

## Calidad industrial de mezclas de variedades de trigo harinero contrastantes en fuerza y extensibilidad de la masa

MORALES, Víctor\*†, MARTÍNEZ, Eliel, ESPITIA, Eduardo y ROSAS, María del Rosario

*Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez*

Recibido Julio 10, 2016; Aceptado Septiembre 25, 2016

### Resumen

En el presente trabajo de investigación se compararon cinco formulaciones de mezclas harinas obtenidas a partir de trigo suave variedad Urbina S2007 y trigo duro variedad Kronstad F2004 en relación a su calidad reológica de masa y calidad galletera. Las pruebas de calidad indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre formulaciones C y D, registrando volúmenes de sedimentación (SED) de 48.33-37.66 mL, tiempo de amasado (Mixograma-TA) de 2.5-2.6 min, fuerza de gluten (Alveograma-W) de  $279-208 \cdot 10^{-4} \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$ , índice de elasticidad (Alveograma-P/L) de 1.04-1.1, el diámetro de galleta (Wg) de 32.9-33.6 cm, altura de galleta entre 5.8-6.7 cm y factor galletero entre 5.23-5.26. Lo que indica que las formulaciones poseen características reológicas deseables para producir galleta.

**Trigo Suave, Sedimentación, Mixograma-TA, Alveograma-W y Calidad Galletera**

### Abstract

In the present research were compared five formulations of flour mixtures obtained from soft wheat variety Urbina S2007 and hard wheat variety Kronstad F2004 in relation to their rheological dough quality and biscuit quality. Quality tests indicate significant differences ( $P < 0.05$ ) between formulations C and D, recording sedimentation volume (SED) of 48.33-37.66 mL, dough mixing time (Mixograph-TA) of 2.5-2.6 min, Gluten strength (Alveograph-W) of  $279-208 \cdot 10^{-4} \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$ , index of elasticity (Alveograph-P/L) of 1.04-1.1, biscuit diameter (Wg) between 30.7-34.9 cm, biscuit height between 5.8-6.7 cm and biscuit factor of 5.23-5.26. It is indicating that formulations possess desirable rheological characteristics to produce biscuit.

**Soft Wheat, Hard Wheat Sedimentation, Mixograph-TA, Alveograph-W and Biscuit Quality**

**Citación:** MORALES, Víctor, MARTÍNEZ, Eliel, ESPITIA, Eduardo y ROSAS, María del Rosario. Calidad industrial de mezclas de variedades de trigo harinero contrastantes en fuerza y extensibilidad de la masa. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. 2016, 3-8: 17-23.

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: victor\_morales79@hotmail.com)

† Investigador contribuyente como primer autor.

## Introducción

Las variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum*) que se siembran en México deben cumplir con los estándares de calidad de uso final que se requieren. La producción del trigo harinero es de calidad variable. Una práctica común de la industria molinera para mejorar la calidad de las harinas de panificación es hacer mezclas de trigos duros con suaves que reúnan las características de calidad demandada por la industria panificadora nacional. Por lo que el objetivo de esta investigación fue diferenciar la calidad de uso final de mezclas de harina de trigo suave Urbina S2007 y de trigo duro Kronstad F2004 producido bajo sistema de riego.

## Marco Teórico

En México el trigo (*Triticum ssp*) se cultiva en alrededor de 23 estados, de lo cual el 80% de la producción se concentra en la zona norte (principalmente en el noroeste) y en Guanajuato, en el ciclo otoño-invierno (O-I) bajo condiciones de riego; y el resto se produce, en regiones del centro y el altiplano central, en el ciclo primavera-verano (P-V) en condiciones de temporal. En 2014, la producción total de trigo en grano de nuestro país ascendió a 3,669, 813 ton, de los cuales el Estado de México, Tlaxcala y Puebla aportan 112,941 ton. Respecto al rendimiento medio nacional es de 5.1 ton\*ha<sup>-1</sup>, y el Estado de México, Tlaxcala y Puebla que registran en promedio 2.1 ton\*ha<sup>-1</sup>, 1.95 ton\*ha<sup>-1</sup> y 3.6 ton/ha respectivamente (SIAP-SAGARPA, 2016).

México requiere de una producción de trigo de 7 millones de toneladas de harina panificable, de las cuales solo produce trigo en el orden de 3.5 millones de toneladas por lo que es necesario importar 4.5 millones (CANIMOLT, 2014.)

La calidad industrial de uso final del trigo está regida por la variedad que se cultiva, pero las características se afectan por condiciones de manejo agronómico (nutrientes en el suelo, fertilización nitrogenada, fechas de siembra, control de plagas y enfermedades) y por condiciones climatológicas durante el ciclo de cultivo (temperatura ambiental, fotoperiodo [horas de luz natural] y disponibilidad de agua). Los criterios de calidad de grano y harinas para uso final se correlacionan en base en las propiedades físicas (peso hectolitro, dureza, granulometría, absorción de agua, entre otras), químicas (cantidad y calidad de proteína) y de procesamiento (tolerancia de la masa al sobre amasado, fuerza y extensibilidad de masa así como volumen de pan), las cuales se determinan principalmente en función de la composición del grano de trigo (Salazar, 2000).

La harina de trigo harinero contiene proteínas de reserva llamadas gluteninas y gliadinas, las cuales al proceso de masado e hidratación conforman el complejo visco elástico soluble en agua denominado gluten, mismo que confiere a la masa las propiedades de fuerza y extensibilidad (Hoseney, 1991).

En México, el trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) se clasifica en cuatro grupos con base a las variables como trabajo mecánico para romper la burbuja de masa en el alveografo (W) y la relación tenacidad/extensibilidad de la masa (P/L). Las variedades se caracterizan de acuerdo a estos parámetros como: Grupo 1 de gluten fuerte (F), con  $W > 300 \times 10^{-4}$  J; Grupo 2 de gluten medio-fuerte (MF), con  $200 \times 10^{-4} J \geq W \leq 300 \times 10^{-4} J$ ; Grupo 3 de gluten débil o suave, con  $W < 200 \times 10^{-4} J$ ; y, el Grupo 4 lo forman los genotipos de gluten tenaz (T) con  $P/L > 1.2$  (Salazar, 2000).

Respecto a lo anterior, las variedades mexicanas se identifican con la letra y año de liberación en su nombre, como ejemplo esta la variedad Urbina S2007 de gluten suave o débil que se liberó el año 2007 y la variedad Kronstad F2004 de gluten fuerte que se liberó en el año 2004 (Martínez C. E., *et. al.*; 2012).

## Materiales y Métodos

Las variedades que se seleccionaron para el experimento fueron Kronstad F2004 evidenciada como trigo duro del grupo 1 y Urbina S2007 caracterizada como de trigo suave del grupo 3.

Las muestras de grano de las variedades seleccionadas fueron obtenidas del campo experimental de Roque- Celaya, Guanajuato, producidas y cosechadas bajo condiciones de riego durante el ciclo primavera-verano de 2013. A continuación, el grano se trasladó para su análisis al Laboratorio de Calidad de Trigo de INIFAP, Campo Experimental del Valle de México (CEVAMEX), ubicado en Km 13.5 carretera los Reyes- Texcoco, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México.

Las muestras de 3 kg de grano de las variedades se analizaron se determinó el peso hectolitro por el método (AACC-Método 55-10), dureza por el método de aperlado (AACC Método 55-20), humedad por método FOSS NIR System (AACC Método 39-10). Una vez acondicionado el trigo, se pasó a la molienda mediante con el molino Brabender Modelo 880-200 (AACC Método 26-20).

A continuación, estableció el diseño del experimento como análisis de varianza simple con tres repeticiones considerando los tratamientos en función de la combinación de proporciones de harina de las dos variedades seleccionadas.

Los cinco tratamientos corresponden a las siguientes combinaciones entre harinas:

Formulación A (Urbina al 0%-Kronstad al 100%).

Formulación B (Urbina al 25%-Krostad al 75%).

Formulación C (Urbina al 50%-Krostad al 50%).

Formulación D (Urbina al 75%-Krostad al 25%).

Formulación C (Urbina al 100%-Kronstad 0%).

A partir de la harina previamente cernida se dosificaron y homogenizaron las mezclas de harina en base a su formulación. La repetición del tratamiento peso 300 g.

A las mezclas de harina se les determinó proteína y humedad por el método de espectrofotometría de infrarrojo cercano, mediante el equipo automatizado FOSS NIR System (AACC Método 39-10), sedimentación mediante el método de Zeleni (AACC Método 56-61).

La evaluación reológica de las masas se determinó mediante el uso del alveografo de Chopin de 60 g utilizando el software Alveolink NG (AACC Método 54-30) y el mixografo de 10 g (AACC Método 54-40).

A continuación se elaboraron las galletas por el (AACC Método 10-50D) determinando el factor galletero.

Las variables respuesta fueron: peso hectolitro ( $\text{kg} \cdot \text{hL}^{-1}$ ), dureza (%), humedad en grano (%), proteína en grano (%), volumen de sedimentación (ml), proteína en harina (%), humedad en harina (%), tiempo de amasado (min), estabilidad al amasado (min), tolerancia al sobreamasado (mm), altura del mixograma (mm), fuerza de la masa ( $W_{x10-4J}$ ) y la relación tenacidad-extensibilidad (P/L), Índice de Expansión (G), relación de tenacidad/índice de expansión (P/G), índice de absorción (Ie), Ancho de galleta (cm), Altura de galleta (cm), Factor galletero (FG) y evaluación sensorial de la galleta.

El proceso estadístico se realizó utilizando el software SAS versión 9.1, aplicando el análisis de varianza y una prueba de comparación de medias por el método de tukey a  $\alpha=0.05$  para identificar las diferencias entre mezclas de harinas (SAS, 2002).

## Resultados y Discusiones

A continuación se presentan los resultados de caracterización física, química y de molienda del grano de las variedades Urbina S2007 y Kronstad F 2004.

Parámetro	Unidades	Variedades	
		Urbina S2007	Kronstad F2004
Humedad	%	11.1±0.3	11.3±0.2
Peso Hectolitro	kg/HL	74.4±3.2	78.6±2.5
Dureza	%	68±4	42±3
Proteína	%	11.7±0.2	12.2±0.3
Harina	%	63.1±0.3	59.44±0.2
Salvado	%	24.8±0.3	24.5±0.2
Granillo	%	3±0.2	8.7±0.2
Salvadillo	%	9.2±0.3	7.3±0.2

[n= 15]. Tamaño de muestra a  $P \leq 0.05$ .

**Tabla 1** Caracterización física y de molienda del grano de Variedades Urbina S2007 y Kronstad F2004

Los perfiles de caracterización física, química y de molienda del grano corresponden al perfil de cada una de las variedades. De acuerdo con Solís *et. al.*, (2008) la variedad Urbina S 2007 es una variedad perteneciente al grupo de trigos suaves o galleteros y la variedad Kronstad F2004 citado por Camacho *et. al.* (2007) coincide con características de un variedad perteneciente al grupo I.

Los parámetros fisicoquímicos de las mezclas de harina formuladas se presentan en la Tabla 2.

En este se observa que en contenido de proteína de las mezclas es elevado lo que indica son de buena actitud panadera. Las Formulaciones B, C y D muestran una sedimentación que tiende a disminuir en función del incremento de la proporción de harina de la Variedad Urbina S2007, pero que se caracterizan como de comportamiento de trigo intermedio (1/2 fuerte). Los volúmenes de sedimentación de las formulaciones puras A y E son con trigos Duros y Suaves respectivamente, estos volúmenes de sedimentación coinciden con los reportado Morales *et. al.* (2014) y Solís *et. al.* (2008).

Mezclas	Composición de Mezclas	Humedad (%)	Proteína	Sedimentación
			(%)	(mL)
Formula A	Urbina 0%- Kronstad 100 %	12.2a	11.5a	59.66a
Formula B	Urbina 25%- Kronstad 75%	12.0a	11.4a	54.00b
Formula C	Urbina 50%- Kronstad 50%	11.8ab	11.3ab	48.33c
Formula D	Urbina 75%- Kronstad 25%	11.7b	11.1bc	37.66d
Formula E	Urbina 100%- Kronstad 0%	11.4c	10.7c	31.66e

[a,b]Valores indican diferencia significativa a  $P \leq 0.05$ .

**Tabla 2** Evaluaciones de Fisicoquímica de las Formulaciones de Harina

Los parámetros mixográficos de las mezclas se muestran en la Tabla 3.

Los resultados indican diferencia significativa a  $P \leq 0.05$  entre formulaciones para las variables TA, EA y AL.

Mezclas	Composición de Mezclas	TA	EA	TSA	AL
		(min)	(mm)	(mm)	(mm)
Formula A	Urbina 0%-Kronstad 100 %	3.8a	3.3a	8.33a	70.66 <sup>a</sup>
Formula B	Urbina 25%-Kronstad 75%	3.0b	2.7b	10.33a	67.00ab
Formula C	Urbina 50%-Kronstad 50%	2.6c	1.9c	12.33a	63.33bc
Formula D	Urbina 75%-Kronstad 25%	2.5c	1.5c	12.33a	58.33d
Formula E	Urbina 100%-Kronstad 0%	1.8d	1.2c	14.33a	59.00dc

[a,b]Valores indican diferencia significativa a  $P \leq 0.05$ . TA= Tiempo de Amasado, EA= Estabilidad de Amasado, TSA= Tolerancia al Sobre amasado, ALM= Altura del Mixograma.

**Tabla 3** Evaluación Mixográfica de las Formulaciones

La formulación B requiere de un tiempo de amasado de 3 minutos y contrastándola con la formulación D que es menor el tiempo con 2.5 minutos. Respecto al amasado, las formulaciones A y B muestran mayor estabilidad. La altura del mixograma indica que a medida que en las formulaciones aumenta la proporción de harina de Urbina S2007 es menor la altura del mismo, coincide con Morales *et. al.* (2015). Los parámetros alveográficos de las mezclas se presentan en el cuadro 4 y cuadro 5. En este se observa que existe diferencia significativa a  $P \leq 0.05$  de los parámetros P, W, P/L, P/G y P.

Mezclas	Composición de Mezclas	P	L	G
		(mm)	(mm)	
Formula A	Urbina 0%-Kronstad 100 %	141.0a	99.3a	22.1 <sup>a</sup>
Formula B	Urbina 25%-Kronstad 75%	124.6a	91.6a	21.3a
Formula C	Urbina 50%-Kronstad 50%	93.0b	91.3a	21.2a
Formula D	Urbina 75%-Kronstad 25%	85.0b	76.3a	21.1a
Formula E	Urbina 100%-Kronstad 0%	58.3c	90.3a	19.4a

[a,b]Valores indican diferencia significativa a  $P \leq 0.05$ . P= Tenacidad, L= Extensibilidad, G=Índice de Expansión

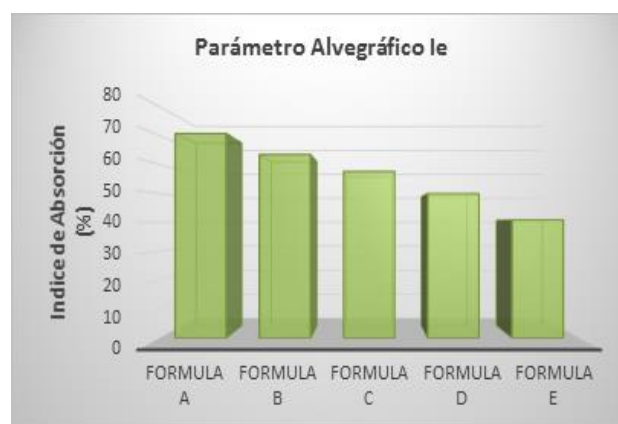
**Tabla 4** Evaluación Alveográfica de las Formulaciones- Tenacidad y Extensibilidad

Mezclas	Composición de Mezclas	W	P/L	P/G	Tipo de Gluten
		10 E-4 J*g-1			
Formula A	Urbina 0%-Kronstad 100 %	529.6a	1.42a	6.36a	F-T
Formula B	Urbina 25%-Kronstad 75%	405.3b	1.36a	5.88a	F-T
Formula C	Urbina 50%-Kronstad 50%	279.0c	1.04a b	4.42b	M-F
Formula D	Urbina 75%-Kronstad 25%	208.0d	1.11a	4.37b	M-F
Formula E	Urbina 100%-Kronstad 0%	137.3e	0.66b	2.78c	D-E

[a,b]Valores indican diferencia significativa a  $P \leq 0.05$ . P= Tenacidad, L= Extensibilidad, G=Índice de Expansión, W= Fuerza General, P/L= Relación de Tenacidad/ Extensibilidad, P/G=Relación de Tenacidad/Índice de Expansión, F-T= Fuerte Tenaz, M-F= Medio Fuerte y D-E. = Débil Extensible.

**Tabla 5** Evaluación Alveográfica de las Formulaciones- Tipo de Gluten

Las formulaciones A y B presentan la mayor tenacidad con 141 mm y 124.6 respectivamente. Las formulaciones C y D requieren un trabajo de amasado menor, W fue en el intervalo de 208-279 10E-4J, P/L fue en el intervalo de 1.04-1.1 y P/G del intervalo de 4.37-4.42, característico de trigos medios fuertes (Salazar *et. al.*; 2000). Los valores de W, P/L y P/G de las formulaciones A y E coinciden con lo reportado por Morales *et. al.* (2014) y Camacho *et. al.* (2007). El índice de absorción de humedad disminuye a medida de que aumenta la proporción de harina de Urbina S2007.



**Gráfico 1** Comportamiento de Índice de Absorción de las Mezclas

Los resultados de evaluación de la aptitud galletera de las formulaciones se muestran en el cuadro a continuación.

Mezclas	Composición de Mezclas	Wg (cm)	Lg (cm)	FG	Evaluación Galletera
Formula A	Urbina 0%- Kronstad 100 %	30.7d	6.7a	4.56b	Muy Buena
Formula B	Urbina 25%- Kronstad 75%	32.0cd	6.6a	4.86b	Muy Buena
Formula C	Urbina 50%- Kronstad 50%	32.9bc	6.3a	5.23ab	Excelente
Formula D	Urbina 75%- Kronstad 25%	33.6ab	6.4a	5.26ab	Excelente
Formula E	Urbina 100%- Kronstad 0%	34.9a	5.8a	5.96a	Excelente

[a,b]Valores indican diferencia significativa a  $P \leq 0.05$ . Wg= Diámetro de Cinco Galletas, Lg= Altura de Cinco Galletas, FG=Factor Galletero

**Tabla 6** Evaluaciones de Calidad Galletera de las Formulaciones

De acuerdo a los resultados se encontró diferencia significativa entre formulaciones a  $P \leq 0.05$  en las variables de Wg y FG. Las formulaciones C y D muestran Wg entre 32.6-33.6 cm de diámetro y FG entre 5.23-5.26 respectivamente.

La evaluación de estas formulaciones indica una excelente aptitud galletera, que son similares a lo reportado para Urbina S2007 por Morales *et. al.* (2015).

## Conclusiones

De las formulaciones mezcladas con harina obtenida de las variedades contrastantes en fuerza y extensibilidad Urbina S2007 y Kronstad F2004, las formulaciones de harina C y D presentan contenido de Proteína en Harina, de Volumen de Sedimentación, TA-mixograma y EA-mixograma, P/L-alveograma y P/G-alveograma, Wg y FG dentro de las características de aptitud para galleta de los grupos de trigo suave y medio-fuerte, por lo que se recomienda su uso para obtener galleta excelente calidad.

## Agradecimientos

El presente trabajo se realizó mediante una estancia de Investigación en el Laboratorio del Calidad de Trigo del CEVAMEX-INIFAP.

La Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez Puebla apoyo la estancia de investigación mediante el programa de movilidad docente con recurso de PIFI en 2014.

Este Trabajo dedicado con mucho cariño, esperando la pronta recuperación de salud de Itzel Morales Torres, amada hija del primer autor.

## Referencias

- American Association of Cereal Chemists (2005). Approved Methods of the AACC, 10th ed. The Association: St. Paul, MN.
- Camacho Casas Miguel Alfonso, Figueroa López Pedro, Van Finkel Maarten, Peña Bautista Roberto Javier, Fuente Davila Guillermo (2007). Kronstad F2004 Nueva Variedad de Trigo Harinero para el Noreste de México. Folleto técnico 55.INIFAP. ISBN 978-970-43-0247-4
- CANIMOLT (2014). Reporte Estadístico al 2014. Cámara Nacional de la Industria
- Hosseney, R.C. (1991). Principios de Ciencia y Tecnología de los cereales. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 321 p.
- Martínez-Cruz, E. Espitia-Rangel, E., Villaseñor Mir, H. E., Santa-Rosa R. H., Rodríguez- García M. F., Huerta-Espino J., Peña-Bautista R. J. (2012). La calidad de la masa y su relación con las proteínas del trigo harinero. Folleto técnico 52.INIFAP. ISBN 978-607-425-823-3.

Martínez-Cruz, E., Espitia-Rangel, E., Villaseñor-Mir H.E., Molina-Galán J.D., Benitez-Riquelme I., Santacruz-Varela A., Peña-Bautista R.J. (2010). Diferencias reológicas de la masa de trigo en líneas recombinantes. II. Relaciones de los loci Glu-1 y Glu-3. *Agrociencia* 44:631-641. Molinera de Trigo, México.

Morales Víctor, Martínez Eliel, Espitia Eduardo y Bardomiano Jaime (2015). Evaluación de calidad de mezclas de harina de avena y harina de trigo para galleta. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias* 2015, 2-4: 608-615.

Morales, V., Martínez, E., & Fajardo, D. S. G. (2014). Calidad de harina y masa de trigo harinero de temporal. In *Ciencias Agropecuarias Handbook T-II: Congreso Interdisciplinario de Cuerpos Académicos* (pp. 223-231). ECORFAN.

Salazar Z.A (2000). Calidad industrial del trigo para su comercialización. In: *el trigo de temporal en México* Villaseñor M.H.E. y Espitia E.E. (Eds.) Chapingo Estado de México, México, SAGAR, INIFAP; CIRCE, CEVAMEX. (Libro Técnico No. 1).p 192-207.

SAS Institute (2002). *SAS/STAT User's Guide: GLM VARCOMP*. 6.04. Fourth ed. Cary, NC, USA. pp: 996.

SIAP-SAGARPA (2016). Servicio de información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido de la red. [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx). Abril 2016.

Solís Moya, E., Huerta Espino, J., Pérez Herrera, P., Ramírez Ramírez, A., Villaseñor Mir, H. E., Espitia Rangel, E., & Borodanenko, A. (2008). Urbina S2007: nueva variedad de trigo harinero para la región 'El Bajío'. *Agricultura técnica en México*, 34(1), 113-118.