



*Propuesta de diseño del proceso para la elaboración de tortillas tipo taco a partir de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.)*

*Proposed process design for the production of taco-type tortillas from wheat flour (*Triticum aestivum* L.)*

*Projeto de processo proposto para a produção de tortilhas tipo taco a partir de farinha de trigo (*Triticum aestivum* L.)*

Marco Vinicio LLambo Guapisaca ^I
viniciollambo10@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0006-0802-9432>

Daniel Cabrera Valle ^{II}
da.cabrera@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6685-4178>

Manoella Alejandra Sánchez Garnica ^{III}
ma.sanchezg@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-5774-8031>

Correspondencia: da.cabrera@uta.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 26 de abril de 2025 ***Aceptado:** 24 de mayo de 2025 * **Publicado:** 25 de junio de 2025

- I. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Ambato, Tungurahua, Ecuador.
- II. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Ambato, Tungurahua, Ecuador.
- III. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Ambato, Tungurahua, Ecuador.

Resumen

La investigación se enfoca en el diseño de un proceso productivo innovador para elaborar tortillas tipo taco utilizando harina de trigo (pasaje R1F-R2-H1(2)) de una empresa localizada en Santa Rosa, Ambato. El estudio incluyó caracterizar la harina mediante parámetros como humedad, proteínas, cenizas, gluten húmedo, color, índice de actividad enzimática (falling number), almidón dañado y propiedades reológicas evaluadas con el equipo Mixolab. El diseño del proceso se basó en normativas internacionales y adaptaciones internas para optimizar la producción, garantizando calidad e inocuidad. Los resultados revelaron destacadas características nutricionales en proteínas y fibra dietética, esenciales en la dieta. Las tortillas mostraron una textura adecuada, consistente y elástica. Los análisis microbiológicos confirmaron ausencia de mohos, levaduras y *Escherichia coli* gracias al propionato de calcio y buenas prácticas de manipulación. Finalmente, se presentaron diagramas de flujo (BFD y PFD) y balances de masa para guiar eficientemente la producción.

Palabras Clave: Diseño de proceso; normativa internacional; falling number; Mixolab; balance de materia; BFD; PFD.

Abstract

This research focuses on the design of an innovative production process for making taco-style tortillas using wheat flour (R1F-R2-H1(2) passage) from a company located in Santa Rosa, Ambato. The study included characterizing the flour using parameters such as moisture, protein, ash, wet gluten, color, enzymatic activity index (falling number), damaged starch, and rheological properties evaluated with Mixolab equipment. The process design was based on international regulations and internal adaptations to optimize production, ensuring quality and safety. The results revealed outstanding nutritional characteristics in proteins and dietary fiber, essential in the diet. The tortillas showed an adequate, consistent, and elastic texture. Microbiological analyses confirmed the absence of molds, yeasts, and *Escherichia coli* thanks to the calcium propionate and good handling practices. Finally, flow diagrams (BFD and PFD) and mass balances were presented to efficiently guide production.

Keywords: Process design; international regulations; falling number; Mixolab; material balance; BFD; PFD.

Resumo

Esta investigación centra-se no design de um processo de produção inovador para a confeção de tortilhas estilo taco utilizando farinha de trigo (passagem R1F-R2-H1(2)) de uma empresa localizada em Santa Rosa, Ambato. O estudo incluiu a caracterização da farinha utilizando parâmetros como humidade, proteína, cinzas, glúten húmido, cor, índice de atividade enzimática (falling number), amido danificado e propriedades reológicas avaliadas com o equipamento Mixolab. O design do processo foi baseado em regulamentos internacionais e adaptações internas para otimizar a produção, garantindo qualidade e segurança. Os resultados revelaram características nutricionais excepcionais em proteínas e fibra alimentar, essenciais na dieta. As tortilhas mostraram uma textura adequada, consistente e elástica. As análises microbiológicas confirmaram a ausência de fungos, leveduras e *Escherichia coli* graças ao propionato de cálcio e às boas práticas de manuseamento. Por fim, foram apresentados diagramas de fluxo (BFD e PFD) e balanços mássicos para orientar eficientemente a produção.

Palavras-chave: Projeto de processo; regulamentações internacionais; número decrescente; Mixolab; balanço de materiais; BFD; PFD.

Introducción

La industria alimentaria enfrenta el constante desafío de satisfacer las exigencias del consumidor mediante productos de alta calidad, inocuos y con valor nutricional agregado, lo que impulsa la innovación y el desarrollo de nuevos procesos productivos (Jondiko et al., 2016). En este contexto, las tortillas tipo taco elaboradas con harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) han ganado gran aceptación a nivel mundial, tanto por su versatilidad como por su creciente incorporación en dietas modernas influenciadas por la globalización (Dizlek et al., 2022). Tradicionalmente elaboradas a partir de harina de maíz, las tortillas de trigo se han posicionado como una alternativa atractiva debido a sus propiedades sensoriales y texturales, como elasticidad, suavidad y resistencia al enrollado (Montemayor et al., 2018). Sin embargo, la estandarización de sus características físicas, químicas y reológicas requiere de un diseño de proceso riguroso que garantice calidad constante en cada lote.

La harina de trigo, principal insumo de este producto, presenta entre 8 y 14 % de proteínas, proporción que influye directamente en el comportamiento de la masa y en la textura final de la tortilla (Yang et al., 2022). Parámetros como el contenido de humedad, cenizas, gluten húmedo,

índice de actividad enzimática (falling number), almidón dañado y color son indicadores clave para caracterizar la calidad tecnológica de la harina (Badaró et al., 2022; Cocchi et al., 2005). Adicionalmente, las propiedades reológicas de la masa, evaluadas mediante instrumentos como el Mixolab, permiten predecir el desempeño de la harina durante el amasado y la cocción, aspectos fundamentales para asegurar la consistencia del producto final (Pérez & García, 2013).

La estandarización de procesos mediante el diseño de diagramas de flujo (BFD y PFD), balances de masa y control de variables operativas es esencial para garantizar eficiencia, trazabilidad e inocuidad (Glavic et al., 2021). Un proceso bien estructurado permite mejorar el aprovechamiento de materias primas, reducir pérdidas y facilitar la implementación de sistemas de aseguramiento de calidad, adaptándose tanto a normativas internacionales como a exigencias específicas del mercado. La inclusión de aditivos como propionato de calcio, además de ingredientes básicos como grasa, sal y bicarbonato de sodio, contribuye a la estabilidad microbiológica del producto, evitando el desarrollo de mohos, levaduras y *Escherichia coli*, sin afectar negativamente sus características organolépticas (Pochteca, 2023; Hernández et al., 2021).

El consumo de tortillas de trigo ha mostrado un crecimiento sostenido, superando en algunas regiones incluso al pan tradicional, y generando una industria de millones de dólares anuales (Serna et al., 2019). En Ecuador, aunque la tortilla de maíz tiene una presencia significativa a nivel artesanal, la demanda de productos derivados de la gastronomía mexicana, como tacos, burritos y quesadillas, ha abierto una oportunidad para la industrialización local de tortillas de trigo (Alba & Robles, 2023). Este escenario impulsa la necesidad de desarrollar procesos adaptados a las condiciones y materias primas disponibles a nivel nacional, promoviendo a su vez la sustitución de importaciones y el fortalecimiento del valor agregado agroindustrial.

Esta investigación se centra en el diseño integral de un proceso de producción para tortillas tipo taco a base de harina de trigo, mediante la caracterización detallada de la materia prima, la evaluación del comportamiento reológico de la masa y la validación de la calidad físico-química, microbiológica y sensorial del producto final. El estudio propone un modelo escalable que integra fundamentos científicos y tecnológicos para optimizar la operación industrial, garantizando un producto competitivo, nutritivo y seguro. Así, se sientan las bases para estandarizar la elaboración de tortillas tipo taco de alta calidad, fortaleciendo la innovación dentro del sector alimentario nacional e impulsando el desarrollo de nuevos productos derivados del trigo.

Metodología

2.1 Materiales

Para la elaboración de las tortillas tipo taco se utilizó harina de trigo correspondiente al pasaje R1F-R2-H1(2), proporcionada por Molinos Miraflores S.A. Además, se emplearon insumos alimentarios como grasa vegetal, sal yodada, bicarbonato de sodio, fosfato monocalcico anhidro, azúcar, propionato de sodio y agua potable tratada (INEN 1108, 2014). Todos los análisis fisicoquímicos se realizaron en los laboratorios de la empresa y en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL).

2.2 Caracterización de la materia prima

2.2.1 Análisis con equipo NIR

Se realizó un análisis físico-químico mediante espectroscopía de infrarrojo cercano (NIR) con el equipo Inframatic 9500 de Perten Instruments. Se siguió el protocolo AACC 39-10.01 (2001), obteniendo valores de humedad, proteína, gluten húmedo, cenizas y color. Estos datos permitieron validar la harina según lo estipulado en la norma INEN 616 (2015).

2.2.2 Almidón dañado

El porcentaje de almidón dañado se evaluó mediante el equipo SDmatic (Chopin Technologies) conforme a AACC 76-33.01 (2011). La muestra de 1 g de harina se mezcló con una solución de yoduro de potasio y ácido bórico, y se monitoreó la absorción de yodo a 35 °C. El resultado se expresó en unidades UCD, indicando el daño mecánico al almidón durante la molienda (Bustillos, 2022).

2.2.3 Actividad α -amilásica (Falling Number)

La actividad enzimática se determinó con el método Falling Number (AACC 56-81.03, 1999). Una mezcla de 7 g de harina (base 14% humedad) y 25 mL de agua se colocó en un viscosímetro, se agitó durante 30 s y se dejó caer el émbolo. El tiempo de caída (FN) se registró automáticamente. Valores menores a 250 s indican actividad enzimática elevada; valores superiores a 300 s reflejan buena calidad de trigo (Becerra & Tuñoque, 2018).

2.2.4 Análisis reológico con Mixolab

Se usó el equipo Mixolab (Chopin Technologies) para determinar el comportamiento reológico de la masa (AACC 54-60.01, 2001). Se consideró una hidratación del 64%, ajustada con el contenido de humedad reportado por el NIR. El equipo registró la evolución del torque (Nm) durante un ciclo

de amasado, calentamiento y enfriamiento, evaluando la fuerza del gluten, la gelatinización del almidón y la retrogradación.

2.3 Elaboración de la tortilla tipo taco

Se utilizó la siguiente formulación (Tabla 1.) basada en ensayos previos:

Tabla 1. *Formulación de la tortilla tipo taco*

Ingredientes	Formulación en %
Harina	58,62
Grasa vegetal	7,32
Sal yodada	0,90
Bicarbonato de sodio	0,48
Fosfato monocalcico anhidrido	0,43
Azúcar	0,30
Propionato de Sodio	0,18
Agua	31,77
Total	100

Se pesaron los ingredientes con balanza analítica, se mezclaron en una amasadora KitchenAid por 10 min, y se bolearon porciones de 30 g. La masa reposó 25 min para favorecer el desarrollo del gluten. Luego, se laminó a 2 mm de espesor y 16 cm de diámetro, y se cocinó en horno INOX a 180 °C durante 1 min por lado. Finalmente, se enfriaron durante 5 min y se empacaron en bolsas de polipropileno.

2.4 Análisis del producto

2.4.1 Análisis proximal

Los siguientes parámetros se determinaron siguiendo métodos estandarizados:

- Humedad: método gravimétrico (Bianco et al., 2014).
- Cenizas: calcinación en mufla a 550 °C (INEN 520, 2012), aplicando:

$$\% \text{Ceniza} = \frac{P_2 - P_0}{P_1 - P_0} \times 100$$

- Grasa: método Soxhlet (AOAC 2003.06, 2023), con:

$$\%Grasa = \frac{P_f - P_i}{m_t} \times 100$$

- Proteína: método Dumas con equipo VELP NDA 701, aplicando el factor 5.7.
- Fibra dietética total: método gravimétrico enzimático (AOAC 985.29, 2023), con:

$$\%FDT = \frac{W - \left[\frac{P+A}{100} \times W \right]}{W_1} \times 100$$

- Carbohidratos: diferencia:

$$\%Carbohidratos = 100 - (\%H + \%C + \%G + \%P + \%F)$$

2.4.2 Análisis de textura

Se utilizó un texturómetro Brookfield CT3 con pinzas de tensión, cortando las tortillas en láminas de 8.7×3.75 cm. Se evaluó la extensibilidad bajo una velocidad de 2 mm/s y distancia de rotura de 78.8 mm (Arámbula et al., 2004; AACC 74-09, 1999).

2.4.3 Análisis microbiológico

Se analizaron muestras a los 15 días de almacenamiento. Se sembraron 10 g de tortilla en medio peptona (1:10), utilizando placas Compact Dry para detectar mohos, levaduras y *Escherichia coli* (INEN 1529, 2013; AACC 42-10.02, 2021).

2.5 Diseño técnico del proceso

2.5.1 Balance de materia

Se calculó un balance de masa para una producción de 400 kg/día de tortillas, aplicando:

$$\text{Acumulación} = \text{Entrada} - \text{Salida} + \text{Generación}$$

(Ibarz & Barbosa, 2005).

2.5.2 Diagramas BFD y PFD

Los diagramas de flujo se elaboraron en Microsoft Visio. El BFD muestra las operaciones unitarias principales conectadas por flujos. El PFD, en cambio, incluye equipos, condiciones de operación y flujos numerados, siguiendo las normativas ANSI/ISA S5.5 e ISO 10628 (Towler & Sinnott, 2022).

Resultados y Discusión

3.1 Caracterización de la harina

La harina utilizada, correspondiente al pasaje R1F-R2-H1(2), fue caracterizada inicialmente para garantizar su adecuación tecnológica en la elaboración de tortillas. Los resultados obtenidos mediante espectroscopía NIR y pruebas complementarias se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados fisicoquímicos de la harina de trigo

Parámetro	Resultado	Norma INEN 616 (2015)
Humedad (%)	12.30	Máx. 14.5
Proteína (%)	13.68	Mín. 11.5
Cenizas (%)	0.45	Máx. 0.60
Gluten húmedo (%)	32.25	30–40
Falling number (s)	398	250–400
Almidón dañado (UCD)	23.0	15–25

Los valores de proteína y gluten húmedo indican una harina con buena capacidad para formar una red proteica estable durante el amasado (Zhang et al., 2022). El *falling number* elevado (398 s) sugiere una baja actividad α -amilásica, lo cual es deseable en productos como tortillas, donde la integridad del almidón durante la cocción es clave para la textura (Becerra & Tuñoque, 2018).

El almidón dañado se mantuvo dentro del rango ideal (23 UCD), lo cual favorece una hidratación adecuada sin comprometer la viscosidad final. Estos resultados son congruentes con los reportados por Cocchi et al. (2005), quienes relacionan estos valores con buena panificación y capacidad de laminado.

3.2 Propiedades reológicas de la masa

La evaluación reológica se realizó con el equipo Mixolab, cuyos resultados se muestran en la Figura 1, donde se observa el comportamiento del torque (Nm) en función del tiempo y la temperatura.

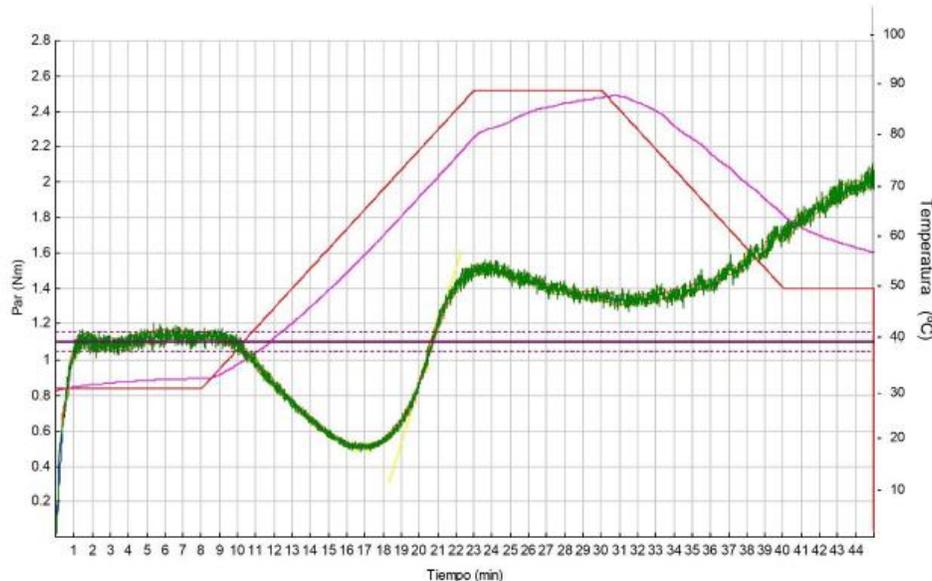


Figura 1. Torque (Nm) en función del tiempo y la temperatura para la harina R1F-R2-H1(2)

Los puntos clave de la curva fueron:

- C1 (1.08 Nm): estabilidad de la masa durante el amasado inicial.
- C2 (0.51 Nm): disminución por debilitamiento del gluten con calor.
- C3 (1.85 Nm): viscosidad máxima durante la gelatinización del almidón.
- C4 (1.32 Nm): estabilidad térmica del gel de almidón.
- C5 (1.52 Nm): retrogradación durante el enfriamiento.

La diferencia C3–C4 refleja la capacidad del almidón para mantener su viscosidad ante el calor, mientras que C5 indica buena estructura final del producto. Estos valores confirman que la harina presenta una buena interacción proteína–almidón, fundamental para productos planos (Pérez & García, 2013).

3.3 Evaluación fisicoquímica de las tortillas

En la Tabla 3 se presentan los resultados del análisis proximal de las tortillas tipo taco elaboradas a partir de la formulación optimizada.

Tabla 3. Composición nutricional de las tortillas tipo taco

Parámetro	Resultado (%)	Método
Humedad	33.45	Gravimétrico
Proteína	9.63	Método Dumas
Grasa	5.86	Soxhlet
Cenizas	1.89	Incineración
Fibra dietética total	4.67	AOAC 985.29
Carbohidratos	44.50	Por diferencia
Energía (kcal/100 g)	286.65	Cálculo estimado

La humedad de las tortillas fue consistente con el tipo de formulación, lo cual influye directamente en su vida útil. El contenido de proteínas (9.63%) y fibra dietética (4.67%) resultó superior al de productos comerciales similares, lo que representa una ventaja nutricional. El contenido calórico (286.65 kcal/100 g) las ubica como un alimento de densidad energética media, adecuado para dietas balanceadas (Yang et al., 2022).

3.4 Análisis de textura

La textura es un atributo clave para la aceptabilidad del consumidor. Se midió la fuerza de ruptura y extensibilidad utilizando el texturómetro Brookfield CT3. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Tensión (fuerza máxima y elongación) de las tortillas tipo taco

Replica	Fuerza máxima (g)	Elongación (mm)
1	377	1,81
2	636	1,99
3	940	2,38
4	648	1,99
5	712	2,19
6	708	2,18
7	542	1,58
8	566	1,59
9	339	1,79
10	418	1,99
Promedio	588,6±181,84	1,95±0,261

La tortilla presentó una fuerza máxima de ruptura de 657 g y una extensibilidad de 48 mm, lo que indica una textura adecuada: flexible, sin quiebres ni rigidez. Estos valores están dentro del rango ideal reportado por Arámbula et al. (2004) para tortillas tipo taco frescas. La elasticidad, en particular, permite el enrollado sin fracturas, atributo indispensable en aplicaciones culinarias como tacos y burritos.

3.5 Análisis microbiológico

Los resultados microbiológicos al día 15 de almacenamiento (temperatura ambiente) se resumen en la Tabla 5.

Tabla 5. Recuento microbiológico de tortillas almacenadas

Dilución	Muestra	Mohos y levaduras	<i>E. Coli</i>
10 ⁻⁶	1	-	Ausencia
	2	-	Ausencia
10 ⁻⁵	1	Ausencia	Ausencia
	2	Ausencia	Ausencia
10 ⁻⁴	1	Ausencia	-
	2	Ausencia	-

La ausencia de *E. coli* y el bajo recuento de mohos y levaduras se atribuyen al uso de propionato de sodio, un antimicrobiano eficaz en panificados (Pochteca, 2023), y al cumplimiento de buenas prácticas de manufactura (GMP) durante el proceso. Estos resultados demuestran que las tortillas se mantienen inocuas bajo condiciones de almacenamiento sin refrigeración, como se espera en la industria alimentaria local.

3.6 Diseño del proceso productivo: Diagramas BFD y PFD

El proceso de elaboración de la tortilla tipo taco fue representado mediante dos niveles de diagramación: el Diagrama de Flujo de Bloques (BFD, por sus siglas en inglés) y el Diagrama de Flujo de Proceso (PFD). Ambos fueron desarrollados con base en los principios de diseño de procesos establecidos por Towler & Sinnott (2022) y las normativas ISO 10628 e ISA S5.1 (2009).

3.6.1 Diagrama BFD

El BFD muestra de forma simplificada las etapas principales del proceso, permitiendo una visión general de la secuencia operativa. En la Figura 2 se representan las etapas fundamentales: pesaje, mezclado, reposo, laminado, cocción, enfriamiento y empaque.

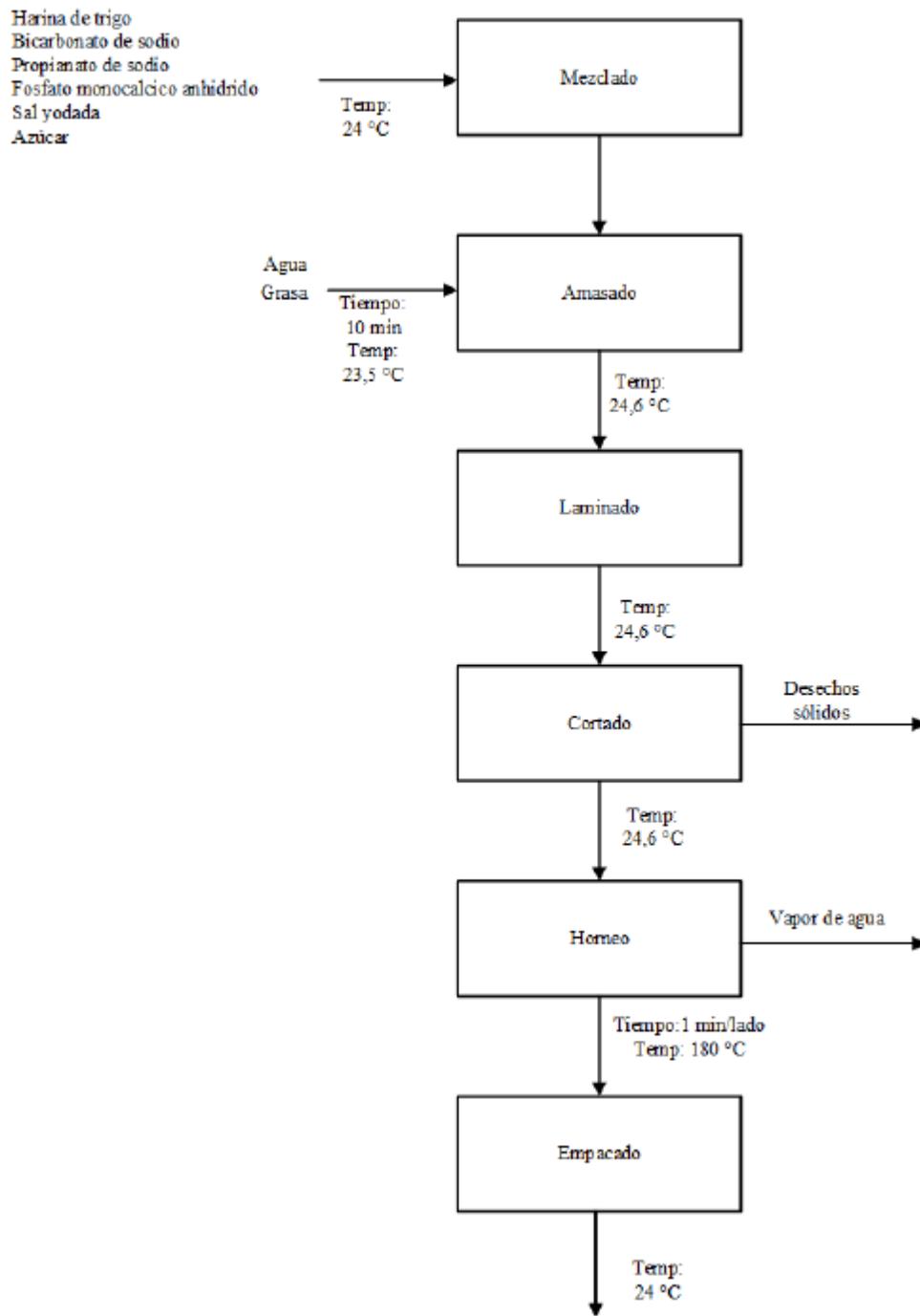


Figura 2. Diagrama de Flujo de Bloques (BFD) del proceso de elaboración de tortillas tipo taco

3.6.2 Diagrama PFD

El PFD incorpora detalles técnicos adicionales como flujos másicos (Tabla 6), equipos utilizados, condiciones de operación y líneas de flujo. En la Figura 3, se describe cada operación unitaria,

señalando parámetros relevantes (por ejemplo, tiempo de amasado, temperatura del horno y condiciones de almacenamiento).

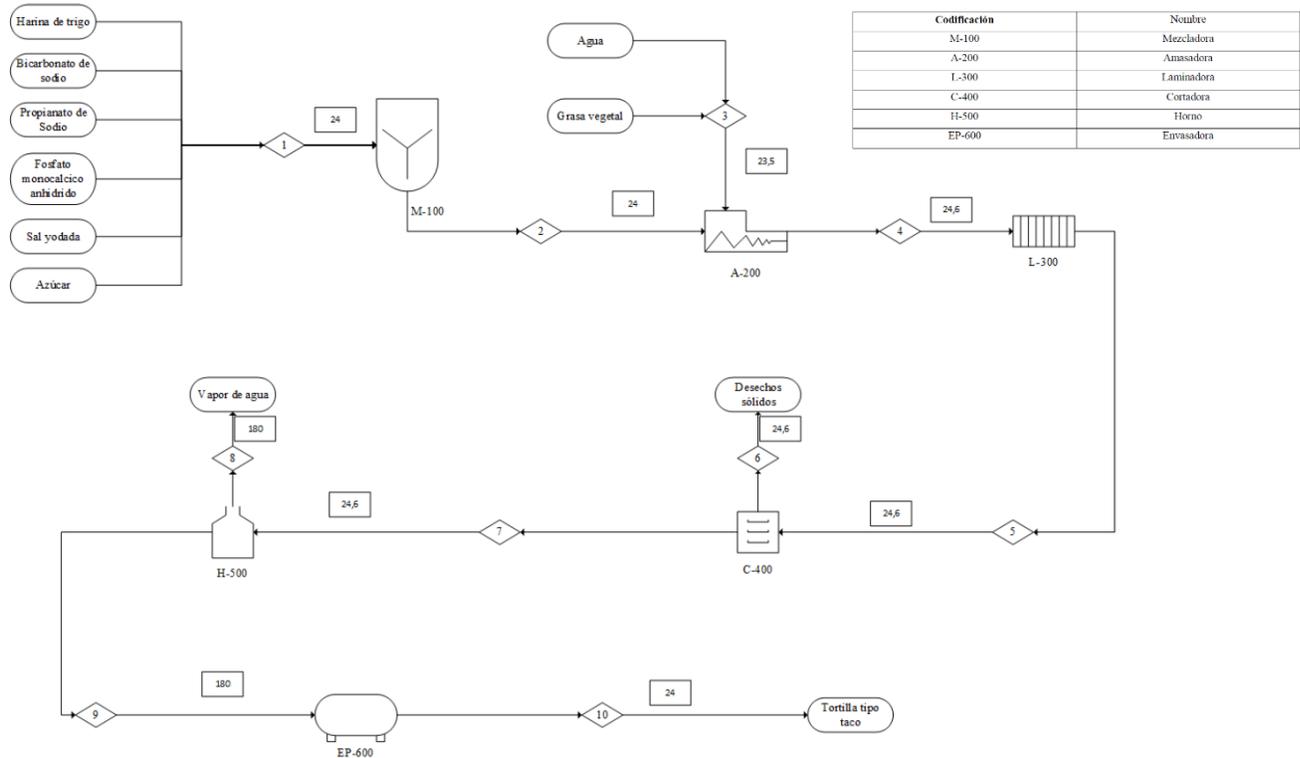


Figura 3. Diagrama de Flujo de Proceso (PFD) para 400 kg/día de producción

Tabla 6. Balance de materia para la producción de 400 kg/día de tortillas

Numero de corriente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Estado	Sólido	Sólido	Sólida-Líquida	Sólido	Sólido	Sólido	Sólido	Vapor	Sólido	Sólido
Temperatura (°C)	24	24	23,5	24,6	24,6	24,6	24,0	180	180	24
Flujo másico (kg/día)	243,64	243,64	400	400	400	0,01	399,99	66,67	333,33	333,33
Flujo másico de los componentes (kg/día)										
Harina de trigo	234,48	234,48	234,48	234,48	234,48	-	234,48	-	234,48	234,48
Bicarbonato de sodio	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	-	1,92	-	1,92	1,92
Propionato de Sodio	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	-	0,72	-	0,72	0,72
Fosfato monocalcico anhídrido	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	-	1,72	-	1,72	1,72
Sal yodada	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	-	3,60	-	3,60	3,60
Azúcar	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	-	1,20	-	1,20	1,20
Grasa vegetal	-	-	29,28	29,28	29,28	-	29,28	-	29,28	29,28
Agua	-	-	127,08	127,08	127,08	-	127,08	-	60,41	60,41
Desechos sólidos	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-
Vapor	-	-	-	-	-	-	-	66,67	-	-

Conclusiones

El presente estudio permitió desarrollar y validar un proceso productivo para la elaboración de tortillas tipo taco a partir de harina de trigo, mediante la caracterización integral de la materia prima, la evaluación de parámetros físico-químicos y microbiológicos del producto final, así como el diseño técnico del proceso. La harina evaluada (pasaje R1F-R2-H1(2)) presentó características tecnofuncionales adecuadas, destacando un contenido de proteína de 10,48 %, gluten húmedo de 32,2 % y un índice de caída de 400 s, lo que evidencia baja actividad enzimática y buenas propiedades para la formación de masa. Asimismo, el contenido de almidón dañado (26,6 %) favoreció una absorción de agua del 65,5 %, parámetros que aseguran estabilidad durante el amasado y cocción.

Las tortillas obtenidas mostraron propiedades nutricionales destacadas, con una humedad controlada (20,88 %), proteína del 10,3 %, fibra dietética de 2,10 % y grasa de 11,4 %, lo que favorece una textura elástica y adecuada para aplicaciones gastronómicas. Además, el análisis de textura reveló una fuerza máxima promedio de 588,6 g y una elongación de 1,95 mm, confirmando su consistencia. Desde el punto de vista microbiológico, se evidenció ausencia de *Escherichia coli*, mohos y levaduras durante 15 días, lo que garantiza la inocuidad del producto gracias al uso de propionato de calcio y a la aplicación de buenas prácticas de manufactura.

Finalmente, el diseño del proceso para una producción diaria de 400 kg evidenció un alto rendimiento (99,99 %) y una pérdida mínima de masa (16,67 %) atribuida al horneado, cumpliendo con estándares de eficiencia industrial. Estos resultados posicionan al proceso como una alternativa viable, escalable y segura para la industria alimentaria local dedicada a productos derivados del trigo.

Referencias

1. AACC 39-10.01. (2001). Near-Infrared Reflectance Method for Protein Determination in Wheat Flour.
2. AACC 42-10.02. (2021). Mold and Yeasts Counts.
3. AACC 54-60.01. (2001). Determination of Physical Dough Characteristics Using the Kieffer Dough and Gluten Extensibility Rig.
4. AACC 56-81.03. (1999). Determination of Falling Number.
5. AACC 74-09. (1999). Measurement of Bread Firmness by Universal Testing Machine.
6. AACC 76-33.01. (2011). Damaged Starch — Amperometric Method by SDmatic.
7. Acevedo-Pacheco, L., & Serna-Saldívar, S. (2016). In vivo protein quality of selected cereal-based staple foods enriched with soybean proteins. *Food & Nutrition Research*, 60(1), 1–9. <https://doi.org/10.3402/fnr.v60.31382>
8. Alba, C., & Robles, C. (2023). Elaboración de tortillas utilizando el método de nixtamalización. ITSEP.
9. Andrade, J. (2021). Desarrollo de tortilla con sustitución parcial de harina de trigo por harinas de jícama y cáscara de haba. UCSG.
10. AOAC 985.29. (2023). Total Dietary Fiber in Foods Enzymatic-Gravimetric Method.
11. AOAC 2001.11. (2023). Protein (Crude) in Animal Feed. Combustion Method.
12. AOAC 2003.06. (2023). Crude Fat, Hexanes Extraction in Feed, Cereal Grain, and Forage.
13. Arámbula, G. et al. (2004). Textura de tortilla de maíz. *ALAN*, 54(2). <https://ve.scielo.org>
14. Badaró, A., dos Santos, J. M., & Del Bianchi, V. L. (2022). NIR techniques applied to analysis of wheat-based products. *Food Control*, 140, 109115. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109115>
15. Barros, F., et al. (2010). Predicting hot-press wheat tortilla quality using flour, dough and gluten properties. *Journal of Cereal Science*, 52(2), 288–294.
16. Boukid, F. (2022). Flatbread – A canvas for innovation: A review. *Applied Food Research*, 2(1), 1–8.
17. Bressiani, J., et al. (2019). Thermo-mechanical properties of flour using Mixolab. *Czech Journal of Food Sciences*, 37(4), 276–284.

18. Bustillos, E. (2022). Caracterización físico-química de harinas comerciales. Tesis, Universidad de Sonora.
19. Chopin Technologies. (2012–2019). Mixolab applications and protocols. <https://concereal.net>
20. Dubat, A. (2010). New AACC Method to Measure Dough Rheology. *Cereal Foods World*, 55(3), 150–153.
21. Glavic, P., Kravanja, Z., & Varbanov, P. (2021). Process design and sustainable development: A European perspective. *MDPI*, 9(1).
22. Hernández, I., et al. (2021). Microalgae as innovative ingredients in wheat tortillas. *Algal Research*, 58, 102361.
23. INEN 616. (2015). Norma Técnica Ecuatoriana – Harina de trigo. Requisitos.
24. INEN 1108. (2014). Norma Técnica Ecuatoriana – Agua potable.
25. INEN 1529. (2013). Norma Técnica Ecuatoriana – Recuento de mohos y levaduras.
26. Jondiko, T., et al. (2016). Prediction of wheat tortilla quality using kernel, flour and dough properties. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 34, 9–15.
27. Pochteca Materias Primas. (2023). Propionato de calcio como conservante antimicrobiano.
28. Pérez, L. & García, R. (2013). Propiedades reológicas en la elaboración de productos de trigo. *Revista Colombiana de Tecnología de Alimentos*, 5(2), 97–104.
29. Rodríguez, A. (2020). Diseño de proceso para producción de tortillas a base de trigo. UTEQ.
30. Towler, G. & Sinnott, R. (2022). *Chemical Engineering Design. Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design* (3rd ed.). Elsevier.
31. Yang, T., et al. (2022). Influence of starch properties on biscuit quality of wheat lines. *LWT*, 158, 113166.
32. Zhang, S., et al. (2022). Application of near-infrared spectroscopy for nondestructive analysis of wheat flour. *Current Research in Food Science*, 5, 1305–1312