

EVALUACION DE LA FRACCION AMILACEA EN PRODUCTOS DE MAIZ DE CONSUMO REGIONAL

Carmela Adamo¹ y Marta Hilda Gómez²

**Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI),
Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina**

RESUMEN

El propósito de este estudio fue evaluar, por medio de técnicas analíticas convencionales, el grado de modificación de la fracción amilácea de productos regionales elaborados a base de maíz, tales como sémolas, harinas, polentas precocidas, copos, harinas cocidas, "frangollo" y "locrillo". A partir de la interpretación de los cambios que ocurren en la fracción amilácea, surgen las siguientes conclusiones.

Los productos como sémolas, harinas, "frangollo" y "locrillo" son productos crudos sometidos a operaciones físicas, por ejemplo, a descascarado, degerminado y reducción de tamaño. No muestran cambios en sus características fisicoquímicas.

Las polentas o sémolas precocidas presentan cierta modificación estructural (entre otros, cambios en el comportamiento reológico) y cambio molecular parcial (entre otros, cambios en la fracción de carbohidratos insolubles), indicativos de que han sido sometidos a procesos en los que intervienen factores tales como temperatura, humedad y/o presión.

Los copos de maíz y las harinas cocidas acusan gran digestibilidad a las enzimas y un cambio notorio en sus propiedades funcionales (principalmente en lo que a solubilidad, absorción y viscosidad se refiere), indicativo de modificación a nivel granular y molecular.

INTRODUCCION

El maíz, alimento básico de consumo popular en el Noroeste Argentino, es un cereal compuesto por 82% de endospermo, 11% de germen y 7% de afrecho. Tiene un bajo contenido de proteína total (9 a 11%)

Manuscrito modificado recibido: 14-12-84.

- 1 Licenciada en Química, Auxiliar de Investigaciones de la Universidad Nacional de Salta.
- 2 Ingeniera en Industrias de los Alimentos y Profesora Adjunta en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires 177.4400 - Salta, Argentina.

y un alto contenido de carbohidratos (70 a 740/o), características que lo sitúan entre las fuentes de energía.

En comparación con la proteína de leche o huevo, el contenido de aminoácidos de la proteína de maíz es más o menos constante y de baja concentración en dos aminoácidos esenciales, lisina y triptofano.

El almidón, principal componente de la fracción de hidratos de carbono del maíz, se encuentra presente en forma de gránulos insolubles que conducen a la formación de moléculas de glucosa cuando se somete a hidrólisis total. Estructuralmente está formado por dos polímeros, o sea cadenas lineales: amilosa, y cadenas ramificadas: amilopectina. Desde el ángulo nutricional, el almidón aporta energía al cuerpo y su presencia, en cantidades suficientes en la dieta, reduce la utilización de proteínas como fuente de energía. Durante los procesos tecnológicos y bajo condiciones de humedad, temperatura, esfuerzo de corte, tamaño de partícula y agentes químicos, la fracción amilácea de los cereales sufre modificaciones en su estructura granular. Estas se manifiestan como pérdida en birrefringencia, cambios en viscosidad, solubilidad, absorción de agua, cohesividad, susceptibilidad enzimática, afinidad a colorantes y otros, afectando y determinando las propiedades funcionales del producto final.

El propósito de este trabajo fue evaluar el grado de modificación que sufre la fracción amilácea de productos regionales elaborados a base de maíz, de consumo habitual, según se dijo, en el Noroeste Argentino. Se utilizaron para el caso, métodos analíticos convencionales, ya que existe información limitada en cuanto a las modificaciones que la fracción amilácea de un cereal sufre en sus propiedades funcionales cuando se somete a distintos procesos tecnológicos.

MATERIAL Y METODOS

Se evaluaron los siguientes productos comerciales:

Sémola de maíz amarillo

Harina de maíz amarillo

Polenta "Mágica" (producto de cocción rápida)

Polenta "1 Minuto" (producto con 940/o de maíz y 60/o de almíbar)

Harina de maíz cocido

Maíz blanco entero, degerminado

"Frangollo" (producto regional que se prepara con maíz blanco degerminado, molido), y

"Locrillo" (producto regional, también a base de maíz blanco degerminado, molido)

La diferencia entre los tres últimos productos radica en el tamaño de partícula. A partir de esta diferencia, los productos tienen distintas aplicaciones culinarias regionales: loco, tamales, etc.

Después de molidas, las muestras fueron sometidas a análisis, los que se realizaron en fracciones de muestra pasadas por un tamiz malla 60, serie A. T. S. M.

La determinación de tamaño de partícula se efectuó en las muestras comerciales sin tratamiento previo, para lo cual se utilizaron los tamices

malla 20, 25, 40, 60, 70 y 100 de la serie A. T. S. M. Las muestras de 100 g fueron sometidas a vibración durante 30 minutos, pesándose las fracciones retenidas en cada malla.

Métodos Analíticos

Las muestras se sometieron a los siguientes análisis:

Humedad (H) – El contenido de humedad fue determinado por diferencia de peso de muestras sometidas a una temperatura de 100-150°C, durante 16 horas.

Índice de solubilidad en agua (WSI) – Índice de absorción de agua (WAI) – Estos índices se determinaron por el método de Anderson *et al.* (1), con algunas modificaciones. Así, 2.5 g de muestra (malla 60) fueron suspendidos en 30 ml de agua destilada; se agitaron por el término de 30 minutos, a 30°C, y las suspensiones fueron centrifugadas a 11,000 rpm. Luego se colocaron alícuotas del sobrenadante en estufa a 100-105°C, durante la noche. Se pesaron entonces los sólidos solubles secos, y el WSI fue calculado a partir de su peso, expresándose como gramos de sólidos solubles por 100 g de muestra seca. El gel remanente fue pesado y el WAI determinado, expresándolo como gramos de gel obtenido por gramo de muestra seca.

Grado de modificación del almidón (MD) – Definido como la relación de almidón modificado a almidón total, éste se calculó por medidas espectrofotométricas del complejo almidón-yodo formado en suspensiones de muestras antes y después de la solubilización total de almidón por álcalis (2).

Susceptibilidad enzimática (ES) – Fue realizada por digestión de un g de muestra en 22.5 ml de buffer a un pH de 7.00 que contenía 0.056 g de α -amilasa (BDH, de origen bacteriano). Después de 15 min de ataque enzimático a 30°C, la reacción se detuvo mediante el agregado de 1.5 ml de solución de ácido sulfúrico, y 10 ml de solución de tungstato de sodio. Entonces, la suspensión se filtró, y en las alícuotas se determinaron los azúcares reductores, expresados como porcentaje de maltosa por 100 g de muestra, de acuerdo al método 80-60 de la AACC (3).

Fracción de carbohidratos insolubles (WIC) – Dicha fracción se determinó extrayendo 2.5-3 g de muestra con 50 ml de agua destilada por agitación. El extracto fue centrifugado a 1,000 rpm durante 10 minutos; el residuo sólido fue re-extraído dos veces más. Luego, el residuo final insoluble se hidrolizó con 20 ml de HCl (peso espec.: 1.19) y 200 ml de agua durante 2.5 hr, en un balón provisto de condensador a reflujo. El hidrolizado se enfrió y se neutralizó con NaOH, se filtró y se determinó el contenido de dextrosa según recomienda el *Handbook of Sugars* de Pancoast y Junk (4). El peso de dextrosa por 0.9 es equivalente a la fracción de hidratos de carbono insolubles.

Amilografía (PV) – Los cambios de viscosidad en función del tiempo y temperatura fueron determinados usando un visco-amilógrafo Brabender, a 75 rpm (velocidad de rotación). Se calentaron suspensiones acuosas de muestra al 9.00/o (b.s.) a la temperatura de 25 a 92.5°C por 45 min; se mantuvieron 16 minutos a temperatura, y luego se enfriaron a 52.5°C en el término de 30 minutos.

Microscopía óptica – Se observaron suspensiones de muestras de

0.5^o/o (p/p) con luz directa y polarizada, bajo un microscopio de laboratorio Wild, con aumento igual a 400 veces.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los productos evaluados fueron clasificados en los cuatro grupos siguientes:

- Grupo A:** Sémola de maíz amarillo y
Harina de maíz amarillo
- Grupo B:** Maíz blanco entero degerminado
"Frangollo" y "locrillo"
- Grupo C:** Polenta "Mágica" y
Polenta "1 Minuto"
- Grupo D:** Copos de maíz y
Harina de maíz cocido

Grupo A – Los productos incluidos en este grupo son similares, y la diferencia principal entre ellos radica en el tamaño de partícula.

En la Tabla 1 se indica la distribución de tamaños de partícula de la harina y sémola de maíz amarillo. Como puede apreciarse, la harina es un producto con partícula de menor tamaño que la sémola, predominando la fracción retenida en el tamiz malla 60, mientras que en la sémola predomina la fracción retenida en malla 40.

Las características fisicoquímicas evaluadas en este grupo se detallan en la Tabla 2. A juzgar por los resultados, tanto la harina como la sémola de maíz son productos que sólo han sido sometidos a operaciones físicas (descascarado, degerminado, reducción de tamaño) sin evidenciar modificaciones en las propiedades funcionales de la fracción amilácea, respecto al maíz como materia prima. El bajo valor de susceptibilidad enzimática (2.47^o/o) muestra un ataque a nivel granular, facilitado por el daño mecánico producido durante la molienda.

Grupo B – Este grupo de productos se obtiene a partir de maíz blanco degerminado; la diferencia entre el maíz entero degerminado, el "locrillo" y el "frangollo" estriba en el tamaño de partícula. El primero ("locrillo") y el segundo ("frangollo") se obtienen a partir de maíz entero, que en su totalidad es retenido en malla 20. El "locrillo" es retenido en 80^o/o aproximadamente en malla 20, y el "frangollo", que se puede considerar como una sémola gruesa, es retenido en mallas de 25 a 40.

Las características evaluadas en este grupo se aprecian en la Tabla 2. De acuerdo a los datos resultantes, y al igual que los del grupo A, estos productos sólo han recibido daño mecánico durante el descascarado, degerminado y molienda. El comportamiento de la fracción amilácea en los grupos A y B, corresponde a productos crudos.

Las microfotografías de algunos productos de estos grupos, A y B, muestran estructuras amiláceas no modificadas (Figura 1), exhibiendo la birrefringencia característica de los productos crudos.

TABLA 1

DISTRIBUCION DE TAMAÑOS DE PARTICULAS EN LOS PRODUCTOS BAJO ESTUDIO
 (Expresada en términos de porcentaje)

Malla	Grupo A		Grupo B	Grupo C		Grupo D
	Harina de maíz	Sémola de maíz	Locrillo	Polenta "Mágica"	Polenta "1 Minuto"	Harina de maíz cocido
70 — 100	16.10	0.60	1.20	4.90	1.50	3.60
60 — 70	13.50	1.20	0.80	7.20	3.20	4.30
40 — 60	54.00	8.20	2.60	57.60	23.80	20.90
25 — 40	16.40	79.00	8.00	27.80	52.70	50.40
20 — 25	0.00	10.00	4.60	0.80	10.50	12.50
— 20	0.00	1.00	82.80	1.70	8.30	8.30

TABLA 2

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LOS PRODUCTOS BAJO ESTUDIO

	Grupo A	Grupo B	Grupo C		Grupo D	
			Polenta "Mágica"	Polenta "1 Minuto"	Copos de maíz	Harina de maíz
Humedad (o/o)	11.00	12.60	10.90	12.00	2.40	5.00
WSI (o/o) ^a	4.16 ± 0.26	2.96 ± 0.05	5.10 ± 0.04	1.71 ± 0.02	24.77	5.58
WAI (g/g) ^a	1.52 ± 0.03	1.53 ± 0.02	2.05 ± 0.06	1.62 ± 0.01	3.78	1.60
MD (o/o)	1.20	0.98	1.54	2.58	15.93	4.95
ES (o/o) ^a	2.47 ± 0.12	3.16 ± 0.29	4.12 ± 0.00	3.99 ± 0.03	10.58 ± 0.86	4.18 ± 0.06
PV (V.B.)	400.00	350.00	520.00	1,000.00	50.00	120.00
WIC (o/o) ^a	74.56 ± 1.20	75.63 ± 1.15	67.55 ± 1.00	60.68 ± 0.82	51.41 ± 1.20	62.38 ± 1.30

^a = Los resultados se expresan en base seca ± desviación estándar.

WSI = Índice de solubilidad en agua.

WAI = Índice de absorción de agua.

MD = Grado de modificación del almidón.

ES = Susceptibilidad enzimática.

PV = Viscosidad final de pasta.

WIC = Fracción insoluble de hidratos de carbono.

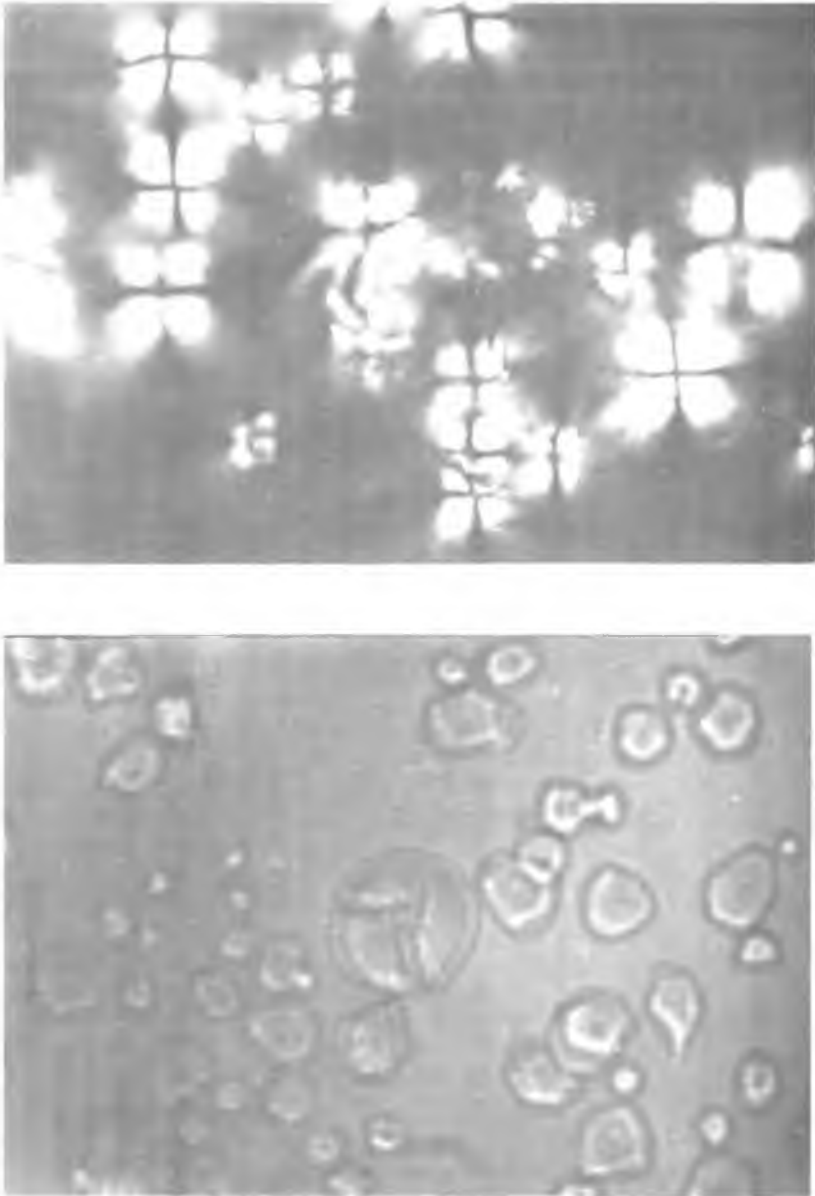


FIGURA 1

Grupo A y B: Productos crudos de maíz. Microfotografías con aumento de 400 veces. Foto superior: observación bajo luz polarizada, Foto inferior: observación bajo luz directa

Grupo C – En este grupo se han clasificado dos productos de cocción rápida, comercialmente conocidos como Polenta “Mágica” y Polenta “1 Minuto”. La granulometría de ambos se expone en la Tabla 1.

Las características determinadas en este grupo se indican en la Tabla 2. A partir de los resultados de las evaluaciones, se deduce que estos productos tienen propiedades funcionales modificadas, por ejemplo, las pastas cocidas presentan mayores viscosidades (520 y 1,000 BU) respecto al maíz crudo (420 BU). Los valores de ES obtenidos revelan cierto grado de modificación estructural del gránulo de almidón, lo que permite un mayor ataque de las amilasas en estas muestras (4, 12 y 3.990/o), que en el maíz crudo (2.470/o). Los índices de solubilidad en agua y absorción determinados, indican pequeños cambios a nivel molecular de la fracción amilácea. Se entiende, por lo tanto, que si hay polímeros liberados, éstos son de alto peso y de baja solubilidad y absorción de agua. Tales datos fueron confirmados por los bajos grados de modificación (MD) y altas fracciones de carbohidratos insolubles obtenidos.

Las microfotografías en la Figura 2 (A y B) indican una modificación parcial, principalmente en la Polenta “1 Minuto”, en la que los gránulos retienen su identidad individual.

En base a lo expuesto, se concluye que la fracción amilácea de estos productos de rápida cocción, ha sido afectada a nivel estructural durante el proceso tecnológico. Esto lo demuestra la susceptibilidad enzimática y parcialmente a nivel molecular, como lo indica la viscosidad.

Grupo D – Los productos que integran este grupo, conocidos comercialmente como copos de maíz y harina de maíz cocido, han recibido tratamiento durante su elaboración.

En la Tabla 1 se presenta la distribución del tamaño de partícula de la harina de maíz cocido. Se aprecia así, que la mayor fracción pasa la malla 25 y es retenida en la malla 40.

El análisis de algunas propiedades fisicoquímicas de estos productos se detalla, asimismo, en la Tabla 2.

La solubilidad y absorción de agua determinada en los copos de maíz, indican que el producto está parcialmente gelatinizado. A nivel granular, la fracción amilácea ha sido dañada lo suficientemente como para liberar 10.58 g de maltosa/100 g de producto, luego de un ataque con α -amilasa.

Respecto a la harina de maíz cocido, se observa que la fracción amilácea ha sido modificada, mostrando una solubilidad superior (5.580/o) a la del maíz crudo (4.160/o). La modificación también es evidenciada por una mayor susceptibilidad enzimática (4.180/o versus 2.470/o) en el producto crudo.

Las bajas viscosidades obtenidas en las partes después de la cocción demuestran que, en efecto, la fracción amilácea ha sido degradada hasta alcanzar valores que oscilan entre 50 y 120 BU, durante el proceso tecnológico.

Las microfotografías de la Figura 3 (A y B) sustentan las interpretaciones de los análisis fisicoquímicos, por lo que se concluye que en estos productos, los cambios ocurren a nivel granular y molecular.

Los cambios en viscosidad de los distintos productos analizados, durante 45 minutos de calentamiento, a la temperatura de 250C a 92.50C, cocción durante 16 minutos a 92.50C, y posterior enfriamiento a 52.50C en 30 minutos (Figura 4), revelan que la polenta “Mágica” tiene un

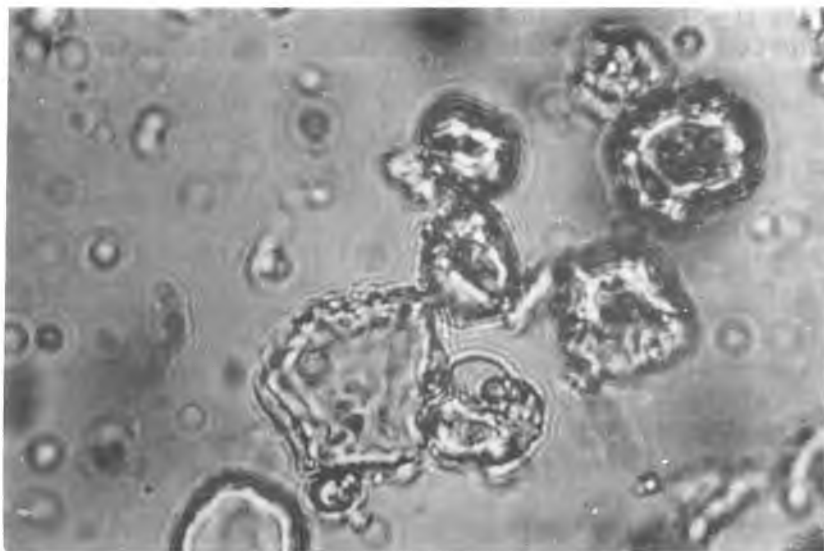
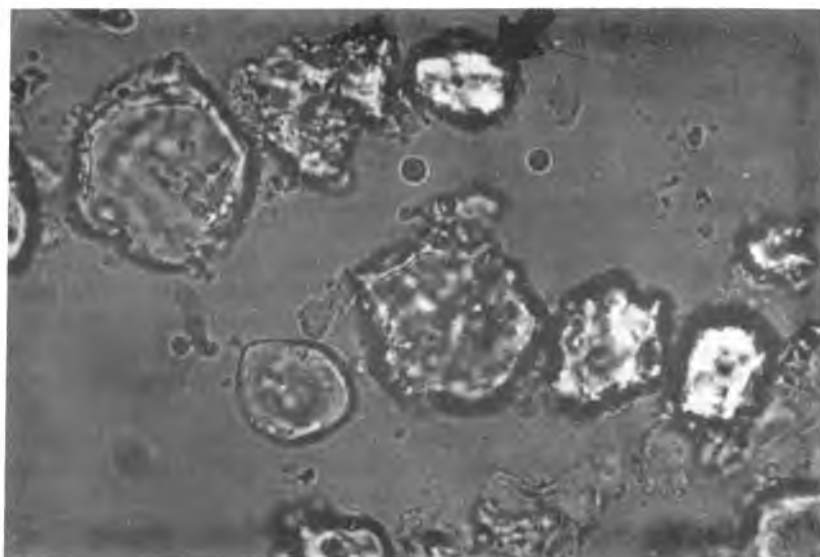


FIGURA 2 (A)

Grupo C: Polenta "1 Minuto". Microfotografía con aumento de 400 veces. Foto superior: observación bajo luz polarizada. La flecha indica birrefringencia en algunos gránulos. Foto inferior: observación bajo luz directa

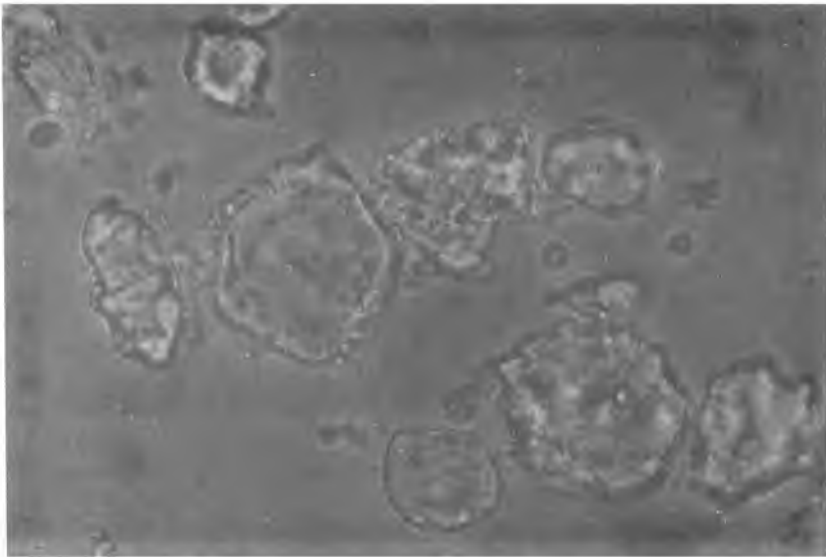


FIGURA 2 (B)

Grupo C: Polenta "Mágica". Microfotografías con aumento de 400 veces. Foto superior: observación bajo luz polarizada. La flecha indica birrefringencia en algunos gránulos. Foto inferior: observación bajo luz directa

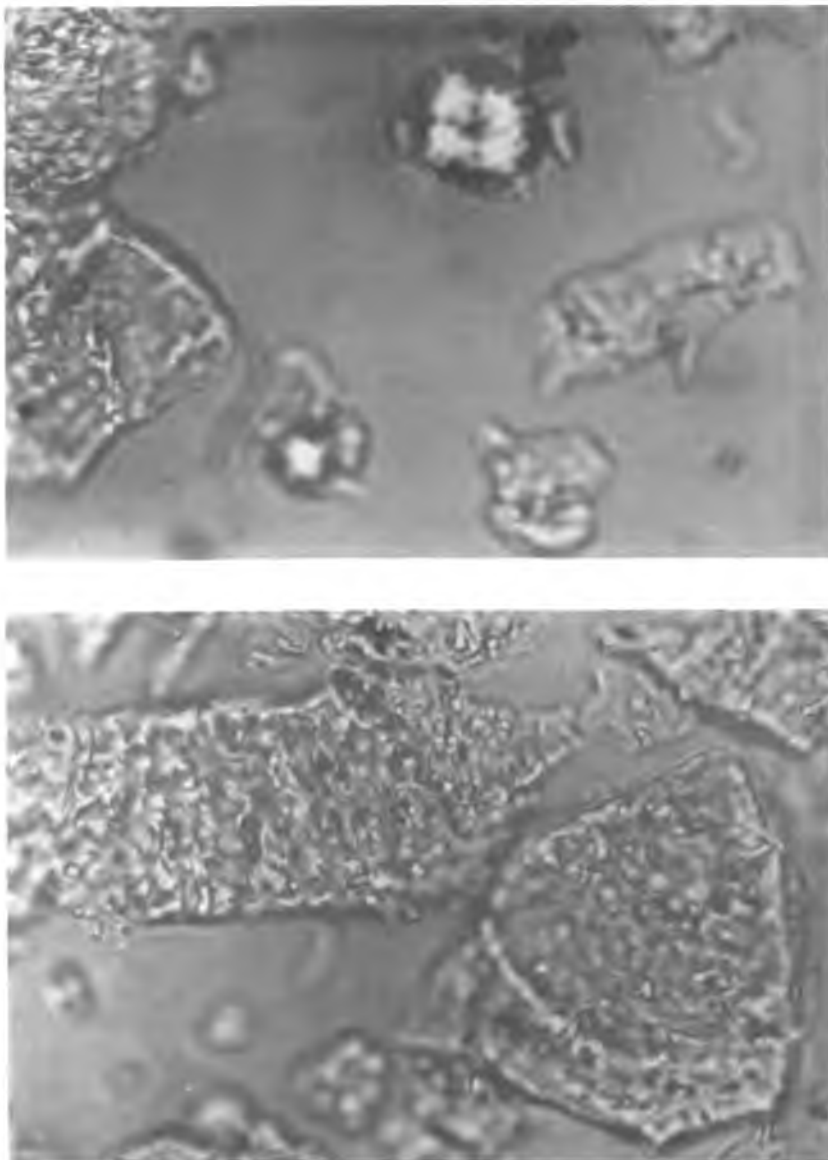


FIGURA 3 (A)

Grupo D: "Cocos de maíz". Microfotografía con aumento de 400 veces. Foto superior: observación bajo luz polarizada. La flecha indica birrefringencia en algunos gránulos. Foto inferior: observación bajo luz directa

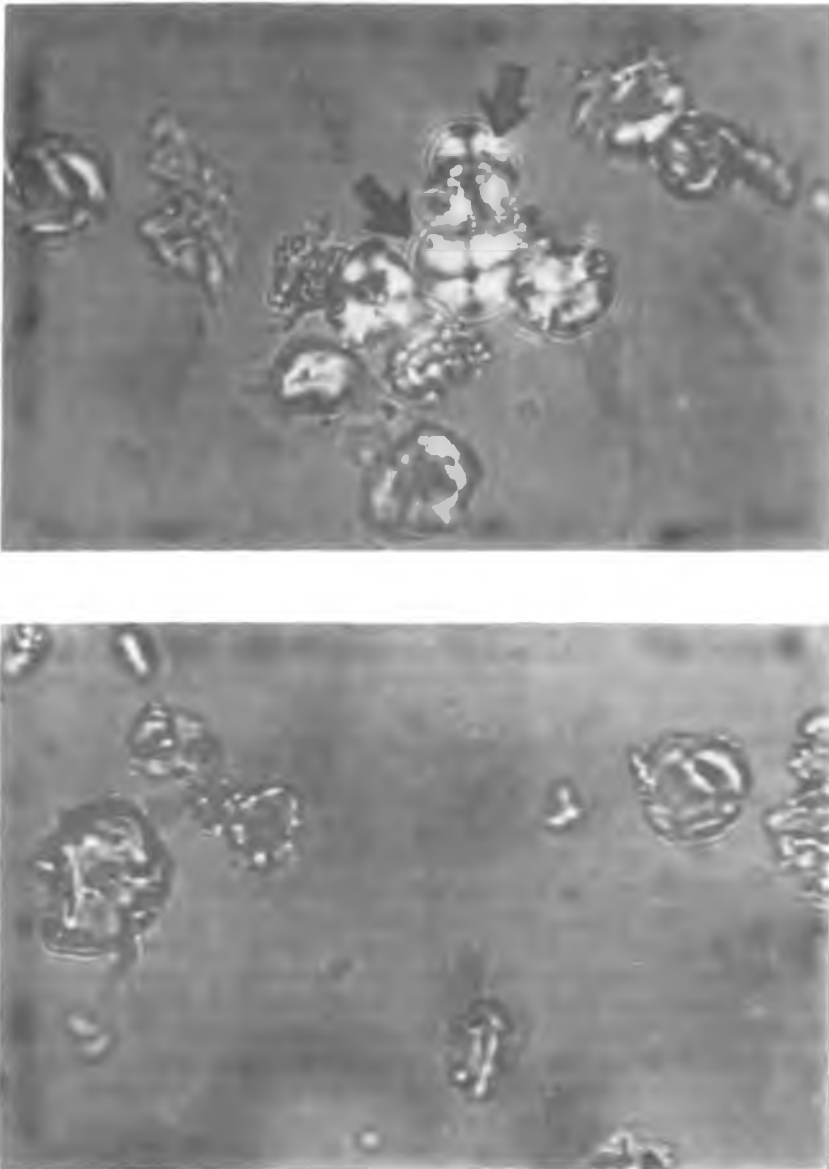


FIGURA 3 (B)

Grupo D: "Harina de maíz cocido". Microfotografía con aumento de 400 veces. Foto superior: observación bajo luz polarizada. La flecha indica birrefringencia en algunos gránulos. Foto inferior: observación bajo luz directa

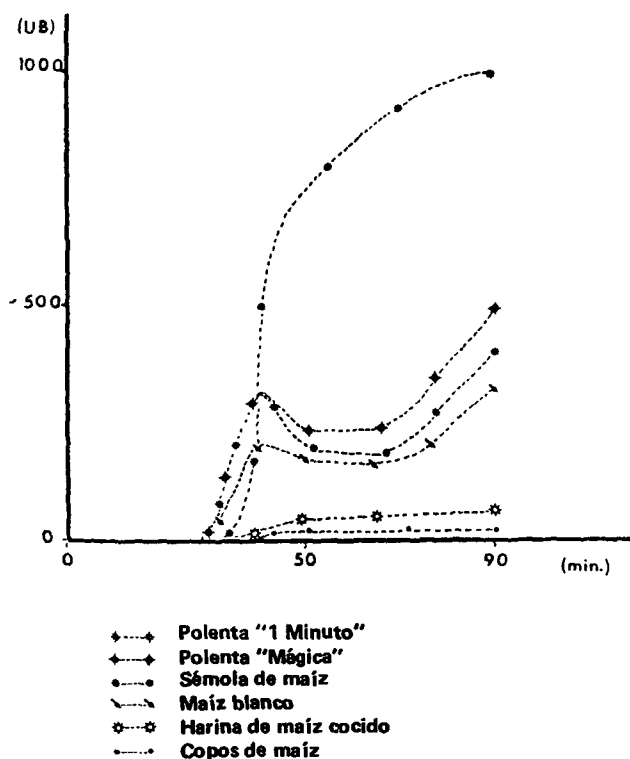


FIGURA 4

Amilogramas de los distintos productos en suspensiones al 90/o de sólidos

comportamiento similar a la sémola de maíz y maíz blanco, presentando mayor viscosidad de pasta sólo después de cocida. También se observa que la polenta "1 Minuto" ha sido alterada funcionalmente para dar máxima viscosidad de pasta después de cocida, bajo las condiciones estudiadas. Esta viscosidad aumenta gradualmente hasta alcanzar 1,000 BU, sin mostrar el período de desintegración o caída de viscosidad, típico en material amiláceo no modificado. Al comparar los cambios de viscosidad con la temperatura y el tiempo, de estas dos polentas, se deduce que la polenta "1 Minuto" ha sufrido más modificación que la polenta "Mágica", observándose una mayor y creciente capacidad de retención de agua y formación de gel a partir de los 78 - 80°C.

El comportamiento de las suspensiones de harina de maíz cocido y copos de maíz indican que son productos modificados. Revela, asimismo, que sus fracciones amiláceas han sido degradadas en forma considerable a nivel estructural, manteniendo por ello baja viscosidad durante el análisis, sin capacidad de formación de gel.

CONCLUSIONES

A partir de los hallazgos descritos, los autores concluyen lo siguiente: *Grupo A y B*; Los productos dentro de este grupo sólo han sido sometidos a operaciones físicas, tales como descascarado, separación de germen y reducción de tamaño. No se evidencian modificaciones en las propiedades funcionales, correspondiendo éstas a productos crudos.

Grupo C. Los productos clasificados en este grupo, han sido sometidos a ciertos procesos que han modificado sus propiedades fisicoquímicas. En estos productos, la fracción amilácea ha sido modificada a nivel granular y parcialmente a nivel molecular.

Grupo D. En el caso de los productos incluidos en el grupo, éstos han sido muy modificados durante el proceso tecnológico. Muestran mayor digestibilidad a la α -amilasa que los otros productos en estudio, lo que señala una modificación a nivel granular. Las bajas viscosidades después de un período de cocción y las altas solubilidades y grados de modificación del almidón, indican cambios a nivel molecular, tal como escisión de polímeros hidrocarbonados.

SUMMARY

EVALUATION OF THE STARCH FRACTION IN CORN PRODUCTS OF REGIONAL CONSUMPTION

The purpose of this study was to evaluate through conventional analytical procedures, the degree of modification of the starch fraction of regional products based on corn, such as grits, flours, precooked grits, flakes, precooked flour, "frangollo" and "locrillo." Based on the interpretation of changes in the starch fraction, the following conclusions are reached.

Corn grits, flours, "frangollo" and "locrillo" are raw corn products subjected to physical processes such as shelling, degermination and size reduction. They do not show changes in their physicochemical characteristics.

Precooked grits present certain structural modification (among others, changes in their rheologic behavior) and partial molecular change (among others, changes in the insoluble carbohydrate fraction), indicating that they have been subjected to processes wherein factors such as temperature, moisture and/or pressure intervene.

Corn flakes and precooked flours show a high enzyme digestibility and a high degree of change in their functional properties (mainly, in regard to solubility, absorption and viscosity). These changes indicate modification at granular and molecular level.

BIBLIOGRAFIA

1. Anderson, R. A., H. F. Conway, W. F. Pfeifer & E. L. Griffin. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion-cooking. *Cereal Sci. Today*, 14(1):4, 1969.
2. Wootton, D., M. Weeden & N. Munk. A rapid method for the estimation of starch gelatinization in processed food. *Food Technology in Australia*, 23:612, 1971.
3. American Association of Cereal Chemists. *Approved Methods of Analysis of the AACC*. St. Paul, Minnesota, The Association, 1969.
4. Pancoast, H. M. & W. R. Junk. *Handbook of Sugars*. Westport, Connecticut, The Avi Publishing Co., 1980.