

## Características químicas y usos de harina instantánea de maíz II.

*Fernando Martínez B.<sup>1</sup> y Ahmed A. El-Dahs<sup>2</sup>*

Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.  
Dpto. de Biotecnología y Bioingeniería. Alimentos.  
Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola. FEAA, UNICAMP, Campinas, Brasil.

**RESUMEN.** El proceso hidrotérmico usando grits de maíz macerado a temperatura de 28-30°C durante 5 horas y tratamiento térmico con vapor bajo presión a 118°C (1.94 kg/cm<sup>2</sup>) durante 1 minuto no afectó la composición centesimal de la harina producida, no obstante, redujo el contenido de aminoácidos en aproximadamente un 18%, siendo el triptofano y la lisina disponible los más afectados. El contenido de vitaminas y pigmentos totales fue poco afectado por el tratamiento. Las tortillas preparadas con harina instantánea de maíz presentaron mejor color y textura en relación a las tortillas elaboradas por el proceso convencional. Las polentas elaboradas con harina instantánea de maíz con 30 segundos de mezclado presentaron mejores características de olor sabor y textura en relación a las polentas comerciales.

**SUMMARY.** Chemical characteristics and uses of instant corn flour. II. The hydrothermal process using corn grits soaked in water at room temperature (28-30°C) for 5 hours and steaming for 1 minute at 118°C did not affect the proximal composition of the corn flour. However, the amino acid content was reduced approximately 18% (specially lysine and tryptophan). Vitamin and pigment contents were few affected. The characteristics of color and shelf life of corn flour were improved with the hydrothermal process. Tortillas prepared with instant corn flour showed better color and texture in comparison to the tortillas prepared by the conventional process. Polentas prepared with instant corn flour with 30 seconds of mixing showed better characteristics of flavor, odor, texture and required less preparation time than commercial polentas.

### INTRODUCCION

La harina de maíz instantánea es producida y comercializada en diversos usos industriales y alimenticios, principalmente como ingrediente básico en alimentos instantáneos tipo C.S.M. (corn-soy-milk) usados en la alimentación infantil. En este tipo de producto de alto valor nutritivo, además de representar la principal fuente de carbohidratos, la harina instantánea de maíz es responsable del comportamiento funcional de la mezcla en suspensión acuosa atribuido a la importancia de sus características de absorción de agua, solubilidad y viscosidad

(1,2,3,4,5,6). En América Latina han sido desarrolladas y comercializadas mezclas vegetales del mismo tipo de C.S.M., como Incaparina, Colombiharina y Cerealina, entre otras, siendo la harina instantánea de maíz el componente básico (5).

La tortilla es el producto alimenticio más representativo del procesamiento del maíz en México (considerada la principal fuente de proteínas y calorías para grupos sociales de bajo nivel socioeconómico) así como de algunos países de América Central y en amplia expansión en el sur de los Estados Unidos. En la elaboración de harina instantánea para tortillas han sido propuestos diversos métodos (1,2,3) como secadores de tambor, tratamiento con energía de infra-rojo, micronización y más recientemente el proceso de extrusión. No obstante la calidad de la tortilla obtenida no ha sido satisfactoria. El proceso de nixtamalización tradicional (cocimiento alcalino) para elaboración de tortillas consiste en el cocimiento del grano en exceso de agua al cual se le adiciona de 1 a 2% en peso de cal y posteriormente esta mezcla se lleva a la temperatura de ebullición durante 30-40 min. Después de

1 Profesor Investigador CINVESTAV. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Dpto. de Biotecnología y Bioingeniería. Alimentos. Apdo. Postal 14-740 México, D.F. C.P. 07000.

2 Profesor Investigador Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola. FEAA, UNICAMP, C.P. 13.100 Campinas, São Paulo, Brasil.

esta etapa el maíz cocido se reposa por un período de 12 a 15h. El maíz cocido y reposado es denominado nixtamal y nejayote el líquido de cocimiento rico en sólidos. El nixtamal después de lavado es molido en molino de piedras con la adición de pequeños volúmenes de agua, la masa obtenida es moldeada para formar las tortillas que son cocidas por ambos lados en un comal de barro o superficie metálica a temperaturas de 180-210°C durante aproximadamente 2 minutos.

La producción de harinas instantáneas para elaboración de tortillas usan diversos procesos, algunos basados en el cocimiento alcalino tradicional. El maíz es cocido con agua y cal, molido con molino de martillos y sometida a deshidratación. La masa seca y cribada es reformulada en harinas que posteriormente son rehidratadas para formar la masa y obtener la tortilla (2).

En Brasil, Africa del sur, Africa Oriental y sur de Europa existe un producto de maíz ampliamente difundido y consumido bajo diferentes formas de preparación denominado polenta. El método para preparar polenta consiste de una dilución de harina de maíz en agua salada, mezclando ininterrumpidamente la pasta a fuego directo durante aproximadamente 25 a 30 min para obtener una pasta lista para consumo (7). Ambos procesos convencionales de elaboración de tortillas y polenta involucran gastos de tiempo y energía con producción de efluentes en el caso de elaboración de tortillas. El presente trabajo presenta el proceso hidrotérmico como una alternativa en la producción de harinas instantáneas para elaboración de tortillas y polenta.

## MATERIAL Y METODOS

**Materia prima.** Para la elaboración de harina instantánea se utilizaron grits de maíz (grano desgerminado y descascarado) denominado comercialmente quirera 01, obtenidos de la empresa Mírosa, S.A., Campinas, São Paulo, Brasil. En la elaboración de tortillas se empleó maíz (VS-22, híbrido comercial, liberado en México). Polentina Quaker y Fubá comerciales fueron usados para la elaboración de polenta.

Las condiciones de operación para la obtención de harina instantánea de maíz fueron: maceración a temperatura de 28-30°C durante 5 horas y tratamiento térmico con vapor a 118°C (1.94 kg/cm<sup>2</sup>) durante 1 minuto.

**Métodos.** Humedad del grits (8) en el caso de las harinas se usó el Semi-automatic Moisture Tester Brabender a 130°C durante 1 hora. El contenido de nitrógeno total fue determinado de acuerdo con el método macro Kjeldahl (8) y realizando la conversión a proteína multiplicando los valores de nitrógeno por 6.25. Para la determinación de la estabilidad durante el almacenamiento las harinas fueron colocadas en bolsas de plástico herméticamente cerradas y mantenidas a temperatura ambiente. El contenido de ácidos grasos libres, grasa, azúcares reductores y totales, fibra y cenizas se analizaron de acuerdo con los métodos de AACC (8). El índice de peróxidos fue cuantificado de acuerdo con el método de Mehlenbacker (9).

La composición de aminoácidos se realizó después de 24 horas de hidrólisis en HCl 5N. El hidrolizado fue cuantificado por cromatografía de intercambio iónico en un analizador de aminoácidos Beckman modelo 120C (10). Triptofano y lisina disponible se analizaron de acuerdo con los métodos de Villegas y Mertz (11). Las vitaminas tiamina, riboflavina y niacina se determinaron siguiendo los métodos de AACC (8). Los tocoferoles totales fueron cuantificados de acuerdo con el método de Emmerie and Engel (12). Los pigmentos totales y  $\beta$ -carotenos de acuerdo con el método de AOAC (13).

**Elaboración de tortillas.** 1 kg de maíz en grano y 2 L de agua conteniendo 0.5% de Ca(OH)<sub>2</sub> se colocaron en un recipiente de barro y cocidos a temperatura de ebullición hasta que fue posible separar manualmente el pericarpio del grano. Esta suspensión se dejó en reposo durante 12h y posteriormente se molió el grano cocido (nixtamal) en un molino de piedras, adicionándose el agua necesaria para obtener una consistencia apropiada de la masa para la elaboración de tortillas (en forma de discos de aproximadamente 12 cm de diámetro por 1mm de espesor), que fueron cocidas en un comal de arcilla durante aproximadamente 3 min por ambos lados. Para la elaboración de tortillas usando harina instantánea como materia prima, fueron preparadas dos muestras (T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>) de la siguiente manera: se mezclaron 300 g de harina instantánea con 735 ml de una solución de hidróxido de calcio a temperatura aproximada de 40°C, usándose concentraciones de 0.15 y 0.3%, respectivamente (basados en el peso seco de la harina). Se formó una masa semejante al proceso anterior, siguiéndose las mismas etapas descritas y finalmente cocidas durante aproximadamente 2 minutos.

**Elaboración de polenta.** Se realizó de acuerdo con el proceso descrito por Cinquetti (7). En un recipiente de aluminio de 14 cm de diámetro por 16 cm de altura se añadieron 500 ml de agua y 3.5 g de cloruro de sodio. La suspensión se dejó hervir y se colocaron 100 g de fubá (harina de maíz <350 micras) mezclando constantemente durante 30 minutos. Una vez transcurrido ese tiempo la muestra designada como Pf fue retirada del recipiente y colocada en un molde de aluminio de 14.5 cm de diámetro por 6.0 cm de altura. Se utilizó polentina Quaker (harina instantánea comercial) en la preparación de polenta siguiendo la metodología anterior y denominada como Pq con harina instantánea de maíz usando tiempos de mezcla de 30 segundos, 2 y 4 minutos fueron designadas como P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> y P<sub>3</sub>, respectivamente. La harina instantánea mezclada con agua y cloruro de sodio en las cantidades citadas, fue puesta a ebullición, retirada y colocada en un molde y se designó como P4.

**Evaluación sensorial.** Las tortillas y polentas fueron evaluadas en relación a color, olor, sabor y textura por un panel constituido de 8 probadores siguiendo un delineamiento estadístico de bloques al azar con 2 repeticiones usando una escala no estructurada de 9 puntos realizándose comparaciones de medias de Duncan.

## RESULTADOS

Composición centesimal. Debido a su constitución básicamente de endospermo, ambas harinas se caracterizaron por su bajo contenido de grasa, fibra y cenizas y su alto contenido de carbohidratos con un contenido de proteína dentro de los niveles normales para este tipo de materia prima (1,2,3). La composición centesimal de la harina de maíz y harina instantánea es presentada en la Tabla 1, en la cual no se aprecian diferencias significativas en la composición centesimal de las harinas. La composición centesimal de la harina no se alteró significativamente durante el proceso hidrotérmico.

TABLA 1  
EFECTO DEL PROCESO HIDROTERMICO  
EN LA COMPOSICION QUIMICA DE  
LAS HARINAS DE MAIZ

Componente	Harina de maíz (%)	Harina instantánea (%)
Humedad	11.90a	11.96b
Proteína	7.03a	7.03a
Grasa	0.86a	0.86a
Fibra	0.22a	0.22a
Cenizas	0.72a	0.72a
Azúcares reductores	0.56a	0.56a
Azúcares totales	1.60a	1.60a
Carbohidratos <sup>1</sup>	77.67a	77.67a

Líneas con la misma letra no presentan diferencia significativa  $\alpha = 0.05$

<sup>1</sup> Por diferencia

La harina de maíz presentó un mayor contenido de aminoácidos (Tabla 2). Obteniéndose una reducción de aproximadamente 18% en el contenido de aminoácidos totales (esenciales y no esenciales) siendo el triptofano y la cistina los más afectados durante el tratamiento. También la lisina disponible se redujo durante el tratamiento (13.44%). Los contenidos de vitaminas (complejo B) y pigmentos totales (Tabla 3) fueron poco afectados presentando diferencias significativas, atribuidas básicamente al efecto de la temperatura durante el tratamiento térmico.

TABLA 2  
CONTENIDO DE AMINOACIDOS<sup>1</sup> DE HARINA DE  
MAIZ Y HARINA INSTANTANEA

Aminoácidos	Harina de maíz (g /16 g de N)	Harina instantánea (%)	Cambio <sup>2</sup>
<b>Esenciales</b>			
Lisina	1.86	1.61	-13.44
Treonina	3.76	3.04	-19.14
Valina	5.07	4.39	-13.41
Metionina	0.93	0.80	-13.97
Isoleucina	3.80	3.21	-15.52
Fenilalanina	5.38	4.57	-15.05
Leucina	20.44	16.09	-21.28
Triptofano	0.30	0.12	-60.00
Totales	41.54	33.83	-18.56
<b>No esenciales</b>			
Histidina	2.93	2.61	-10.92
Arginina	1.96	1.83	- 6.63
Acido aspártico	6.73	5.63	-16.34
Serina	5.61	4.68	-16.57
Acido glutámico	31.18	24.59	-21.13
Prolina	10.42	8.73	-16.21
Alanina	10.26	8.48	-17.34
Cistina (1/2)	0.34	0.08	-76.47
Tirosina	0.36	0.33	- 8.33
Glicina	3.23	2.75	-14.86
Amonio	4.92	3.83	-22.15
Totales	77.94	63.54	-18.47

<sup>1</sup> Resultados expresados en base seca

<sup>2</sup> % cambio =  $\frac{\text{Harina instantánea} - \text{Harina de maíz}}{\text{Harina de maíz}} \times 100$

TABLA 3  
EFECTO DEL PROCESO HIDROTERMICO EN EL  
CONTENIDO DE VITAMINAS Y PIGMENTOS  
TOTALES EN LAS HARINAS DE MAIZ

Componente	Harina de maíz mg/100 g	Harina instantánea mg/100 g
Tiamina	0.64a	0.61b
Riboflavina	0.36a	0.34b
Niacina	25.38a	25.32b
Tocoferoles		
totales	1.12a	1.10b
$\beta$ -carotenos	4.70a	4.88b
Pigmentos		
totales	25.37a	24.56b

Líneas con la misma letra no presentan diferencia significativa  $\alpha = 0.05$

**TABLA 4**  
EVALUACION SENSORIAL DE LAS TORTILLAS

Evaluación	Tortillas		
	T1	T2	T3
Color	5.23c	5.36b	5.40a
Olor	5.62a	5.24c	5.35b
Sabor	4.83a	4.75b	4.72c
Textura	3.74c	5.35a	5.30b

Líneas con la misma letra no presentan diferencia significativa  $\alpha=0.05$

T1: muestra preparada por el proceso convencional

T2 : muestra preparada con harina instantánea (0.15% de CaOH<sub>2</sub>)

T3: muestra preparada con harina instantánea (0.30% de CaOH<sub>2</sub>)

Resultados del análisis sensorial. Las tortillas elaboradas con harina instantánea presentaron mejor color y textura con diferencia significativa en las evaluaciones de olor y sabor en relación a las tortillas preparadas por el proceso convencional (Tabla 4). Esto puede ser debido a que durante el proceso convencional de elaboración de tortillas existe una mayor penetración de cal en el grano, lo que mejora el olor y sabor característico de la tortilla. El proceso hidrotérmico presentó menor tiempo y gasto de agua en relación al proceso convencional. Las polentas preparadas con harina instantánea con 4 minutos de mezclado presentaron mejor color y olor en relación al resto de ellas, con mejor textura para la muestra con 30 segundos de mezclado y mejor sabor con 2 minutos de mezclado (Tabla 5). En la segunda evaluación la polenta preparada con harina instantánea con 30 segundos de mezclado, fue juzgada superior (olor, sabor y textura) en relación a las muestras comerciales de polenta y fubá.

**TABLA 5**  
EVALUACION SENSORIAL DE LAS POLENTAS

Evaluación	Polenta			
	P1	P2	P3	P4
Color	7.78b	7.77c	7.86a	7.75d
Olor	6.79c	6.89b	6.99a	6.71d
Sabor	6.73c	6.96a	6.86b	5.63d
Textura	7.09a	6.67c	6.67c	7.06b

P1: muestra preparada con 30 seg de mezclado

P2 : muestra preparada con 3 min de mezclado

P3: muestra preparada con 4 min de mezclado

P4: muestra preparada con 5 min de mezclado

**TABLA 6**  
EVALUACION SENSORIAL DE LAS POLENTAS ELABORADAS CON HARINA INSTANTANEA Y POLENTAS COMERCIALES

Evaluación	Polenta		
	P1	Pf	Pq
Color	6.76b	7.42a	6.65c
Olor	6.39a	6.17c	6.24b
Sabor	6.24a	6.23b	5.95c
Textura	6.33a	5.93b	5.02c

P1: muestra preparada con harina instantánea (30 seg de mezclado)

P2 : muestra preparada con fuba comercial

P3: muestra preparada con Polentina Quaker (comercial)

### CONCLUSIONES

El proceso hidrotérmico usado en la elaboración de harina instantánea redujo el contenido de aminoácidos en aproximadamente 18% siendo el triptofano y la lisina disponibles los más afectados. El contenido de vitaminas y pigmentos totales fue poco afectado por el tratamiento. Las tortillas preparadas con harina instantánea de maíz presentaron mejor color y textura en relación a las tortillas elaboradas por el proceso convencional. Las polentas elaboradas con harina instantánea de maíz con 30 segundos de mezclado presentaron mejores características de olor sabor y textura y menor tiempo de preparación en relación a las polentas preparadas con muestras comerciales.

### REFERENCIAS

1. SFA. Corn Manual. Snack Foods Association, Alexandria, VA. 1986.
2. Inglett, G.E. Maize: Recent Progress in Chemistry and Technology. G.E. Inglett, ed. Academic Press, Inc., New York. 1982.
3. Smith, O.B. . Extrusion cooking of corn flours and starches as snacks, breadings, croutons, breakfast cereals, pastas, food thickeners, and adhesives. Pages 193-219 in: Maize: Recent Progress in Chemistry and Technology. G.E. Inglett, ed. Academic Press, Inc., New York. 1982.
4. Anderson, R.A., Conway, H.F. and Peplinski, A.J. Gelatinization of corn grits by roll-cooking, extrusion cooking and steaming. Die Staarke 22:130-135, 1970.
5. Anderson, R.A., Pfeifer, V.F., Bokwalter, G.N., and Griffin, Jr. E.L. Instant C.S.M. food blends for world-wide feeding, Cereal Sci. Today 16: 5-11, 1971.
6. Conway, H.F. Extrusion cooking of cereals and soybeans. Part I, Food Product Dev. 5(2): 27, 29, 31, 1971.
7. Cinquetti, M. La Farina per polenta. In: L'Endustria del mais. ed. Pinerolo, Cririotti, Italia, 1972.

8. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the AACC. The Association: St. Paul, MN, 1983.
9. Mehlenbacher, V.C. The analysis of fats and oils. Garrard Press. Champaign, Illinois, 1965.
10. Moore, S.; Spackman, D.H. and Stein, W.H. Separation of amino acids on sulfonated polystyrene resins (an improved system). An Chem. 30:1185, 1958.
11. Villegas, E.Y. Mertz, E.T. Métodos químicos usados en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) para determinar la calidad de la proteína del maíz. Folleto de investigación N° 20. México, 1971.
12. Emmerie, A., and Engel, C. In: Mehlenbacher, V.C. The analysis of fats and oils. Garrard Press. Champaign, Illinois. 1985.
13. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis 12th Ed. Published by the AOAC, Washington, D.C. 1975.

Recibido: 11-06-1992

Aceptado: 01-06-1993