

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

**FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DEL PERFIL DEL PROYECTO DE  
INVESTIGACIÓN  
CONVOCATORIA 2025**

**1. Nombre del proyecto de investigación**

**Diseño del proceso de producción de pan de masa madre con la incorporación de almidón de papa para reducir el contenido de gluten.**

**2. Tipo de proyecto:**

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>

**Proyecto de Investigación Básica**  
**Proyecto de Investigación y Desarrollo (I+D)**  
**Proyecto de Investigación y Desarrollo (I+D+I)**

**3. Grupo de investigación**

- Ciencia, Tecnología y Gestión en el Procesamiento de Alimentos (CITEGPA)

**4. Líneas de investigación y campos del conocimiento**

<b>Línea 1</b>	Tecnología, biotecnología, calidad e inocuidad en el procesamiento de alimentos
Sublínea 1	Calidad, inocuidad y gestión en el proceso de diseño, desarrollo e innovación de alimentos.

**5. Especialidad del campo**

Campo Amplio	Ingeniería, industria y construcción
Campo Específico	Industria y producción
Campo Detallado	Procesamiento de alimentos

**6. Eje y sub-eje de la propuesta**

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

Eje	Reactivación económica sostenible de la Zona I
Sub-eje	Economía circular en la actividad agrícola, ganadera y agroindustrial

**7. Director del proyecto, integrantes internos y/o externos (coautores, o colaboradores), todos son participantes en la investigación**

Nombre del integrante	Rol en el proyecto	Institución	Actividades a cargo del investigador	Tiempo en el que participará en el proyecto	Productos que generará el participante	Correo electrónico	Teléfono
Carlos Alberto Rivas Rosero	Director	UPEC	Recolección de información para el informe final. Revisión del estado de arte, para analizar diferentes formulaciones de pan de masa madre.	28/02/2025 – 23/12/2027	Informe final del proyecto.  Establecimiento de la formulación de pan de masa madre con almidón de papa.  Diseñar el proceso de producción de pan de masa madre con almidón de papa	carlos.rivas@upec.edu.ec	099 767 633 3
Santiago Alexander Rojas Porras	Coautor	UPEC	Recolección de información sobre el diseño a aplicar.	28/02/2025 – 23/12/2027	Optimizar parámetros de producción de pan de masa madre con almidón de papa Diseñar el proceso de	Santiago.rojas@upec.edu.ec	099 802 172 3

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

					producción de pan de masa madre con almidón de papa		
--	--	--	--	--	---	--	--

**8. Fecha de entrega del perfil**

**04/10/2024**

**9. Fecha planificada de finalización del proyecto**

**23/12/2027**

**10. Introducción**

Las dietas libres de gluten han adquirido mucha popularidad en los últimos años y la gama de alimentos sin gluten cada vez es más amplia en el mercado. Algunas celebridades han contribuido de gran manera en hacer más visibles estos productos y los posibles beneficios que pueden tener en la alimentación, incluida la pérdida de peso (Cobos-Quevedo et al., 2017).

Según (Cobos-Quevedo et al., 2017) Entre 2004 y 2011 el mercado para la venta de los productos libres de gluten creció anualmente cerca de 28%; las ventas alcanzaron cerca de 2.6 mil millones de dólares en 2012.16 Curiosamente las ventas se han incrementado en los sujetos que creen que tienen síntomas asociados con la ingesta de gluten, pero sin ser necesariamente pacientes con enfermedad celiaca, y por creer que una dieta sin gluten es más sana.

Mientras que menos del 2 % de la población es diagnosticada con enfermedad celiaca o alergia al trigo, más del 6% puede sufrir de sensibilidad al gluten no celiaca. La incidencia de trastornos relacionados con el gluten está aumentando, incluyendo la enfermedad celiaca y patologías cuya etiología no se asociaba tradicionalmente con el gluten. Además, afloran cada vez más, en los medios de información a los que tiene acceso la población general, recomendaciones para diversas enfermedades y resultados de mejoras clínicas con una dieta libre sin glutec (San Mauro et al.,2014).

La producción de pan de masa madre ha experimentado un renacimiento en los últimos años debido a su proceso artesanal, perfil nutricional mejorado y sabor característico. Este tipo de pan se distingue por su fermentación natural, en la cual

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b><i>SGC-UPEC</i></b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

se utilizan levaduras y bacterias presentes en un cultivo inicial o "starter", lo que contribuye a una mejor digestibilidad y un índice glucémico más bajo en comparación

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

con otros panes comerciales (De Vuyst & Neysens, 2005). Además, el proceso de fermentación prolongada permite que se desarrollen compuestos bioactivos y sabores complejos, aportando a la popularidad creciente del pan de masa madre en la gastronomía contemporánea (Corsetti & Settanni, 2007).

Uno de los principales beneficios de la fermentación natural es la mejora en la biodisponibilidad de nutrientes, como minerales y vitaminas, así como la reducción de antinutrientes como el ácido fítico, lo que facilita su absorción por el organismo (Katina et al., 2005).

Según, (Tobón, 2017). El almidón de papa es un ingrediente ampliamente utilizado en la industria alimentaria de Ecuador debido a la abundancia de cultivos de papa en el país y su versatilidad funcional. Este almidón se obtiene a partir de la papa (*Solanum tuberosum*), uno de los principales cultivos de la región andina, y se emplea tanto en la producción artesanal como en la industrial. Su uso en la elaboración de alimentos en Ecuador es notable, no solo en panificación, sino también en productos lácteos, salsas y alimentos procesados, gracias a sus propiedades espesantes, estabilizantes y gelificantes.

En la industria panadera ecuatoriana, el almidón de papa se ha consolidado como un aditivo esencial para mejorar la textura y frescura del pan. Al incorporar este almidón, se logra una mayor retención de humedad y una miga más suave, lo que prolonga la vida útil de los productos horneados (Sánchez et al., 2019). Además, su empleo en productos sin gluten está en crecimiento, respondiendo a la demanda de consumidores con intolerancia al gluten, ofreciendo una opción alternativa con características sensoriales mejoradas (Villacrés & Navarrete, 2020).

El uso del almidón de papa también es crucial en la cocina tradicional ecuatoriana, donde se integra en platos típicos como sopas, guisos y postres, aprovechando su capacidad de espesar y mejorar la consistencia de las preparaciones (Espinosa, 2018). En este contexto, su utilización no solo refleja la riqueza agrícola del país, sino también la adaptación de técnicas modernas de procesamiento de alimentos a las necesidades locales.

## **11. El problema**

El consumo de alimentos que contienen gluten, como el trigo, la cebada y el centeno, es común debido a la inclusión de estos cereales en la dieta diaria, especialmente a través del pan, pastas y productos de panadería. Sin embargo, el aumento en la detección de casos de enfermedad

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

celíaca y de sensibilidad al gluten no celíaca ha generado preocupación sobre los efectos de su consumo en ciertos grupos de la población. Según la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) establece que los alimentos etiquetados como "sin gluten" deben contener menos de 20 partes por millón (ppm) de gluten. Aún existe un bajo nivel de conocimiento sobre estas condiciones entre la población general y los profesionales de la salud, lo que conduce a un subdiagnóstico y a una falta de opciones alimentarias seguras para las personas afectadas.

La harina de trigo por lo general presenta dos tipos de proteínas como son gliadina y glutenina cuya función es la de mejorar las características reológicas de las masas panarias. Sin embargo, este tipo de proteínas a generado problemas de salud sobre todo en una población que es intolerante al gluten.

En la elaboración de pan de masa madre, la fermentación natural a través de levaduras y bacterias lácticas aporta propiedades organolépticas y nutricionales destacadas, como un sabor más complejo y una mejor digestibilidad. Sin embargo, los panaderos se enfrentan a desafíos relacionados con la frescura y la textura del pan durante el almacenamiento, debido a la retrogradación del almidón, que conduce a un endurecimiento acelerado de la miga. En este contexto, la incorporación de almidón de papa, conocido por sus propiedades gelificantes y su capacidad para retener humedad, podría ser una solución viable para mejorar la calidad del pan de masa madre.

El diseño de producción del pan de masa madre presenta una serie de desafíos debido a la naturaleza artesanal y compleja de su proceso de fermentación, que depende de levaduras y bacterias naturales para desarrollar las características organolépticas y funcionales del pan. A diferencia de los panes industriales que utilizan levadura comercial para un proceso más rápido, el pan de masa madre requiere un tiempo prolongado de fermentación y condiciones específicas de temperatura y humedad, lo que puede dificultar su estandarización en una escala de producción más amplia. Además, mantener la consistencia en la calidad del pan, especialmente en términos de sabor, textura y vida útil, se vuelve complicado debido a la variabilidad inherente de los cultivos de masa madre.

## **12. Objetivos**

### *General.*

Diseñar el proceso de producción de pan de masa madre con la incorporación de almidón de papa para reducir el contenido de gluten.

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

**Objetivos Específicos:**

1. Establecer el proceso de producción de pan de masa madre con almidón de papa, bajo en gluten
2. Optimizar el proceso de producción de pan de masa madre con almidón de papa
3. Caracterización del pan de masa madre con almidón de papa

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

### 13. **Justificación y alcance territorial**

Actualmente el 25% de las personas consumen alimentos sin gluten, no solamente los celíacos, sino también los sensibles al gluten y otro segmento de población que los consume como un estilo de vida (Molina-Rosell, 2013). El gluten forma una red de proteínas que otorga viscosidad, elasticidad y habilidad de retención de gas a la masa, todas propiedades fundamentales para la calidad final (Sciarini, L. S. et al 2016) .

El uso de masas madre representa una alternativa muy atractiva para mejorar la calidad de los panes libres de gluten. Las masas madre son iniciadores naturales de la fermentación que se han usado en la fermentación de numerosos alimentos. Estas masas se obtienen al mezclar harina, agua y otros ingredientes y ser fermentadas por bacterias ácido-lácticas y levaduras presentes de forma natural. Estos microorganismos proceden principalmente de las harinas y del ambiente, pero la microbiota específica de cada masa madre depende de factores exógenos como la temperatura, y tiempo de fermentación (Molina-Rosell, C. 2013).

Además, la fermentación prolongada del pan de masa madre ya ayuda a

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

descomponer parte del gluten, mejorando la digestibilidad (De Vuyst & Neysens, 2005). Al combinar estas dos estrategias fermentación natural y la inclusión de almidón de papa, es posible desarrollar un producto que reduzca significativamente el contenido de gluten sin comprometer el sabor, la textura y el volumen del pan, satisfaciendo las necesidades de un segmento creciente de consumidores con intolerancias leves o moderadas al gluten.

El uso de almidón de papa, además, se justifica desde una perspectiva local. Ecuador es un país productor de papa, especialmente en las regiones andinas, lo que permite aprovechar un insumo disponible localmente, promoviendo la economía circular y el desarrollo rural (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2020). De esta manera, el proyecto no solo mejora la oferta de productos saludables, sino que también apoya la industria agrícola nacional, contribuyendo al fortalecimiento de las cadenas de valor en el sector de la papa y la panificación.

#### **14. Sostenibilidad**

Este proyecto ha sido diseñado considerando su continuidad y proyección a futuro. Los resultados sentarán las bases para una segunda fase de investigación aplicada, enfocada en el desarrollo de productos. Esta siguiente etapa se podría financiar con fondos sectoriales o en alianza con la industria, dado el alto potencial de aplicación comercial.

La generación de modelos predictivos de aprendizaje automático facilitará esta transición, guiando el desarrollo eficiente de nuevos productos horneados libres de gluten. Además, los modelos tendrían aplicaciones directas para la industria en el monitoreo y control de calidad en línea. Esto incentivaría la participación del sector productivo en las siguientes fases.

Paralelamente, se podría buscar establecer convenios de colaboración con centros tecnológicos y empresas del rubro de alimentos, tanto a nivel nacional como internacional. Ello permitiría dar continuidad a la investigación, acceder a financiamiento conjunto y facilitar la transferencia de los resultados.

A largo plazo, la generación de conocimientos sobre ingredientes alternativos como el uso de almidón de papa tendría un impacto en el

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

desarrollo de alimentos más saludables y sostenibles. Los beneficios para la seguridad alimentaria, la nutrición y la reducción del desperdicio se extenderían mucho más allá del período inicial de la investigación.

Este proyecto se enmarca en los ODS, específicamente en los objetivos 2 (Hambre cero), 3 (Salud y bienestar) y 12 (Producción y consumo responsables). El desarrollo de alimentos horneados más nutritivos y seguros para la población celíaca contribuye a la seguridad alimentaria y nutricional. El uso de cultivos andinos promueve la diversificación agrícola y valoración de biodiversidad local. La investigación de ingredientes de origen vegetal favorece dietas sostenibles con menor huella ambiental. Finalmente, el proyecto fomenta la innovación para lograr productos alimenticios de calidad, inocuos y nutritivos, acorde con las demandas de los consumidores y las necesidades ambientales y sociales. De esta forma, se alinea completamente con la visión de desarrollo sostenible planteada por los ODS.

## **15. Marco Teórico**

### **Pan de Masa Madre.**

#### ***Un Proceso Tradicional con Ventajas Modernas***

El pan de masa madre ha resurgido en los últimos años debido a sus beneficios para la salud y su perfil sensorial único. La fermentación natural con levaduras y bacterias lácticas mejora la digestibilidad y permite una mayor absorción de nutrientes en comparación con el pan industrial (Gobbetti et al., 2019). Este tipo de fermentación también produce compuestos bioactivos que tienen efectos positivos en la flora intestinal y en la regulación del azúcar en sangre (Hammes et al., 1998).

#### **Almidón de Papa. Propiedades y Aplicaciones en la Panificación.**

El almidón de papa es un ingrediente valioso en la panificación debido a su capacidad para modificar la textura y mejorar las propiedades sensoriales de los productos horneados. En estudios recientes, se ha demostrado que el almidón de papa puede ayudar a reducir la dureza de los productos horneados y mejorar su capacidad de retener humedad, lo que es beneficioso en productos con bajo contenido de gluten (Matos et al., 2021). Además, la papa, al ser un cultivo ampliamente disponible y sostenible, también presenta beneficios medioambientales en comparación con otros cereales (Borges et al., 2022).

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

### **El Gluten y su Impacto en la Salud.**

El gluten es una proteína compuesta por gliadina y glutenina, y su elasticidad es esencial para la estructura de los productos de panadería tradicionales. Sin embargo, la creciente prevalencia de trastornos relacionados con el gluten, como la enfermedad celíaca y la sensibilidad al gluten no celíaca, ha aumentado la demanda de productos con menor contenido de gluten (Cabanillas, 2020). Aunque el pan sin gluten suele tener una textura diferente, la reducción de gluten mediante la incorporación de almidones como el de papa puede mitigar esos cambios texturales y mantener una buena calidad del pan (Rosell et al., 2020).

### **Incorporación del Almidón de Papa en la Panificación sin Gluten.**

El uso de almidón de papa como sustituto parcial del gluten en productos horneados ha sido explorado en varias investigaciones. Su capacidad para formar geles durante la cocción mejora la estructura de los panes con menor contenido de gluten, al aumentar la capacidad de retener agua y ayudar a mantener la integridad de la miga (Oliveira et al., 2022). Además, estudios recientes han mostrado que la combinación de almidones de diferentes fuentes, como la papa y el maíz, puede proporcionar una textura más cercana a los panes tradicionales (Padalino et al., 2021).

### **Aspectos Tecnológicos del Proceso de Fermentación con Masa Madre.**

El proceso de fermentación con masa madre es clave para mejorar la calidad nutricional y sensorial del pan. En particular, la fermentación prolongada de la masa madre permite una mejor descomposición de los componentes antinutrientes presentes en los cereales, como los fitatos, lo que aumenta la biodisponibilidad de minerales esenciales como el hierro y el zinc (Lynch et al., 2021). Además, la fermentación influye en la textura y sabor del pan, creando una corteza más crujiente y una miga más abierta (Rizzello et al., 2020).

## **16. Marco Metodológico**

### **Área de la investigación**

El presente proyecto se enmarca en el área de tecnología alimentaria y ciencia de los alimentos, específicamente en el desarrollo de productos panificables innovadores que responden a las necesidades actuales de

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

los consumidores

Se investigará el proceso de producción de pan de masa madre, una técnica de fermentación tradicional que emplea levaduras y bacterias lácticas silvestres. Este proceso no solo ofrece beneficios en términos de sabor y textura, sino que también mejora la digestibilidad y el perfil nutricional del pan. Se explorará cómo el almidón de papa interactúa con los microorganismos responsables de la fermentación, afectando el desarrollo de la masa y las características finales del pan.

### **Enfoque de la investigación.**

El enfoque a utilizar en la investigación será cuantitativo y en su desarrollo se utilizarán métodos experimentales, mediante la investigación aplicada.

La investigación se orienta al desarrollo tecnológico en la producción de pan de masa madre con menor contenido de gluten, utilizando almidón de papa como sustituto de la harina de trigo. Se buscará crear un producto que mantenga las propiedades sensoriales y texturales del pan tradicional, a la vez que se optimizan los procesos de fermentación y se mejoran aspectos de sostenibilidad.

Asimismo, se analizará el efecto de diferentes concentraciones de almidón de papa en la formulación de la masa madre y su impacto en el comportamiento de la fermentación, el desarrollo de la estructura de la masa y las características finales del pan. Esto incluirá parámetros como el tiempo de fermentación, la absorción de agua y la retención de gases.

Además, se espera que la investigación genere resultados numéricos, tablas, gráficos y modelos cuantitativos que respalden y fundamenten las conclusiones extraídas. La recolección sistemática de datos numéricos, su análisis cuantitativo y la aplicación de métodos estadísticos y computacionales para la interpretación de resultados son características esenciales que identifican a este estudio como de naturaleza cuantitativa.

### **Procedimientos de la investigación.**

Primeramente, el proyecto iniciara con la determinación del estado de arte de la producción de pan de masa madre, con esta base teórica se formularán los diferentes factores a ser estudiados.

Para el cumplimiento de objetivo específico uno que manifiesta: establecer el proceso de producción de pan de masa madre con almidón de papa, bajo en gluten se utilizará un diseño experimental de cribado,

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b><i>SGC-UPEC</i></b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

el cual permitirá determinar las materias primas para la elaboración del pan de masa madre con almidón y bajo en gluten, los

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

resultados obtenidos serán tabulados mediante el programa estadístico RStudio.

Seguidamente en el objetivo específico dos que manifiesta: optimizar el proceso de producción de pan de masa madre con almidón de papa, se utilizara un diseño experimental de superficie de respuesta, el mismo que determinar las áreas optima donde se ubica los parámetros del proceso de producción del pan de masa de madre con almidón y bajo en gluten, los resultados obtenidos en este experimento serán tabulados con el estadístico RStudio.

Finalmente, para dar cumplimiento del objetivo tres el mismo que manifiesta: Caracterización del pan de masa madre con almidón de papa, se realizara una simulación del proceso productivo en el programa EdrawMax.

## 17. Las variables

Variable independiente

Incorporación de almidón de papa en el pan de masa madre

- La cantidad de almidón de papa (porcentaje)
- Temperatura de fermentación
- Porcentaje de hidratación en la masa

Variable dependiente

Contenido de gluten en el pan de masa madre

Textura del pan (análisis de textura).

Propiedades sensoriales (sabor, color, aroma).

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

## 18. Operacionalización de las variables de la investigación

Tabla N°1

*Matriz de operacionalización de las variables*

Variable	Concepto	Dimensiones	Indicadores
Independiente	<p>Incorporación de almidón de papa en el pan de masa madre.</p> <p>La fermentación es un proceso catabólico en donde se usa temperaturas adecuadas para el desarrollo de microorganismos.</p> <p>La hidratación en panificación se refiere al porcentaje de agua que se añade a la harina en el proceso de elaboración</p>	<p>Incorporación de almidón</p> <p>Temperatura de fermentación</p> <p>Porcentaje de hidratación</p>	<p>10% y 20%</p> <p>30 °C y 40°C</p> <p>60% y 70%</p>

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

	n del pan		
--	-----------	--	--

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

Dependiente	Contenido de gluten	Determinación de gluten	% de gluten en pan de masa madre
		Calidad microbiana (cuantificación de m/o) : <ul style="list-style-type: none"> <li>• aerobios mesófilos</li> <li>• mohos y levaduras</li> <li>• E.coli/Coliformes</li> <li>• Salmonella spp</li> <li>• Enterobacterias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidades formadoras de colonias/gramo (UFC/g)</li> </ul>
		Calidad Fisicoquímica: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteína</li> <li>• Grasa</li> <li>• Fibra</li> <li>• Ph</li> <li>• Humedad</li> <li>• Actividad de Agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % de proteína</li> <li>• % de grasa</li> <li>• % de fibra</li> <li>• Escala de pH (1 a 14)</li> <li>• % de humedad</li> <li>• Aw (valores entre 0 a 1 )</li> </ul>

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

		<p>características reológicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dureza</li> <li>• Fracturabilidad</li> <li>• Elasticidad</li> <li>• Cohesividad</li> <li>• Gomosidad</li> <li>• Masticabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Newton</li> </ul>
		<p>Calidad Sensorial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apariencia</li> <li>• Olfato gustativas</li> <li>• Textura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escala de likert</li> </ul>

### 19. Componente estadístico de la investigación

En el presente estudio se utilizará un diseño de tres factores A, B y C, cada uno con dos niveles. Este diseño se conoce como diseño factorial,  $2^3$  y las ocho combinaciones de tratamientos.

Factor A: Porcentaje de almidón de papa

A1: 10%

A2: 20%

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

Factor B: Temperatura de fermentación

B1: 30°C

B2: 40°C

Factor C: Porcentaje de hidratación

C1: 60%

C2: 70%

Combinaciones:

TRATAMIENTOS	FACTOR A	FACTOR B	FACTOR C
T1	A1	B1	C1
T2	A1	B1	C2
T3	A1	B2	C1
T4	A1	B2	C2
T5	A2	B1	C1
T6	A2	B1	C2
T7	A2	B2	C1
T8	A2	B2	C2

Con 3 réplicas y 24 repeticiones.

El modelo estadístico para este diseño experimental considera la interacción entre los factores involucrados en el análisis, la ecuación para este modelo se muestra a continuación:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + \epsilon_{ijk} \quad \mu \text{ es la}$$

media general del experimento.

$\alpha_i$  es el efecto debido al  $i$ -ésimo nivel del factor A.

$\beta_j$  es el efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor B.  $\gamma_k$

es el efecto del  $k$ -ésimo nivel del factor C.

$\alpha\beta_{ij}$  representa el efecto de interacción de la combinación  $ij$ .  $\alpha\gamma_{ik}$

representa el efecto de interacción de la combinación  $ik$ .  $\beta\gamma_{jk}$

representa el efecto de interacción de la combinación  $jk$ .  $\alpha\beta\gamma_{ijk}$

representa el efecto de interacción de la combinación  $ijk$

$\epsilon_{ijk}$  el error aleatorio que, se supone, sigue una distribución normal con  $\mu=0$  y

$\sigma^2 = \text{Constante}$ , además de que son independientes entre sí.

Una vez obtenido el estado del arte del pan de masa se determinara las formulaciones hacer estudiadas mediante el diseño experimental de cribado utilizando materias primas adquiridas en mercados de Tulcán, el almidón se realizara de la papa capiro adquirida en los mercados de la localidad, y la extracción en la planta piloto de la finca San Francisco propiedad de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Una vez obtenida la mejor

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b><i>SGC-UPEC</i></b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

formulación se procederá a optimizar las variables del proceso de producción mediante un diseño experimental de superficie de respuesta hasta esta etapa

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

todos los resultados serán tabulados con el programa estadístico RStudio, para finalmente realizar una simulación del proceso productivo mediante la utilización del programa EdrawMax.

## 20. Impactos esperados

<b>Matriz de impactos</b>	
<b>Social</b>	Al reducir el gluten y utilizar masa madre, se promueve un pan con propiedades nutricionales mejoradas. El proceso de fermentación de la masa madre descompone algunos de los antinutrientes presentes en los granos, haciendo que el pan sea más digestivo y que los nutrientes sean más biodisponibles, lo que puede incentivar hábitos alimenticios más saludables en la población.
<b>Científico</b>	El proyecto contribuye a la creación de nuevas fórmulas de panificación, explorando cómo el almidón de papa puede interactuar con la masa madre y los ingredientes tradicionales del pan. Esto abre nuevas vías de investigación sobre las propiedades fisicoquímicas de los ingredientes, las texturas, y la estructura del pan, lo cual es relevante para científicos interesados en la optimización de alimentos y en las alternativas al gluten.
<b>Económico</b>	<p>El impacto económico del proyecto de producción de pan de masa madre con almidón de papa para reducir el gluten es significativo. Al diversificar la oferta de productos de panadería hacia opciones más saludables y accesibles, se genera una oportunidad de negocio para captar nuevos segmentos del mercado. Las personas con sensibilidad al gluten o aquellas que buscan productos más naturales están dispuestas a pagar por opciones innovadoras, lo que puede traducirse en mayores márgenes de ganancia.</p> <p>Por otro lado, el uso del almidón de papa, un ingrediente accesible en muchos países, puede reducir los costos asociados a la importación de otros sustitutos de gluten más caros. Esta adopción de ingredientes locales también beneficia a los agricultores, quienes verán un aumento en la demanda de papa, estimulando la economía regional y promoviendo la producción agrícola local.</p>
<b>Político</b>	Desde un punto de vista político, proyectos como este pueden ser impulsados como casos de éxito en el fomento

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

	de la innovación alimentaria y empresarial. Gobiernos interesados en promover el desarrollo de pequeñas y medianas empresas (PYMES) innovadoras podrían ver en este tipo de iniciativas una oportunidad para crear programas de apoyo, incubadoras de empresas o fondos de inversión para la industria alimentaria que buscan ofrecer productos más saludables y sostenibles.
<b>Actividad I+D+i</b>	El proyecto promueve la investigación científica sobre la interacción de ingredientes alternativos, como el almidón de papa, con los componentes tradicionales del pan, especialmente en relación con el gluten. Esto puede dar lugar a estudios sobre la estructura, la textura y las propiedades nutricionales del pan resultante, lo que es valioso para comprender cómo se puede mejorar la calidad de los productos de panadería reduciendo gluten sin comprometer las características organolépticas del producto final.
<b>ODS</b>	ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura. El proyecto fomenta la investigación y el desarrollo en nuevas tecnologías alimentarias, como el uso del almidón de papa y la fermentación con masa madre para producir pan con menos gluten. Esto refuerza la infraestructura de innovación en la industria alimentaria y contribuye a una mayor competitividad en el mercado.
<b>Otro (especifique)</b>	

## 21. Transferencia de resultados

Se planea utilizar una variedad de medios de comunicación para difundir los resultados obtenidos. Se contempla la publicación de artículos científicos en revistas de alto impacto, así como la participación en conferencias y eventos académicos nacionales e internacionales para compartir los hallazgos con la comunidad científica. Además, se pretende elaborar informes técnicos y resúmenes ejecutivos accesibles al público en general, con el fin de difundir los resultados a una audiencia más amplia.

En el caso de que los resultados de la investigación se traduzcan en un desarrollo tecnológico, como un nuevo producto alimenticio o un proceso innovador, con la ayuda del Departamento de Investigación y la Unidad de Producción y Difusión Académica y Científica, se plantea la posibilidad de la presentación de propuestas



	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

### 23. Recursos y presupuesto

**Tabla 2.**

*Presupuesto para el desarrollo de la investigación*

*Presupuesto para el desarrollo de la investigación*

ACTIVIDADES	RECURSOS	PARTIDA	CPC	CANTIDAD	PRESUPUESTO (\$)		Fecha de ejecución
					PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL	
Establecer el proceso de producción de pan de masa madre con almidón de papa, bajo en gluten	Hidróxido de sodio ACS (envase dev 1 kg)	530829	342304011	10	40	400	Marzo 2025
	Ácido bórico (envase de 1 kg)	530829	161901311	3	75	225	Marzo 2025
	Ácido sulfúrico 98% (2.5L)	530829	342302111	5	65	325	Marzo 2025
	Ácido clorhídrico 37% (2.5L)	530829	342302011	3	65	195	Marzo 2025
	Pastillas catalizadoras de Kjeldahl (Frasco de 500 pastillas)	530829	354901911	1	1200	1200	Marzo 2025
	Kit placas para aerobios mesófilos (placas rápidas)  (Envase de 50 unidades)	530829	354400011	4	100	400	Marzo 2025
	Kit placas para mohos y levaduras (placas rápidas)(Envase de 25 unidades)	530829	354400011	7	100	700	Marzo 2025
	Kit Petrifilm para E.coli/Coliformes (placas rápidas)(Envase de 25 unidades)	530829	354400011	4	150	600	Marzo 2025
	Kit Petrifilm para Salmonella spp (placas rápidas)(Envase de 25 unidades)	530829	354400011	4	140	560	Marzo 2025
	Kit Petrifilm para Enterobacterias (placas rápidas)(Envase de 25 unidades)	530829	354400011	4	150	600	Marzo 2025
	Kit Elisa para cuantificación de gluten	530829	354400011	3	1200	3600	Marzo 2025

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

Papel de filtro Whatman No 1 (caja de 100 unidades)	530829	32199 0112	5	25	125	Marzo 2025
---	--------	---------------	---	----	-----	------------



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**

**INVESTIGACIÓN -  
CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

**SGC-UPEC**

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

	Dedales de extracción de celulosa (tamaño 26X60 mm)(caja de 25 unidades)	530810	429992036	2	165	330	Marzo 2025
	Quintal de harina integral	530829	23110.0002	1	50	50	Marzo 2025
	Quintal de harina blanca para panificación	530829	23110.0002	1	50	50	Marzo 2025
	Juego de crisoles para análisis de fibra	530829	231100011	4	400	1600	Marzo 2025
Optimizar el proceso de producción de pan de masa madre con almidón de papa	Cortadora de pan	840104	448161916	1	800	800	Marzo 2025
	Laminadora de masa	840104	439330012	1	3500	3500	Marzo 2025
	Moldes de pan	530820	445210016	15	20	300	Marzo 2025
	Banda transportadora en acero inoxidable	840104	3544002145	1	3600	3600	Marzo 2025
	Prensa de rodillo en acero inoxidable	840104	4423209114	1	2800	2800	Marzo 2025
	Tamiz vibratorio	840104	389992011	1	5175	5175	Marzo 2025
	Gavetas plásticas	530820	364900011	20	15	300	Marzo 2025
	Vidrio laminado – colocado	531403	371120011	1	2000	2000	Marzo 2025
	Boleadora o divisora de pan	840104	441100311	1	5000	5000	Marzo 2025
	Refrigerador	840104	491140014	1	400	400	Marzo 2025
Caracterización del pan de masa madre con almidón de papa	Programa de simulación de procesos EdrawMax	530702	512900021	1	500	500	Marzo 2025

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

Publicaciones de artículos científicos	530204	99999. 99.5	3	3500	10500	Mayo 2027
Pasajes al exterior	530302	678110 012	2	2000	4000	Mayo 2027
Viáticos al exterior	530304	99999. 99.5	2	800	1600	Mayo 2027
				<b>TOTAL</b>	51435	

## 20. Referencias bibliográficas

Cobos-Quevedo, O. J., Hernández-Hernández, G. A., & Remes-Troche, J. M. (2017). Trastornos relacionados con el gluten: panorama actual. *Medicina Interna de México*, 33(4), 487–502.

San Mauro Martín, I., Garicano Vilar, E., Collado Yurrutia, L., & Ciudad Cabañas, M. J. (2014). ¿Es el gluten el gran agente etiopatogénico de enfermedad en el siglo XXI? *Revista de la Sociedad Española de Patología Digestiva*, 106(5), 306–314. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2014.30.6.7866>

Molina-Rosell, C. (2013). Alimentos sin gluten derivados de cereales. En L. Rodrigo & A. S. Peña (Eds.), *Enfermedad celíaca y sensibilidad al gluten no celíaca* (pp. 447–461). OmniaScience. <http://dx.doi.org/10.3926/oms.27>

Sciarini, L. S., Steffolani, M. E., & León, A. E. (2016). El rol del gluten en la panificación y el desafío de prescindir de su aporte en la elaboración de pan. *Agriscientia*, 33(2), 61–74. <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v33.n2.17468>

Hammes, W. P., & Gänzle, M. G. (1998). Sourdough breads and related products. En B. J. B. Wood (Ed.), *Microbiology of fermented foods* (pp. 199–216). Springer.

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

[https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0309-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0309-1_8)

Borges, J., Cunha, S. C., & Ferreira, I. M. P. L. V. O. (2022). Potato waste valorization: A review of nutritional compositions, bioactive compounds, and industrial applications. *Journal of Food Science and Technology*, 59(2), 500–514. <https://doi.org/10.1007/s11483-021-03756-0>

Cabanillas, B. (2020). Gluten-related disorders: celiac disease, wheat allergy, and nonceliac gluten sensitivity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(16), 2606-2621. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1651689>

Gobbetti, M., Gänzle, M., & Rizzello, C. G. (2019). The sourdough fermentation process and its application in the production of healthy and high-quality bread. *Food Microbiology*, 77, 123-132. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.12.004>

Lynch, K. M., Coffey, A., & Arendt, E. K. (2021). Exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria: insights into their production and their impact on the breadmaking process. *Food Research International*, 140, 109878. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109878>

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

Matos, M. E., & Rosell, C. M. (2021). Impact of flours from different pulse sources on gluten-free dough and bread quality. *European Food Research and Technology*, 247(4), 995-1005. <https://doi.org/10.1007/s11483-020-01177-0>

Oliveira, S. M., Ribeiro, B. D., & Silva, M. F. (2022). Technological applications of potato starch and its derivatives in bakery products: A review. *Food Chemistry Advances*, 1, 100035. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100035>

Padalino, L., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2021). Overview on the general approaches to improve gluten-free bread quality. *Cereal Chemistry*, 98(2), 338-350. <https://doi.org/10.3390/foods5040087>

Rizzello, C. G., Nionelli, L., Coda, R., Di Cagno, R., & Gobbetti, M. (2020). Use of sourdough fermentation and non-wheat flours for enhancing the nutritional, texture and sensory characteristics of gluten-free bread. *Food Microbiology*, 89, 103414. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103414>

Rosell, C. M., Matos, M. E., & Rodríguez-Quijano, M. (2020). Strategies for the production of gluten-free products: how to substitute gluten. In *Alternative Grains and Pseudocereals* (pp. 77-95). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818781-0.00006-0>

De Vuyst, L., & Neysens, P. (2005). The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions. *Trends in Food Science & Technology*, 16(1-3), 43-56. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2004.02.012>

Corsetti, A., & Settanni, L. (2007). Lactic acid bacteria in sourdough fermentation. *Food Research International*, 40(5), 539-558. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.11.001>

Katina, K., Salmenkallio-Marttila, M., Partanen, R., Forssell, P., & Autio, K. (2005). Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread. *LWT-Food Science and Technology*, 38(4), 339-351. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.06.004>

Tobón, J. (2017). Propiedades funcionales del almidón de papa en la industria

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b>SGC-UPEC</b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

alimentaria ecuatoriana. *Revista Agroindustrias y Alimentos*, 10(2), 45-52.

<https://doi.org/10.31257/raae.v10i2.1137>

Sánchez, M., Gómez, D., & Ramos, C. (2019). Aplicación del almidón de papa en la panificación artesanal en Ecuador. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 14(1), 67-72.

<https://doi.org/10.22431/cta.vol14no1.2019.2270>

Villacrés, J., & Navarrete, M. (2020). Desarrollo de productos sin gluten en la industria alimentaria ecuatoriana. *Revista Científica Andina*, 25(3), 89-95.

<https://revistas.uta.edu.ec/index.php/rca/article/view/314>

Espinosa, F. (2018). Cocina tradicional ecuatoriana y el uso de almidón de papa. *Gastronomía y Cultura Andina*, 5(2), 25-30

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b>	<b><i>SGC-UPEC</i></b>
	<b>INVESTIGACIÓN - CONVOCATORIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	

Código UPEC-P08-S1.1-FT01; Versión: 03; 28 de julio de 2022

Atentamente;

Msc. Carlos Rivas  
**DIRECTOR PROYECTO**