ESTUDIOS SOBRE LA PRODUCCION DE HARINAS PRECOCIDAS DE FRIJOL Y CAUPI, SOLOS Y COMBINADOS MEDIANTE COCCION – DESHIDRATACION[1]

Ricardo Bressani [2], *Luiz G. Elias* [3], *María Teresa Huezo*[3] *y J. E. Braham*[3]

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, Guatemala, C.A.

RESUMEN

Se determinó el efecto del procesamiento sobre mezclas de harina de frijol negro (Phaseolus vulgaris) y caupí (Vigna sinensis) en proporciones de 100/0, 50/50, 25/75 y 0/100. Las harinas se obtuvieron sometiendo las semillas crudas a tres tipos de procesamiento: I) una hora de remojo– autoclave– deshidratación en horno de aire; II) 24 horas de remojo – molienda – deshidratación en secador de rodillos; III) molienda – 30 minutos remojo – deshidratación en secador de rodillos a diferentes velocidades de rotación de los rodillos (2, 4 y 6 rpm). En adición, la mezcla 50/50 de frijol y caupí y la de caupí solo fueron procesadas en un estrujador (extruder) Wenger X- 25. Todas las harinas producidas por los diferentes procesos fueron analizadas por inhibidores de tripsina (UIT), y su valor proteínico se determinó por la técnica del Indice de Eficiencia Proteínica (PER) en ratas albinas de la cepa Wistar.

Los resultados indicaron que el Proceso I no indujo cambios en las diferentes combinaciones de harinas de ambas leguminosas. El Proceso II, por el contrario, redundó en mejores crecimientos y en PER a medida que la proporción de caupí aumentó en las mezclas. La concentración de inhibidores de tripsina fue más baja en las muestras obtenidas por el Proceso I que en aquéllas obtenidas por el Proceso II, pero en ambos casos los valores disminuyeron

Recibido. 20 – 12 – 1976

1 Esta investigación se llevá a cabo con ayuda financiera de la Research Corporation, New York, N.Y. (Subvención INCAP No. 740).

2 Jefe, División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del (INCAP).

3 Científicos de la misma División.

Publicación INCAP– E 917.

a medida que la proporción de caupí en las mezclas aumentó. En general, el aumento ponderal y el PER mostraron valores máximos cuando se usó 4 rpm en el secador de rodillos. Los valores de UIT fueron mayores a mayor velocidad de rotación, y menores a medida que el caupí substituyó al frijol. Los parámetros biológicos medidos disminuyeron conforme el tiempo de remojo aumentó mientras que las UIT mostraron la tendencia opuesta. Las harinas procesadas por extrusión mostraron los valores más altos de PER observados en este estudio.

Se discuten las implicaciones nutricionales e industriales de los procesos empleados.

INTRODUCCION

El consumo de leguminosas en muchos países, principalmente en aquéllos donde este alimento forma parte de la dieta habitual de la población, es de conocimiento general (1).

Las diversas encuestas dietéticas llevadas a cabo por el INCAP en los países del Istmo Centroamericano, indican que en las dietas urbanas, el frijol aporta 17% de la ingesta proteínica, y 8.7% de la ingesta calórica, mientras que en el caso de las dietas rurales, proporciona hasta 26% de la ingesta proteínica y 13% de la ingesta calórica (2). Debido a su alto contenido proteínico, que es alrededor de 20 a 24%, esta leguminosa se considera como una buena fuente de proteína suplementaria de dietas a base de cereales y de tubérculos, así como de otros alimentos ricos en carbohidratos.

El caupí **(Vigna sinensis)** es una leguminosa de grano cuyo cultivo ha ido aumentando en el área en los últimos 20 años (3), constituye ya una de las leguminosas de alto consumo en ciertos países de América Latina (4). Con respecto al rendimiento de su cultivo, Rachie (5) informa que en el caso del caupí éste es de 2,800 kg/ha, y en el del frijol común, de 2,500 kg/ha.

Con el fin de lograr un mejor aprovechamiento de leguminosas como el caupí – por el que no hay preferencia en los países donde el frijol común es de uso más popular– se realizó el trabajo aquí descrito en el que mezclas de frijol negro **(Phaseolus vulgaris)** y caupí **(Vigna sinensis)** en varias proporciones fueron sometidas a diversas condiciones de procesamiento.

Se considera que hoy día el procesamiento del frijol común con otras leguminosas adquiere gran importancia, dado el alto costo del frijol negro en contraste con el del caupí. Se asume, por lo tanto, que estas mezclas prometen ser más favorables desde el punto de vista económico.

De interés se estima también indicar que la utilización industrial de leguminosas de grano que no consume normalmente la población, sería un incentivo para su cultivo, ya que aumentaría indirectamente, la disponibilidad del frijol común.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo con frijol negro de la variedad S –19N cultivado en la Finca Experimental del INCAP, a una altura de 1,800 metros sobre el nivel del mar. El frijol caupí, en cambio se cultivó en la zona tropical húmeda de Guatemala, a 250 metros sobre el nivel del mar.

Con miras a determinar el efecto de diversas condiciones de procesamiento sobre el valor nutritivo de mezclas de frijol negro y caupí, se utilizaron las combinaciones de 100/0, 75/25, 50/50, 25/75 y 0/100, por peso de las dos leguminosas bajo consideración. De cada una de estas combinaciones se usó una cantidad de 5 kg, la que fue sometida a las condiciones de procesamiento que se describen seguidamente:

Procesos utilizados en el estudio

I. Semilla cruda entera → Remojo (una hora) → Cocción en autoclave (20 min, 15 lb, 121°C) → Deshidratación en horno de aire caliente (60° C, 24 hr)

II. Semilla cruda entera → Remojo (24 hr) → Molienda (molino de discos) → Deshidratación y cocción (secador de rodillos, 4 rpm, 60 lb presión, 143° C)

III. Semilla cruda entera → Molienda (molino de discos) → Harina en remojo (30 min) → Deshidratación y cocción (secador de rodillos, 2, 4, y 6 rpm, 60 lb presión, 143° C)

Para observar el efecto de la velocidad de los rodillos del secador de tambores sobre el valor nutritivo y la presencia de factores antifisiológicos residuales en las diferentes combinaciones de frijol - caupí citadas anteriormente (Proceso II), se utilizó el equipo VF Dryer Flaker, Laboratory Model 215, General Food Package, Equipment Corporation. En el Proceso III del estudio los rodillos se utilizaron a la velocidad de 2, 4 y 6 rpm. En todos los casos la presión en el rodillo fue de 60 lb y la temperatura de 143° C.

Por último, con el fin de conocer el efecto del tiempo de remojo sobre el valor nutritivo y la presencia de factores antifisiológicos residuales en las diferentes preparaciones de frijol-caupí, las muestras ya molidas se sometieron a diferentes tiempos de remojo; és-

tos fueron de 0, 1/2, 1, 2, 4 y 24 horas. En este caso se utilizaron tres muestras, como sigue: frijol común solo, una mezcla, por peso, de 50/50 de frijol común y caupí, y caupí solo.

IV. Proceso de extrusión

Este procedimiento se efectuó en la planta de la fábrica Alimentos S.A., Guatemala, con un extrusor Wenger X- 25, operación que incluyó los siguientes pasos:

Granos:

1. Limpieza de los granos por separador.
2. Lavado y secado.
3. Quebrado de los granos en molino de cilindros.
4. Molido en molino de púas (Alpina).
5. Cocimiento por el Extruder X- 25 con 5 cabezas.

   En cabezas 1 y 2 no se aplicó vapor ni agua.
   En cabezas 3, 4 y 5 se aplicó vapor a una presión de 30 lb por pulgada cuadrada.
   Pre-acondicionador, no vapor.
   Mezclador, no vapor.
   Agua, entre 37 y 41 litros/hora agregados al producto para cocción.

   Temperaturas de las cabezas termocopla

   1a. cabeza termocopla = 50° C
   2a. cabeza termocopla = 65° C
   3a. cabeza termocopla = 80° C
   4a. cabeza termocopla = 120° C
   5a. cabeza termocopla = 110° C

   Se usaron 6 cuchillas, siendo la posición del variador de 4.5.

   Capacidad del extruder (producto húmedo)
   240 lb/hr que pasó al secador a una temperatura de 120° C por 33 minutos. Luego se enfrió por un período de 9 minutos.

   El producto ya deshidratado fue
6. Quebrado por molino de rodillos.
7. Molienda (molino Alpina).
8. Producto final.

Las mezclas producidas fueron analizadas por su contenido de inhibidores usando Benzoil-DL-Arginina-p-nitroanilida (BAPA) como substrato (6).

La calidad proteínica se determinó en 8 ratas destetadas, raza Wistar, de la colonia animal del INCAP, ofreciéndoles **ad libitum**

tanto las dietas como el agua. Las dietas fueron preparadas diluyendo la proteína de las muestras de las diferentes mezclas de frijol con almidón de maíz a un nivel calculado de 10%, luego se suplementaron con 5% de aceite de soya, 4% de una mezcla de minerales (7), 1% de aceite de hígado de bacalao y 5% de una mezcla vitamínica (8). Los animales fueron alojados en jaulas individuales, de tela metálica, con fondo levadizo. Semanalmente, por un total de 28 días se recabaron también datos relativos a cambios en peso y de consumo de alimento; además, a partir del alimento consumido, de la proteína determinada en la dieta y del aumento en peso, se calculó el índice de eficiencia proteínica (PER). La proteína digestible se determinó por el método **in vitro** de la AOAC (9).

RESULTADOS

Para evaluación de los diferentes procesos empleados en este estudio, se utilizaron los resultados del Proceso I, o sea aquél en el que el grano entero se sometió a remojo y luego fue cocido en el autoclave. Los resultados de este proceso así como del segundo, se presentan en la Tabla 1. En lo que a los aumentos de peso se refiere y como lo revelan los datos, el proceso de cocción en autoclave (Proceso I) no indujo ningún cambio con respecto a las diferentes combinaciones de frijol común y caupí usadas, salvo la mezcla 75/25. Sin embargo, el Proceso II, o sea el de cocción y deshidratación simultánea en rodillos, indujo mejores aumentos ponderales conforme la cantidad de caupí aumentaba en la dieta. Sin embargo, la calidad de los productos del Proceso I fue nutricionalmente superior. En ambos procesos se notó que el índice de eficiencia proteínica (PER), aumentaba en relación directa con la mayor concentración de caupí en la mezcla. En cuanto a los inhibidores de tripsina, el Proceso I, empleando la misma combinación entre frijol y caupí, rindió valores un poco más bajos que el Proceso II; en ambos casos éstos fueron menores conforme se incrementaba la cantidad de caupí en la mezcla. No obstante, la calidad proteínica fue superior en las muestras del Proceso I, lo que sugiere que el Proceso II posiblemente no destruyó otros factores tales como las hemaglutininas. La digestibilidad **in vitro** demostró ser menor en las muestras elaboradas por el Proceso I que en las obtenidas por el Proceso II. Esta medida no la afectó la mayor o menor concentración de cualesquiera de las dos semillas leguminosas.

Los resultados del Proceso III, en el que las diversas combinaciones fueron molidas y luego remojadas por 30 minutos antes de someterlas a cocción y deshidratación, se presentan en la Tabla 2. En este proceso, la variable fue la velocidad de rotación de los rodillos, o sea de 2, 4 y 6 rpm. Con respecto a los aumentos pondera-

TABLA 1

EFECTO DE DIFERENTES METODOS DE COCCION SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DE MEZCLAS DE FRIJOL NEGRO Y CAUPI

Combinaciones en base a:		Aumento promedio de peso, g	PER	UIT*
Frijol negro	Caupí			
		Proceso I		
100	0	44 ± 6.81	1.24 ± 0.12	14.0
75	25	27 ± 2.86	0.92 ± 0.11	9.6
50	50	41 ± 6.77	1.33 ± 0.18	7.4
25	75	39 ± 2.10	1.43 ± 0.04	6.0
0	100	44 ± 4.23	1.47 ± 0.09	4.0
		Proceso II		
100	0	6 ± 3.22	0.31 ± 0.14	14.8
75	25	19 ± 2.34	0.71 ± 0.09	12.8
50	50	22 ± 1.13	0.82 ± 0.44	11.2
25	75	31 ± 3.88	1.05 ± 0.12	8.0
0	100	38 ± 4.40	1.26 ± 0.08	3.7

* UIT = Unidades inhibidoras de tripsina.

les, se nota que éstos mejoran a medida que la cantidad de caupí en la mezcla aumenta, y que en casi todos los casos la cocción y deshidratación a 4 rpm indujo un mayor aumento en peso, aunque no estadísticamente significativo, que cuando esa velocidad fue de 2 y 6 rpm. El efecto de la velocidad de los rodillos se aprecia más claramente al examinar los datos de PER, los cuales mejoran cuando la mezcla tiene más caupí y se procesa a 4 rpm. Las diferencias entre 4 y 6 rpm son estadísticamente significativas al 5% de probabilidad. El efecto de la velocidad de rotación de los rodillos sobre el contenido de inhibidores de tripsina en las diferentes mezclas muestra que estos valores residuales fueron mayores conforme aumentaba la velocidad de rotación, excepto en la muestra de solo caupí. Cualquiera que fuese la velocidad empleada, indujo un descenso de los niveles residuales conforme la concentración de caupí se aumentaba en la mezcla. En el caso de los valores referentes a la digestibilidad de la proteína **in vitro**, no se encontró relación alguna con respecto a la cantidad de cada una de las leguminosas inte-

TABLA 2

EFECTO DE LA VELOCIDAD DE ROTACION DE LOS RODILLOS DEL SECADOR SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DE MEZCLAS DE FRIJOL NEGRO Y CAUPI

Mezclas,% Frijol	Caupí	Ganancia en peso g/28 días	PER	UIT	Digestibilidad *in vitro*
		Proceso III			
		Velocidad de 2 rpm			
100	0	17 ± 3.57	0.84 ± 0.13	7.6	87.90
75	25	28 ± 2.46	1.20 ± 0.11	6.6	87.56
50	50	23 ± 2.76	1.08 ± 0.08	6.6	86.80
25	75	37 ± 4.51	1.47 ± 0.09	5.5	87.41
0	100	49 ± 3.71	1.80 ± 0.11	4.4	88.84
		Velocidad de 2 rpm.			
100	0	18 ± 2.70	0.88 ± 0.42	10.4	86.29
75	25	26 ± 0.40	1.41 ± 0.15	9.0	85.14
50	50	28 ± 0.40	1.38 ± 0.08	7.6	86.40
25	75	36 ± 2.82	1.50 ± 0.06	7.3	82.19
0	100	52 ± 2.64	1.97 ± 0.52	5.5	85.44
		Velocidad de 6 rpm			
100	0	12 ± 2.72	0.50 ± 0.09	16.8	84.77
75	25	24 ± 5.77	0.89 ± 0.17	15.0	79.67
50	50	19 ± 2.57	0.78 ± 0.09	11.9	83.00
25	75	40 ± 1.19	1.29 ± 0.08	7.2	85.04
0	100	45 ± 5.28	1.47 ± 0.11	4.0	80.17

grantes de las mezclas. Sin embargo, sí se observó que los valores descendían ligeramente conforme la velocidad de los rodillos aumentaba de 2 a 6 rpm.

La Tabla 3 proporciona los valores numéricos del estudio del efecto del tiempo de remojo antes de la cocción y deshidratación, sobre el valor nutritivo del frijol negro en una mezcla de 50/50 de frijol negro y caupí, y en una dieta de solo caupí. En estos estudios la velocidad de rotación de los rodillos fue de 4 rpm. En general, se puede indicar que el aumento en peso y el PER tienden a disminuir conforme el tiempo de remojo aumenta. Los valores residuales de los inhibidores de tripsina se reducen mientras mayor es el tiempo de remojo, pero en lo que a digestibilidad **in vitro** de la proteína se refiere, no se observó mayor efecto del tiempo de re-

TABLA 3

EFECTO DEL TIEMPO DE REMOJO SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DEL FRIJOL NEGRO, DEL CAUPI Y DE UNA MEZCLA DE FRIJOL NEGRO/CAUPI*

Tiempo de remojo	Ganancia en peso g/28 días	PER	UIT	Digestibilidad *in vitro*
		Frijol negro 100%		
1 hora	17 ± 2.84	0.66 ± 0.16	18.6	81.07
2 horas	14 ± 3.30	0.54 ± 0.22	16.6	81.15
4 horas	14 ± 3.10	0.53 ± 0.24	10.4	81.15
24 horas	10 ± 0.49	0.48 ± 0.10	10.2	78.20
		Frijol negro / frijol caupí 50/50		
1 hora	29 ± 1.53	1.06 ± 0.18	8.6	83.88
2 horas	28 ± 1.30	0.98 ± 0.18	7.0	83.88
4 horas	20 ± 2.93	0.79 ± 0.09	6.0	83.47
24 horas	24 ± 0.98	0.95 ± 0.08	4.0	86.71
		Frijol caupí 100%		
1 hora	47 ± 2.78	1.37 ± 0.06	7.4	86.94
2 horas	57 ± 5.07	1.52 ± 0.06	10.1	86.42
4 horas	38 ± 3.60	1.10 ± 0.11	7.6	86.84
24 horas	55 ± 7.19	1.27 ± 0.09	6.4	87.50
		Frijol precocido		
	9 ± 2.76	0.44 ± 0.15		
		Caseína		
	107 ± 4.47	2.11 ± 0.03		

mujo, aunque en este experimento la dieta de solo caupí dio valores más altos que la mezcla de 50/50 elaborada con frijol negro y caupí, o de la dieta con 100% de frijol. En esta Tabla se presentan datos de una muestra comercial de frijol precocido, la que acusó valores de calidad inferiores a los informados para la muestra analizada en este estudio. Se presentan, asimismo, datos referentes a la ganancia en peso y PER obtenidos con caseína.

Por último, en la Tabla 4 se exponen los datos de evaluación proteínica de dos muestras procesadas empleando el aparato de extrusión Wenger X- 25. En este caso, el PER de los dos productos fue el mayor de todos los obtenidos en los diferentes procesos que incluyó el estudio, en particular el de la mezcla 50/50 de frijol y caupí. Para el caupí solo, la muestra procesada por extrusión dio un valor de 2.12, al cual se le compara solamente la muestra obtenida por cocción y deshidratación, a una velocidad de rodillos de 4 rpm. en material molido y remojado por 30 minutos.

TABLA 4

VALOR PROTEINICO DE UNA MEZCLA DE FRIJOL NEGRO Y CAUPI, Y DEL CAUPI PROCESADO POR EXTRUSION

Mezcla, %		Ganancia en peso g/28 días		PER		ICP*	
Frijol	Caupí						
50	50	48	4.86	1.54	0.09	2.25	0.20**
0	100	75	5.18	2.12	0.06	3.33	0.12

* Indice del crecimiento pancreático $= \frac{\text{Ganancia de peso de la rata g/28 días}}{\text{peso del páncreas x 100}}$

** Error estándar.

DISCUSION

La mayor parte de la producción de leguminosas de grano en los países del área centroamericana, se expende en bultos o en paquetes pequeños del grano entero, crudo. Si bien creemos que este sistema prevalecerá todavía por mucho tiempo, tiene varias desventajas, entre las cuales son de importancia el riesgo de pérdidas debido a endurecimiento del grano y la infestación de insectos. El endurecimiento del grano reduce la aceptabilidad del frijol debido a

que para consumirlo se requiere un tiempo largo de cocción, lo que cada día es más antieconómico. En vista de esta dificultad, se consideró la posibilidad de procesar las semillas para producir harinas precocidas, las cuales presentan varias ventajas (10), entre ellas un menor riesgo al endurecimiento y a la infestación por insectos. Además, garantiza la disponibilidad constante de un producto estable, más fácil de preparar para consumo humano. Por otro lado, el procesamiento industrial de elaboración de harinas precocidas puede ser un incentivo para incrementar la producción y para utilizar aquellos materiales ya endurecidos. Tal vez la mayor desventaja de este procedimiento es que en muchos casos el frijol se acostumbra consumir entero y cocido, hábito que desde luego, podría ser suceptible de cambio.

Ahora bien, el proceso utilizado anteriormente, constituye una adaptación del método usado en el hogar, y consiste en remojar el frijol por cierto número de horas, sometiéndolo luego a cocción en autoclave, para después deshidratarlo. Una vez deshidratado, el producto se muele y empaca (10). Una variante de este proceso, que también ya hemos estudiado (11), consiste en utilizar el grano en forma molida, con el propósito de mejorar la transferencia de calor y reducir el gasto de energía. Sin embargo, los resultados no satisfacen este propósito, ya que en el caso de la cocción en el autoclave, la transferencia de calor demostró ser más eficiente con el grano remojado entero, que con el grano molido. La mayor desventaja que desde el punto de vista industrial presentan estos dos sistemas es la necesidad de aplicar dos operaciones que requieren energía: la cocción del grano y su deshidratación. Teniendo esto en cuenta, consideramos conveniente investigar la posibilidad de producir una harina de fríjol precocida, reduciendo por lo menos uno de esos dos altos gastos energéticos, al usar una operación simultanea de cocción-deshidratación a través del secador de rodillos. Ya que el precio del frijol es alto, por más económico que sea todo proceso necesariamente incrementará el costo del producto, de ahí la posibilidad de absorberlo en parte o totalmente, aprovechando una leguminosa como el caupí, que es de mayor producción y menor costo que el frijol común. Por otra parte, existe la ventaja de poder usar una leguminosa como el caupí, superior al frijol común en valor proteínico (3, 12), pero de poca aceptabilidad en áreas donde se prefiere el frijol común.

Los resultados de esta investigación indicaron que independientemente del tipo de procesamiento utilizado, la calidad proteínica de las mezclas de frijol común y caupí era mejor cuanto más caupí había en la mezcla. Para propósitos de sabor, color y textura, se recomienda la mezcla de frijol y caupí en la proporción de 50/50. La mejor calidad proteínica del producto es atribuible al menor contenido de inhibidores de tripsina del caupí que en el fri-

común, y al hecho de que la proteína del caupí es superior a la del frijol común (3, 11). Es posible también que la proteína del caupí sea más digerible que la del frijol común.

Con respecto a los procesos estudiados, los datos de que aquí se informa sugieren que un grano molido previo a someterse a remojo por un período no mayor de dos horas, y luego cocido y deshidratado en el secador de rodillos, a 4 rpm, rinde un producto de la mejor calidad proteínica posible, en base a los resultados tomados en conjunto, aunque las diferencias individuales no fueron altamente significativas. La cocción y deshidratación a 6 rpm y a 43°C no permite una destrucción completa de los inhibidores de la tripsina, ya que el tiempo de contacto o retención del material con la superficie de los rodillos es muy reducido; además, el producto no se deshidrata por completo. Por otro lado, la velocidad de 2 rpm posiblemente sea más tiempo del necesario causando así destrucción de los inhibidores de tripsina y tal vez también de la calidad proteínica. Según se observó, los tiempos de remojo de más de dos horas tendieron a reducir la calidad, efecto que por el momento no puede explicarse del todo. Sin embargo, datos recientes (3, 13) señalan la importancia que los pigmentos presentes en la cáscara de las leguminosas tiene en la actividad residual de los inhibidores de la tripsina y en su calidad proteínica. Dado que estos pigmentos son solubles en agua, es posible que a mayor tiempo de remojo haya ocurrido una mayor solubilización de los mismos, permitiendo así una mayor reacción de tales pigmentos con las proteínas del frijol, lo que redujo la calidad proteínica. Esta hipótesis parece confirmarla el hecho de que dicho efecto tiende a desaparecer a medida que el caupí reemplaza al frijol negro en las muestras estudiadas. En los estudios previamente mencionados (3), se constató también un efecto detrimental del agua de cocción del frijol negro, lo que no se observó con el fríjol caupí. Otro aspecto que se considera de interés y que debe ser estudiado con mayor detalle es el hecho de que la digestibilidad **in vitro** de los materiales remojados en forma de harina tendieron a dar valores más altos a los del grano entero cocido en autoclave. De confirmarse esa tendencia, ésto podría explicarse en base a un mejor contacto entre las partículas de la materia y el calor, lo que por una parte, reduce mejor los inhibidores de tripsina, y por otra, hace la molécula proteínica o estructura celular más suceptible al ataque enzimático. Esta explicación también podría ser válida en el caso del producto obtenido por extrusión, el cual rindió valores proteínicos relativamente altos. No debe pasar desapercibido tampoco el efecto que este tipo de procesamiento ejerce sobre los carbohidratos de las leguminosas bajo estudio, ya que se ha demostrado que éstos pueden afectar la utilización de las proteínas (14).

Cabe agregar que en los estudios aquí descritos, al término

del ensayo biológico los animales se sacrificaron, separándoles el páncreas en el que, después de pesado, se calculó el índice de crecimiento pancreático, definido como la relación entre el aumento en peso dividido por el peso del páncreas, multiplicado éste por 100 (3).

El análisis estadístico de la información presentada reveló, para todos los resultados tomados en conjunto, independientes del procesamiento empleado, una correlación negativa y significativa ($r = -0.69$, 1%) entre el contenido residual de inhibidores de tripsina y el PER, y una ausencia de correlación entre el valor residual de inhibición tríptica y digestibilidad **in vitro** . Asimismo, se encontró una correlación negativa ($r = -0.42$, 1%) entre el contenido residual de inhibidores de tripsina y el índice de crecimiento pancreático, lo que indica la validez de este método en la detección de hipertrofia pancreática por presencia de inhibidores de tripsina.

La información presentada sugiere que el método más recomendable es el uso de una mezcla de frijol y caupí del mismo peso, la cual se muele en seco y se deja en remojo por un tiempo no mayor de dos horas para luego someterla a cocción y deshidratación utilizando un deshidratador de rodos, a la velocidad de 4 rpm. Esto permite que el proceso sea contínuo, y se traduce así en una producción mayor y más económica.

SUMMARY

Studies on the nutritive value of precooked mixtures of common beans and cowpeas produced by drum drying and extrusion cooking

The effect of processing on the nutritive value of common beans and cowpeas mixed in proportions of 100/0, 50/50, 25/75 and 0/100 were studied. The precooked flours were obtained by processing the raw materials by 3 methods: 1) Soaking whole grains for 1 hr – cooking autoclave – dehydration in tray drier; 2) Soaking for 24 hrs – grinding – drum drying; 3) Grinding – soaking for 30 minutes – drum drying in which the velocity of rotation of the drums was varied (2, 4 and 6 rpm). The 50/50 bean/cowpea blend and 100% cowpea were processed by means of extrusion cooking with a Wenger X- 25 extruder. All flours produced were analyzed for trypsin inhibitor activity and for their protein quality by PER assays.

The results from Process I were used as reference for Process II. Process I did not cause major changes in the quality of the products, although PER increased as cowpea replaced common beans. These observations were more marked in the samples of Process II, although animal performance at equivalent combinations of beans and cowpeas were lower. Trypsin inhibitor activity was lower in samples from Process I than from Process II. In both cases the activity decreased as cowpeas replaced common beans. Better weight gain and PER were obtained when the velocity of the drums in the drum dryer

was 4 rpm. Higher trypsin inhibitor activity was measured in samples produced when drum rotated at the higher revolutions per minute. Protein quality decreased as soaking time increased in ground raw samples while values for trypsin inhibitors changed in the opposite direction. Legume food precooked flours from extrusion cooking were the highest in PER.

The nutritional and technological implications of the processes are discussed.

BIBLIOGRAFIA

1. Bressani, R. & L. G. Elías. Legume foods. En: **New Protein Foods.** Vol. 1A. **Technology**. A.M. Altschul (Ed.). New York, Academic Press, 1974, p. 230-297.

2. Flores, M., R. Bressani & L. G. Elías. Factors and tactics influencing consumer food habits and patterns. En: **Potentials of Field Beans and other Food Legumes in Latin America. Cali, Colombia, February 26-March 1, 1973.** Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1973, p. 88-114. (Series Seminars No. 2E).

3. Elías, L. G., F.R. Cristales, R. Bressani & H. Miranda. Composición química y valor nutritivo de algunas leguminosas de grano. **Turrialba**, 1976. En prensa.

4. Chávez, N., N. R. Teodosio, A. Gómez de Matos, Jr., C.A. Lima & J. L. de Almeida. The proteins of the cowpea (Vigna sinensis) in nutrition. **Rev. Brasil Med.**, **9**: 603-607, 1952.

5. Rachie, K.O. Relative agronomic merits of various food legumes for the lowland tropics. En: **Potentials of Field Beans and other Food Legumes in Latin America, Cali, Colombia, February 26-March 1, 1973.** Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1973, p. 123-139. (Series Seminars No. 2E).

6. Kakade, M.L., N. Simons & I. E. Liener. An evaluation of natural vrs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. **Cereal Chem.**, **46**: 518-526, 1969.

7. Hegsted, D.M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. **J. Biol. Chem.**, **138**: 459-466, 1941.

8. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B_{13} to orotic acid. **J. Biol.Chem.**, **202**:91-96, 1953.

9. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** 11 th Ed. Washington, D.C. The Association. 1970.

10. Elías, L.G., R. Bressani & M. Flores. Problems and potentials in storage and processing of food legumes in Latin America. En: **Potentials of Field Beans and other Food Legumes in Latin America, Cali, Colombia,February 26- March 1, 1973.** Cali. Colombia, Centro Internacional de Agricultura (CIAT), 1973, p. 52- 87. (Series Seminars No. 2E).

11. Elías, L.G., M. Hernández & R. Bressani. The nutritive value of precoo-

ked legume flours processed by different methods. **Nutr. Rep. Internat.** 1976. En prensa.

12. Elías. L.G., R. Colindres & R. Bressani. The nutritive value of eight varieties of cowpea **(Vigna sinensis). J. Food Sci.**, **29**: 118-122, 1964.
13. Elías, L.G., D.G. de Fernández & R. Bressani. Studies on the possible effects of seed coat pigments of beans on the nutritive value of its protein. Presentado en: **36 th International Meeting of the Institute of Food Technologists, Anaheim, California, 6-9 June, 1976.**
14. El- Harith A. El Harith, J. W. T. Dickerson & R. Walker. On the nutritive value of various starches for the albino rat. **J. Sci. Fd. Agric.**, **27**: 521-52[illegible] 1976.