



CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

REVISTA INDUSTRIAL 4.0

ISSN-L 2958-0188

Edición Digital
Nro. 12

Noviembre/2025

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



REVISTA INDUSTRIAL 4.0

**EDICIÓN DIGITAL N° 12
NOVIEMBRE - 2025**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Maria Eugenia Garcia Moreno Ph. D.
Dr. Tito V. Estevez Martini
M.Sc Miguel Angel Calla Carrasco
M.Sc. Ing. Marcelo Ramirez Molina
Mg. Aldo Felipe Vargas Pacheco

Rectora
Vicerrector
Decano Facultad de Ingeniería
Vicedecano Facultad de Ingeniería
Director de Carrera Ingeniería Industrial

Revista Industrial 4.0
Edición Digital N°. 12 - Noviembre 2025
Impresa: ISSN 2958-017X
En Linea: ISSN-L 2958-0188

Comite Editor:

Mario Fermín Zenteno Benítez Ph.D.
Oswaldo Fernando Terán Modregón Ph.D.
M.Sc. Ing. Franz José Zenteno Benítez
M.Sc. Ing. Paula Mónica Lino Humerez
M.Sc. Ing. Lucio Grover Sanchez Eid
M.Sc. Ing. Fernando Floren Sanabria Camacho

Diseño Tapa Versión Impresa & Web:
Ing. Enrique Orosco Crespo

Imagen Tapa:
Universidad Mayor de San Andrés

Imprenta:
ITM LATINOAMÉRICA

Deposito Legal:
4 - 3 - 68 - 2020

Web:
<https://industrial.umsa.bo/revistaindustrial-40>
Email:
revistaindustrial4.0@umsa.bo

Av. Mcal. Santa Cruz N° 1175, Plaza del Obelisco
Mezzanine, Edificio Facultad de Ingeniería
Telf. 2205000-2205067, Int. 1402
Campus Universitario, Cota Cota - calle 30

PROLOGO

Revista "Industrial 4.0"

La producción científica en el campo de la ingeniería industrial ha trascendido la visión clásica de la optimización lineal de procesos para adentrarse en una dimensión de complejidad sistémica. En este volumen de la revista "Industrial 4.0", la Universidad Mayor de San Andrés presenta un conjunto de artículos que muestra, desde una perspectiva analítica, las múltiples facetas de la Ingeniería Industrial. La presente edición no es una mera colección de estudios aislados, sino una demostración de la convergencia necesaria entre la gestión estratégica de la innovación, la excelencia operativa y la sostenibilidad y ambiental.



En un primer nivel de análisis macro, la revista explora la arquitectura de los sistemas de innovación. Se presentan investigaciones que modelan la evolución de los ecosistemas emprendedores universitarios y la transición hacia infraestructuras de alta complejidad tecnológica, así como la conceptualización de la empresa universitaria. Estos trabajos dialogan fluidamente con estudios sobre la complejidad productiva, aportando marcos teóricos fundamentales para comprender las dinámicas de integración económica y el desarrollo de capacidades en entornos competitivos.

Descendiendo hacia la operatividad técnica y la eficiencia de los procesos, se presenta un escrutinio cuantitativo sobre la implementación de metodologías de Lean Six Sigma en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial, complementado con evaluaciones financieras críticas sobre el Retorno de la Inversión (ROI) en la automatización. Esta sección se enriquece con análisis econométricos que correlacionan la digitalización de canales comerciales, específicamente en plataformas sociales, con la variabilidad de ingresos en el tejido de la manufactura a pequeña escala (MyPEs), evidenciando la simbiosis entre tecnología y rendimiento económico.

Finalmente, la publicación aborda con rigor científico el imperativo de la sostenibilidad y la economía circular. Se exponen hallazgos significativos en la revalorización de biomasa residual agroindustrial y se plantean revisiones sistemáticas sobre los marcos regulatorios y desafíos técnicos en la gestión de aceites lubricantes usados. De igual manera, se analizan las implicaciones ambientales del uso de biocombustibles en motores de combustión interna y la optimización integral del consumo energético. Estas investigaciones no solo proponen soluciones técnicas, sino que establecen las bases para una ingeniería responsable que responde a las leyes de la termodinámica y a la normativa ambiental vigente.

Así, esta edición de “Industrial 4.0” cumple su función primordial: servir como vehículo de difusión de conocimiento validado, fomentando un debate académico de alto nivel que vincula la teoría avanzada con la práctica ingenieril, consolidando el rol de la academia como generadora de soluciones complejas para una realidad empresarial en constante desarrollo.

Mg. Aldo Felipe Vargas Pacheco
DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

<https://doi.org/10.53287/iydq7868gx43c>

HARINA DE CÁSCARA DE PAPA

Carla Lizett Kaune Sarabia

ORCID: 0000-0002-2589-6734

Ingeniería Industrial, Universidad Mayor de San Andrés

Ksclkaune@umsa.bo

Rosario Mamani Quispe

ORCID: 0009-0005-3129-0535

Ingeniería Industrial, Universidad Mayor de San Andrés

rosariomamaniq@gmail.com

RESUMEN

El proyecto aborda el tema de la seguridad alimentaria y la obtención de harina en base a la cáscara de papa como una alternativa viable para el mercado de la ciudad de La Paz y El Alto. La investigación se justifica por el interés en dar valor agregado a un elemento considerado un desecho agroindustrial y proveer al mercado una opción saludable y nutritiva. El análisis realizado en el laboratorio Seladis verificó el alto aporte nutricional (notablemente en calcio y fibra) y evidenció que el producto es apto para personas con intolerancia al gluten (celíacos). Se realizaron pruebas de aplicación en galletas y hamburguesas con un focus group, obteniéndose resultados satisfactorios en cuanto a sus características organolépticas (sabor, olor, textura).

Palabras clave: Harina de cáscara de papa, celíacos, nutrición, valorización de residuos, *Solanum tuberosum*.

ABSTRACT

The project addresses the issue of food security and the production of flour from potato peelings as a viable alternative for the market in the cities of La Paz and El Alto. The research is justified by the interest in adding value to an element considered

agro-industrial waste and providing the market with a healthy and nutritious option. The analysis carried out in the Seladis laboratory verified the high nutritional content (notably in calcium and fiber) and showed that the product is suitable for people with gluten intolerance (celiacs). Application tests were carried out on cookies and hamburgers with a focus group, obtaining satisfactory results in terms of their organoleptic characteristics (taste, smell, texture).

Keywords: Potato peel flour, celiac disease, nutrition, waste recovery, *Solanum tuberosum*.

1. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) es originaria de la región de la Cordillera de los Andes y constituye uno de los cultivos más importantes para la seguridad alimentaria y la economía agrícola de Bolivia. Entre las campañas agrícolas 2005–2006 y 2010–2011, la superficie cultivada alcanzó en promedio 175.000 hectáreas (ha), destacándose el departamento de La Paz como una de las principales zonas productoras del país (MDRyT, 2012, pág. 41).

La superficie cultivada, producción y rendimiento de papa en el departamento de La Paz se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1: Superficie cultivada, producción y rendimiento de papa en el departamento de La Paz

Año	Superficie (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)
2017	54.320	319.729	5,89
2018	54.454	330.991	6,08
2019	51.914	341.918	6,59
2020	54.066	359.681	6,65
2021	54.397	247.419	4,55

Nota. Elaborado a partir de (MDRyT, 2012; INE, 2021; MDRyT, 2021)

A pesar de la importancia de la producción nacional, Bolivia mantiene una participación activa en el comercio internacional de papa. El balance comercial evidencia un mayor volumen de importaciones, principalmente provenientes de Perú, lo que refleja la relevancia económica y estratégica de este cultivo en el mercado nacional.

Tabla 2: Importaciones y exportaciones de papa (miles de dólares estadounidenses y toneladas)

Periodo	Año	Importaciones de papa		Exportaciones de papa	
		Valor (\$us)	Volumen (Ton)	Valor (\$us)	Volumen (Ton)
1	2017	4.203	20.000	148	24,13
2	2018	10.601	10.904	174	28,26
3	2019	12.100	25.114	177	29,45
4	2020	9.657	22.616	174	28,44
5	2021	9.000	17.067	37	167,17

Nota. Elaborado a partir de (IBCE, 2012, pág. 1; Quispe, 2012; Paye Collanque, 2015; IBCE, 2017; Filomeno, 2017; Mamani, 2018; INE, 2017; INE, 2021; El Deber, 2022)

Valor Nutricional de la Cáscara de Papa

En el tubérculo de papa, la mayor concentración de proteínas se localiza en el córtex (zona inmediatamente inferior a la cáscara) y en la médula (zona central). Las principales fracciones proteicas corresponden a albúminas (49 %) y globulinas (26 %), seguidas de prolaminas (4,3 %) y glutelinas (8,3 %) (CONPAPA, 2017).

La cáscara de papa cumple una función protectora de los nutrientes del tubérculo y, adicionalmente, posee propiedades nutricionales relevantes. Contiene polisacáridos estructurales que constituyen fibra dietética, es una fuente importante de potasio y aporta antioxidantes como vitamina C, así como vitaminas hidrosolubles como tiamina, riboflavina y niacina. Asimismo, contiene minerales como calcio, manganeso, zinc y hierro (FM del Sol, 2018).

El contenido lipídico de la papa fresca es bajo (aproximadamente 0,1 %), localizándose principalmente en la cáscara. La fibra dietética representa entre el 1 y 2 % del peso total del tubérculo, mientras que los carbohidratos constituyen cerca del 75 % de la materia seca, principalmente en forma de almidón. La digestibilidad del almidón varía según la temperatura de consumo, disminuyendo cuando la papa es consumida fría. El contenido de azúcares simples es bajo (0,1–0,7 %) en forma de glucosa, fructosa y sacarosa. En cuanto a micronutrientes, la papa contiene vitamina C, vitaminas del complejo B y pequeñas cantidades de vitaminas liposolubles. Durante la cocción se pierde entre un 18 y 24 % de la vitamina C, sin embargo, una

porción de 150 g aún aporta aproximadamente el 40 % del requerimiento diario. Además, es fuente de potasio, especialmente en la cáscara, así como de fósforo, magnesio, hierro y otros minerales (CONPAPA, 2017).

Según el estudio de Johnny César Oliver Cortez (2017), la papa presenta una variabilidad significativa en su contenido nutricional, destacándose los valores de proteína (1,8–17,2 g/100 g base seca), hierro (1,3–6,5 mg/100 g base seca), zinc (1,4–5,8 mg/100 g base seca) y calcio (11,4–196,5 mg/100 g base seca). Asimismo, se reporta variabilidad en el contenido de fibra dietética insoluble (6,3–20,9 g/100 g base seca) y soluble (1,0–6,6 g/100 g base seca) (2017, p. 57).

Las cáscaras de papa tienen varias propiedades beneficiosas que han sido documentadas por diversos autores. Según un estudio de Cieza y Díaz (2018), estas cáscaras son ricas en fibra dietética, lo cual puede contribuir a mejorar la digestión y promover una salud gastrointestinal adecuada. Cerón y López (2013) destacan que las cáscaras de papa también contienen antioxidantes, como flavonoides y fenólicos, que pueden ayudar a combatir el estrés oxidativo y reducir el riesgo de enfermedades crónicas.

La composición proximal de la cáscara de papa se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3: Composición proximal de la cáscara de papa

Parámetros	Peso (%)
Humedad	85,06
Carbohidratos Totales	68,7
Azúcares solubles totales	1
Azúcares reductores	0,61
Almidón	1,3
Proteínas	8
Ceniza	6,34

Nota. Elaborado a partir de (Isique & Sing, 2017, p 74)

Justificación de la Investigación

A pesar de su valor nutricional, la cáscara de papa es generalmente considerada un residuo de bajo o nulo valor en la industria alimentaria y en los centros de expendio de alimentos en las ciudades de La Paz y El Alto (Vega, 2020). Esta situación genera una problemática ambiental, así como una pérdida de recursos con potencial

nutricional.

Los residuos de cáscara de papa constituyen una problemática constante en las plantas procesadoras de este tubérculo, lo que impulsa la búsqueda de alternativas funcionales, sostenibles y ambientalmente amigables para su aprovechamiento. Diversos estudios han demostrado que este subproducto, tradicionalmente considerado un desperdicio, puede ser valorizado como ingrediente funcional en el desarrollo de productos alimenticios, incluyendo productos cárnicos (Vega, 2020).

Para estimar la generación de cáscara de papa en las ciudades de La Paz y El Alto, se aplicó una encuesta a industrias de papas fritas y a centros de expendio de alimentos, cuyos resultados se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4: Lista de proveedores de la materia prima (cáscara de papa)

Nombre de la Empresa	Cantidad de Papa Consumida (Kg/Día)	Cantidad de Cáscara de Papa Producida (Kg/Día)
Industria la Casera	317	63
Gud Bay	476	95
Productos Frutillita	317	63
Productos Mi Recreo	317	63
Onkis Nycon S.R.L.	317	63
Juan Iban Estrada Medrano	317	63
Rodolfo Jacinto Flores	317	63
Cáscara de papa producida (Kg/Día)		473

En síntesis, la generación de cáscara de papa como residuo constituye una problemática ambiental y productiva; sin embargo, representa una oportunidad para el desarrollo de ingredientes funcionales de alto valor agregado. La presente investigación tiene como objetivo evaluar el proceso de obtención de harina a partir de cáscara de papa y validar su potencial nutricional, sensorial y tecnológico, contribuyendo al desarrollo de productos destinados al mercado libre de gluten y a la valorización de residuos agroindustriales.

2. METODOLOGÍA (MATERIALES Y MÉTODOS)

La investigación se enmarcó en un paradigma positivista con un enfoque experimental-descriptivo. El procedimiento de obtención de la harina se realizó a

escala piloto.

Materia Prima y Criterios de Calidad

Se utilizó cáscara de papa fresca obtenida de cinco arrobas de papa (aprox. 226.8 kg de papa entera), resultando en una masa inicial de 45,36 kg de cáscara.

Para asegurar la calidad, se aplicaron los siguientes criterios:

Tabla 5: Características requeridas en la materia prima

PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN
Estado (Sólido)	La cáscara de papa no debe contener brotes.
Temperatura	Debe ser conservada a temperatura ambiente.
Composición	La cáscara de papa conserva sus propiedades después de ser pelada.
Pureza	No debe contener cáscaras verdes porque puede contener solanina.

Nota. Elaborado en base (Rivera, 2015).

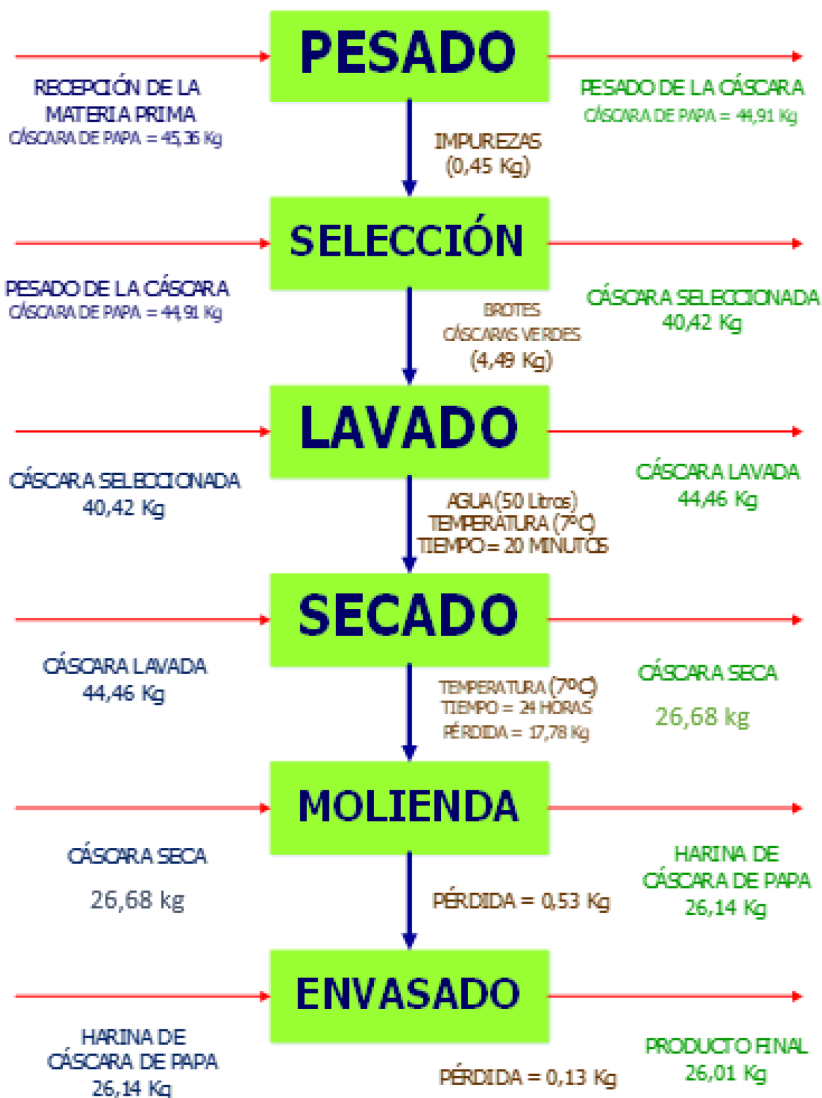
Las operaciones realizadas y los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 6.

Tabla 6: Resumen de operaciones y resultados

Operación	Descripción del Proceso	Masa Inicial (kg)	Pérdida (kg)	Masa Neta (kg)
1. Pesado Inicial	Se obtuvo la cáscara para el estudio. Se perdió masa por impurezas (tierra, etc.).	45,36	0,45	44,91
2. Selección y Desbrote	Extracción de brotes, cáscaras verdes y material en mal estado. (Control de Calidad Crítico)	44,91	4,49	40,42
3. Lavado	Se utilizaron 50 L de agua a temperatura ambiente (20 minutos) para eliminar impurezas restantes.	40,42	0	44,46
4. Secado (Deshidratación)	Secado con energía solar a temperatura ambiente (aproximadamente 7 °C). Tiempo total de secado de 24 horas (distribuido en 3 días, 8 horas/día).	44,46	17,78	26,68
5. Molienda	Se utilizó un molino de martillo (capacidad de 100 kg/h).	26,68	0,53	26,15
6. Envasado	Producto final obtenido.	26,15	0,14	26,01

A partir del Balance Másico (Ilustración 2), el rendimiento del proceso de obtención de harina a partir de la cáscara de papa fue del 57,34 %.

Ilustración 2: Balance Másico



La harina de cáscara de papa presenta un aspecto de polvo fino con una coloración marrón suave, un olor agradable a papa, sabor suave y textura ligera, tal como se observa en la Ilustración 3.

Ilustración 3: Harina de cáscara de papa en el envase sugerido



Para la evaluación de la harina obtenida, se recurrió a un focus group a los que se proporcionó galletas con un reemplazo del 100 y 50% de harina de trigo y hamburguesas con un reemplazo del 100% del pan molido.

En la ilustración 4 se observan las galletas crudas y cocidas con 100% harina de cáscara de papa.

Ilustración 4: Galletas elaboradas con 100% harina de cáscara de papa



Las galletas combinadas con 50% de harina de trigo se presentan en la ilustración 5, se observan crudas y cocidas.

Ilustración 5: Galletas elaboradas con 50% de harina de cáscara de papa y 50% con harina de trigo



En la Ilustración 7 se observan las hamburguesas, reemplazando el pan molido en 100%, para una aplicación salada.

Ilustración 7: Hamburguesa de carne añadida con harina de cáscara de papa



Para la valoración organoléptica del producto terminado, se utilizó el método diferencial semántico con los siguientes parámetros de valoración: (3) muy bueno, (2) bueno, (1) regular, (0) ni bueno ni malo, (-1) malo regularmente, (-2) malo, (-3) muy malo.

Análisis Nutricional (Laboratorio)

Adicionalmente, pero no menos importante, se realizaron las pruebas en Seladis, para la validación de sus propiedades nutricionales, se obtuvieron los siguientes resultados:

3. RESULTADOS

Características de la Harina Obtenida

La harina de cáscara de papa obtenida presentó las siguientes características organolépticas antes de la aplicación:

- Aspecto: Polvo fino con una coloración marrón suave.
- Olor: Agradable, con notas distintivas a papa cocida.
- Sabor: Suave.
- Textura: Ligera.

Resultados de la Evaluación Organoléptica

El método diferencial semántico demostró una alta aceptación de la harina en las aplicaciones probadas:

A. Galletas con 100% y 50% de Harina de Cáscara de Papa

- Apariencia (3): Muy buena.
- Color (2): Bueno. El color se asemeja al de una galleta de chocolate.
- Olor (0): Ni bueno ni malo. El olor es neutro/a papa.
- Sabor (0): Ni bueno ni malo. Sabor agradable a papa.
- Textura (2): Bueno. Textura crocante.

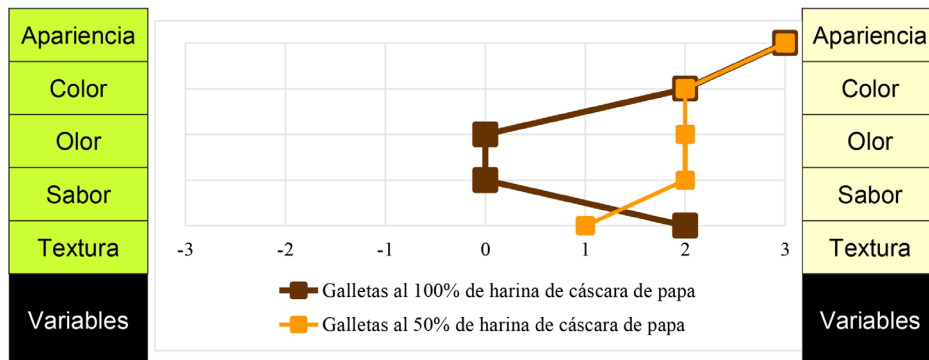
Nota. Se observa una similitud con las galletas de chocolate.

B) Galletas al 50% de Harina de Cáscara de Papa (y 50% Harina de Trigo)

- Apariencia (3): Muy buena.
- Color (2): Bueno. Color más claro que la galleta 100%, similar a un producto elaborado con salvado.
- Olor (2): Bueno. Similar al de una galleta tradicional de harina de trigo.
- Sabor (2): Bueno. Sabor agradable.
- Textura (1): Regular. Textura poco crocante.

En la Ilustración 6 se tiene el resumen de los resultados del focus group de las galletas.

Ilustración 6: Comparación de 2 tipos de galletas elaboradas con harina de cáscara de papa



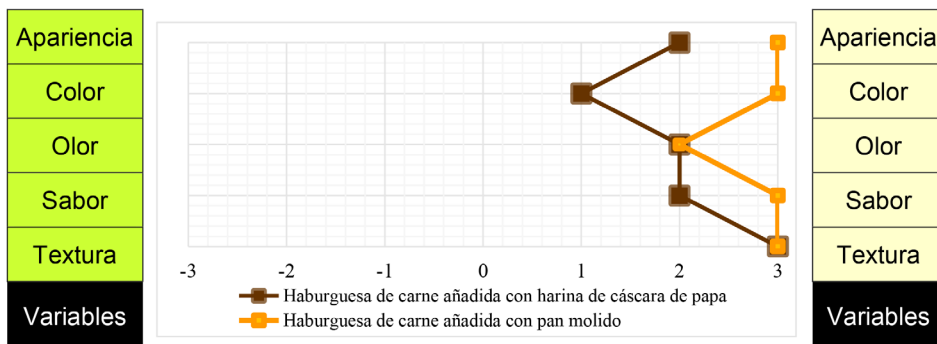
B. Hamburguesa (100% Reemplazo de Pan Molido)

- Apariencia (2): Buena.
- Color (1): Regular. Ligeramente más oscuro que la hamburguesa tradicional.
- Olor (2): Bueno. Similar al de la hamburguesa tradicional.
- Sabor (2): Bueno. Sabor agradable.
- Textura (3): Muy bueno. Textura ligera.

Nota. Se concluye que la hamburguesa con harina de cáscara de papa es comparable a la tradicional con pan molido.

En la Ilustración 8 se tiene el resumen del Focus Group que probaron las hamburguesas.

Ilustración 8: Comparación de dos tipos de Hamburguesas por el Método Semántico



Resultados del Análisis Nutricional (Laboratorio Seladis)

Los resultados del laboratorio Seladis validaron las propiedades nutricionales de la harina, confirmando su potencial como suplemento alimenticio.

Tabla 7: Resultados de Laboratorio de la Harina de Cáscara de Papa (Seladis).

Parámetro	Unidad	Resultado (Por 100 g)	Observaciones Nutricionales
Calcio (Ca)	mg/100 g	252,9	Aporte muy significativo para la dieta diaria.
Grasa Total	%	No Contiene	Ideal para dietas bajas en lípidos.
Fibra	Información Cualitativa	Alta	Favorece el tránsito intestinal (estreñimiento) y la saciedad.
Gluten	Información Cualitativa	No Contiene	Producto apto para el consumo por personas celíacas.
Proteínas	Información Cualitativa	Menor a la harina de trigo.	De buena calidad, siendo de origen vegetal.
Fuente de Energía	Información Cualitativa	Sí	Aporta una fuente de energía significativa.

Nota. Resultados obtenidos del Laboratorio Seladis e Interpretación propia.

En la Ilustración 9, se presenta la imagen del documento entregado por el Laboratorio Seladis.

Ilustración 9: Resultados de laboratorio de la Harina de cáscara de papa

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUIMICAS INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN SALUD (SELADIS) LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA) Resolución Ministerial No.017 7 Decreto Supremo No. 25729				
	INFORME DE RESULTADOS LABORATORIO DE BROMATOLOGIA		CODIGO: 4376	
Informe N°:	45/2020			
Producto:	HARINA DE CASCARA DE PAPA			
Marca:	S/D	Razón Social	ROSARIO MAMANI	
Procedencia	LA PAZ			
Muestreado	ROSARIO MAMANI		FECHA:	2020/06/10 HORA: S/D
Fecha de recepción muestra:	2020/07/06	Fecha de emisión de resultados:	2020/07/10	
Fecha de inicio de ensayos:	2020/07/06			
RESULTADOS				
ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	VALOR REFERENCI	METODO DE ENSAYO
GRASA TOTAL	g /100g	NSD	SVR	BARSHALL
PROTEINA	g /100g	3,89. -	SVR	KJELDHAL
CARBOHIDRATOS	g /100g	51,61. -	SVR	FEHLING
FIBRA CRUDA	g /100g	38,94. -	SVR	HIDROLISIS ACIDO - BASE
CALCIO	mg /100g	252,90. -	SVR	VOLUMETRÍA
VITAMINA C	mg /100g	8,99.-	SVR	VOLUMETRÍA
NSD: No Se Detecta / SVR: Sin Valor de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica ~LD menor al límite de detección (<0.01 mg/L),* Valores referenciales del agua potable NB-512				
Analista: Linachi Nelly				
 Dra. María O. Torrez T. Bioquímica-Farmacéutica				
Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresó al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical				

Nota. Laboratorio Seladis

Como se detalla en la Tabla 7, el aporte de calcio es de 252,9 mg/100g, lo que representa un valor muy interesante para la dieta diaria.

4. DISCUSIÓN

La viabilidad técnica del proyecto queda demostrada por el rendimiento del proceso de 57,34% (harina seca respecto a la cáscara húmeda inicial), lo cual es un valor satisfactorio para la valorización de un subproducto (Isique & Sing, 2017).

El aporte de calcio (252,9 mg/100g) y la ausencia de gluten son los resultados más pertinentes, confirmando la novedad científica destacada por los revisores. Este valor de calcio es significativamente alto para un ingrediente base y posiciona la harina de cáscara de papa como un fortificante natural de bajo costo y una alternativa viable para la creciente población celíaca o personas con sensibilidad al gluten en Bolivia.

Los resultados organolépticos indican que, si bien la harina tiene características distintivas (color marrón, olor a papa), estas no son rechazadas por el consumidor; por el contrario, son bien aceptadas, especialmente en las aplicaciones de panadería y cárnicos. La alta puntuación en textura para la hamburguesa (3) y la apariencia para las galletas (3) sugiere que las propiedades de la fibra de la cáscara pueden mejorar la estructura de los alimentos, un aspecto crucial para el desarrollo de productos funcionales.

Se recomienda que futuras investigaciones se centren en la cuantificación precisa del contenido de fibra dietética total (soluble e insoluble) y la vida útil de la harina en diferentes condiciones de almacenamiento, para optimizar el proceso de envasado y comercialización.

5. CONCLUSIONES

Viabilidad y Proceso: La revisión bibliográfica y el procedimiento experimental demostraron la viabilidad técnica para la obtención de harina de cáscara de papa a escala piloto, con un rendimiento del 57,34%.

Aceptación Organoléptica: Las pruebas degustativas con el focus group confirmaron la buena aceptación de la harina de cáscara de papa como sustituto parcial (50%) o total (100%) en galletas y hamburguesas.

Aporte Nutricional y Nicho de Mercado: Las pruebas de laboratorio (Seladis) confirmaron la ausencia de gluten, haciendo la harina apta para celíacos. El contenido de calcio (252,9 mg/100g) y fibra posicionan este subproducto como un

ingrediente funcional con alto valor agregado para el mercado de La Paz y El Alto.

6. BIBLIOGRAFÍA

CONPAPA. (12 de junio de 2017). Confederación Nacional de Productores de Papa de la República Mexicana. Descripción de los principales componentes de la papa. Obtenido de <https://www.conpapa.org.mx/index.php/blog/item/4-descripcion-de-los-principales-componentes-de-la-papa>

Correo del Sur. (22 de mayo de 2018). Bolivia tiene 33 variedades de papa, pero baja la capacidad de producción. Obtenido de Editora Canelas del Sur S.R.L.: https://correodelsur.com/capitales/20180522_bolivia-tiene-33-variedades-de-papa-pero-baja-capacidad-de-produccion.html#:~:text=Bolivia%20cuenta%20con%2033%20variedades,rendimiento%20de%20las%20m%C3%A1s%20comerciales.

El Deber. (30 de Mayo de 2022). ECONOMÍA | ED. Obtenido de El contrabando y el costo de insumos reducen siembra de papa en el norte: https://eldeber.com.bo/edicion-impres/bo/el-contrabando-y-el-costo-de-insumos-reducen-siembra-de-papa-en-el-norte_279886

Filomeno, M. (21 de julio de 2017). Página Siete. Economía. Obtenido de La importación de papa, tomate y cebolla se dispara.: <https://www.paginasiete.bo/economia/2017/7/21/importacion-papa-tomate-cebolla-dispara-145444.html#:~:text=Las%20importaciones%20de%20papa%2C%20tomate,del%20economista%20Jos%C3%A9%20Gabriel%20Espinoza.&text=Las%20cifras%20revelan%20que%20el,la%20producci%C>

FM del Sol. (20 de agosto de 2018). Sepa los beneficios de la Cáscara de Papa para su Salud. Obtenido de <https://www.fmdelsol.cl/botica-de-campo/20/08/2018/sepa-los-beneficios-de-la-cascara-de-papa-para-su-salud/#:~:text=La%20c%C3%A1scara%20de%20papa%20tambi%C3%A9n,%20%20manganeso%2C%20zinc%20y%20hierro.neso%2C%20zinc%20y%20hierro.>

Guido, A., & Mamani, P. (2001). Fundación PROINPA (Programa de Investigación de la Papa) Características de la cadena agroalimentaria de la papa y su industrialización en Bolivia. Obtenido de Capítulo III. Características de cada eslabón de la cadena agroalimentaria de la papa en Bolivia. 3.3. La agroindustria de la papa.: <https://www.proinpa.org/tic/pdf/Papa/Varios%20>

Papa/Características%20de%20la%20cadena%20agroalimentaria%20de%20la%20papa%20y%20su%20industrializaci%F3n%20en%20Bolivia.pdf

IBCE. (19 de julio de 2012). Instituto Boliviano de Comercio Exterior. CIFRAS, Boletín Electrónico Bisemanal N.º 141. Obtenido de Papa en Bolivia. Importaciones de Papa: https://ibce.org.bo/images/ibcecifras_documentos/CIFRAS-141-papa-en-bolivia.pdf

IBCE. (15 de mayo de 2017). Instituto Boliviano de Comercio Exterior. CIFRAS Boletín Electrónico Bisemanal N.º 606. Obtenido de Papa en Bolivia. Saldo Comercial de la papa y sus derivados (2010 – 2016 y avance a marzo del 2017): https://ibce.org.bo/images/ibcecifras_documentos/CIFRAS-606-Papa-en-Bolivia.pdf

Impuestos Nacionales. (09 de julio de 2015). ¿Qué es el IT? Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=rOiAFkw2D0s>

Impuestos Nacionales. (10 de julio de 2015). ¿Qué es el IUE? Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=zdkfeftj7YQ>

Impuestos Nacionales. (09 de julio de 2015). ¿Qué es el IVA? Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=GyHrdmgEmBY>

INE. (21 de julio de 2017). Instituto Nacional de Estadística. Obtenido de producción de Papa, tomate y cebolla en Bolivia es mayor a su importación: <https://www.ine.gob.bo/index.php/produccion-de-papa-tomate-y-cebolla-en-bolivia-es-mayor-a-su-importacion/#:~:text=%2D%20Al%20a%C3%B1o%20agr%C3%ADcola%202015%2D2016,51.841%20toneladas%2C%20se%20importa%204%2C>

INE. (01 de abril de 2021). CITE: INE-DGE-UDC N° 349/21. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística: <https://www.ine.gob.bo/>

Isique Valverde, M. J., & Sing Lezama, J. L. (2017). Influencia de la Hidrólisis química en las características fisicoquímicas y funcionales de los residuos industriales de papa, camote y yuca. 2.8. Cáscara de papa, Cuadro 9: Composición de los residuos de cáscara de papa. Obtenido de Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Agroindustrial:

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3053/47038.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mamani, L. (17 de marzo de 2018). La Razón. Economía. Obtenido de Baja la importación de papa y crearan una semilla resistente.: <https://www.paginasiete.bo/economia/2018/3/17/baja-importacin-papa-crearn-semilla-resistente-173403.html>

Manaco. (07 de julio de 2020). Catálogo CHATSHOP Manaco CALZA PERFECTO EN TU DÍA. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1YDhRkiZ4Sb4jENQ6vJd7bwevMpd2e4cE/view>

MDRyT. (2012). Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Compendio Agropecuario, Observatorio Agroambiental y Productivo. Obtenido de CAPÍTULO 3. Seguridad y Soberanía Alimentaria, 3.1. Cultivos Agrícolas, Estadísticas del cultivo de la Papa. CUADRO 3.5. Superficie cultivada, producción y rendimiento de la papa por departamento.: <https://www.ruralytierras.gob.bo/compendio2012/files/assets/basic-html/page88.html>

MDRyT. (2012). Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Compendio Agropecuario. Observatorio Agroambiental y Productivo. Obtenido de CAPÍTULO 3. Seguridad y Soberanía Alimentaria. 3.1. Cultivos Agrícolas. 3.1.1. Papa (Solanum Tuberosum): <https://www.ruralytierras.gob.bo/compendio2012/files/assets/basic-html/page79.html>

MDRyT. (2021). Obtenido de Información Estadística General y Sectorial. Producción Agrícola, Inf. Dptal. Papa, Producción Agrícola en Bolivia: <https://siip.produccion.gob.bo/>

Paye Collanque, B. (2015). Proyecto de Grado: La industrialización de la papa como promotor de crecimiento y desarrollo de su producción en Bolivia. Capítulo IV. Marco Referencial, 4. La Papa, 4.1. Historia de la Papa en Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/6159/T-2101.pdf?sequence=1>

Quispe, A. (23 de mayo de 2012). LA RAZÓN, Economía. Mercado. Obtenido de 2,4% de la papa que se consume es importada: <http://agroingeniero.blogspot.com/2012/05/24-de-la-papa-que-se-consume-es.html>

- Rivera, J. (23 de febrero de 2015). Estudio de Disponibilidad de Materia Prima. Obtenido de <https://prezi.com/bwrw1ltxa4mt/estudio-de-disponibilidad-de-materia-prima/>
- Taha, H. (2012). Investigación de Operaciones. Capítulo 14. Análisis de decisiones y juegos, 14.3. Decisión Bajo Incertidumbre. Impreso en México: Pearson Educación, 9a Edición.



Carrera de Ingeniería Industrial 86 Años

**Facultad de Ingeniería
Universidad Mayor de San Andrés**

UMSA
UNIVERSIDAD DEL BICENTENARIO



CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS