

## Evaluación nutricional y almacenamiento acelerado a 37°C de mezclas de frejol y maíz fritos

Ana María Estévez, Berta Escobar, Isabel Zacarias y María de la Luz Hurtado

Facultad de Ciencias Agronómicas. U. de Chile. Santiago, Chile - Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos (INTA) Universidad de Chile

**RESUMEN.** El valor nutritivo del maíz y de los frejoles está limitado por la deficiencia en algunos aminoácidos; por ello, la combinación de ambos podría ser muy ventajosa desde un punto de vista nutricional. Se realizó una investigación con los siguientes objetivos: mejorar el valor biológico de los granos de frejol y maíz, a través de la formulación de mezclas de granos fritos; y determinar su vida útil en almacenamiento acelerado. Para esto se elaboraron mezclas de granos fritos de tres cultivares de frejol (Pinto 114, Suave 85 y Tortola Inia) y maíz amarillo dentado en una relación 50:50% en peso, las que se sometieron a análisis de evaluación biológica de la proteína; las mezclas se almacenaron durante 15 días a 37°C (lo que equivale a 90 días a 18–20°C y 58–60% HR), analizándose cada 5 días peróxidos, humedad y actividad de agua. Todas las mezclas obtuvieron valores de NPR-Rel superiores a 80% destacándose Suave 85/maíz con 88,72%, lo que indica que se logró un mejoramiento en la calidad proteica. Los productos almacenados presentaron bajos valores de peróxidos (3,25–6,12 meq/kg de aceite) lo que permitiría una duración de 90 días en condiciones ambientales; la humedad y la actividad de agua fueron lo suficientemente bajas como para asegurar estabilidad microbiológica

**Palabras clave:** Razón proteica neta, mezclas frejol/maíz, almacenamiento acelerado, peróxidos

**SUMMARY.** Nutritional evaluation and accelerated storage at 37°C of fried bean and corn mixtures. Nutritive value of corn and beans is limited by the deficiency in some aminoacids; so, the combination of both of them might be very advantageous from a nutritional point of view. A research with the following purposes was done: to improve the biological value of corn and bean through the formulation of mixes of fried kernels; and, to know the shelf life of the mixes during an accelerated storage period. Fried kernels mixes, in a ratio of 50:50%, from three varieties of bean (Pinto 114, Suave 85 and Tortola Inia) and dent yellow corn were made; protein value of the mixes was evaluated. Mixes were store at 37°C during 15 days, determining every five days, their peroxides and moisture content and their water activity. All the mixes got values of NPR-Rel higher than 80%; the best one was Suave 85/corn with a value of 88.2% which indicates an improving of the protein quality. The stored products showed along the whole period, low values for peroxides (3.25- 6.12 meq/kg oil) which might allow a shelf life of 90 days at room temperature; also, moisture content and water activity were low assuring microbial stability.

**Key words:** Net protein ratio, bean/corn mixtures, accelerated storage, peroxides.

### INTRODUCCION

El maíz ha sido, desde hace muchos años, uno de los productos más importantes en la dieta latinoamericana; sin embargo, en Chile su uso en la alimentación humana es bajo, el cual se reparte en el uso al estado fresco, la obtención de almidón y la elaboración de extruidos. Por su parte, las leguminosas son una de las fuentes de proteína más económicas, pero en Chile el consumo de frejoles ha ido disminuyendo en los últimos años. La utilización de ambas especies en la dieta podría incrementarse si se desarrollan productos de fácil consumo y que sean sensorialmente atractivos (1, 2).

El valor nutritivo de las proteínas de leguminosas y cereales está limitado por la deficiencia en algunos aminoácidos; por ello, algunas combinaciones de cereales

con leguminosas pueden ser muy ventajosas desde un punto de vista nutricional (1).

El proceso de fritura profunda desarrolla en los alimentos, sabores y texturas agradables, disminuye el contenido de compuestos antinutricionales y a la vez, los deshidrata permitiendo una buena estabilidad microbiológica (2). Este proceso aumenta el contenido de lípidos, lo que convierte a los alimentos fritos en una buena fuente de calorías, pero les confiere inestabilidad durante el almacenamiento, porque los hace propensos al deterioro oxidativo e hidrolítico, generando productos que alteran sus características sensoriales (3,4).

Trabajos recientes han estudiado la elaboración de "snacks" de diversas mezclas de granos de frejoles y maíz fritos, demostrando que la mejor mezcla desde el punto de vista del aporte proteico y las características sensoriales fue una relación de 50:50% en peso. En la elaboración de los

granos se realizaron varios tratamientos de remojo, siendo el de NaOH 0,5% p/v y sal disódica de EDTA 0,03% p/v el que presentó las mejores características para maíz y sal disódica de EDTA para frejol (5, 6).

Por lo anteriormente expuesto, se realizó la presente investigación cuyos objetivos fueron los siguientes: determinar el valor biológico de tres "snacks" elaborados con mezclas de frejol y maíz fritos y determinar su vida útil en almacenamiento acelerado.

## MATERIAL Y METODOS

### Materia prima

Se trabajó con maíz amarillo dentado y tres cultivares mejorados de frejol: Pinto 114; Suave-85; y Tórtola-Inia.

### Procesamiento del maíz

Los granos se sometieron a ebullición en una solución de hidróxido de sodio al 0,5% por 4 min a 70°C, con una relación grano:solución de 1:3 con el propósito de mejorar la absorción de agua y ablandar el grano; se lavaron con abundante agua potable hasta desaparición de la reacción alcalina, se remojaron en solución de sal disódica de EDTA al 0,03% por 16 horas; los granos se drenaron y se sometieron a un sancochado por 5 minutos a sobrepresión a 1,57 atm con una relación grano:agua de 1:3. Los granos se pelaron y luego se frieron en aceite de girasol parcialmente hidrogenado, por 5 minutos a 190°C con una relación grano:aceite de 1:4; se dejó escurrir el exceso de aceite y se agregó 2% de sal yodada (3,5).

### Procesamiento de los frejoles

Los fréjoles se remojaron en una solución de sal disódica de EDTA al 0,03% durante 16 horas manteniendo la relación grano-solución en 1:3; el resto del proceso aplicado fue igual al utilizado en el maíz (6).

### Valoración biológica de las mezclas

Para determinar la calidad nutricional de las mezclas y sus características físicas y químicas, los granos fritos de maíz, y de cada cultivar de fréjol (Pinto 114; Suave-85; y Tórtola-Inia) se mezclaron en una proporción de 50:50% en peso de cada uno de acuerdo a lo propuesto por Hurtado et al (5). Las mezclas se molieron en un molino Wiley Mill modelo N° 2 Arthur H. Thomas con malla de un mm de paso y posteriormente fueron analizadas física y químicamente de acuerdo a los métodos de la AOAC (7) (humedad, sección 14.003; cenizas, sección 14.006; proteínas, sección 14.067 y extracto etéreo, sección 7.062)

Con cada una de las tres mezclas obtenidas se prepararon dietas ajustadas a un 10% de proteína, 10% de grasa, 1% de mezcla vitamínica, 4% de mezcla mineral y 5% de celulosa

en polvo de manera de cubrir las necesidades diarias de las ratas; además, se empleó una dieta de referencia a base de caseína y una dieta apteica (8). Con las dietas se alimentaron, ad-libitum, ratas de 21 días de edad de la cepa Wistar durante 15 días; cada 7 días, las ratas se pesaron controlando la ingesta de alimento con lo que se obtuvo la ingesta proteica y la ganancia de peso. Se calculó la Razón Proteica Neta (NPR) de acuerdo al método de Bender y Doell (9) y el NPR relativo (NPR-Rel) de acuerdo al método de Happich et al (10).

En cada mezcla se calculó el aporte proteico de cada componente, utilizando los valores de la Tabla 1.

TABLA 1  
Características físicas y químicas de mezclas de frejol/maíz (50/50%) (g/100g)

	Humedad	Cenizas	Proteínas <sup>a</sup>	E. Etéreo
Pinto 114/Maíz	6,5	1,85	11,4	11,7
Suave 85/Maíz	7,3	1,90	15,6	12,5
Tórtola Inia/Maíz	6,7	1,87	14,5	8,1

<sup>a</sup> N x 6,25 para leguminosas y N x 5,75 para maíz

### Almacenamiento de las mezclas

Los granos fritos de maíz, y de cada cultivar de fréjol (Pinto 114; Suave-85; y Tórtola-Inia) se mezclaron en una relación 50:50% en peso, se envasaron en bolsas de polipropileno transparente y se almacenaron durante 15 días a 37°C, (lo que equivale a 90 días a 18-20°C y 58-60% HR), protegidas de la luz. Cada cinco días se les realizaron las siguientes determinaciones analíticas: índice de Peróxidos por el método de Mehlenbacher (11); humedad por el método de la AOAC, sección 14.003 (7) y actividad de agua (Aw) en un determinador Lufft modelo 5803.

### Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, con tres repeticiones. A los resultados se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y si existían diferencias significativas, se aplicó el método de comparación múltiple de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Características físicas y químicas de las mezclas

Se realizó un cálculo teórico basado en los contenidos de proteína de los granos fritos individualmente (9,5% para maíz; 19,9% para Pinto 114; 18,5% para Suave 85 y 22,5% para Tortola-Inia) para estimar la proporción de proteína de cada mezcla. En la Tabla 1, se puede observar que la mezcla Suave

85/maíz presentó el mayor contenido de proteína y lípidos y el más alto contenido de cenizas; para esta mezcla, el 66,1% proviene del frejol y el 33,9% del maíz; en el caso de la mezcla Pinto 114/maíz, el aporte proteico proveniente del frejol es de 67,7% y el del maíz es de 32,3%; en la mezcla Tórtola-Inia/maíz, el frejol aporta un 70,3% y el maíz, un 29,7%. Estos valores difieren en la proporción recomendada por Rockland y Radke (12), que indican que para lograr un buen balance proteico de mezclas leguminosa/cereales, el 50% debe provenir de cada uno de ellos.

#### Evaluación nutricional de las mezclas

Todas las mezclas estudiadas presentaron valores de NPR-Rel superiores a 82% respecto de la caseína (Tabla 2), en comparación con los valores informados por Zacarias et al (13) de un 52,2% de Pinto 114 y un 81,6% de Tórtola-Inia sometidos a cocción en forma independiente; esta notable mejoría de la calidad biológica de las proteínas de los productos se explica por la complementación aminoacídica que se produce al mezclar leguminosas con cereales.

TABLA 2  
Evaluación nutricional de mezclas de frejol/maíz (50/50%)

	Ganacia de peso (g)	Proteína ingerida (g)	NPR	NPR-Rel (%)
Pinto 114/Maíz	23,6±7,65	9,98±3,36	3,36±0,61	82,35
Suave 85/Maíz	22,9±9,49	9,20±2,47	3,62±0,77	88,72
Tórtola Inia/Maíz	24,6±13,39	9,35±4,83	3,49±0,46	85,54
Caseína	47,5±9,75	14,0±1,54	4,08±0,32	100,00

La mezcla Suave 85/maíz presentó el mayor valor de NPR y de NPR-Rel, lo que se puede explicar por su mayor aporte proteico y porque la proporción de las proteínas en esta mezcla proveniente de cada uno de los componentes de ella es más cercana a lo recomendado por Rockland y Radke (12); también podría influir un mejor balance aminoacídico de la proteína de los componentes de la mezcla. Los resultados obtenidos son muy similares a los presentados por Wondimu y Malleshi (14), quienes encontraron que una mezcla de 66,7% de proteína proveniente de cebada y 33,3% proveniente de garbanzo tenían un NPR-Rel de 88,60%. Otros autores, al trabajar con mezclas cereal/leguminosa, también encontraron un mejoramiento de la calidad biológica de la proteína con respecto al uso de leguminosas o cereales por separado; así, Amaya et al (15) informaron que mezclas de frejol/maíz en proporción 30/70 tenían un NPR-Rel de 95,04%; Almeida Domínguez et al(1) encontraron en dietas elaboradas con mezclas de garbanzo, soya y maíz, que al tener un 66,5% de proteína proveniente de leguminosa y 34,4% proveniente de cereal, el NPR-Rel fue 91,45%; y Obatolu et al (16) señalaron que en mezclas cereal/leguminosa, con 56% de la proteína

proveniente del maíz y 44% proveniente de leguminosa, obtuvieron un NPR-Rel de 92,45%.

#### Almacenamiento de las mezclas

Como se puede apreciar en la Tabla 3, todas las mezclas estudiadas presentaron un aumento significativo en el contenido de peróxidos, siendo la mezcla Tortola - Inia/maíz la que presentó valores más altos. De acuerdo a lo señalado por Anderson, et al (17), estos productos no presentan rancidez oxidativa perceptible. Los valores presentados por todas las mezclas durante el almacenamiento acelerado indican que su vida útil podría prolongarse hasta 3 meses (18).

TABLA 3  
Índice de peróxidos de mezclas frejol/maíz durante almacenamiento acelerado (meq/kg de aceite)

	Inicio	5 días	10 días	15 días
Pinto 114/Maíz	3,25c	3,68ab	3,55b	3,90a
Suave 85/Maíz	3,65ab	3,75a	3,75a	3,60b
Tórtola Inia/ Maíz	5,69c	5,85b	6,04a	6,12a

Letras distintas dentro de una misma fila indican diferencias significativas con error de 5%

En la Tabla 4, se muestra la actividad de agua de las mezclas; se puede ver en todas ellas, un pequeño aumento a partir del día 5 (de 0,59 a 0,70), valor que se mantuvo hasta el final del almacenamiento, no presentando diferencias entre las mezclas ni durante el tiempo de almacenamiento. Estos valores están según Beuchat (19) y Lin (20) dentro de los límites de seguridad para el crecimiento de hongos micotóxicos y de bacterias patógenas.

TABLA 4  
Actividad de agua de mezclas frejol/maíz durante almacenamiento acelerado

	Inicio	5 días	10 días	15 días
Pinto 114/Maíz	0,59b	0,70a	0,70a	0,70a
Suave 85/Maíz	0,59b	0,68a	0,68a	0,68a
Tórtola Inia/ Maíz	0,61b	0,68a	0,69a	0,69a

Letras distintas dentro de una misma fila indican diferencias significativas con error de 5%

La humedad de las mezclas, como se observa en la Tabla 5, presentó una tendencia similar a la actividad de agua, aumentando desde la segunda fecha de almacenamiento; la mezcla con frejol Pinto 114 tuvo los mayores valores llegando

a 11,2% al final del período. Los valores obtenidos son superiores a los encontrados por Escobar et al (21) en habas fritas; la diferencia puede deberse al sancochado previo de los frejoles que causa una mayor retención de agua debido a la gelatinización del almidón; y al menor tiempo de fritura utilizado (22)

TABLA 5  
Humedad de mezclas frejol/maíz durante  
almacenamiento acelerado (g/100g)

	Inicio	5 días	10 días	15 días
Pinto 114/Maíz	6,5b	10,4a	10,6a	11,2a
Suave 85/Maíz	7,3c	7,7c	8,6b	10,5a
Tórtola Inia/ Maíz	6,7b	6,2b	6,9b	8,9 <sup>a</sup>

Letras distintas dentro de una misma fila indican diferencias significativas con error de 5%

Según los resultados obtenidos se puede establecer que:  
-Todas las mezclas desarrolladas obtuvieron valores de NPR-Rel superiores al 80%, lo que indica que al complementar frejoles con maíz, se mejora notablemente la calidad de la proteína en relación a la de las materias primas por separado.  
-Los productos elaborados presentaron estabilidad durante el almacenamiento acelerado a 37°C, en cuanto a su contenido de humedad, actividad de agua e índice de peróxidos, permitiendo suponer que tendrían una vida útil de al menos 90 días, en condiciones ambientales.

## REFERENCIAS

- Almeida-Domínguez NG, Valencia ME and Higuera-Ciapara I. Formulation of Corn-Based Snacks with High Nutritive Value: Biological and Sensory Evaluation. *J. of Food Sci.* 1990; 55 (1): 228-231
- Abd El-Moniem GM, Honke J, and Bednarska A. Effect of frying various legumes under optimum conditions on amino acids, *in vitro* protein digestibility, phytate and oligosaccharides. *J. Sci Food Agric.* 2000; 80: 57-62.
- Linden G y Lorient D. *Bioquímica Agroindustrial, Revalorización alimentaria de la producción.* Zaragoza España Agrícola. ed. Acribia, SA. 1996. 428p.
- Estévez AM, Escobar B, Tepper A, y Castillo E. Almacenamiento y uso de antioxidantes en barras de cereales y maní. *Arch Latinoam Nutr.* 1998; 48(2): 160-164
- Hurtado ML, Escobar B, y Estévez AM. Mezclas legumbre/cereal por fritura profunda de maíz amarillo y de tres cultivares de frejol para consumo "snack". *Arch Latinoam Nutr.* 2001; 51 (3): 303-308.
- Hurtado ML, Escobar B, y Estévez AM. Elaboración y caracterización de frejoles fritos tipo «snack» cultivar Pinto 114, Suave 85 y Tórtola-Inia. *Arch Latinoam Nutr.* 2001; 51(2): 204-209.
- Association of Official Chemist. *Official Methods of Analysis of the AOAC*, 14<sup>th</sup> ed. Virginia, USA. 1984; p 1141
- Zacarias I, Bascur G, Guzmán E y Yañez E. Evaluación química y biológica de variedades tradicionales y mejoradas de frejoles (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agricultura Técnica (Chile)* 1991; 51: 262-266.
- Bender AE. and Doell BH. Biological evaluation of proteins: a new aspect. *Brit. J. Nutr.* 1957; 11: 140-148
- Happich M L, Bodwell R E, Hackler LR, Phillips JG, Derse PH, Elliott JC, Hartnagel RE, Hopkings DT, Kapiska EL, Mitchell GV, Parson GF, Prescher EE, Robaidek ES and Womack M. Nrt protein ratio data: AACC-ASTM. Collaborative study. *A Assoc Official Anal Chem.* 1984; 67(2): 255-262
- Mehlenbacher VC. *Análisis de grasas y aceites.* Ed. Urmo, Bilbao España. 1970; p 637
- Rockland LB and Radke TM. Legume protein quality. *Food Technology* 1981; 35 (3): 79-82.
- Zacarias I, Aguayo M, Estévez A.M, Escobar B. y Castillo E. Valor nutritivo de mezclas de leguminosas-cereal. X Congreso Latinoamericano de Nutrición «Dr José María Bengoa». In: *Arch Latinoam Nutr.* 1994; 44 (3): 307. Venezuela.
- Wondimu A and Malleshi NG. Development of weaning foods based on malted, popped, and roller-dried barley and chickpea. *Food and Nutrition Bulletin*, 1996; 17 (2): 169-176
- Amaya H, Castro ME, Mendieta R, y Bressani R. Efecto de la fermentación natural sobre la calidad nutritiva y algunas características químicas de mezclas de maíz y frijol. *Alimentos* 1995; 20(1/2): 57-65.
- Obatolu VA, Cole AH and Maziya-Dixon BB. Nutritional quality of complementary food prepared from unmalted and malted maize fortified with cowpea using extrusion cooking. *J Sci Food Agric.* 2000; 80: 646-650
- Anderson RH, Moran HD, Huntley TE and Holaban JL Responses of cereals to antioxidants. *Food Tech.* 1963; 17(12): 115-120.
- Estévez AM, De Witt A y Vásquez M. «Comportamiento, en almacenamiento de productos extruidos elaborados con harina de cereales y lupino» XLIII Congreso Agronómico Anual Noviembre 1992 Santiago, Chile. Simiente:
- Beuchat LR Microbial stability as affected by water activity. *Cer Foods World.* 1981; 25(7): 345-349.
- Lin RC. Water activity: good manufacturing practice: 2815-2819. In: Hui, H.(Ed). *Encyclopedia of Food Science and Technology.* Ed Wiley- Interscience Publication, Washington D.C. 1992 Vol 4. 2972p.
- Escobar B y Estévez AM Elaboración y almacenamiento acelerado de un "snack" de haba portuguesa 1996 *Alimentos* 21 (3-4). 45-54.
- Wong D. *Química de los Alimentos. Mecanismo y Teoría.* Zaragoza España ed. Acribia SA. 1995, 476 p

Recibido:20-09-2001

Aceptado:30-08-2002