

EVALUACIÓN REOLÓGICA DE MEZCLAS DE HARINA DE TRIGO Y PLÁTANO

*Marta Álvarez-González*¹, Gwendolyne Hernández-Rodríguez¹*

¹Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3½, CP 17100, Cuba.

E-mail: marta@iiaa.edu.cu

Recibido: 02-05-2024 / Revisado: 25-05-2024 / Aceptado: 21-06-2024 / Publicado: 30-12-2024

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la sustitución parcial del 10, 15, 20 y 25 % de la harina de trigo por la harina de plátano en la reología de masas. Se utilizó un Mixolab de acuerdo a lo establecido en el protocolo de trabajo Simulador (Chopin S) para medir la absorción de agua (%), el tiempo de desarrollo (min) y la estabilidad de la curva (min). Con el protocolo estándar se obtuvieron todos los parámetros de torque (Nm), tiempo (min) y de temperatura (°C) en el mezclado, calentamiento y enfriamiento. Las masas con harina de plátano evaluadas en el mixolab mostraron un incremento de la absorción de agua y una disminución de la estabilidad. Los indicadores de la retrogradación y fuerza de gel variaron respecto a la muestra control en dependencia del porcentaje de sustitución.

Palabras clave: reología, harina de plátano, harina de trigo

ABSTRACT

Rheological evaluation of wheat and banana flour mixtures.

The effect of partial replacement of 10, 15, 20 and 25 % of wheat flour with banana flour on dough rheology was evaluated. A Mixolab was used in accordance with the provisions of the Simulator work protocol (Chopin S) to measure water absorption (%), development time (min) and curve stability (min). With the standard protocol, all parameters of torque (Nm), time (min) and temperature (°C) were obtained in mixing, heating and cooling. The banana flour doughs evaluated in the mixolab showed an increase in water absorption and a decrease in stability. The retrogradation and gel strength indicators varied with respect

to the control sample depending on the substitution percentage.

Key words: rheology, flour, banana flour, wheat flour

INTRODUCCIÓN

El estudio de las propiedades reológicas de las harinas se utiliza para predecir, en dependencia del equipo empleado, el posible comportamiento de las masas en diferentes etapas del proceso de elaboración de los productos horneados como el mezclado, la fermentación y la cocción.

Existen varios equipos diseñados para medir las propiedades de las masas formadas de harina de trigo de mezclas con harinas de diferentes procedencias y controlar su calidad. Algunos de ellos son el alveógrafo, farinógrafo, extensógrafo y viscoamilógrafo. Ellos reportan datos relacionados con la fuerza, gelatinización del almidón, extensibilidad de la masa, la actividad de la alfa amilasa y otras propiedades con las cuales se puede realizar el diseño de mezclas de harinas de diferente procedencia para el desarrollo posterior de un producto alimenticio.

Uno de los últimos equipos desarrollados es el mixolab, que reúne en él la evaluación de las propiedades de las masas durante el mezclado a temperatura ambiente, durante el calentamiento y posterior enfriamiento. Mide en unidades internacionales el torque de una masa sometida a una doble presión de amasado y a partir de sus resultados se pueden sacar conclusiones sobre la calidad de las proteínas y del almidón empleando una muestra de 50 g de harina (1).

Debido a la importancia que reviste para los países no productores de trigo la sustitución parcial de la harina de trigo por harinas alternativas de producción nacional, la harina de plátano es una de las posibles a emplear y conocer su efecto sobre las propiedades reológicas de la harina de trigo permite anticipar su comportamiento en la elaboración de diferentes productos y determinar los posibles niveles de sustitución.

Existen pocas referencias sobre las propiedades reológicas de las mezclas con harina de plátano (2,3,4).

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de plátano en la reología de masas con el empleo del mixolab.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó harina de trigo de media fuerza con 11,37 % de humedad y 29,3 % de gluten húmedo (5). La harina de plátano burro CEMSA con 11,46 % de humedad y 40,17 % de tamaño de partículas inferior a 0,1 mm se elaboró en la Planta Piloto de Vegetales del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA).

El análisis reológico de la harina de trigo en mezclas con la harina de plátano al 10, 15, 20 y 25 % de sustitución se realizó en el equipo Mixolab de acuerdo a lo establecido en el protocolo de trabajo Simulador (Chopin S) que permite evaluar la calidad de la harina reportando los resultados de modo farinográfico. Los valores de consistencia máxima tanto los medidos en Nm como UF (unidades farinográficas) se hicieron cumplir con las especificaciones del método que admite una oscilación de 1 a 1,15 Nm y de 480 a 520 UF (6,7). Se analizó el comportamiento de la masa sometida al amasado a una temperatura constante de 30 °C durante 30 minutos, midiéndose la absorción de agua (%), el tiempo de desarrollo (min) y la estabilidad de la curva (min). También, se empleó el protocolo estándar para las mismas mezclas (6) donde se obtuvieron todos los parámetros de torque (Nm), tiempo (min) y temperatura (°C) que brinda el equipo en las distintas fases de mezclado, calentamiento y enfriamiento. Las pruebas se realizaron por triplicado.

Los resultados fueron procesados mediante un análisis de varianza de clasificación simple y en los casos que se encontraron diferencias significativas entre muestras se compararon las medias por el test de rangos múltiples de

Duncan con un 5 % de probabilidad de error utilizando el paquete estadístico Statistica Ver 8.0 (StatSoft Inc).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 exhibe los resultados de las evaluaciones reológicas en modo farinográfico. La absorción de agua de la muestra control fue significativamente inferior ($p \geq 0,05$) al resto de las mezclas, siendo la tendencia a incrementarse la absorción con el contenido de harina de plátano. Este aumento

significativo de la absorción observada en las mezclas con harina de plátano se atribuye al contenido de fibra ya que éstas pueden absorber entre 7 y 10 veces su peso en agua (8,9). Pacheco y col (2) reportaron igual incremento de la absorción de agua farinográfica al evaluar mezclas con 10, 15 y 20 % de sustitución, sin embargo, también se ha encontrado una disminución de este valor al emplear mezclas de 5, 10 y 20 % (4).

Tabla 1. Resultados del análisis en modo farinográfico (n=3)

Porcentaje de plátano	Absorción (%)	Tiempo de desarrollo (min)	Estabilidad (min)
0 %	59,50 a (0,28)	5,00 b (0,41)	22,00 c (1,65)
10 %	61,16 b (0,06)	4,50 b (0,50)	23,33 c (3,33)
15 %	63,10 c (0,10)	2,83 a (0,58)	9,83 a (2,47)
20 %	63,33 c (0,06)	4,16 ab (0,58)	12,50 ab (1,00)
25 %	65,20 d (0,06)	5,00 b (1,00)	17,0 b (2,65)

Valores entre paréntesis corresponden a la desviación estándar. Letras diferentes en una misma columna indica diferencias significativas ($p \geq 0,05$)

El tiempo de desarrollo indicador del tiempo requerido para que las masas alcancen una consistencia adecuada fue significativamente inferior ($p \geq 0,05$) para muestras con 15 % de harina de plátano, no existiendo prácticamente diferencias con el resto de los porcentajes de sustitución. La estabilidad de la curva, indicador de la tolerancia al mezclado mostró una tendencia a disminuir a partir del 15 % donde se mostró la peor estabilidad. La Figura 1, exhibe el comportamiento de la harina de trigo y las mezclas.

Los resultados de los análisis realizados en el mixolab en modo estándar se muestran en la Tabla 2 y la Figura 2. En el caso de C1 (constante empleada para determinar la absorción de agua y el grado de ajuste del ensayo) puede observarse que,

aunque existieron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre la muestra control y las muestras con harina de plátano 10, 15 y 25 % todos los valores estuvieron dentro del rango permisible de 1 a 1,15 Nm lo que determina que el ensayo es confiable (6). En Cs (torque al final de los 8 min de mezclado) no se observaron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre muestras.

La constante C2 muestra el grado de debilitamiento de las masas en función del trabajo mecánico y la temperatura. Las masas con harina de plátano resultaron ser más débiles siendo significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) las de 15 y 20 % y también, la de 25 % fue inferior al patrón. Se plantea que valores de torque cercanos a 0,46 Nm son más convenientes para obtener un pan de calidad (10).

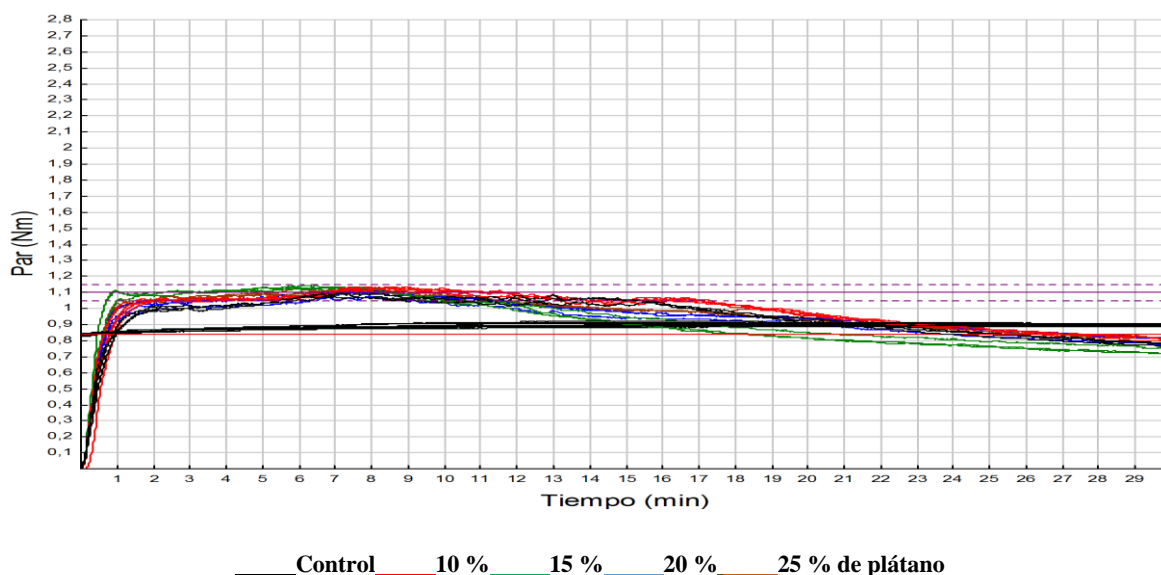


Fig. 1. Gráficos del mixolab con simulador del farinógrafo para la harina de trigo y sus mezclas con la de plátano (n=3)

Tabla 2. Resultados de las mediciones del mixolab en modo estándar (n=3)

Porcentaje de plátano	C1 (Nm)	C5 (Nm)	C2 (Nm)	C3 (Nm)	C4 (Nm)	C5 (Nm)
0 %	1,101 a (0,01)	1,293 a (0,35)	0,534 c (0,03)	1,744 bc (0,02)	1,588ab (0,07)	2,531 b (0,30)
10 %	1,122 b (0,01)	1,115 a (0,00)	0,504 bc (0,01)	1,777 cd (0,01)	1,653b (0,05)	2,600 b (0,08)
15 %	1,120 b (0,01)	1,098 a (0,00)	0,445 a (0,02)	1,792 d (0,04)	1,522 a (0,01)	2,111 a (0,10)
20 %	1,100 a (0,01)	1,093 a (0,01)	0,448 a (0,00)	1,710 b (0,01)	1,659 b (0,02)	2,525 b (0,11)
25 %	1,137c (0,01)	1,129 a (0,01)	0,486 b (0,01)	1,611 a (0,02)	1,823c (0,01)	2,758 b (0,04)

Valores entre paréntesis corresponden a la desviación estándar. Letras diferentes en una misma columna indica diferencias significativas ($p \geq 0,05$).

En el caso de C3, cuando se analizan harinas de trigo, el valor de torque es inversamente proporcional a la actividad de la alfa amilasa. En este estudio los valores de torque obtenidos fueron variables, con el valor mínimo en la mezcla al 25 % de sustitución ($p \geq 0,05$). Esto pudiera estar relacionado con varios factores como el alto nivel de sustitución lo que implica que se haga notable una mayor transformación del almidón de

la harina de plátano a azúcares más simples por acción de la alfa amilasa presente, o a que la proporción de amilosa/amilopectina del almidón de plátano y/o el tamaño de sus gránulos sean diferentes a las de trigo e influyan en este indicador cuando el nivel de sustitución es elevado (9,11,12,13).

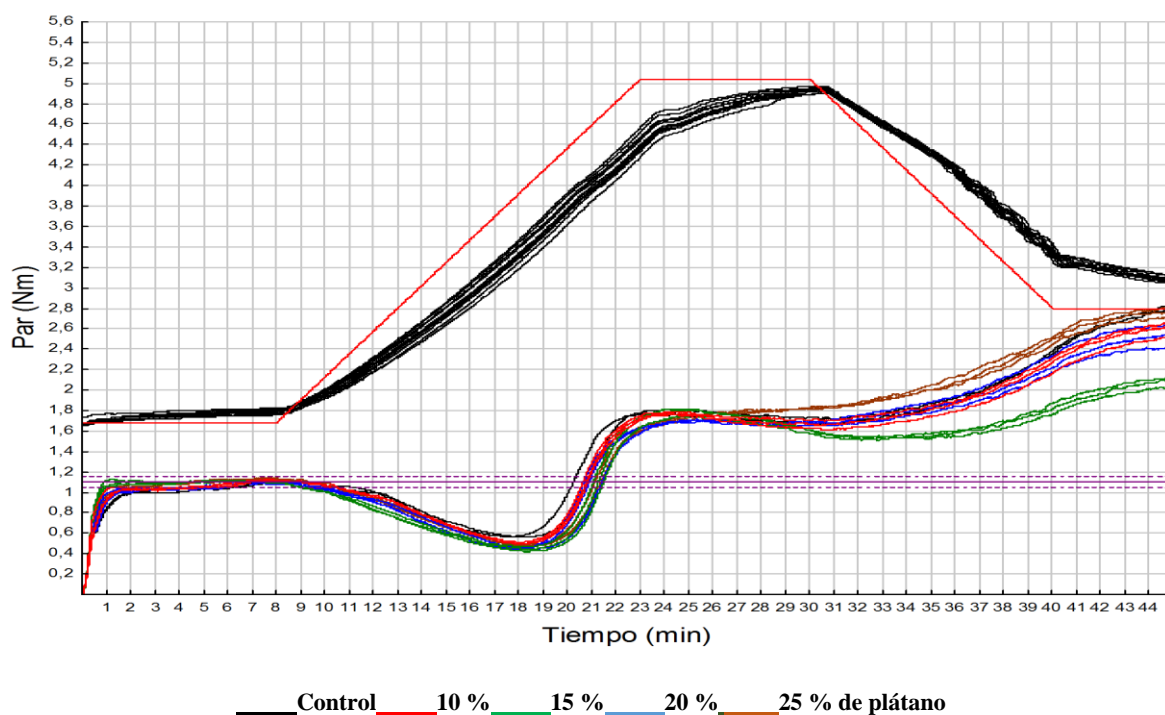


Fig. 2. Gráficos del mixolab en modo estándar para la harina de trigo y sus mezclas con la de plátano (n=3)

C4 mide la estabilidad del gel, al aumentar la temperatura y tiempo de mezclado. Se observó que el gel formado por la masa con 25 % de sustitución fue la más estable, aunque la tendencia general fue al incremento de la estabilidad con excepción del 15 %, considerada como la más baja. La gelatinización del almidón es un factor importante en la panificación para fijar la estructura de la miga.

C5 mide la retrogradación en la fase de enfriamiento. Los valores más bajos se encontraron para las muestras de 15 % de sustitución que se comportaron significativamente ($p \geq 0,05$) diferente al resto de las muestras. Estos valores más bajos indican que en estos panes la miga será menos firme en el tiempo y podría tener una vida útil más larga.

En general puede decirse que a pesar de las repeticiones realizadas el 15 % de sustitución presentó un comportamiento que se diferenciaba de las tendencias obtenidas para el resto

de las mezclas por lo que merece que se profundice en el futuro las causas que lo provocan.

CONCLUSIONES

Las masas con adición de harina de plátano evaluadas en el mixolab mostraron un incremento de la absorción de agua y una disminución de la estabilidad. Los indicadores de la retrogradación y fuerza de gel variaron respecto a la muestra control en dependencia del porcentaje de sustitución.

REFERENCIAS

1. Chopin. Mixolab Applications Handbook. Chopin Technologies, February, Francia; 2015.
2. Pacheco de Delahaye E, Testa G. Evaluación nutricional, físico-química y sensorial de panes de trigo y plátano verde. Interciencia. 2005; 30 (5): 300-04.

3. Guanín ML. Desarrollo de un alimento funcional a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de banano. (Tesis de pregrado). Quito: Escuela Politécnica Nacional. Ecuador; 2016.
4. Manjarres A, Castro JD, López J, Rodríguez E. Efectos del reemplazo parcial de harina de trigo con harina de banano verde sobre las propiedades reológicas de la masa y las propiedades de calidad de pan. *Investigación e Innovación en Ingenierías* 2024; 12(1): 45-54. Disponible en <https://doi.org/10.17081/invinno.12.1.6573>. Acceso 2 diciembre 2024.
5. NC 877. Harina de trigo. Especificaciones. Cuba; 2022
6. AACC 54-60.01. International Method. Determination of Rheological Behavior as a Function of Mixing and Temperature Increase in Wheat Flour and Whole Wheat Meal by Mixolab. Association of cereal and grains; 2010.
7. NC ISO 5530-1. Características físicas de las masas. Parte 1. Determinación de la absorción de agua y de las propiedades reológicas utilizando un farinógrafo. Cuba; 2001.
8. Stauffer CE. Principles of dough formation. In: *Technology of Bread making*, 2nd ed. SP. Cauvain and LS. Young, Eds., Springer Science + Business Media, New York; 2007, pp 229-332.
9. Martínez EO. Caracterización morfológica y contenido de almidón resistente y disponible en bananos (*Musa sapientum*) exportables del Ecuador. *Rev Esp Nutr Hum Diet* 2015; 19 (3): 153 – 59.
10. Chopin. Mixolab comprender mejor la curva. Chopin technology.2012. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X21005312>. Acceso 2 diciembre 2024.
11. Coulibaly S, Nemlin JG, Amani G. Isolation and partial characterization of native starches of new banana and plantain hybrids (*Musa spp.*) in comparison with that of plantain variety Orishele. *Starch/Starke* 2006; 58 (7): 360–70.
12. Piel D. Comportamiento de la banana verde FHIA 18 en la tecnología de la obtención de la harina de plátano. (Tesis de maestría). La Habana: Instituto Superior Tecnológico “José Antonio Echeverría” (CUJAE); 2009.
13. Guo L, Chen H, Zhang Y, Yan S, Chen X, Gao X. Starch granules and their size distribution in wheat: Biosynthesis, physicochemical properties and their effect on flour-based food systems. *Comput Struct Biotechnol J* 2023; 21: 4172–86.