

Trabajo completo

Efecto de la combinación oxidante-reductor sobre el volumen específico del pan de molde

RECIBIDO: 15/02/2011

ACEPTADO: 27/07/2011

Alasino, N. • Aríngoli, E. • Sánchez, H.

Instituto de Tecnología de Alimentos - Facultad de Ingeniería Química – Universidad Nacional del Litoral
1° de Mayo 3250 – 3000 Santa Fe – Argentina
Elena Aríngoli-San Lorenzo 2869-Depto B-Santa Fe-Tel. 0342-4521819
e-mail: elaringo@fiq.unl.edu.ar

Nota: Trabajo presentado en el X Congreso CYTAL. Mar del Plata 18 al 20 de Mayo de 2005.

RESUMEN: Se estudió el efecto de la combinación de aditivos oxidantes y reductores sobre el volumen específico de pan de molde utilizando tres harinas de trigo con diferentes características. Los agentes oxidantes fueron el Acido Ascórbico y la Azodicarbonamida y los agentes reductores la Cisteína y el Bisulfito de Sodio, combinados de a pares: oxidante-reductor. La evaluación de los panes se hizo a través de la determinación de volumen específico. Se utilizó un diseño factorial 2² con dos repeticiones en tres bloques. Se realizó análisis de variancia utilizando el test de rango múltiple para evaluar las diferencias entre los valores de los volúmenes específicos y a través del coeficiente de variación se evaluó el porcentaje de mejora de los mismos. Los efectos más importantes se determinaron en el caso de harinas débiles y en los

aditivos los mejores resultados fueron con las combinaciones ácido Ascórbico-Bisulfito de Sodio y Azodicarbonamida-Bisulfito de Sodio.

PALABRAS CLAVE: Panificación- Oxidantes- Reductores- Volumen de Pan.

SUMMARY: *Effect a oxidant-reductor combinations of oxidizing and reducing additives on specific volume of bread*

The effect of combinations of additives oxidants and reductors on specific volume of bread was studied using three wheat flours with different characteristics. Ascorbic acid and azodicarbonamide were the additives used as oxidants and cysteine and sodium bisulfite as reductans. These additives were used combined by pairs: oxidant-reductant. Baking tests were carried out according to technical standard and bread evaluation was made by specific volume determination. Two replicates of the factorial design 2² were run in three blocks for combinations oxidant-reductant combinations

and for three types of flours. Analysis of variance with multiple range test and coefficient of variation were used.

The most important effect of the oxidant-reductant combinations was received by weak flours, especially by the flour with high capacity for improving its tridimensional net structure.

In reference to the positive action of the additives, the ascorbic acid-sodium bisulfite combinations and azodicarbonamide-sodium bisulfite produced the major increases of specific volume, 4.0% and 3.5% respectively.

KEYWORDS: Baking – Oxidants – Reductants – Volume of Bread.

Introducción

En el proceso de panificación, el componente más importante de la harina es la proteína. Las propiedades de la masa están vinculadas al comportamiento viscoelástico del gluten, el cual se caracteriza por la presencia de proteínas como las gliadinas y las gluteninas. Las gliadinas son consideradas proteínas monoméricas, estabilizadas por uniones disulfuro intramoleculares e interaccionadas por puentes hidrógeno y uniones hidrofóbicas (1). Por su parte, las gluteninas consisten en una mezcla de dos principales subunidades poliméricas que son: gluteninas de alto peso molecular (*HMW*) y gluteninas de bajo peso molecular (*LMW*) (2). Ambas subunidades se caracterizan por ser polipéptidos unidos por enlaces covalentes del tipo disulfuro intra e intermoleculares, los cuales presentan una elevada susceptibilidad al ataque por agentes reductores (3,4). Las subunidades de alto peso molecular son las que juegan un rol de mayor importancia en la formación del gluten teniendo una buena correlación con las propiedades reológicas de la masa y con la calidad en el comportamiento tecnológico de la harina en la panificación (5). Nakamura and Kurata han encontrado un alto grado de relación entre el comportamiento reológico de la estructura tridimensional del gluten y las interacciones sulfidril (SH) disulfuro(SS)

(6). Además estudiaron la influencia del uso del ácido ascórbico en la panificación, encontrando que el mismo juega un rol relevante en la modificación de las propiedades físicas de la masa (7,8). Este ácido, en presencia de la enzima acidoascórbicooxidasa de la harina, pasa a formar el ácido dehidroascórbico que es un agente oxidante que reacciona sobre los grupos sulfidrilos existentes en la estructura proteica de la harina, transformándolos en uniones disulfuro, con el consecuente aumento de tenacidad del gluten (9,10,11,12). Además, el uso de este aditivo genera una tendencia a aumentar el tiempo de la segunda fermentación debido a su acción inhibitoria sobre las levaduras utilizadas en panificación (13).

Otro agente oxidante de uso muy difundido a partir de 1972 es la azodicarbonamida (ADA), al igual que el ácido ascórbico, tiene la propiedad de convertir los grupos sulfidrilos (SH) en disulfuros (SS) dejando residuos no agresivos al resto del sistema que constituye la masa (14).

Por otra parte, aditivos como las endopeptidasas y los agentes reductores producen una acción de ruptura de enlaces, en el primer caso es sobre las uniones peptídicas internas de las proteínas formadoras del gluten y en el segundo caso es sobre las uniones disulfuro. En ambos se produce un aumento de la extensibilidad del gluten

pero por diferentes vías de acción (15). En el caso particular en que la L-cisteína se encuentra presente en una masa panaria se genera una reducción del tiempo de amasado a causa de la disminución de la elasticidad del gluten (16,17). Esta disminución se produce como consecuencia de que las interacciones proteína-proteína ocurridas a través de los puentes disulfuro, se rompen por la acción de la L-cisteína presente en el medio (18). Otra acción reductora también muy efectiva, es la generada por la presencia de iones sulfito a través de la incorporación de metabisulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$). Este metabisulfito se hidroliza en presencia de agua dando dos moléculas de bisulfito de sodio (NaHSO_3) el que se encuentra en equilibrio con sus iones sulfito que serían

finalmente los responsables de la ruptura de las uniones disulfuro y consecuentemente de la pérdida de elasticidad del gluten (14,19).

El objetivo del presente trabajo es estudiar en forma conjunta el efecto oxidante-reductor sobre el comportamiento tecnológico de la masa panaria, a través de la determinación del volumen específico de pan de molde, partiendo de harinas que dan masas con diferentes propiedades físicas.

Materiales y Métodos

Materias Primas

Se utilizaron tres diferentes harinas de trigos comerciales tipo 000, con las características químicas y propiedades físicas que se muestran en Tabla 1.

Tabla 1: Componentes químicos de la harina de trigo y propiedades físicas de la masa

	Harina		
	A	B	C
Humedad (%)	12.4	11.7	12.6
Cenizas (% base seca)	0.78	0.74	0.69
Proteínas (%base seca)	10.3	11.0	11.2
Gluten (%)	25.1	27.3	29.0
Farinograma			
Abs. Agua (%)	59.1	58.1	61.2
Desarrollo (min)	2.1	2.3	3.0
Estabilidad (min)	3.0	4.1	5.3
Ablandamiento (BU)	140	100	60
Alveograma			
W ($\text{J} \times 10^{-4}$)	150	205	252
P/L	1.37	1.12	1.38
Amilograma			
Pico máximo (UB)	850	840	950

Los aditivos usados como agentes oxidantes fueron el Acido Ascórbico (Ac Asc) y la Azodicarbonamida (ADA) y como agentes

reductores la Cisteína (Cis) y el Bisulfito de Sodio (Bis de Na). Estos aditivos se utilizaron combinados de a pares: oxidante-reductor.

Ensayo de panificación

Los ensayos de panificación fueron llevados a cabo de acuerdo a la siguiente formulación propuesta por Tosi et al (20): harina de trigo 300g; levadura 15g; sal 6g; azúcar 18g; oleomargarina 9g; leche en polvo 6g; oxidante 100-200ppm; reductor 50-100ppm y agua en cantidad suficiente que permita lograr un valor de absorción en farinógrafo (21) de 600UB para cada harina.

Los ingredientes sólidos se mezclan durante un minuto en el farinógrafo Do-Corder Brabender con amasadora de 300g de capacidad. Luego se incorpora el agua a una temperatura que permita lograr 24-26°C en la masa final. Se amasa durante 10 min a 60rpm. La fermentación se lleva a cabo en ambiente a 27°C de temperatura y con una humedad relativa del 75-80%. El control de las etapas de fermentación se realiza con un medidor de empuje, que consiste en un cilindro de vidrio (75mm de altura y 45mm de diámetro) con un pistón que se eleva durante la fermentación. La primera fermentación concluye cuando se duplica el volumen de la masa, lo que ocurre en aproximadamente 40 min. Luego se corta la masa en trozos de 200g, se preparan bollos, se deja descansar durante 15 min y se arman las piezas, que luego se colocan en moldes engrasados y se llevan a segunda fermentación, la que concluye cuando se cuadruplica el volumen inicial. Los moldes metálicos utilizados tienen 5.5cm de altura, 7cm x 17.5cm de superficie en la base y 9cm x 18cm en la parte superior. Las piezas son llevadas a cocción a 210°C durante 25 min en horno eléctrico (Ojalvo SA, Santa Fe, Argentina). Posteriormente se dejan enfriar a temperatura ambiente durante 30 min y luego se determina el volumen específico (cc/g) por

el método de desplazamiento de semillas.

Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño factorial 2² con dos repeticiones en tres bloques, para tres harinas y para las siguientes combinaciones oxidante-reductor: Ac Asc-Cis, Ac Asc-Bis de Na, ADA-Cis, ADA-Bis de Na. Los niveles de concentración para oxidantes fueron de 100 y 200ppm y para reductores de 50 y 100ppm. Se realizó análisis de variancia y se utilizó el test de rango múltiple, método de Mínima Diferencia Significativa (LSD) al 95%, para comparar el volumen específico medio, de triplicados, de los panes elaborados con cada harina testigo frente al promedio de los valores obtenidos con las combinaciones oxidante-reductor en sus distintos niveles (22). Para este análisis estadístico se utilizó un software Statgraphics 3.1.

Se aplicó una fórmula para establecer el coeficiente de variación (CV%) utilizando como medida de dispersión la desviación media respecto al testigo (v), de los valores de volúmenes específicos obtenidos con cada harina, usando las distintas combinaciones de aditivos (vi), siendo N el número total de experiencias con cada harina (23). Dicha fórmula es la siguiente:

$$cv (\%) = \frac{\sum |vi-v|}{N.v} \cdot 100$$

Resultados y Discusión

En Tabla 2 se observa el resultado del análisis de variancia para los volúmenes específicos de los panes elaborados con las harinas de diferentes características y con la incorporación de aditivos oxidantes y reductores en distintas combinaciones.

Tabla 2: Resultados del análisis de variancia para volumen específico de panes.

Factores	Harina A		Harina B		Harina C	
	F	P ¹	F	P ¹	F	P ¹
Ac Asc	103,00	0,0001	0,44	0,5548	12,20	0,0129
Cis	79,18	0,0001	3,03	0,1802	8,17	0,0289
Interacción	2,65	0,1544	29,90	0,0120	0,63	0,4575
Ac Asc	9,13	0,0233	0,05	0,8429	2,81	0,1444
Bis de Na	12,97	0,0114	44,81	0,0068	112,93	0,0136
Interacción	192,28	0,0001	230,68	0,0006	54,79	0,0003
ADA	21,61	0,0035	18,53	0,0050	8,66	0,2590
Cis	70,90	0,0002	0,03	0,8636	15,14	0,0081
Interacción	53,71	0,0003	180,97	0,0000	103,14	0,0001
ADA	70,63	0,0020	224,55	0,0006	0,10	0,7660
Bis de Na	8,05	0,0297	16,92	0,0260	12,82	0,0116
Interacción	14,44	0,0090	105,76	0,0020	35,01	0,0010

¹ En negrita se indica significación estadística a p < 0,05

Existe una prevalencia de factores con efecto significativo para el caso de las harinas más débiles como son las harinas A y B. El factor interacción oxidante-reductor es muy significativo en las tres harinas y especialmente en el caso en que se utiliza el bisulfito de sodio como agente reductor.

En Tablas 3, 4 y 5, se muestran los valores medios, ordenados en forma decreciente, de los volúmenes específicos de los panes elaborados con las harinas testigo A, B y C, con el agregado de las distintas com-

binaciones de oxidante-reductor y según diseño factorial seleccionado. A su vez se observan los resultados del test de rango múltiple al 95% de confianza. Se destaca, en las tres tablas, que los valores obtenidos con las distintas concentraciones de bisulfito de sodio son mayores que los valores obtenidos con las distintas concentraciones de cisteína. Esto significa que existe un efecto más beneficioso sobre el volumen específico cuando participa como agente reductor el bisulfito de sodio.

Tabla 3: Test de Rango Múltiple (LSD) para volumen específico de panes elaborados con Harina A y con combinaciones oxidante-reductor

Oxidante - Reductor (ppm)				Vol.Esp. ¹	Oxidante - Reductor (Ppm)				Vol.Esp. ¹
Ac Asc	ADA	Bis de Na	Cis	(cc/g)	Ac Asc	ADA	Bis de Na	Cis	(cc/g)
100	100	100		4,74 ^a	200	200	100		4,36 ^g
		50		4,59 ^b			50	4,30 ^{gh}	
	200	100	100	4,57 ^b		100		100	4,29 ^{gh}
		50		4,53 ^{bc}		200	50		4,25 ^{hi}
200	100	100	100	4,48 ^{cd}	100	100		4,24 ^{hi}	
			50		4,45 ^{de}		50	4,19 ⁱ	
	200	100	100	4,44 ^{de}	100	200	50	4,04 ^j	
		50		4,44 ^{de}	Harina A (testigo)				4,29^{gh}
	200	50		4,39 ^{ef}					

¹ Diferentes letras superíndices se clasifican diferentes (p < 0,05)

Tabla 4: Test de Rango Múltiple (LSD) para volumen específico de panes elaborados con Harina B y con combinaciones oxidante-reductor

Oxidante - Reductor (Ppm)				Vol.Esp. ¹
Ac Asc	ADA	Bis de Na	Cis	(cc/g)
	200	100		5,00 ^a
	200	50		4,79 ^b
200		100		4,76 ^b
200			100	4,70 ^c
100		50		4,64 ^d
	100	50		4,63 ^d
100			50	4,63 ^d
100			100	4,62 ^d
	100		100	4,61 ^d
	200		50	4,53 ^e
100		100		4,49 ^{ef}
200			50	4,48 ^f
200		50		4,38 ^g
	100		50	4,36 ^g
	200		100	4,28 ^h
	100	100		4,14 ⁱ
Harina B (testigo)				4,29^{gh}

¹ Diferentes letras superíndices se clasifican diferentes ($p < 0,05$)

Tabla 5: Test de Rango Múltiple (LSD) para volumen específico de panes elaborados con Harina C y con combinaciones oxidante-reductor

Oxidante - Reductor (Ppm)				Vol.Esp. ¹
Ac Asc	ADA	Bis de Na	Cis	(cc/g)
200		50		4,73 ^a
100		100		4,60 ^b
100		50		4,57 ^b
200		100		4,54 ^{bc}
	200		50	4,47 ^{cd}
	100		100	4,45 ^{de}
	200	50		4,42 ^{def}
	100	100		4,40 ^{defg}
100			50	4,39 ^{efg}
	100	50		4,36 ^{gh}
	100		50	4,34 ^{gh}
100			100	4,31 ^{hi}
200			50	4,30 ^{hij}
200			100	4,25 ^{ij}
	200	100		4,22 ^j
	200		100	4,22 ^j
Harina C (testigo)				4,47^{cd}

¹ Diferentes letras superíndices se clasifican diferentes ($p < 0,05$)

Comportamiento de las Harinas

Analizando las harinas respecto a la variación de volumen específico producido por la incorporación de aditivos, se obtuvo para la harina A un CV de 3.7% con un aumento promedio de volumen específico del 2.4% respecto al testigo. Para la harina B el CV fue de 6.6% con un crecimiento promedio en el volumen específico de 6,4%, mientras que para la Harina C el CV fue de 2.9% sin que se perciba un aumento de volumen en el promedio. Se observa que el efecto de las combinaciones de aditivos es más evidente sobre los valores de volumen específico de la harina B. Esta harina testigo B pese a dar un bajo valor de volumen específico de pan (4.29 cc/g), similar a la harina testigo A, manifiesta un mayor potencial de mejoría ante el agregado de los aditivos, cualidad que se refleja a causa de un mayor valor de proteínas en su composición y de mejores propiedades físicas desde el punto de vista alveográfico ($W=205$, $P/L=1.12$). Esto le permite ofrecer un gluten con mayores posibilidades para lograr una mejoría tecnológica en el proceso de panificación cuando se utilizan aditivos que modifican la estructura de la red proteica. En el particular caso de la harina C los aditivos estudiados no consiguen modificar su potencial tecnológico, indicando esto que el efecto de los mismos es superior en los casos de harinas débiles y sobre todo en aquellas

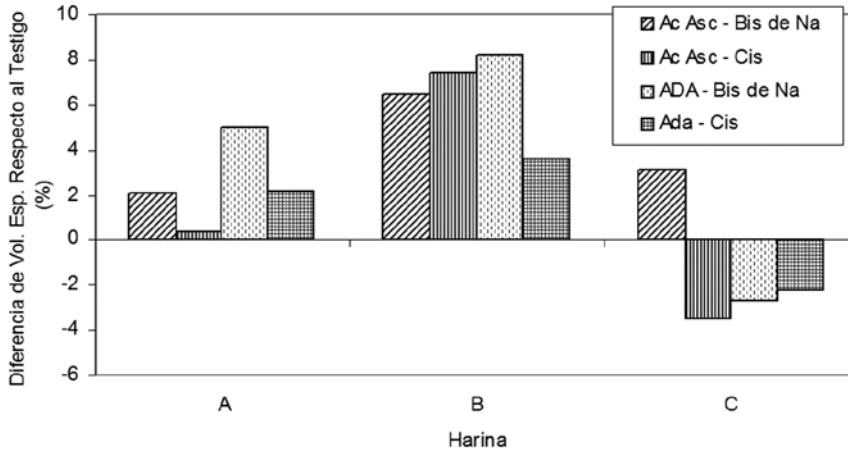
que conservan cierta capacidad de mejoramiento de su estructura de red tridimensional. Yamada y Preston (24) establecieron que a harinas consideradas normales, o sea aquellas que brindan un volumen de pan cercano a 4.5 cc/g, cuando se les agrega niveles crecientes de un oxidante se puede incrementar levemente el volumen del pan y el puntaje de su evaluación sensorial pero luego comienza un brusco descenso en los valores de estos atributos de calidad. Por su parte Kasarda (3), también señala que si bien las uniones disulfuro son importantes en la formación del gluten, también existen otras fuerzas secundarias, como puente hidrógeno o enlaces hidrofóbicos que pueden ser responsables para establecer grados de calidad.

Influencia de la combinación oxidante-reductor

El efecto de la combinación oxidante-reductor sobre las harinas A, B y C ha sido estadísticamente muy significativo, no obstante existe una clara diferencia de eficacia entre cada una de estas combinaciones de aditivos.

La combinación Ac Asc-Bis de Na provoca una mejoría promedio, en las tres harinas, del 4.0% , que es el resultado de relacionar a cada testigo con el valor promedio de volumen específico de los distintos niveles de esta combinación (Fig 1).

Figura 1: Diferencia (%) entre el volumen específico medio de los panes elaborados con las combinaciones oxidante-reductor y el volumen específico de los panes elaborados con la correspondiente harina testigo.



Para la combinación Ac Asc-Cis la mejora promedio, para las mismas, fue sólo del 1.5% aunque con la harina B tuvo un comportamiento muy eficaz. Por su parte, el par ADA-Bis de Na brindó una mejora promedio en las harinas del 3.5% y el par ADA-Cis de 1.2%. De este análisis se destaca que las combinaciones más influyentes sobre el volumen específico fueron ADA-Bis de Na y Ac Asc-Bis de Na lo que en parte concuerda con Fitchett and Frazier (1986) quienes establecen que los agentes reductores solos no son suficientes para un buen desarrollo de la masa y que para que esto ocurra es necesario incluir mejoradores oxidantes como el bromato de potasio o el ácido ascórbico. Ellos recomiendan niveles de agente reductor entre 35 y 70 ppm y nivel de oxidante alrededor de 100 ppm.

De lo expuesto se interpreta que estaría ocurriendo una ruptura de uniones disulfuro por acción de los agentes reductores y posteriormente formación de nuevos enlaces

covalentes disulfuro con una mejoría de las propiedades físicas de la masa que favorecería su comportamiento durante el proceso de panificación.

Conclusiones

En la elaboración de pan de molde, la utilización de aditivos combinados por un oxidante y un reductor provoca una mejoría significativa de los valores de volumen específico. Este efecto resulta de mayor evidencia en los casos que se elaboren panes de molde con harinas consideradas débiles, que son aquellas que dan volumen de pan inferior a 4.3 cc/g, y que también conserven cierta capacidad de mejoramiento de su estructura de red tridimensional del gluten. Los agentes oxidantes utilizados en este trabajo (ácido ascórbico y azodicarbonamida) generaron una mejor respuesta en el proceso de panificación cuando fueron combinados con el bisulfito de sodio que cuando se utilizaron junto a la cisteína.

Referencias

1. Uthayakumar, S.; Tömökozi, S.; Tatham, A.; Savage, A.; Gianibelli, M.; Stoddard, F.; Bekes, F. 2001. Effects of gliadin fraction on functional properties of wheat dough depending on molecular size and hydrofobicity. *Cereal Chem.* **78**, 2: 138-141.
2. Veraverbeke, W.; Larroque, O.; Békés, F.; Delcour, J. 2000. In vitro polymerization of wheat glutenin subunits with inorganic oxidizing agents. II. Stepwise oxidation of low molecular weight glutenin subunits and a mixture of high and low molecular weight glutenin subunits. *Cereal Chem.* **77**, 5: 589-594.
3. Kasarda, D.D. 1989. Glutenin structure in relation to wheat quality. In: "Wheat is Unique". Edited by Pomeranz, Y. - American Association of Cereal Chemists. (St. Paul, MN.), 277-302.
4. Schofield, J.D. 1986. Flour Proteins: Structure and functionality in baked products. In: "Chemistry and Physics of Baking". Edited by Blanshard, J.M.V.; Frazier, P.J.; Galliard, T. - Royal Society of Chemistry. (London), 14-29.
5. Antes, S.; Wieser, H. 2001. Reoxidation behavior of wheat and rye glutenin subunits. *Cereal Chem.* **78**, 8: 1-13.
6. Nakamura, M.; Kurata, T. 1997^a. Effect of L-ascorbic acid on the rheological properties of wheat flour-water dough. *Cereal Chem.* **74**, 5: 647-650.
7. Nakamura, M.; Kurata, T. 1997^b. Effect of L-ascorbic acid and superoxide anion radical on the rheological properties of wheat flour-water dough. *Cereal Chem.* **74**, 5: 651-655.
8. Larré, C.; Papini, D.; Popineau, Y.; Deshayes, G.; Desserme, C.; Lefebvre, J. 2000. Biochemical análisis and rheological properties of gluten modified by transglutaminase. *Cereal Chem.* **77**, 2: 121-127.
9. Pylar, E.J. 1973. Role of oxidation in baking and role of sulfhydryl groups. In: "Baking Science and Technolog". Siebel Publishing Company. (Chicago), 274-282.
10. Every, D.; Gilpin, M.J.; Larsen, N.J. 1996. Ascorbate oxidase levels in wheat and relationship to baking quality. *J. Cereal Sci.*, **23**: 145-151.
11. Kaid, N.; Rakotozafy, L.; Potus, J.; Nicolas, J. 1997. Studies on the glutathione-dehydroascorbate oxidoreductase from wheat flour. *Cereal Chem.* **74**, 5: 605-610.
12. Lu, X.; Seib, P. 1998. Assay of dehydroascorbic acid in bread and dough added as a crystalline dimer. *Cereal Chem.* **75**, 2: 200-205.
13. Wikström, K.; Eliasson, A. 1998. Effects of enzymes and oxidizing agents on shear stress relaxation of wheat flour dough: Additions of protease, glucoseoxidase, ascorbic acid and potassium bromate. *Cereal Chem.* **75**, 3: 331-337.
14. Fitchett, C.S.; Frazier, P.J. 1986. Action of oxidants and other improvers. In: "Chemistry and Physics of Baking". Edited by Blanshard, J.M.V.; Frazier, P.J.; Galliard, T. - Royal Society of Chemistry. (London), 179-198
15. Osella, C.A.; Sánchez, H.D.; de la Torre, M.A.; González, R.J. 1995. Efecto de L-cisteína y proteasa sobre las características de la masa para crackers. *La Alimentación Latinoamericana*, 204: 68-72.
16. Lang, C.; Neises, E.; Walker, C. 1992. Effects of additives on flour-water dough mixograms. *Cereal Chem.* **69**, 6: 587-591.
17. Dreese, P.C.; Faubion, J.M.; Hosney, R.C. 1988. Dynamic rheological properties of flour, gluten and gluten-starchdoughs. II. Effect of various processing and ingredient changes. *Cereal Chem.* **65**: 354-359.
18. Lambert, I.; Kokini, J. 2001. Effect of L-cysteine on the rheological properties of wheat flour. *Cereal Chem.* **78**, 3: 226-230.
19. Bloksma, A.H.; Bushuk, W. 1988. Rheology and chemistry of dough. In: "WHEAT: Chemistry

- and Technology". Edited by Pomeranz, Y. - American Association of Cereal Chemists. (St. Paul, MN.) 192-193.
- 20.** Tosi, E.A.; Re, E.D.; Masciarelli, R.; Sánchez, H.D.; Osella, C.A.; de la Torre, M.A. 2002. Whole and defatted hyperproteic amaranth flours tested as wheat flour supplementation in mold breads. *Lebensm -Wiss u-Technol.* **35**: 472-475.
- 21.** Bloksma, A.H. 1984. "The Farinograph Handbook". Edited by Bert L. D'Appolonia, B.L.; Kumerth, W.H. American Association of Cereal Chemists. (St. Paul, MN), 7-12.
- 22.** Montgomery D. 1991. "Diseño y Análisis de Experimentos". Grupo Editorial Iberoamericana. (México). 467-505.
- 23.** Moses, L.E. 1986. "Think and Explain with Statistics". Edited by Addison – Wesley Publishing Company, Inc. (USA). 47-55.
- 24.** Yamada, Y.; Preston, K.R. 1994. Sponge and Dough Bread: Effects of oxidants on bread and oven rise properties of a canadian red spring wheat patent flour. *Cereal Chem.* **71**, 3: 297-300.