

# OBTENCION DE ALMIDON BAJO EN PROTEINAS A PARTIR DE MAIZ DESGERMINADO

L.M. Medina, J. Mackenzie\*, A.S. Bermúdez\*\*

\*Productos de Maíz. S.A. PROMASA - \*\*Departamento de Química

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.

A.A. 14490 Bogotá, Colombia.

Key words: Alkaline protein extractions - Native starchs.

## RESUMEN

La producción de almidones nativos bajos en proteína, a partir de maíz descascarillado y desgerminado, se realiza mediante el tratamiento de la harina con soluciones alcalinas de  $\text{CuSO}_4$  y  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .

Los niveles de sales y el tiempo de tratamiento dependen del sistema de agitación utilizado.

## ABSTRACT

Native starchs with a low protein content can be produced by extracting the proteins of degerm maize flours with alkaline solutions of  $\text{CuSO}_4$  and  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ . The salts level and the treatment time depend on the stirring system utilized.

## INTRODUCCION

Los granos de maíz desgerminados que son desechados en los procesos de producción de harinas precocidas, podrían ser empleados para la obtención de almidones bajos en proteína los cuales se utilizan en diversas industrias como las de almidones sustituidos y las de pegantes (1).

Las proteínas del maíz, que constituyen del 7-9% del peso total del grano, son difíciles de extraer debido a que se encuentran en el endospermo relleno los espacios que dejan los gránulos de almidón (2).

A nivel industrial el almidón se obtiene generalmente por vía húmeda, en donde el maíz se macera en agua sulfurada (pH 4) a 50°C durante 35-45 horas, con lo cual se hidrata la proteína y simultáneamente se reducen los enlaces disulfuro lo que permite la liberación de los gránulos de almidón de la red proteica (3). La

factibilidad económica de este proceso depende básicamente del gran volumen de material empleado, por lo cual no puede ser utilizado como una vía alterna para el tratamiento de los granos desechados en los procesos de precocción, debido a que la cantidad allí obtenida es relativamente baja.

Existen diversos métodos de extracción de proteínas de los granos de cereales realizados a nivel de laboratorio con el objeto de estudiar las fracciones proteicas, por lo cual no se ha tenido en cuenta el efecto de dichos procesos sobre el gránulo de almidón (4-10).

Entre dichos estudios, se tiene el efectuado por MERTZ y BRESSANI (8), quienes extrajeron el 98% de la proteína presente en el endospermo de maíz, tratando la harina previamente desengrasada con una solución alcalina (pH 12) de sulfato de cobre (15%) y sulfito de sodio (2%) por 3 horas.

LLOYD y MERTZ (10) trabajando en condiciones similares a las descritas anteriormente, pero usando una concentración menor de los agentes extractantes sulfato de cobre (7%) y sulfito de sodio (1%) extrajeron el 94% de la proteína del maíz.

Este trabajo se planeó con la idea de desarrollar un proceso sencillo de obtención de almidones nativos bajos en proteínas, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

- Utilizar sales inorgánicas ( $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CuCl}_2$ ) para la extracción de proteínas a partir de maíz descascarillado y desgerminado.
- Seleccionar entre los agentes extractantes el más favorable desde el punto de vista de eficiencia, baja modificación del almidón y economía, el que represente simultáneamente una mayor extracción de proteínas.
- Determinar las condiciones en que se extraiga el mayor porcentaje de proteína, con el agente extractante seleccionado.

## MATERIALES Y METODOS

### Materia prima

Harina de maíz seco descascarillado y desgerminado con un tamaño de partícula malla 80.

### Selección del agente extractante

En esta fase se utilizaron  $\text{CuSO}_4$  2.00%,  $\text{CuCl}_2$  1.68%,  $\text{MgSO}_4$  1.50% y  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  2.00%. El porcentaje indica la cantidad de sal adicionada a 100 gramos de harina de maíz.

La selección de los niveles iniciales de  $\text{CuSO}_4$  y  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  se realizó con base en trabajos previos (9 y 10); mientras que para el  $\text{CuCl}_2$  se utilizó la cantidad que aportará una concentración del ión cúprico similar a la adicionada con el  $\text{CuSO}_4$ .

y en el caso del  $MgSO_4$  que la concentración del ión sulfato fuera similar a la del  $CuSO_4$ .

El procedimiento general empleado en los procesos de extracción se describe en el Diagrama No. 1. Una parte de harina se suspendió en 5 partes de agua en la cual se había disuelto previamente el agente extractante. Lentamente y con agitación, se adicionó hidróxido de sodio al 1%, hasta un pH aproximado de 11; el sistema se mantuvo en agitación constante con un agitador de aspas durante 16 y 24 horas a una temperatura de  $46^{\circ}C$ . Al finalizar el período de agitación la mezcla se centrifugó durante 10 minutos a 4,000 rpm, recogiéndose el sobrenadante. El precipitado (almidón) se lavó con agua, se centrifugó y el sobrenadante obtenido se adicionó al sobrenadante anterior. El almidón obtenido después de lavado, se suspendió en agua sulfurada durante 15 minutos, se centrifugó, se lavó con agua y se secó a  $60^{\circ}C$ .

La eficiencia de los agentes extractantes se cuantificó mediante la determinación del contenido de Nitrógeno por el método de Kjeldahl (11), en la materia prima inicial y en el sobrenadante. El índice de absorción de agua del almidón seco (12), se determinó con el objeto de evaluar si hubo modificación del gránulo.

#### Selección de las condiciones más favorables.

En esta fase se empleó básicamente el proceso descrito anteriormente, utilizando las sales seleccionadas en un rango de concentraciones para cada una entre 0.5 y 2.0% con base a 100 gramos de harina seca y tiempos de agitación entre 1 y 32 horas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

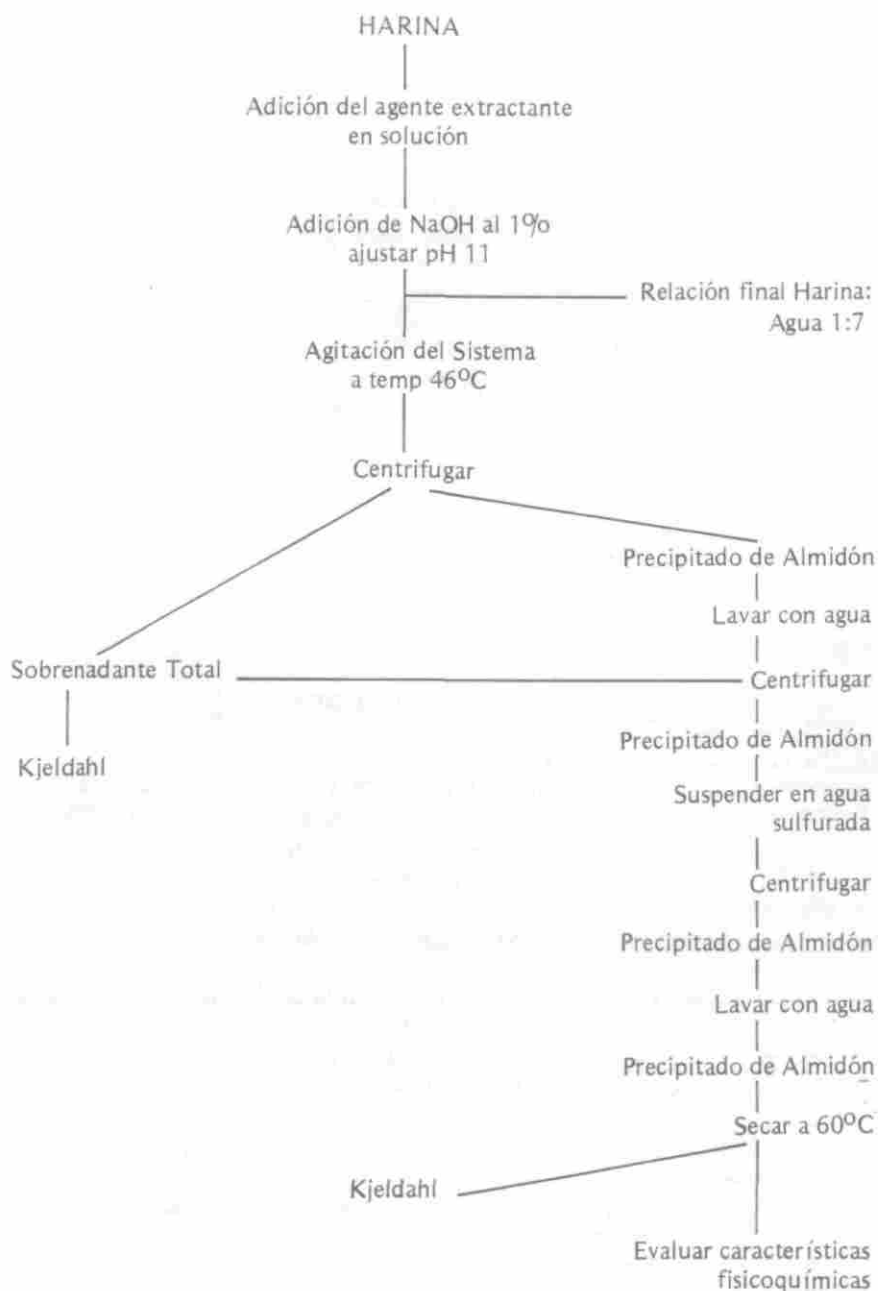
#### Selección del agente extractante.

Los resultados que se registran en la Tabla No. 1, muestran que la proteína presente en el gránulo del almidón de maíz se extrae más fácilmente con soluciones de cobre, que con los otros agentes extractantes. Además, se puede observar que el porcentaje de extracción depende no solamente de la sal empleada, sino también del tiempo de contacto de la solución extractora con la harina, lográndose mayores extracciones con períodos de 24 horas que con 16.

La comparación del porcentaje de proteína extraída con las sales de cobre y el sulfato de magnesio, sugiere que el ión cúprico reduce más eficazmente los puentes disulfuro que posee la red proteica, pero que el ión sulfato contribuye también a este proceso ya que los mejores resultados se obtuvieron con el  $CuSO_4$ .

Entre los agentes extractantes utilizados el menos efectivo en el proceso de solubilización de las proteínas es el sulfito de sodio, aunque el almidón obtenido presenta las características de color requeridas por la industria. La absorción de agua que presentan los almidones obtenidos en esta fase, indican que el  $MgSO_4$  produce una modificación en la estructura del gránulo, ya que en trabajos realizados previamente se mostró que este valor era inferior a 3.0 en almidones nativos (1).

DIAGRAMA No. 1  
 PROCEDIMIENTO GENERAL EMPLEADO PARA LA PRODUCCION  
 DE ALMIDONES BAJOS EN PROTEINA



Con base en los resultados hasta aquí obtenidos, se descartó la utilización de  $\text{CuCl}_2$  y  $\text{MgSO}_4$  en el proceso y se continuó con  $\text{CuSO}_4$  por el alto porcentaje de extracción de proteínas y con  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  por el color del producto obtenido.

Tabla No. 1

EFFECTO DE ALGUNAS SALES INORGANICAS SOBRE LA SOLUBILIZACION DE PROTEINAS DEL MAIZ A DIFERENTES TIEMPOS DE TRATAMIENTO

Agente Extractante (*)	(%)	16 Horas			24 Horas			Color (**)
		(%) Proteína		Absorción de agua O/o (**)	(%) Proteína		Absorción de agua O/o (**)	
		Extraída	Residual (**)		Extraída	Residual (**)		
$\text{CuSO}_4$	2.00	76.32	2.03	2.5	89.58	0.91	2.6	Gris
$\text{Na}_2\text{SO}_3$	2.00	25.45	6.48	2.9	40.94	5.13	2.7	Blanco
$\text{CuCl}_2$	1.68	65.82	3.00	2.7	79.10	1.81	2.4	Crema
$\text{MgSO}_4$	1.50	51.50	4.21	3.1	60.89	3.40	3.4	Crema

(\*) El porcentaje indica los gramos del agente extractante utilizados por cada 100 gramos de harina de maíz.

(\*\*) Características que presenta el almidón obtenido.

Determinación de las condiciones favorables de extracción.

Los resultados que aparecen en la Tabla No. 2, indican que a pH alcalino hay una fracción proteica que se solubiliza; aunque el porcentaje de extracción depende de todos los iones presentes en el medio ya que la presencia del  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  disminuye la solubilidad. Las mayores extracciones se obtuvieron con  $\text{CuSO}_4$  y mezclas de  $\text{CuSO}_4$  y  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  lo cual concuerda con las observaciones de Mertz y Bressani (10), acerca de una fracción proteica del endospermo de maíz que se solubiliza en presencia de  $\text{CuSO}_4$ .

Industrialmente se requieren almidones con un contenido proteico inferior al 1.20% y de color blanco (1), lo cual se logra utilizando mezclas de  $\text{CuSO}_4$  y  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  en un rango de concentraciones entre 1.5 y 2.0% y un tiempo de contacto de 24 horas.

Los resultados de la Tabla No. 2, sugieren además que con tratamientos de 32 horas, aparentemente se insolubilizan las proteínas ya que el porcentaje residual en el producto es mayor que en los almidones obtenidos con 24 horas de tratamiento. Estos resultados se deben a que las soluciones van produciendo una hidrólisis parcial del almidón, liberándose glucosa y otros oligosacáridos solubles, con lo cual el porcentaje de producto recuperado en relación a la muestra inicial está entre 50 y 55% para tratamientos de 32 horas mientras que para períodos de 16 y 24 horas el almidón obtenido corresponde a un rango entre 75 y 80% de la harina inicial. Teniendo en cuenta estos resultados, se decidió buscar otros sistemas de agitación que permitieran extraer en un menor tiempo la proteína.

Tabla No. 2

EFFECTO DE LA CONCENTRACION DEL SULFATO DE COBRE Y DEL SULFITO DE SODIO SOBRE LA SOLUBILIZACION DE PROTEINAS DEL MAIZ A DIFERENTES TIEMPOS DE TRATAMIENTO

Agente Extractante (*)	(dó)	16 Horas			24 Horas			32 Horas				
		(%) Proteína Extraída	Residual (**)	Absorción de agua (%) (**)	(%) Proteína Extraída	Residual (**)	Absorción de agua (%) (**)	(%) Proteína Extraída	Residual (**)	Absorción de agua (%) (**)		
NaOH	pH 11						2.8					
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	2.0	18.91	7.05		30.45	6.05		17.34	7.18			
	1.5	17.94	7.13		16.06	7.29		19.41	7.00			
	1.0	19.44	7.00		20.11	6.94		24.49	6.56			
	0.5	12.17	7.63		25.22	6.50		14.40	7.44			
CuSO <sub>4</sub>	2.0	67.32	2.84		86.45	1.17		46.96	4.61			
	1.5	57.84	3.76		65.60	2.99		37.17	5.46			
	1.0	43.03	4.69		70.10	2.59		45.59	4.73			
	0.5	22.37	6.45		40.53	5.17		21.63	6.81			
CuSO <sub>4</sub> + Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>												
	2.0 + 2.0	74.00	2.26	2.1	96.78	0.27	2.7	59.21	3.54	2.3		
	1.5 + 1.5	77.30	1.97	3.0	86.28	1.19	1.9	71.78	2.45	2.9		
	1.0 + 1.0	72.68	2.37	2.0	80.71	1.67	2.4	62.76	3.23	2.2		
	0.5 + 0.5	45.46	4.74	2.1	67.29	2.84	2.5	51.93	4.17	2.3		

(\*) El porcentaje indica los gramos de agente extractante utilizados por cada 100 gramos de harina de maíz.

(\*\*) Características que presenta el almidón obtenido.

Como alternativa, se diseñó un sistema de agitación con el cual se logra disgregar más fácilmente la harina y en consecuencia hay una mayor posibilidad de contacto con el agente extractante, para lo cual se utilizó una bomba de alta revolución con impulsor cerrado.

Los resultados de la Tabla No. 3, muestran que con un sistema de agitación más eficiente se obtienen almidones bajos en proteína en un tiempo mucho más corto y empleando cantidades menores de agentes extractantes que cuando se utiliza el sistema de agitación con aspas.

Tabla No. 3  
EFECTO DE LA CONCENTRACION DEL SULFITO DE SODIO  
Y SULFATO DE COBRE SOBRE LA SOLUBILIZACION DE PROTEINAS  
DEL MAIZ A DIFERENTES TIEMPOS Y UN SISTEMA DE AGITACION  
DE ALTA REVOLUCION

Tiempo	1 HORA			4 HORAS			
	Agente Extractante (%)	Proteína Extraída (%)	Absorción de agua (*) (%)	Proteína Extraída (%)	Absorción de agua (*) (%)	Absorción de agua (*) (%)	
1 + 1		97.95	1.04	2.3	91.55	0.73	2.5
0.5 + 0.5		75.86	2.09	2.1	86.71	1.15	2.8

(\*) Características que presenta el almidón obtenido con estos tratamientos.

Las características fisicoquímicas de los almidones obtenidos con diversos tratamientos se registran en la Tabla No. 4. Los valores allí registrados muestran que desde el punto de vista de absorción de agua (-3.0%) (1), índice de dextrosa ( $< 30.0$ ) (1) y solubres en agua fría (1), los almidones obtenidos se pueden considerar como nativos.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo, podemos concluir que la producción de almidones nativos bajos en proteínas a partir de maíz descascarillado y desgerminados se puede realizar mediante la extracción de las proteínas con una solución alcalina que contenga  $\text{CuSO}_4$  y  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .

El nivel de las sales y el tiempo de tratamiento dependen básicamente del sistema de agitación empleado. Para los procesos en que se utilicen sistemas de agitación con aspas, se recomienda emplear una relación de  $\text{CuSO}_4$  y  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  entre 1.5 y 2.0 por cada 100 gramos de harina y un período de tratamiento de 24 horas; mientras en los procesos en que se logra una mayor disgregación de las partículas como es en el caso de una bomba de alta revolución con impulsor cerrado la cantidad de sales puede ser entre 0.5 y 1.0 por 100 gramos de harina y los tiempos de tratamiento entre 1 y 4 horas.

Tabla No. 4

**CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DEL ALMIDON BAJO EN  
PROTEINAS OBTENIDO POR DIFERENTES TRATAMIENTOS**

Harina tratada con (*)	(%)	Tiempo de agitación (horas)	Proteína en el Almidón (%)	Absorción de agua (%)	Índice de Dextrosa (%)	Solubilidad en agua (%)	Color
CuSO <sub>4</sub>	2.0	24	1.17	2.8	20.71	0.65	Gris
CuSO <sub>4</sub> : Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	2.0:2.0	24	0.27	2.7	22.76	0.82	Blanco
CuSO <sub>4</sub> : Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	1.0:1.0	24	1.67	2.4	24.41	0.92	Blanco
CuSO <sub>4</sub> : Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	1.0:1.0	4	0.73	2.5	23.66	0.80	Blanco
CuSO <sub>4</sub> : Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	1.0:1.0	1	1.04	2.3	20.79	0.74	Blanco
CuSO <sub>4</sub> : Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	0.5:0.5	4	1.15	2.8	21.95	0.77	Blanco
Sin tratamiento			8.00(**)				Blanco

(\*) El porcentaje expresa los gramos de agente extractante utilizado por cada 100 gramos de harina de maíz desgerminado

(\*\*) Proteína presente en la harina de maíz desgerminado utilizada como materia prima.

### BIBLIOGRAFIA

- PROMASA, S.A., Archivos.
- Christianson, D.D., Nielsen, H.C., Khoo, U., Wolf, M.J. and Wall, J.S., *Cereal Chem.*, 1969, 46, 373.
- Inglett, G., "Corn: culture, processing and products", AVI Publish. Co., Connecticut, 1970.
- Nielsen, J.C., Paulis, J.W., James, C. and Wall, J.S., *Cereal Chem.*, 1970, 47, 501.
- Graveland, A., Bosveld, W., Lichtendonk, W.J., *J. Sci Food Agric.*, 1982, 33, 1117.
- Landry J., Moreaux T., *J. Agric. Food Chem.*, 1981, 29, 1205.
- Bottomley, R., Kearns, H., Schofield, D., *J. Sci Food Agric.*, 1982, 33, 481.
- Mertz, E.T., Bressani, R., *Cereal Chem.*, 1957, 34, 63.
- Mertz, E.T., Lloyd N.E., Bressani, R., *Cereal Chem.*, 1958, 35, 147.
- Lloyd, N.E., Mertz, E.T., *Cereal Chem.*, 1958, 35, 156.
- A.O.A.C., Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D.C., 1975, 12 ed.
- Baquero, A., Rodríguez, L., "Estandarización de Métodos para Evaluar el Grado de Modificación del Almidón en Harinas Precocidas de Maíz", Tesis de Grado. Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 1982.