

Modificación de las propiedades reológicas y panificables mediante fermentación del almidón de maíz variedad INIAP 122

Modification of rheological properties and breadmaking by fermentation of corn starch variety INIAP 122

P. Acurio¹, E. Villacrés², M. Paredes¹

¹ Universidad Técnica de Ambato (UTA), Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Ambato-Ecuador

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Departamento de Nutrición y Calidad, Mejía - Ecuador.

Artículo recibido: 04/09/2017

Artículo aceptado: 02/06/2018

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el efecto de la fermentación en las propiedades reológicas y panificables del almidón de maíz variedad INIAP 122. El almidón fermentado de maíz se obtuvo mediante dos procesos diferentes tanto de extracción, de fermentación y de secado. Los resultados de las propiedades reológicas mostraron que la fuerza registrada en el Mixolab para gelatinización y retrogradación del almidón fermentado (2,62 a 2,68 Nm) fue menor en relación al almidón sin fermentar (2,96 a 2,88 Nm) lo que indica que el pan fermentado presenta la misma textura por mayor tiempo. El contenido amilásico del almidón fermentado y sin fermentar presenta diferencias estadísticamente diferentes con valores entre 2,11 hasta 2,40 Nm, lo que evidencia que las muestras tienen una actividad amilásica baja provocando masas blandas. Las muestras de almidón fermentado absorben mayor cantidad de agua entre 61 y 66% en relación al almidón sin fermentar 55 %, proporcionando mayor rendimiento en la elaboración de pan. Como resultado de la evaluación sensorial y propiedades panificables el mejor tratamiento fue la muestra molida, fermentada en un biorreactor y secada a 50°C (MB50°C), estas condiciones permitieron obtener un volumen de pan de 61,2 cm³, textura de 18,30 N y atributos sensoriales agradables.

Palabras claves: Almidón, maíz, pH, acidez, textura y volumen

ABSTRACT

This work evaluated the fermentation effect on the rheological and bread-making properties of corn starch from the variety INIAP 122. Fermented corn starch was obtained by two different processes of both extraction, fermentation and drying. The results showed that the rheological properties in the recorded force Mixolab to gelatinization and retrogradation of the starch fermentation (2.62 to 2.68 Nm) was lower compared to unfermented starch (2.96 to 2.88 Nm) so It is indicating that the fermented bread has the same texture for longer. . The amylose content of the fermented and unfermented starch presents statistical differences between values 2.11 to 2.40 Nm, which shows that the samples have a low amylase activity causing soft dough. Fermented starch samples absorb more water between 61 and 66% compared to unfermented 55% starch. As a result of sensory evaluation and bread-making properties was the best treatment ground, fermented sample in a bioreactor and dried at 50°C (MB50°C), these conditions allowed a volume of 61.2cm³ bread, texture 18 30 N and pleasant sensory attributes.

Keywords: Corn starch, pH, acidity, texture and volume.

1. INTRODUCCIÓN

La alta importación de trigo para la elaboración de productos de panificación crea inconvenientes en la Industria Molinera Ecuatoriana y en la economía del país. Diferentes Instituciones buscan alternativas para la sustitución parcial o total del trigo extranjero (Gómez, 2012). El Ecuador es uno de los países con mayor diversidad genética de maíz, actualmente se reconocen 29 variedades siendo el maíz duro seco y maíz suave seco los de mayor producción. Entre el 90 - 96 % es consumido por el sector avícola en la fabricación de alimentos balanceados, alrededor del 4% por industrias de consumo humano y el resto es usado para semilla (Líderes, R., 2018).

Betancourt, (2013), demostró que la fermentación es una alternativa para mejorar las propiedades panificables e incrementar la digestibilidad y el valor nutricional de la harina de maíz.

En el presente trabajo se evaluó el efecto de la fermentación sobre las propiedades reológicas y panificables del almidón de maíz variedad INIAP 122. Esta investigación surge para diversificar el consumo de productos de panificación, revalorizando el cereal ecuatoriano y contribuyendo a la seguridad alimentaria de la población ecuatoriana.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materia prima

Se utilizó maíz de variedad INIAP 122 proporcionado por el departamento de semillas del INIAP

2.2. Diseño experimental

Se aplicó el diseño factorial completo 23 con una repetición. Los factores y niveles de estudio se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Diseño experimental. Procesos de extracción, fermentación y secado

Factores	Niveles
a: Método de extracción	a ₀ : Molino
	a ₁ : Licuado
b: Método de fermentación	b ₀ : Biorreactor
	b ₁ : Funda plástica
c: Temperatura de secado	c ₀ : 50°C
	c ₁ : 65°C

2.3. Obtención del almidón fermentado de maíz

procesos batch, las etapas se muestran en la Figura 1.

La obtención se realizó mediante

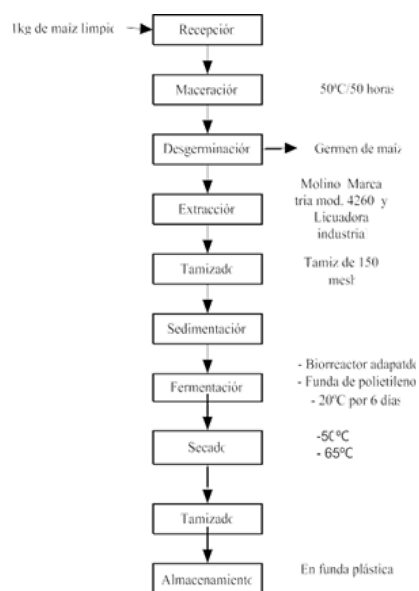


Figura 1. Obtención de almidón fermentado de maíz

2.4. Análisis químicos del almidón fermentado de maíz

Se realizó por triplicado la determinación de pH, acidez y humedad según los métodos de la AOAC 02-52, 02-31 y 964.22 respectivamente.

2.5. Análisis reológico.

Se determinó parámetros farinográficos como absorción de agua, tiempo de desarrollo, estabilidad y debilitamiento. Además, desarrollo de la masa(C1), poder de hinchamiento

del almidón(C2), gelatinización del almidón(C3), actividad amilásica(C4) y retrogradación (C5), utilizando el equipo Mixolab Chopin 2. Se aplicó el método estandarizado por la AACC 54-60.01

2.6. Elaboración de pan de almidón fermentado de maíz.

El proceso de elaboración de pan se realizó en el laboratorio experimental del INIAP. Se siguió el procedimiento tradicional de elaboración de un pan de trigo, disminuyendo el tiempo en el horno (Figura 2)

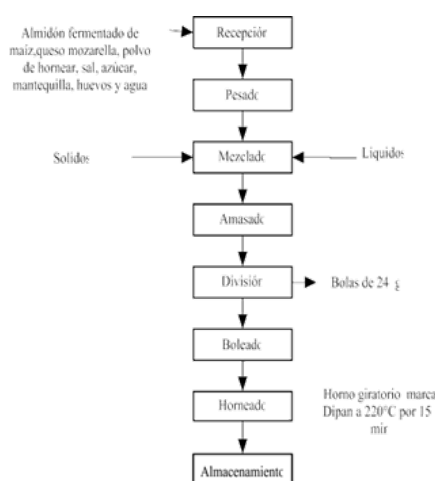


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de pan

2.7. Análisis de textura y propiedades panificables

La textura se determinó utilizando el texturometró TA.XT2i con una velocidad de pre-ensayo de 1,7 m/s, distancia de 4 mm, fuerza de 2 N utilizando una sonda de P 36/R.

El volumen del pan se midió mediante el método de desplazamiento de semillas establecido en la Norma INEC 530.

2.8. Análisis sensorial

Los parámetros estudiados fueron textura de miga, color de la corteza, apariencia, sabor, color de miga, y aceptabilidad. Se utilizó un diseño de bloques incompletos para 18 catadores semientrenados con 3 réplicas y 4 tratamientos para cada uno, según metodología de Cochran, (2008).

2.9. Análisis Estadístico

Mediante el análisis de varianza (Tukey) en excel se determinó una diferencia significativa en los atributos sensoriales del pan de almidón fermentado de maíz.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis químicos del almidón fermentado de maíz.

El proceso de fermentación se caracterizó por la disminución del pH desde 6,14 hasta 3,13 y el incremento de la acidez desde 0,19% hasta 0,72% de ácido láctico en 6 días de fermentación. Las muestras fermentadas extraídas mediante licuado presentaron mayor rendimiento con valores de 71,1% a 78,7 % en comparación a las muestras fermentadas extraídas mediante molienda con valores entre 66% a 69,3%. (Tabla 2), lo cual permitió establecer el porcentaje de almidón fermentado aprovechable.

Tabla 2. Valores de pH, acidez, rendimiento y humedad del almidón fermentación de maíz

Muestras	pH		Acidez		Rendimiento (%)	Humedad (%)
	Inicial	Final	Inicial	Final		
MB50°C	6,09	3,42	0,19	0,59	66,6	13,5
MB65°C	6,2	3,48	0,17	0,55	67,2	14,3
MF50°C	6,05	3,4	0,2	0,58	67,2	13,9
MF65°C	6,14	3,43	0,2	0,59	66	13,6
LB50°C	6	3,13	0,24	0,72	78,8	14,2
LB65°C	6	3,28	0,2	0,68	71,1	12,7
LF50°C	6	3,31	0,2	0,65	78,3	13,1
LF65°C	6	3,4	0,2	0,64	78,7	13,9
Almidón sin fermentar	6,2	6,2	0,17	0,17	69,3	12

Simbología. método de extracción (L=licuado; M=molido); método de fermentación (B= biorreactor; F=funda); método de secado (50°C; 65°C).

3.2. Parámetros Farinográficos

Los parámetros farinográficos obtenidos en el simulador del Mixolab mostraron que las muestras de almidón fermentado absorben mayor cantidad de agua (61% y 66%) comparándola con el almidón sin fermentar (55%). La absorción de agua más alta fue de

66% en la muestra licuada, fermentada en un biorreactor y secada a 50°C (LB50°C) (Tabla 3), este valor puede estar influenciado por una mayor cantidad de almidones dañados, según Moiraghi, Ribotta y Aguirre, (2005) los almidones dañados absorben aproximadamente cuatro veces el peso del grano.

Tabla 3. Parámetros farinográficos de los almidones de maíz con y sin fermentación

Muestras	Absorción de agua (%)	Tiempo de desarrollo (min)	Estabilidad (min)	Debilitamiento (UF)
MB50°C	63,5 ^c	10,50 ^e	1,75 ^a	0 ^a
MB65°C	63 ^{b,c}	3,00 ^b	1,5 ^a	0 ^a
MF50°C	61 ^a	5,50 ^c	1,5 ^a	0 ^a
MF65°C	61 ^{a,b}	10,0 ^{de}	1,5 ^a	22 ^a
LB50°C	66 ^d	1,50 ^a	1,5 ^a	140 ^c
LB65°C	63 ^{a,b,c}	1,50 ^a	1,5 ^a	138 ^c
LF50°C	63 ^{a,b,c}	10,25 ^e	1,5 ^a	98 ^b
LF65°C	64 ^c	6,00 ^{c,d}	1,5 ^a	93 ^b
Sin fermentar	55 ^a	2,50 ^{a,b}	1,5 ^a	21 ^a

Los promedios con letras diferentes (en superíndices) en una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Modificación de las propiedades reológicas y panificables mediante fermentación del almidón de maíz variedad INIAP 122

Modification of rheological properties and breadmaking by fermentation of corn starch variety INIAP 122

Respecto al tiempo de desarrollo se obtuvo que la mayoría de las muestras de almidón fermentado necesitan tiempos mayores a 5,5 min para la formación de la masa lo cual puede estar asociado con la velocidad de absorción de agua y la dificultad de los almidones para formar una masa viscoelástica lo que produjo la fatiga de la masa y pérdida de cohesión. Este resultado concuerda con lo ya mencionado por Matos y Rosell, (2008) al evaluar el desarrollo de la masa de almidones naturales.

La estabilidad de la masa de las muestras estudiadas no presentaron diferencias estadísticamente ($p > 0,05$), con valores entre 1,5 a 1,75 min. No así el valor del debilitamiento de 0 a 140 Unidades Farinograficas (UF) en las masas de almidón fermentado de maíz y almidón sin fermentar, mientras que las muestras licuadas y fermentadas presentaron valores mayores a 93 UF,

es decir tienen menor tolerancia al amasado.

3.3. Análisis Reológico

El análisis de las propiedades reológicas

mostraron que el desarrollo de la masa (C1) de las muestras de almidón fermentado y sin fermentar fluctúa de 1,08 a 1,15 Nm (Tabla 4), encontrándose dentro del rango establecido por el Mixolab para tener datos confiables sobre reología.

El poder de hinchamiento (C2), de las muestras de almidón fermentado y sin fermentar varían entre 0 a 0,48 Nm, donde las muestras MB65°C, LB50°C, LF50°C, LF65°C presentaron una fuerza igual a 0 Nm, es decir estas muestras absorben mayor cantidad de agua provocando un incremento en el volumen de los gránulos de almidón.

Tabla 4. Reología de la masa de los almidones fermentados de maíz y almidón sin fermentar

Muestras	C1 (Nm)	C2 (Nm)	C3 (Nm)	C4 (Nm)	C5 (Nm)
MB50°C	1,08	0,43c	2,61b,c	2,27a,b	2,48a
MB65°C	1,07	0,00a	2,88c,d	2,40a,b	2,88b
MF50°C	1,08	0,44c	2,63b,c	2,26a,b	2,67a
MF65°C	1,08	0,29b	2,39b	2,22b	2,99b
LB50°C	1,15	0,00a	2,10a	2,12a	2,53a
LB65°C	1,10	0,26b	2,99d	2,18a,b	2,80b
LF50°C	1,08	0,00a	2,41b	2,14a	2,56a
LF65°C	1,10	0,00a	2,96d	2,11a	2,59b
Almidón sin fermentar	1,15	0,28b	3,03e	2,40a,b	2,88b

Desarrollo de la masa (C1), poder de hinchamiento del almidón (C2), gelatinización del almidón (C3), actividad amilásica (C4) y retrogradación (C5). Los promedios con letras diferentes (en superíndices) en una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Modificación de las propiedades reológicas y panificables mediante fermentación del almidón de maíz variedad INIAP 122

Modification of rheological properties and breadmaking by fermentation of corn starch variety INIAP 122

La fuerza registrada para la gelatinización (C3) del almidón fermentado y sin fermentar varía desde 2,10 hasta 3,03 Nm. La fuerza más alta producida fue de 3,03 Nm en el almidón sin fermentar, lo que indica que esta muestra tendrá una masa más viscosa llegando a afectar la apariencia y textura del pan.

La fuerza registrada para actividad amilásica (C4), de las muestras de almidón fermentado y sin fermentar fluctúan entre 2,11 hasta 2,40 Nm, lo que evidencia que las muestras tienen una actividad amilásica baja provocando masas blandas (Dubat, Rosell y Gallagher, 2014).

La fuerza registrada para la retrogradación (C5), del almidón fermentado y sin fermentar está en el intervalo de 2,48 hasta 2,99 Nm. La fuerza más alta fue 2,99 Nm en la muestra molida, fermentada en

una funda plástica y secada a 65°C (MF65°C) siendo este valor similar al del almidón sin fermentar 2,99 Nm, es decir en estas muestras la retrogradación es más rápida.

3.4. Propiedades panificables

Las muestras de pan de almidón fermentado y almidón sin fermentar presentaron propiedades panificables estadísticamente diferentes ($p < 0,05$) (Tabla 5). El volumen específico más alto fue 2,66 cm³/g en la muestra molida, fermentada en biorreactor y secada a 50°C (MB50°C). Este parámetro está relacionado con la distribución y cantidad de alveolos en el pan formado en la fermentación lo que implica producción de gas, incremento del volumen y disminución del peso del pan en el proceso de horneado (Pineda, 2013).

Tabla 5. Propiedades panificables de las muestras de pan de almidones fermentados de maíz y almidón sin fermentar.

Muestras	Volumen (cm ³)	Volumen específico (cm ³ /g)	Textura (N)
MB50°C	61,2 ^e	2,66 ^e	18,3 ^a
MB65°C	48,2 ^a	2,09 ^a	39,3 ^e
MF50°C	59,2 ^d	2,57 ^d	27,3 ^c
MF65°C	51,4 ^b	2,24 ^b	40,3 ^f
LB50°C	55,0 ^c	2,39 ^c	18,3 ^a
LB65°C	53,8 ^c	2,34 ^c	30,2 ^d
LF50°C	54,0 ^a	2,33 ^c	23,7 ^b
LF65°C	48,8 ^c	2,12 ^b	30,5 ^d
Sin fermentar	50,8 ^b	2,19 ^b	41,6 ^f

Los promedios con letras diferentes (en superíndices) en una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

En consecuencia, la dureza de las muestras de pan de almidón fermentado y sin fermentar está en el intervalo de 18,2 hasta 41,6 N. La textura más baja fue 18,3 N en las muestras (MB50°C) y (LB50°C), la misma que es mayor al comparar con la textura del pan de trigo 9,88 N, esta diferencia se puede atribuir a la ausencia de aditivos como enzimas o gomas que mejoren la textura del pan de almidón fermentado de maíz.

3.5. Evaluación sensorial

De acuerdo con los datos de evaluación sensorial se observa que la muestra licuada fermentada en un biorreactor y secada a 50°C (LB50°C) y la muestra molida, fermentada en un biorreactor y secada a 50°C (MB50°C) tienen las mejores puntuaciones en color de la corteza, apariencia o simetría, sabor, color de miga, textura de miga y aceptabilidad (Figura 3).

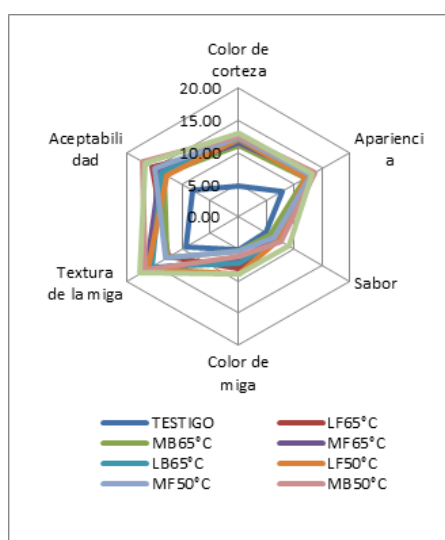


Figura 3. Promedio de los atributos sensoriales del pan de almidón fermentado de maíz.

4. CONCLUSIONES

El análisis de las propiedades reológicas determina que las muestras de almidón fermentado absorben mayor cantidad de agua en un rango de 61 a 66 %, con una fuerza de desarrollo de la masa entre 1,08 a 1,15 Nm. La muestra de almidón sin fermentar presentó los valores más altos de la fuerza registrada en el Mixolab para la gelatinización (3,03 Nm) y actividad

amilasica (2,40 Nm), lo que indica que tiene mayor viscosidad y baja actividad amilasica. En cuanto al contenido de retrogradación la muestra (MB50°C), presentó una menor fuerza de 2,48 Nm, es decir la retrogradación fue más lenta. Como resultado de la evaluación sensorial y propiedades panificables el mejor tratamiento fue la muestra molida, fermentada en un biorreactor y secada a 50°C (MB50°C), estas condiciones de fermentación

del almidón permitieron obtener un volumen de pan de 61,2 cm³, dureza de 18,30 N y atributos sensoriales agradables

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. (1995). Official methods of analysis. USA: Chemistry.
- Betancourt Botero, S. P., Bolívar Escobar, G. A., & Ramírez Toro, C. (2013). Fermentación de maíz de alta calidad proteica con *Lactobacillus plantarum* (CPQBA 087-11 DRM) aislado en Colombia de masas tradicionales fermentadas. *Revista argentina de microbiología*, 45(4), 282-283.
- Dubat, A. (2016). *Mixolab: A New Approach to Rheology*. Academic Press
- Gómez, A. (2012). Ecuador busca retornar a la sustentabilidad en trigo. *El Universo*.
- Líderes R. (2018). El cultivo de maíz ha sido constante los últimos años. *Revista Líderes*.
- Lugo, B. (2010). Análisis que Define la Calidad del Pan. *Magazine del Pan*.
- Manual del Mixolab, C. (2009). Aplicaciones Mixolab manual, reológicas y análisis enzimático.
- Matos, M. E., & Rosell, C. M. (2013). Quality indicators of rice-based gluten-free bread-like products: relationships between dough rheology and quality characteristics. *Food and Bioprocess Technology*, 6(9), 2331-2341.
- Moiraghi, M., Ribotta, P. D., Aguirre, A., Pérez, G. T., & León, A. E. (2005). Análisis de la aptitud de trigos pan para la elaboración de galletitas y bizcochuelos. *Agriscientia*, 22(2), 47-54.
- Norma INEC 530. (1981). Harina de trigo. Ensayo de panificación.
- Pineda, P., & Coral, D. (2013). Papel del agua en la gelatinización del almidón de maíz: estudio por calorimetría diferencial de barrido. Recuperado el 2015 de Febrero de 20, de Ingeniería y Ciencia: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-91652010000100008&script=sci_arttext
- Vargas, P. (2010). Obtención de almidón fermentado a partir de yuca (*Manihot esculenta crantz*) variedad valencia, factibilidad de uso en productos de panadería. *Revista Tecnología en Marcha*, 23(3), pág-15.
- Zeng, J., Gao, H., & Guanglei, L. (2011). Características de la Harina de Maíz Fermentado por algunas especies de *Lactobacillus*. *School of Food Science*, 1