

DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS A BASE DE FRIJOL COMUN
(*Phaseolus vulgaris*) CON ENFASIS EN EL FRIJOL ENDURECIDO

L.G. Elías*, L.F. de León y R. Bressani

Un problema bien conocido que afecta la disponibilidad y el consumo del frijol se refiere al fenómeno del endurecimiento el cual ocurre bajo condiciones inadecuadas de almacenamiento, resultando en un aumento significativo en el tiempo de cocción el cual tiene varias implicaciones, tales como: un mayor consumo de energía para suavizar el grano, un menor precio comercial y en algunos casos un menor valor nutritivo. Por lo tanto desde el punto de vista económico como de disponibilidad de este alimento básico, es importante desarrollar y transferir procesos tecnológicos que puedan ayudar a solucionar este problema. Asimismo, es también importante diversificar el uso de los alimentos básicos, a través de la elaboración de diferentes productos alimenticios con el propósito de estimular su cultivo y aumentar su valor agregado.

ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

1) Uso de soluciones salinas

Los principales resultados obtenidos son los siguientes: a) se ha encontrado que diferentes relaciones de iones mono (Na,K) a divalentes (Ca, Mg) usados como soluciones de remojo influyen el tiempo de cocción y la calidad proteínica. b) En lo que al tiempo de cocción se refiere, la mayor disminución en el tiempo de cocción se obtienen después de remojar los frijoles con la solución de sales con una relación de 6:30 de iones mono a divalentes. c) Los valores del Índice de Eficiencia Proteínica (IEP) muestran que las relaciones bajas (0.30) y (0.90) de iones mono a divalentes reduce drásticamente la calidad proteínica; relaciones intermedias resultan en valores normales de IEP para el frijol. d) Los frijoles remojados con soluciones salinas y cocinados con agua resultan en valores más altos de IEP comparados con frijoles remojados y cocinados con soluciones salinas. El Cuadro No.1 muestra un resumen de los resultados obtenidos al tratar los frijoles duros con la solución salina empleando las mejores condiciones. De acuerdo a las mejores condiciones encontradas en el laboratorio y en la planta piloto, los frijoles endurecidos fueron procesados de acuerdo al proceso usado en la industria para la preparación de frijoles fritos enlatados. Análisis sensorial de este producto mostró que no había diferencias significativas con los frijoles frescos preparados sin el uso de la solución salina. Asimismo, fue también importante comparar las características nutricionales del producto preparado por el tratamiento salino seleccionado y el producto comercial. Estos

* Jefe, División Ciencias Agrícolas y de Alimentos, INCAP, Apartado 1188, Guatemala, Guatemala, C.A.

resultados se muestran en el Cuadro 2. indicando que el contenido de sodio y potasio fue similar para todas las muestras incluyendo la muestra comercial. La cantidad y la calidad de la proteína (Utilización Neta de la Protección) mostró valores similares o más altos al comparar con la muestra comercial, y el contenido de inhibidores de la tripsina resultó con valores menores en las muestras tratadas con soluciones salinas. Basado en el precio de los frijoles en Guatemala durante la época del estudio, la cantidad de sales usada y el costo energético, los siguientes cálculos fueron hechos para cada tanda de frijoles (2,200 lbs) procesados.

Proceso Normal		
Costo del frijol fresco	=	Q.1,540.00
Costo de las sales	=	Q. 0.00
Costo energético	=	Q. 15.30
US\$ Dólar	=	Q. 2.70

Proceso con Solución Salina		
Costo del frijol duro	=	Q. 770.00
Costo de las sales	=	Q. 25.47
Costo energético	=	Q. 5.10

Basado en estos cálculos el ahorro por el uso del proceso usando la solución salina es alrededor de Q.754.73 por cada tanda de 2,200 Lbs. En conclusión, el proceso propuesto para el uso de la solución salina para disminuir el tiempo de cocción del frijol endurecido, es adecuado desde el punto de vista organoléptico, nutricional y económico.

2) Uso del proceso de descascarado para disminuir el tiempo de cocción y la calidad proteínica del frijol duro.

Un resumen de los resultados más importantes obtenidos a este respecto son los siguientes: a) se ha desarrollado un método de descascarado seco y húmedo con similares resultados en rendimiento. b) El proceso de descascarado reduce significativamente el tiempo de cocción al compararse con el frijol con cáscara; el método de descascarado en seco dió mejores resultados en lo que al tiempo de cocción se refiere (Cuadro 3). c) La remoción de la cáscara disminuye el contenido de taninos (como equivalente de catequina) y aumenta la calidad y la digestibilidad de la proteína (Cuadro 4).

2.1 Tecnología de procesamiento y utilización del frijol descascarado.

Los resultados descritos anteriormente mostraron que el frijol descascarado tiene características tecnológicas y nutricionales atractivas que ofrecen posibilidades interesantes para la preparación de diferentes productos alimenticios. Una de estas posibilidades se refiere a la preparación de harinas precocidas de frijol que puedan ser posteriormente utilizadas en la formulación de sopas, frijoles fritos, alimentos de alto valor

nutritivo y alimentos infantiles. Los procesos usados para la preparación de harinas precocidas de frijol son los siguientes: Cocción-extrusión, cocción a presión atmosférica, cocción utilizando el secador de rodos, y el proceso de tostación (Figura 1). El Cuadro 5, muestra el contenido de algunos nutrientes importantes en las harinas precocidas al comparar con la harina de frijol crudo entera y descascarada. Entre las cuatro harinas precocidas, el método de cocción-extrusión mostró ser el más adecuado en lo que a las características nutricionales se refiere en términos del contenido de lisina disponible y de factores antinutricionales. Asimismo, los resultados encontrados con respecto a las propiedades funcionales (Cuadro 6) confirman también los efectos beneficiosos del proceso de cocción extrusión sobre los demás. Estas propiedades funcionales se refieren al Índice de Solubilidad en Agua, el porcentaje de dispersibilidad y el Índice de Absorción en Agua.

- 3) Cocción-extrusión: un proceso para utilizar el frijol entero endurecido.

Una opción adicional para la utilización del frijol endurecido se refiere al uso de la tecnología de cocción-extrusión para el uso del frijol entero endurecido. Los resultados encontrados con esta alternativa han mostrado los siguientes resultados: a) la calidad proteínica medida por el método del Índice de Eficiencia Proteínica (IEP) y la difestibilidad de la proteína fueron más altos y la actividad de los inhibidores de la tripsina dieron valores más bajos con el frijol extruido al comparan con los frijoles cocidos en autoclave. El Índice de Absorción de Agua y el Índice de Solubilidad de Agua fueron también más altos para los frijoles procesados por el método de cocción-extrusión (Cuadro 7).

CONCLUSIONES

Con base a lo presentado, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Se ha desarrollado un proceso de remojo con una solución salina que disminuye significativamente el tiempo de cocción del frijol endurecido.
- El proceso muestra también beneficios económicos.
- El proceso de descascarado mostró también una disminución significativa en el tiempo de cocción del frijol endurecido y también un mejoramiento en la digestibilidad y en la calidad de la proteína.
- El proceso de cocción-extrusión mostró también ser de gran utilidad en la preparación de nuevos productos alimenticios a base de frijol.

BIBLIOGRAFIA

- 1) ELIAS, L.G., L.F. DE LEON y R.BRESSANI. Effect of different ratios of mono (Na, K) to divalent (Ca, Mg) ions on the cooking time,

protein quality and acceptability of hard-to-cook beans (*P. vulgaris*). Presented at the 31st. Annual Conference. Canadian Institute of Food Science and Technology. May 29-June 1, 1988. Winnipeg, Manitoba. Canadá.

- 2) ELIAS, L.G., D. DE FERNANDEZ y R. BRESSANI. Possible effects of seedcoat polyphenols on the nutritional quality of bean protein. *J. Food Sci.* 44:524-527, 1979.
- 3) ELIAS, L.G. BRESSANI, R. and FLORES, M. Problems and potentials in storage and processing of food legumes in Latin American. Cali, Colombia, CIAT pp.52-87, 1973.
- 4) ELIAS, L.G. Conocimientos actuales sobre el proceso de endurecimiento del frijol. *Arch. Latinoamericanos de Nutrición.* 32(2):233-257, 1982.
- 5) ELIAS, L.G. A. GARCIA, J. SOSA, M. MELGAR y R. BRESSANI. Condiciones de almacenamiento del pequeño agricultor. Departamentos de El Petén, Chimaltenango y Jutiapa, Guatemala. Informe anual del INCAP pp. 26-28, 1987.
- 6) DE LEON, L.F. L.G. ELIAS, R. BRESSANI. Effect of salt solutions on the cooking and nutritional sensorial characteristics of common beans (*P.vulgaris*) to be submitted to publication in the Canadian Institute of Food Science and Tecnology Journal.
- 7) ELIAS, L.G. A. GARCIA-SOTO y R. BRESSANI. 1986. Métodos para establecer la calidad tecnológica y nutricional del frijol. INCAP, Guatemala, C.A.
- 8) DE LEON, L., L.G. ELIAS y R. BRESSANI. Procesamiento del frijol común (*P.vulgaris*) por extrusión para la preparación de harina instantánea de frijol cocido. Informe Anual del INCAP. pp.48-49, 1987.
- 9) ELIAS, L.G. y R. BRESSANI. Experiencias en la evaluación nutricional de productos extrujados. Presentado en el Simposio sobre Tecnología de cocción-extrusión de alimentos en América Latina. Patrocinado. por OEA/INTEC. Santiago de Chile, 18-20 Abril de 1979.

Cuadro 1. Efecto del tratamiento del frijol endurecido con la solución salina preparada con la relación de 8:30 de iones mono a divalentes.

Parámetros	Frijol Duro (relación 4:60)	Frijol duro tratado con la soluc.salina (relación 8:30)
Tiempo de cocción (minutos)	> 360	105
pH de la harina de frijol cocida y deshidratada	6.0	7.0
Índice de Eficiencia Proteína (IEP)	1.0	0.86
Digestibilidad verdadera	76.1	74.1
Costo para cocer 1 kg/ frijol (US\$ Dólar)	0.29	0.10

Cuadro 2. Contenido de minerales (Na y K) proteína e inhibidores de la tripsina (UTI/ml) en frijoles fritos.

Muestra de Frijol	M(mg/100 g)		P(g/100 g)		IT UTI/g MH	UNP
	Na**	MH K****	MH	MH		
Muestra Comercial	323.2±12.1	398.2±3.4	5.1±0.07	0.62	1.39±0.5	
Con solu- ción Sal.*	312.1±68.6	405.1±12.1	5.4±0.03	0.48	1.42±0.6	
Caseína					4.30±0.5	

M = Minerales

MH = Muestra Húmeda

P = Proteína

IT = Inhibidores de tripsina

UNP = Utilización neta de la proteína.

* Frijoles remojados con solución salina y cocido con agua.

** Ingesta recomendada: Na, 1.100 a 3.300 mg/día. FDA Consumer 18(4). 1936.

*** Ingesta recomendada: 3,700 a 7,400 mg/día. Present Knowledge in Nutrition. 1978.

Cuadro 3. Tiempo de Cocción del frijol fresco y endurecido entero y descascarado usando el método del cocinador Mattson (52%).

Proceso de descascarado	Tiempo de cocción (min.)	
	Frijoles duros	
Proceso en seco		
Frijol descascarado	119 ±	11.5
Proceso Húmedo		
Frijol descascarado	182 ±	4.0
Frijol con cáscara		>480

Cuadro 4. Contenido de taninos como equivalente de catequina (m/g), calidad proteínica y digestibilidad verdadera en frijol enteros y descascarados.*

Proceso de Descascarado	Frijoles Endurecidos*		
	Tanin. (mg/g)	Digestib.	I.E.P.***
Proceso en seco	0.00	75.0±2.7	1.32±0.18
Proceso Húmedo	0.78	76.9±2.4	1.60±0.20
Frijol con cáscara	5.33	67.9±2.6	0.65±0.20
Caseína		94.1±0.6	2.92

* Frijoles cocidos a 16 lbs de presión y a 121°C por 25 minutos.

** Nacional 1981.

*** Índice de Eficiencia Proteínica: peso ganado/proteína consumida.

Cuadro 5. Características Nutricionales de harina de frijol preparadas a partir de frijoles endurecidos descascarados y procesados por diferentes métodos de cocción.

Características	Crudo			Secad. rodos.	Olla Abiert.	Tostado.
	CC	D	E			
Proteína(g/100 g)	21.9	22.0	23.6	23.6	23.8	24.9
Inhibidores de la tripsina (UTI/ml)	9.5	7.0	1.9	9.0	2.2	9.0
Hemaglutinina (actividad)	+8	+9	+4	+8	+4	+7
Linisna disponible (g/16 g N)	5.5	6.4	5.7	4.6	4.9	6.0

CC = Con Cáscara

D = Descascarado

E = Extrusión

Cuadro 6. Propiedades funcionales de harinas de frijol preparadas a partir de frijoles duros sin cascara y procesados por diferentes metodos de cocci3n.

Propiedades F3sicas	Frij.crudos		Proceso de Cocc.			
	CC	D	E	SR	OA	T
Indice de absorci3n de agua (IAA)	2.90	2.49	4.35	5.72	3.51	2.64
Indice de solubilidad de agua (ISA)	11.28	8.26	14.83	11.51	2.83	10.96
% Dispersabilidad*	35.25	26.75	80.25	73.75	41.00	34.25

CC = Con c3scara

D = Descascarado

E = Extrusi3n

SR = Secador de rodos

OA = Olla Abierta

T = Tostaci3n

* Estabilidad de una suspensi3n al 10% agitada por 5 minutos y deja en reposo por 30 minutos en un cilindro graduado de 100 ml.

Cuadro 7. Propiedades funcionales y nutricionales de frijoles endurecidos procesados por cocci3n-extrusi3n en comparaci3n con frijoles cocidos en autoclave.

Propiedad f3sica o nutricional	Frijoles Endurecidos	
	C A*	C-E
Inhibidores de la tripsina (UTI/ml)	5.00	2.16
Indice de absorci3n de agua	2.94	3.79
Indice de solubilidad de agua	10.61	19.11
Lisina disponible (g/16 g N)	8.87	5.87
Indice de Eficiencia Prote3nica (IEP)	0.95	1.44
Disgestibilidad verdadera	67.9	80.5

CA = Cocidos en autoclave

C-E = Cocci3n-extrusi3n

* Frijoles cocidos en el autoclave a 121°C y 15 psi por 25 minutos.

Figura 1. Diagrama de flujo de los procesos usados en la preparación de harinas precocidas de frijol descascarado.

