

## DESARROLLO DE UNA HARINA PREPARADA CON BASE EN MAÍZ NIXTAMALIZADO POR EXTRUSIÓN

Patlan Velazquez L F\*, Cruz y Victoria M T, Gallardo Navarro Y T

Posgrado en Alimentos, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomas, C.P. 11340, Delegación Miguel Hidalgo, México,D.F.

\* [fer2447@gmail.com](mailto:fer2447@gmail.com)

### RESUMEN

En las últimas décadas se ha desarrollado la extrusión como un método versátil, rápido y eficiente en la reducción de factores antinutricionales y en el aumento de la digestibilidad proteica de diversos alimentos. El consumo de cereales y leguminosas en un sólo alimento, aumenta la calidad de la proteína consumida gracias a la complementación de aminoácidos que se produce. Por estas razones, el presente trabajo se dirigió a desarrollar una mezcla de harina de maíz nixtamalizado con harina de diversas leguminosas que fueron tratadas por extrusión, para su empleo en la elaboración de productos a base de este cereal. La mezcla se realizó con base en el contenido de proteínas de cada materia prima, buscando obtener un 50 % de cada una en la mezcla final. La extrusión se trabajo con un nivel de hidratación de 27% y una temperatura de proceso de 135 °C. Una vez procesadas, las harinas se mezclaron con un agente leudante y sal, para así formular el producto final. La evaluación nutrimental de este producto indica un aumento de hasta 33.8% en el porcentaje de proteínas comparado con la harina de maíz sola.

### ABSTRACT

In the last few decades, extrusion has been developed as a versatile, fast and efficient method used to reduced the anti-nutritional factors and increase the protein digestibility of various foods. The consumption of cereals and legumes on a single food product, increases the quality of the protein consumed because of its amino acid supplementation. For these reasons, the objective of this work was to develop an instant mix flour made of nixtamalized corn flour and flour of different legumes, both treated by extrusion. The mixture was performed based on the protein content of each raw material ,looking to get a balance of 50% of each one. The extrusion was performed with a hydration level of 27 % and a process temperature of 135 °C. Once processed , the flour was mixed with a leavening agent and salt ,in order to formulate the final product. Nutritional evaluation of the final product indicates increased of 33.8% in the percentage of total protein compared to the maize flour alone.

**Palabras clave:** Extrusión, Nixtamalización, Leguminosa

**Área:** Desarrollo de nuevos productos

### INTRODUCCIÓN

## 1. EXTRUSIÓN

La extrusión es definida como "el proceso que consiste en dar forma a un producto, forzándolo a través de una abertura con diseño específico". Así pues, la extrusión puede o no implicar simultáneamente un proceso de cocción. Durante la extrusión, los constituyentes moleculares están sujetos a una sucesión de tratamientos casi instantáneos. Las principales variaciones del proceso incluyen humedad, perfil de temperaturas, configuración del extrusor, velocidad de rotación del tornillo y acondicionamiento del material antes de la extrusión. Este proceso mejora la digestibilidad de la proteína vía desnaturalización, que expone los puntos activos a las enzimas digestivas. La mayoría de las proteínas tales como las enzimas y los inhibidores de enzimas pierden la actividad debido a la desnaturalización (Harper, 1981).

## 2. MEZCLA DE CEREALES Y LEGUMINOSAS

Las mezclas de proteínas de cereales que son deficientes en lisina pero con buen nivel de aminoácidos azufrados pueden ser complementadas por las proteínas de las leguminosas, las cuales son deficientes en aminoácidos azufrados y con buen nivel en lisina, lográndose mezclas proteicas con valores biológicos superiores a cualquiera de las fuentes utilizadas por separado, incluso a otras fuentes de proteínas tradicionales.

El resultado final es una harina mixta vegetal o harina compuesta, que contiene los niveles óptimos de proteínas y de aminoácidos necesarios para satisfacer los requerimientos nutricionales de la población y de alto valor biológico y muy digeribles. Mezclas de cereales y leguminosas han sido empleadas en la formulación de alimentos infantiles, como pastas, papillas y galletas (Granito et al., 2003).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. MATERIA PRIMA

Las leguminosas empleadas para este desarrollo fueron:

-Frijol Bayo (*Phaseolus vulgaris*).

-Garbanzo (*Cicer arietinum*).

-Alubia (*Phaseolus vulgaris*).

El cereal en este caso fue el maíz blanco (*Zea mays* L.), y se empleo hidróxido de calcio para la nixtamalización.

Adicionalmente, para la formulación del producto, se empleo un agente leudante y sal de mesa.

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1 Acondicionamiento de la materia prima

Primeramente, se molieron las leguminosas crudas hasta obtener una harina. Posteriormente, se determinó la humedad de cada una por termobalanza para calcular la cantidad de agua necesaria para llegar a la humedad final requerida (27%). La humectación se realizó en una mezcladora Hobart C100 con mezclador tipo globo a velocidad de 1 y el agua se adicionó con un aspersor de forma paulatina, dejando reposar

por 24 horas bajo refrigeración, para no generar grumos y que la humectación fuera lo más homogénea posible.

En el caso del maíz, la humectación se realizó de la misma manera que en las leguminosas pero con una solución de hidróxido de calcio al 0.7% con el objetivo de que el proceso de nixtamalización se llevara a cabo durante la extrusión de este grano.

## 2.2 Extrusión

La extrusión se realizó en un equipo Brabender modelo AEV 330 de un solo tornillo (Duisburg Germany), bajo las condiciones de proceso indicadas en el Cuadro I.

**Cuadro 1. Condiciones de proceso de extrusión para la materia prima**

Materia prima	Velocidad rotacional	Diámetro de salida	Relación de compresión del tornillo [OBJ]	Temperatura de cizallamiento	Temperatura de salida
Alubia	49 rpm	9 mm	1:1	130 °C	85 °C
Garbanzo	49 rpm	9 mm	1:1	135 °C	80 °C
Frijol	47 rpm	9 mm	1:1	130 °C	90 °C
Maíz	50 rpm	9 mm	1:1	130 °C	90 °C

## 2.3 Diseño de la mezcla

En base al contenido de proteína que se determinó para cada material (maíz blanco y cada una de las leguminosas), se calculó la cantidad para obtener una mezcla que contuviera 50 % de proteína de cada uno de ellos. Adicionalmente, se definió la cantidad necesaria de agente leudante y sal partiendo de diversas formulaciones de productos a base de nixtamal.

## 2.4 Formulación

La mezcla de la harina de leguminosa extrudida, la harina de maíz nixtamalizado por extrusión, el agente leudante y la sal de mesa se realizó en una mezcladora Hobart C100 con mezclador tipo globo a velocidad de 1 durante 60 segundos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ACONDICIONAMIENTO DE LAS MATERIAS PRIMAS

Las harinas de frijol, alubia y garbanzo presentaron humedades iniciales de 8.8 %, 8.76 % y 8.85 %, respectivamente. En el caso de la harina de maíz, su humedad fue de 7.74 %. El volumen de agua a adicionar en cada caso fue de 18.2% para frijol, 18.24% para alubia, y 18.15% para garbanzo. Para el maíz, se adicionó un 19.46% de volumen de agua con hidróxido de calcio al 0.7%.

### CÁLCULOS DE PROTEÍNA

De acuerdo al contenido de proteína de cada uno de los materiales de estudio, se calcularon las cantidades a utilizar en cada mezcla para llegar a un aporte del 50:50 de este nutrimento.

Para esto, primero se determinó la cantidad de proteína por 100g de cada una de las materias primas, encontrándose valores de 9.22 para el maíz, 21.88 para garbanzo, 22.68 para alubia y 23.73 para frijol, respectivamente. Con estos valores, se determinó que la proporción para maíz : garbanzo fuera de 70:30, la de maíz : alubia una de 70:29, y la de maíz : frijol, una de 70:28.

### VALOR NUTRIMENTAL

En el Cuadro 2 se presenta el valor nutricional de las mezclas de maíz – leguminosa, en el cual se puede observar que al realizar las mezclas se logran aumentar algunos componentes nutricionales en comparación a la composición del maíz sólo. Por ejemplo, en proteína, es un 14.3 % para la mezcla maíz - garbanzo, 35.6 % para la mezcla maíz – alubia y 24.5 % en la mezcla maíz – frijol.

Complementando lo anterior, el Cuadro 3 presenta a detalle el balance en aminoácidos indispensables de cada mezcla maíz – leguminosa. Se puede apreciar que los aminoácidos mayoritarios en las cuatro mezclas son: histidina, leucina, azufrados (metionina y cisteína) y aromáticos (fenilalanina y tirosina), lográndose así una mejor complementación en las mezclas de harinas maíz- leguminosas, como nos lo indica el cómputo químico.

**Cuadro 2. Valor nutricional de la harina de maíz y sus mezclas (por 100g)**

Característica	Unidad	Maíz	Maíz : Garbanzo	Maíz : Alubia	Maíz : Frijol
Energía	kcal	365	332	328	343
Proteína	g	9.42	10.77	11.77	11.73
Hidratos de Carbono	g	66.3	74.26	72.02	71.54
Fibra	g	1.84	1.92	2.08	2.91
Grasa total	g	4.74	4.33	2.88	2.82
Agua	g	10.82	10.64	10.51	10.68
Calcio	mg	158	35.7	18.15	44.36
Hierro	mg	2.71	4.29	4.95	4.78
Magnesio	mg	147	123.4	121.6	130.64
Potasio	mg	284	463.4	453.86	600

Fósforo	mg	235	278.5	298.51	287.48
Vitamina C	mg	0	1.2	1.67	1.26
Vitamina A	µg	47	36	35.39	34.12
Niacina (B3)	mg	1.6	3	3.36	3.19
Tiamina (B1)	mg	0.34	0.42	0.42	0.43

**Cuadro 3. Balance de aminoácidos de las mezclas maíz- leguminosas.**

Aminoácido	Patrón mg/g proteína	Mezcla (mg/g proteína)			Cómputo de AA		
		Gar	Alu	Fri	Gar	Alu	Fri
Histidina	17.0	30.90	30.87	30.89	1.82	1.82	1.82
Isoleucina	42.0	41.97	42.25	42.71	1.00	1.01	1.02
Leucina	70.0	102.97	99.91	106.08	1.47	1.43	1.52
Lisina	51.0	50.76	54.39	52.63	1.00	1.07	1.03
Azufrados	26.0	34.79	30.87	33.99	1.34	1.19	1.31
Aromáticos	73.0	89.49	86.74	91.04	1.23	1.19	1.25
Treonina	35.9	39.76	38.69	42.40	1.11	1.08	1.18
Triptófano	11.0	8.85	8.57	10.16	0.80	0.78	0.92
Valina	48.0	49.23	52.91	33.25	1.03	1.10	1.14

Gar = garbanzo; Alu = alubia; Fri = frijol; Patrón= Requerimientos para personas adultas, de la National Academy of Sciences (1980); Cómputo de AA: mg de aminoácidos en proteína en estudio/ mg de aminoácidos en proteína patrón (Suarez et al., 2006).

## DESARROLLO DEL PRODUCTO.

A partir de los cálculos anteriores, se desarrollo el producto final, homogeneizando la mezcla de harinas de maíz nixtamalizado extrudido y de leguminosas extrudidas con un agente leudante y sal de mesa. Estos últimos tuvieron una proporción promedio de 1.5% en cada formulación, con variaciones mínimas entre mezcla y mezcla. Finalmente, la mezcla se empaco en bolsas de polietileno.

## CONCLUSIONES

Se logró obtener un producto elaborado con la mezcla de maíz nixtamalizado y leguminosas, ambos tratados por extrusión, lo cual permite ofrecer una base para elaborar productos de nixtamal con un valor nutrimental mejor a los tradicionales que únicamente emplean la harina de maíz.

## BIBLIOGRAFÍA

- Chen J., Serafin F.L., Pandya R.N. y Daun H. 1991. Effects of extrusion conditions on sensory properties of corn meal extrudates. *Journal of Food Science* 56: 84-89.
- Harper JM. 1981. *Extrusion of foods*. Vol. II. Cap. 11 y 13, p. 41-60 y 89-112. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

- Hurtado M., Escobar B. y Estévez, A.M. 2001. Mezclas legumbre/cereal por fritura profunda de maíz amarillo y de tres cultivares de frejol para consumo "snacks". Archivos Latinoamericanos de Nutrición 5: 303-308.
- Mercier C. 1993. Nutritional appraisal of extruded foods. Int. J. Food Sci. Nutr. 44: 545-553.
- Suarez L. M. M., Kizlansky A. y López L.B. 2006. Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el score de aminoácidos corregido por digestibilidad. Nutrición Hospitalaria. 21 (1): 47-51.