

COMPORTAMIENTO REOLÓGICO DE LA MEZCLA DE MASA MADRE Y DIRECTA DE HARINAS FUERTES

Salomón Gómez-Ortiz¹, Gildardo Orea-Lara¹, Vicente Hernández-Vargas¹, David Gómez-Ruíz¹

¹IPN-Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. U. Durango. Sigma 119, Frac. 20 de noviembre II, Durango, Dgo. CP 34000

RESUMEN

Se evaluó la estabilidad y producción de CO₂ de masas panarias utilizando diferentes porcentajes de masa madre y directa. Harina utilizada Turbo remix 40, de buena calidad panadera.

Tiempo de fermentación de la masa madre: 3 h, 6 h, 9 h. Porcentaje utilizado: 100%, 75%, 50%, 25, 0%, el complemento fue de masa directa.

Los reofermentogramas se obtuvieron en el reofermentómetro F2. A cada masa se les evaluó: altura máxima (Hm), altura segunda fermentación (h), tiempo, máximo volumen, altura de pan aproximadamente (T1), tiempo hasta el final de la prueba (T2), altura máxima del desprendimiento gaseoso (H'm), tiempo del máximo desprendimiento gaseoso (T'1), tiempo donde se separan las curvas (Tx), volumen total de CO₂ (Vt), perdido (Vp), retenido (Vr) y coeficiente de retención (Cr).

La mejor respuesta reológica de la masa panaria se obtuvo cuando se utilizó la mezcla, 25% - 75% de masa madre - masa directa respectivamente. Con un coeficiente de retención de CO₂ de 96.8% y volumen de masa considerado como muy bueno y de buena estabilidad.

Tiempo de fermentación de masa madre seis horas, a temperatura de 25 °C, humedad relativa de 70%.

PALABRAS CLAVE: harina, reofermentograma, reología.

¹(Biotecnología y alimentos, CIIDIR-IPN, Unidad Dgo) Sigma s/n Fracc. 20 de noviembre II C. P. 34220 Durango, Dgo. México.

ABSTRACT

Rheology studies of baking dough are important to commerce of wheat, the quality of flour and its transformation to bread. Bakers can standardize the phases of baking process, it is necessary to have the knowledge about stability of dough, CO₂ retention capacity and volume that dough can develop, these properties are directly related with quality of bread. Based on the previous reasons, in this work the stability and production of CO₂ from baking dough using different percentages of mother dough and direct dough were evaluated. The flour used in this work was Turbo remix 40 of good quality baking. Times of fermentation of mother dough were 3, 6 and 9 hs. The percentages used were 100, 75, 50, 25 and zero, the complement was direct dough; the developing dough and its CO₂ production were evaluated to each sample. The rheofermentograms were obtained in the Rheofermentometer F2. To every dough was evaluated: maximum height (Hm), height of second fermentation (h), time, maximum volume, height of bread (T1), time to complete the test (T2), maximum height of gaseous detachment (H'm), maximum time of gaseous detachment (T'1), time where the curves are separated ((Tx), total volume of CO₂ (Vt), lost volume (Vp), retained volume (Vr), and coefficient of retention (Cr). An experimental design was utilized completely at random under a factorial arrangement. The data obtained were analyzed by means of analysis of variance, with $p \leq 0.05$ and comparison of

averages by the test of Tukey. With a CO₂ coefficient of retention of 96.8%, volume of dough was considered like very good and good stability.

KEYWORDS: *flour, rheofermentograms, rheology.*

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla hoy de masa madre ya no se piensa en la antigua masa de origen natural, es decir aquella que se obtiene de la mezcla de harina y agua, en donde la fermentación se inicia por la actividad de levaduras silvestres que están en la harina o son acarreadas por el aire. Debido a la falta de control en la fermentación, se obtiene masa agria, parte de ésta, con más harina y agua se usan para el leudado del total de la masa. Actualmente este procedimiento se utiliza poco. La masa madre que se utiliza actualmente en algunas panaderías tecnificadas, es la obtenida de formulaciones equilibradas con controles en la adición de levadura comercial, amasado, temperatura y tiempo de fermentación. En la micro y pequeña empresa se sigue con métodos tradicionales en la preparación de masa madre.

Se llama masa madre, esponja o polish a la mezcla de harina de trigo con agua, sal y levadura, amasada y fermentada, ésta se adiciona a la masa directa formada por harina, agua y los demás ingredientes, amasándose hasta obtener la consistencia deseada. En la mayoría de las panaderías guardan los sobrantes de las diferentes formulaciones, las cuales utilizan al día siguiente como masa madre, esto no es correcto ya que los sobrantes han perdido sus características reológicas y no son recuperables, además no tienen control en la cantidad de ingredientes y por ser masas sobre fermentadas en las cuales las características reológicas han cambiado; el uso de éstas en lugar de beneficiar afectan las propiedades viscoelásticas de la nueva masa. El uso de masa madre fermentada adecuadamente y en la cantidad correcta, influye en la vida de anaquel del pan, manteniéndolo más fresco por más tiempo, con mejor sabor, olor, color y textura.

Las levaduras en panificación tienen los siguientes efectos:

- a). Transformación de la masa, pasando de ser un cuerpo poco activo a uno fermentativo, donde se desarrollan las reacciones químicas y fisicoquímicas más activas.
- b). Desarrollo de aromas típicos de panificación mediante la producción de alcoholes y otros compuestos aromáticos.
- c). La función más importante es la acción de subida de la masa, debido a la producción de CO₂ y alcohol etílico en forma de etanol.

Por la acción de las levaduras se presenta una reducción de Ph, debido en parte, al CO₂ producido que se disuelve en el agua de la masa.

La levadura es una materia prima importante, formada por células microscópicas, que tienen la función de consumir azúcares elementales para producir CO₂ y alcohol, mediante la metabolización. La temperatura óptima de desarrollo de *Saccharomyces cerevisiae*, es de 28°C, a la cual produce la mayor cantidad de gas, a -30°C, muere por frío y por calor a los 55°C, teniendo una paralización de actividad a los 4°C.

Durante la fermentación, la levadura consume muy rápido los azúcares libres (glucosa, fructosa) existentes en la harina, este proceso comienza durante el amasado de los ingredientes. Después hay un consumo lento de azúcares que se han producido por la degradación del almidón debido a la actividad enzimática, es un proceso que tarda bastante tiempo. La fase final de la fermentación se lleva a cabo durante el horneado antes de que la masa adquiera la temperatura de 55°C.

Se ha observado que el Ph tiene repercusión sobre el curso de la fermentación, la máxima formación de gas se obtiene para valores de 4 a 5.5 de Ph.

El Ph de una masa madre, nunca debe ser <3.4, debido a que en estas circunstancias se está acelerando la alteración de microorganismos butíricos dando un estado de putrefacción indeseado,

de la masa madre. Durante la fermentación todas las vías fermentativas están equilibradas si su Ph es de 5 a 5.5 considerándose como el Ph óptimo de 5.4, donde existe el mayor desarrollo fermentativo y máxima producción de CO₂. Un efecto negativo en la masa es la falta de acidez con Ph de 6 se tiene mayor riesgo de la aparición de *Bacillus subtilis*, que se desarrolla en medios acuosos como es el caso de la masa. Con Ph mayores de 6, temperaturas de horneado menores a 100°C y condiciones favorables pueden desarrollarse las esporas de *Bacillus mesentericus* en el pan cocido (Frazier, 2003).

Los valores mencionados nos indican que al hacer la masa madre, según sea su acidez se añada a la masa normal la cantidad necesaria para obtener la acidez deseada en función del producto a elaborar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materias primas.

Harina comercial Turbo Remix 40 (HTR40).

Levadura seca activa instantánea marca Mauripan, sal marca Ada y agua potable.

Métodos y técnicas.

Análisis fisicoquímicos establecidos en el AACC, 2001.

Humedad. Método 44-15A.

Cenizas. Método 08-01.

Proteínas. Método Macrokjeldahl 46-10.

Gluten. Método 38-10.

Determinaciones reológicas. Método 54-30A.

Falling Number. Método 56-81B.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar bajo un arreglo factorial, se analizaron los cambios reológicos que presenta la masa madre fermentada durante 3, 6 y 9 h; y la mezcla masa madre-masa directa. En la masa sin fermentar se evaluaron los parámetros W, P, L y P/L.

Los efectos o respuestas que se evaluaron fueron: Hm, h, T1, T2, H'm, Tx, T'1, Vt, Vp, Vr y Cr. Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza, con $p \leq 0.05$ y comparación de medias por la prueba de Tukey. Se utilizó el paquete estadístico SAS, Versión 9.0 (SAS Institute Inc., 2004), (Cuadro 2).

RESULTADOS

Análisis fisicoquímico.

Los datos obtenidos del análisis fisicoquímico de las harinas, se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis fisicoquímico de la harina utilizada.

Determinación	HTR40
Gluten* (%)	11.05 ± 0.03
Humedad (%)	12.00 ± 0.01
Cenizas* (%)	0.55 ± 0.01
Proteína f=5.7* (%)	12.51 ± 0.02
W (10 ⁻⁴ julios)	231 ± 0.90
P (mm)	79 ± 0.85
L (mm)	83 ± 0.75
G	20 ± 0.75
P/L	0.9 ± 0.10
FN (s)	350 ± 3.00

HTR40, harina Turbo Remix 40; *Base seca.

El gluten constituido por gliadinas y gluteninas forma una maya o red capaz de retener el anhídrido carbónico liberado durante la fermentación; es un indicador de la cantidad de proteínas y responsable de la calidad de las mismas. Considerando los valores de la cantidad de gluten y proteína de la harina HRT40 es de calidad panificable (Cuadro 1). Es tenaz ($P > 60$ mm), de baja extensibilidad ($L < 90$ mm), con relación de $P/L = 0.9$ considerada como de gran fuerza, el llamado grado de hinchamiento (volumen de la masa) es de 20 lo que indica una aptitud correcta para dar un pan bien desarrollado.

Las cenizas dan idea muy aproximada de la cantidad de extracción de harina, ya que existen factores que influyen en la cantidad de cenizas tales como la variedad de trigo, factores ambientales y aditivos añadidos. Con base en los datos de cenizas (Cuadro 1), la HRT40 es de 69% de extracción según la escala de Mohs.

Los valores de humedad (Cuadro 1) se encuentran dentro de lo especificado en la Norma Oficial Mexicana.

Analizando los datos de FN Cuadro 1, la harina HTR40 presenta actividad amilásica débil, de usarse en panificación sin adicionar enzimas se tiene el riesgo de obtener un pan seco, compacto de miga con gran densidad cerrada, con volumen reducido (Quaglia, 1991), para obtener el volumen máximo que puede desarrollar la HTR40, es necesario adicionar α -amilasa hasta lograr tener un FN de 280. En las panaderías que existen en el estado de Durango se utilizan harinas con FN de 280 a 310, obteniéndose panes de buen desarrollo y miga suave (Gómez, 2006), en la literatura Española se menciona que el FN adecuado es de 250 con base en sus harinas (Calaveras, 1996).

En el Cuadro 2, se presentan los resultados de los reofermentogramas y el análisis estadístico de los mismos obtenidos de las diferentes muestras de masa madre fermentadas durante tres tiempos y combinados con masa directa.

Cuadro 2. Análisis de medias de los parámetros evaluados con el reofermentómetro.

Tra.	Variables obtenidas de los reofermentogramas										
	Hm (mm)	h (mm)	T1 (min)	T2 (min)	H'm (mm)	T'1 (min)	Tx (min)	Vt (ml)	Vp (ml)	Vr (ml)	Cr (%)
M1 T ₁	57.2d	43.3ab c	106.0ef	138.6d	76.4c def	105b	125b cd	1889bc d	26.3c de	1862bc	98.6a bc
M2 T ₁	56.5d	48.2ab c	123.3c de	167.3ab	71.7ef	147a	150a b	1653e	13.3d e	1639cd	99.2a bc
M3 T ₁	63.8bc	55.0ab	135.0b c	178.3a	76.7cd ef	147a	151a b	1731d e	0e	1734cd	100a
M4 T ₁	67.5ab	61.6a	130.3b cd	0.0e	84.3bc	87bc d	103d	2061a b	86b	1974ab	95.6d
M5 T ₁	60.3cd	57.9ab	148.3b	0.0e	80.8cd	72bc d	64e	1988bc	435a	1552de	78.2e
M1 T ₂	62.9bc	40.3bc	106.6ef	146.3bc d	69.4f	49de	0f	1281f	0e	1281f	100a
M2 T ₂	63.6bc	46.3ab c	116.0c def	141.3cd	73.5d ef	81bc d	141a bc	1767d e	9e	1758bc d	99.6a b
M3 T ₂	67.1ab	50.9ab c	115.0d ef	150.0bc d	72.6ef	99bc	163a	1831cd e	0.3e	1831bc	100a
M4 T ₂	70.6a	58.9ab	108.0ef	167.3ab	92ab	75bc	112c	2252a	72bc	2179a	96.8c

T ₂						d	d				d
M5 T ₂	60.3cd	57.9ab	148.3b	0.0e	80.8cd	72bc d	64e	1988bc	435a	1552de	78.2e
M1 T ₃	35.7e	35.6c	185.3a	0.0e	30.0g	15e	0f	590g	0e	590g	100a
M2 T ₃	65.9ab	34.4c	106.0ef	150.3bc d	70.4f	63cd	0f	1319f	0e	1319ef	100a
M3 T ₃	65.2ab c	42.0bc	110.0ef	143.0cd	79.3cd e	87bc d	0f	1795cd e	2e	1793bc	99.9a
M4 T ₃	70.4a	57.1ab	99.3f	163.3ab c	93.1a	69bc d	94ed	2251a	64.3b cd	2186a	97.2b cd
M5 T ₃	60.3cd	57.9ab	148.3b	0.0e	80.8cd	72bc d	64e	1988bc	435a	1552de	78.2e
DM S	5.42	18.5	19.5	22.2	8.0	40.9	36.0	206.3	53.1	233.9	2.5

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Tukey $p \leq 0.05$). M1=100% Mm, 0% md; M2=75% Mm, 25% md; M3=50% Mm, 50% md; M4=25% Mm, 75% md; M5=0% Mm, 100% md. T₁=3 h; T₂=6 h; T₃=9 h. Mm= masa madre; md=masa directa.

Análisis estadístico de los resultados.

Del análisis estadístico de los datos de la masa madre fermentada durante 3, 6 y 9 h mezclada en diferentes porcentajes con masa directa se puede afirmar que existe efecto altamente significativo en los valores de Hm, h, T1, T2, H'm, T'1 Tx, Vt, Vp, Vr y Cr.

Al analizar los valores de las medias, se observa que existen diferencias significativas en los parámetros evaluados debido al efecto del tiempo de fermentación y concentración de masa madre y masa directa utilizada, a excepción de Vp para los tres tiempos de fermentación a las concentraciones de 100, 75 y 50% de masa madre utilizada.

La masa fermentada durante tres horas y mezclada con masa directa obtiene su máxima altura de 67.5 mm a la concentración de 25% de masa madre y 75% de masa directa; la Hm esta relacionada directamente con el volumen del pan, la estabilidad de la masa es muy buena ya que T2 no aparece registrada en el reofermentograma. Se obtiene el mayor volumen de masa con 2061 ml de CO₂ y coeficiente de retención de 95.6% considerado como muy bueno Cuadro 2, (Calaveras, 1996). A las tres horas de fermentada la masa madre, existen coeficientes de retención de 98.6 a 99.2%, que podrían considerarse como mejores al de 95.6%, sin embargo a estos coeficientes se obtienen menores alturas de masa y Vt menores, siendo el Vr mayor al coeficiente de retención de 96.5%.

La masa fermentada durante seis horas mezclada con masa directa obtiene su mayor altura Hm de 70.6 mm a la concentración de 25% de masa madre y 75% de masa directa. La tolerancia de la masa es buena, T2 aparece a los 167.3 min durante la obtención del reofermentograma, después de este tiempo la masa pierde paulatinamente sus características reológicas. Se obtiene el mejor volumen de masa (Vt) con un coeficiente de retención de 96.8% considerado como muy bueno Cuadro 2, (Calaveras, 1996). A las seis horas de fermentada la masa madre, existen coeficientes de retención de 99.6 a 100%, que podrían considerarse como mejores al de 96.8%, sin embargo a estos coeficientes se obtiene menor altura de masa y Vr menores, siendo el Vr mayor al coeficiente de retención de 96.8% por lo que se considera que la mejor mezcla para obtener un pan de buen volumen y suficiente altura es la de 25% de masa madre y 75% de masa directa.

La masa obtenida durante nueve horas de fermentación, mezclada con masa directa alcanza su máxima altura de 70.4 mm a la concentración de 25% de masa madre y 75% de masa directa.

Con velocidad de desarrollo muy buena. Se obtiene un volumen de masa de 2251 ml con un coeficiente de retención de 97.2% considerado como muy bueno. La tolerancia de la masa es buena, T2 aparece a los 163.3 min durante la obtención del reofermentograma, después de este tiempo la masa pierde paulatinamente sus características viscoelásticas, Cuadro 2, (Calaveras, 1996). Al igual que en los tiempos de tres y seis horas de fermentada la masa madre mezclada con masa directa, existen coeficientes de retención de 99.9 y 100%, que podrían considerarse mejores que el de 97.2%, sin embargo cuando se tiene mayor retención de CO₂, no hay pérdida de volumen, la altura de la masa es menor y por consecuencia presenta menor volumen Cuadro 2. Con base en lo anterior la mejor mezcla es la de 25% de masa madre y 75% de masa directa.

En este trabajo se encontró que para los tres tiempos de fermentada la masa la mejor concentración de ésta fue la misma, por lo que consideramos algunos otros aspectos para definir cual es el tiempo más adecuado de fermentación para obtener una masa madre.

Los valores de Hm, H'm, Vt, Cr, Vp y Vr, son iguales para la concentración de 25% de masa madre y el 75% de masa directa a los tiempos de seis y nueve horas de fermentado, y siendo estos los parámetros más importantes de la evaluación de una masa podemos afirmar que cualquier masa de seis y nueve horas de fermentado puede darnos los mejores resultados en la elaboración de pan, sin embargo a mayor tiempo de fermentado existe menor tiempo de tolerancia de manejo de la masa en el proceso. Además se tiene mayor costo de producción por lo que es mejor utilizar la masa madre que ha sido fermentada durante seis horas en la concentración de 25%.

CONCLUSIONES

Cualquier masa que se fermente como mínimo tres horas y que sea utilizada como masa madre mejora sus características reológicas.

La porosidad de la miga de un pan se mejora cuando se utiliza una mezcla de masa madre-masa directa.

Es recomendable utilizar masas madre en los procesos de panificación que requieran de masas fermentadas, mejora la estructura de la miga, es más suave, de mejor sabor, olor, textura, color y vida de anaquel.

Las características viscoelásticas de la masa se mejoran cuando se utilizan mezclas de masa madre-masa directa, sin embargo si se utiliza masa madre en un 100% sus características panaderas se pierden conforme aumenta el tiempo de fermentación.

El tiempo de fermentación más adecuado para obtener una masa madre es de seis horas.

La mezcla masa madre-masa directa más adecuada es la de 25%-75% respectivamente.

Una producción excesiva y prematura de CO₂ debilita la estructura de la masa, disminuyendo el coeficiente de retención hasta ser considerado como débil.

La masa madre fermentada adecuadamente incrementa la capacidad de retención de CO₂.

Una masa pasada de fermentación reduce su capacidad de retención de CO₂ y se pierden características de sabor, olor, color y textura.

BIBLIOGRAFÍA

AACC 2001. (American Association of Cereal Chemist) Approved Method of the association. 10th. Vol. II. Ed. St. Paul Minnesota, USA.

Calavera, J. 1996. Tratado de Panificación y Bollería Ed. Mundi-Prensa (Pág. 78-82) España.

Gómez, O. S. 2006. Informe técnico Cambios reológicos en una masa panaria tipo bizcocho durante el tiempo de reposo, CIIDIR-IPN U. Durango, México.

Quaglia, G. 1991. Ciencia y tecnología de la panificación. 2da Ed. Acriba, España.