan como el de naranja de trigo reciben calificaciones positivas en color, tamaño, presentación, consistencia, aroma y textura. Sin embargo, el pastel de fruta de pan destaca en intensidad del olor, aunque su dulzor es percibido como demasiado intenso por algunos.

Impacto ambiental entre el cultivo y procesamiento de la harina

La comparación del impacto ambiental entre el cultivo y procesamiento de la harina de fruta de pan (*artocarpus altilis*) y la harina de trigo estándar implica evaluar varios aspectos clave. Entre los que se destacan el uso de recursos hídricos, la huella de carbono y la biodiversidad local (ver tabla 3).

Tabla 3: Impacto ambiental en el cultivo de la harina de fruta de pan y harina de trigo.

Aspecto	Harina de trigo	Harina de fruta de pan
Uso de recursos hídricos.	Requiere cantidades significativas de agua, especialmente en regiones áridas.	Menos exigente en agua, puede crecer en diversos climas y requiere menos intervención hídrica.
Huella de carbono.	Alta, debido al uso de fertilizantes sintéticos y a la liberación de gases de efecto invernadero en el cultivo intensivo.	Potencialmente menor, gracias a la capacidad de los árboles para capturar carbono y a menores insumos externos.
Biodiversidad local.	Puede impactar negativamente, al reducir la diversidad de especies debido a la conversión de hábitats naturales.	Puede promover la biodiversidad al proporcionar hábitats para diversas especies y requerir menos agroquímicos.

Fuente: Elaboración propia.

La adopción de la harina de fruta de pan podría contribuir significativamente a la reducción de residuos alimentarios y mejorar la eficiencia de recursos en la cadena de producción alimentaria de varias maneras:

- **Aprovechamiento de recursos infrautilizados:** La fruta de pan es una fruta que frecuentemente se desperdicia debido a su rápida maduración y perecibilidad. Utilizarla para la producción de harina permite aprovechar un recurso que de otro modo se perdería, al convertirlo en un producto de valor añadido en la cadena alimentaria.
- **Reducción de residuos agrícolas:** Al procesar la fruta de pan en harina, se reduce la cantidad de desechos agrícolas generados en las plantaciones. Esto incluye no solo la fruta misma, sino también partes de la planta que no se utilizan directamente para el consumo humano.
- **Mejora de la eficiencia energética:** Comparado con otros cultivos intensivos, el cultivo de árboles de fruta de pan puede requerir menos recursos energéticos y menos aplicaciones de agroquímicos, lo cual reduce el impacto ambiental asociado con la producción agrícola.
- **Optimización de recursos hídricos:** La fruta de pan puede crecer en una variedad de climas sin necesidad de riego intensivo una vez establecidos los árboles. Esto contrasta con cultivos como el trigo, que a menudo requiere cantidades significativas de agua, al ayudar a conservar recursos hídricos.
- **Diversificación de la oferta alimentaria:** Introducir harina de fruta de pan en la cadena alimentaria diversifica las opciones de productos alimenticios disponibles para consumidores y fabricantes. De modo que

reduce la dependencia de un número limitado de cultivos principales como el trigo.

Integración de harina de fruta de pan en la industria alimentaria: Desafíos y oportunidades

La implementación de prácticas de producción sostenible al integrar la harina de fruta de pan en productos

de panadería y pastelería presenta tanto desafíos como oportunidades significativas (ver tabla 4). Por tanto, se debe analizar de manera clara cómo cada aspecto puede representar barreras como áreas potenciales de crecimiento y desarrollo en el mercado actual.

Tabla 4: Desafíos y oportunidades de la integración de harina de fruta de pan en la industria alimentaria.

Aspecto	Desafíos	Oportunidades
Disponibilidad y acceso.	Limitada disponibilidad en mercados locales. Requiere una cadena de suministro estable y confiable. Logística compleja para distribución.	Potencial para expandir la producción local. Nuevas oportunidades de mercado. Diversificación de productos alimentarios.
Costo y rentabilidad.	Inicialmente más costosa que la harina de trigo estándar. Necesidad de tecnología de procesamiento específica. Presión sobre márgenes de ganancia.	Valorización como producto premium. Atracción de consumidores dispuestos a pagar por productos saludables y sostenibles. Innovación en recetas y productos.
Aceptación del consumidor.	Reticencia debido a cambios en sabor y textura. Falta de familiaridad con los beneficios nutricionales. Educación y concienciación necesarias.	Ventaja competitiva en el mercado saludable. Atracción de consumidores conscientes de la salud y sostenibilidad. Educación sobre beneficios nutricionales.
Compatibilidad técnica.	Comportamiento diferente en procesamiento y cocción. Necesidad de ajustes en recetas y equipos. Adaptación de procesos industriales.	Innovación en técnicas de producción. Nuevas oportunidades de desarrollo de productos. Mejora en la eficiencia operativa y tecnológica.
Regulaciones y normativas.	Cumplimiento con normativas de seguridad alimentaria y etiquetado. Claridad y adecuación de normativas existentes.	Apoyo gubernamental y políticas de incentivos. Mejora en estándares de calidad y transparencia. Alineación con prácticas comerciales sostenibles.

Fuente: Elaboración propia.

Estrategias y políticas para fomentar la producción de alimentos más sostenible

Las siguientes estrategias y políticas se encuentran diseñadas para impulsar la adopción de prácticas sostenibles

en la producción de alimentos, específicamente al utilizar la harina de fruta de pan (ver tabla 5). Cada una de ellas contribuye a fortalecer el conocimiento, mejorar las prácticas productivas y aumentar la aceptación de esta alternativa alimentaria en el mercado.

Tabla 5: Acciones para promover el uso de harina de fruta de pan en la producción de alimentos sostenibles.

Estrategia o política	Alcance	Beneficios	Recursos	Impacto	Financiamiento	Tiempo
Educación y capacitación	Productores y panaderos	Conciencia sobre beneficios ambientales y nutricionales	Instituciones educativas, centros de investigación	Mejora en prácticas agrícolas y de procesamiento	Fondos públicos, colaboraciones educativas	Medio plazo
Incentivos financieros	Productores agrícolas y empresas panificadoras	Estímulo para la adopción de prácticas sostenibles	Fondos de subsidios, préstamos con tasas preferenciales	Aumento de la inversión en tecnología sostenible	Gobiernos locales, bancos de desarrollo	Corto y medio plazo
Certificación y etiquetado sostenible	Productores y consumidores	Reconocimiento de prácticas sostenibles, diferenciación en el mercado	Estándares de certificación, etiquetas sostenibles	Aumento de la demanda de productos sostenibles	Organismos certificadores, industria alimentaria	Corto plazo

Promoción y marketing	Consumidores y empresas gastronómicas	Aumento de la demanda, creación de mercado para productos con harina de fruta de pan	Campañas de marketing, colaboraciones gastronómicas	Mejora en la percepción y aceptación del producto	Empresas alimentarias, chefs, medios de comunicación	Corto y medio plazo
Desarrollo de infraestructura	Productores locales y cooperativas	Mejora en la eficiencia de producción y distribución	Infraestructura agrícola y de procesamiento	Aumento de la capacidad de producción y comercialización	Fondos públicos, cooperativas agrícolas	Medio plazo
Investigación y desarrollo	Investigadores y desarrolladores tecnológicos	Innovación en variedades de fruta de pan y tecnología de procesamiento	Fondos para investigación, colaboraciones científicas	Avances en calidad y eficiencia del producto	Instituciones académicas, centros de investigación	Medio y largo plazo
Políticas públicas integradoras	Gobierno y organismos reguladores	Integración de la harina de fruta de pan en políticas alimentarias sostenibles	Políticas alimentarias, regulaciones ambientales	Impulso a la sostenibilidad alimentaria	Gobiernos locales y nacionales	Medio y largo plazo

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados coinciden con estudios previos que subrayan la falta de conocimiento sobre la harina de fruta de pan. Se destaca la necesidad de estrategias educativas y campañas de sensibilización para aumentar su adopción en la industria alimentaria. La transición hacia prácticas más sostenibles con esta harina presenta oportunidades y desafíos significativos. Las políticas públicas y los incentivos financieros son cruciales para facilitar la inversión en tecnologías que mejoren la eficiencia y reduzcan el impacto ambiental. Futuras investigaciones deberían evaluar el impacto a largo plazo en la salud pública, el medio ambiente y la viabilidad económica de la producción sostenible a escala comercial.

Conclusiones

La baja familiaridad y aceptación de la harina de fruta de pan entre consumidores y productores ha marcado la necesidad de programas educativos continuos. Estos deben enfocarse en destacar los beneficios nutricionales y ambientales de esta alternativa alimentaria. Por ello, la implementación efectiva de estrategias educativas desempeña un papel crucial en la transformación hacia prácticas de producción más sostenibles.

La integración exitosa de la harina de fruta de pan en la cadena de suministro alimentario requiere colaboración entre diversos actores, al incluir productores, distribuidores, reguladores y consumidores. Así mismo, la cooperación multisectorial facilita la creación de políticas y prácticas que promuevan la sostenibilidad y mejoren la aceptación del mercado. De modo que asegure los beneficios ambientales a largo plazo.

Las investigaciones futuras deben explorar más a fondo los aspectos técnicos y económicos de la producción y comercialización de harina de fruta de pan. Esto incluye estudios sobre la optimización de procesos, la evaluación

de su impacto ambiental comparado con harinas convencionales, y el desarrollo de modelos de negocio sostenibles. Además, se debe evaluar cómo estas innovaciones pueden adaptarse y replicarse en diferentes contextos geográficos y socioeconómicos.

Referencias bibliográficas

- Assunção, L. S., Duarte, C., Oliveira, C., Danielski, R., Kumari, S., Larroza Nunes, I., & Shahidi, F. (2024). Nanoencapsulation of hybrid crude palm oil Unaué HIE OxG with jackfruit by-products as encapsulants: A study of cellular antioxidant activity and cytotoxicity in Caco-2 cells. *Food chemistry*, 448(August), 1-5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814624006587>
- Gardner, E. M. (2023). Phylogenomic analyses of the Neotropical Artocarpeae (Moraceae) reveal a history of introgression and support the reinstatement of *Acanthinophyllum*. *Molecular phylogenetics and evolution*, 186(September), 1-9. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1055790323001379>
- Guerrero Paramo, J. V., Villacrés Poveda, C. E., & Morales Padilla, M. M. (2024). Sustitución parcial de harina de trigo por almidón modificado de zanahoria blanca (*Arracacha xanthorrhiza*) en la elaboración de noodles bajo en gluten. *Agroindustrial Science*, 14(1), 55-61. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/5925>

- Jurado Moreira, L. E. (2023). Implantación de Empresa de Suplemento Nutricional a base de Fruta de Pan en Portoviejo Ecuador : Estudio de Factibilidad. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 23(38), 109-121. <https://cienciaytecnologia.uteg.edu.ec/revista/index.php/cien-ciaytecnologia/article/view/590>
- Li, Z., Lan, Y., Miao, J., Chen, X., Chen, B., Liu, G., Wu, X., Zhu, X., & Cao, Y. (2021). Phytochemicals, antioxidant capacity and cytoprotective effects of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) axis extracts on HepG2 cells. *Food Bioscience*, 41(June), 2-7. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212429221000584>
- Ortega González, L., Güemes Vera, N., Piloni Martini, J., Quintero Lira, A., & Soto Simental, S. (2022). Substitution of wheat flour by jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* lam.) seed flour: Effects on dough rheology and deep-frying doughnuts texture and sensory analysis. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 30(December), 3-10. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878450X22001470>
- Panda, T., Mishra, N., Rahimuddin, S., Kumar Pradhan, B., Prasanna Nayak, B., & Kumar Sahu, S. (2024). Nurturing Tradition and Nature through Odisha's Shradha Rituals. *Journal of Contemporary Rituals and Traditions*, 2(1), 1-18. <https://ejournal.uinsgd.ac.id/index.php/jcrt/article/view/467>
- Sánchez Trávez, D. E., Garzón Mosquera, F. F., González Amagua, J. E., Cedeño Castro, T. T., Cevallos Uve, G. E., Vera Solorzano, J. L., Cedeño Hidalgo, E. R., Jácome Gómez, L. R., & Alcívar Mera, A. O. (2024). "Sabores de Ecuador" Panadería Artesanal de una Tierra rica en Tradición. *Código Científico Revista de Investigación*, 5(L1), 1-89. <http://www.revistacodigocientifico.itslosandes.net/index.php/1/article/view/359>
- Sayago Ayerdi, S., García Martínez, D. L., Ramírez Castillo, A. C., Ramírez Concepción, H. R., & Viuda Martos, M. (2021). Tropical Fruits and Their Co-Products as Bioactive Compounds and Their Health Effects: A Review. *Foods*, 10(8), 1952. <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/8/1952>
- Tramullas, J. (2020). Temas y métodos de investigación en Ciencia de la Información, 2000-2019. Revisión bibliográfica. *El profesional de la información*, 29(4), 2-6. <https://revista.profesionaldelainformacion.com/index.php/EPI/article/view/77328>