

**CALIDAD NUTRITIVA DEL AYOCOTE (*Phaseolus coccineous*)
SUPLEMENTADO CON METIONINA EN DIFERENTES
ETAPAS DE LA COCCION**

Miguel Hernández Infante¹ y Angela Sotelo-López²

Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS),
México, D.F., México

RESUMEN

Se planteó el presente trabajo para determinar la calidad nutritiva del ayocote (*Phaseolus coccineous*) y el efecto que la adición de metionina podría causar en dicha calidad. Para ello se le sometió a un tratamiento de cocción casera, agregándole 0.6% de metionina y sal al 4%; antes de efectuar la cocción, 30 minutos antes de finalizarla y cuando el frijol ya estaba cocido seco y molido. El frijol se secó con caldo y sin caldo. Con las harinas obtenidas se efectuó el análisis proximal, y se analizó su contenido de aminoácidos, se determinó la lisina disponible y la digestibilidad *in vitro*. Se elaboraron dietas al 10% de proteína y se determinó el Índice de Eficiencia Proteínica (IEP) y la digestibilidad aparente. La adición de metionina mejoró el cómputo químico, pero éste aún fue deficiente en el frijol ayocote suplementado. Se encontraron valores de eficiencia proteínica más altos en los frijoles cocidos y secados sin caldo, que cuando se secaron con el mismo.

Manuscrito modificado recibido: 4-12-79.

1. Subdirección General Médica, Subjefatura de los Servicios de Investigación del Instituto Mexicano de Seguridad Social, Apartado Postal 73-032, México 73, D.F., México.
2. División de Bioquímica, Sección de Bromatología del mismo Instituto.

La lisina disponible fue menor en los frijoles secados con caldo, aunque todavía se encontró en cantidades bastante altas.

Un segundo experimento consistió en elaborar dietas con el frijol suplementado con metionina en cantidades de 0.1 a 1%. No se encontraron diferencias significativas en la eficiencia proteínica del ayocote a los diferentes niveles en que se suplementó con metionina. Se deduce que el agregado del aminoácido puede efectuarse en cualquier etapa de la cocción, ya que no es el tratamiento térmico el que reduce el aprovechamiento de la metionina adicionada, sino una utilización deficiente de la semilla cuando ésta es consumida juntamente con el caldo de cocción.

INTRODUCCION

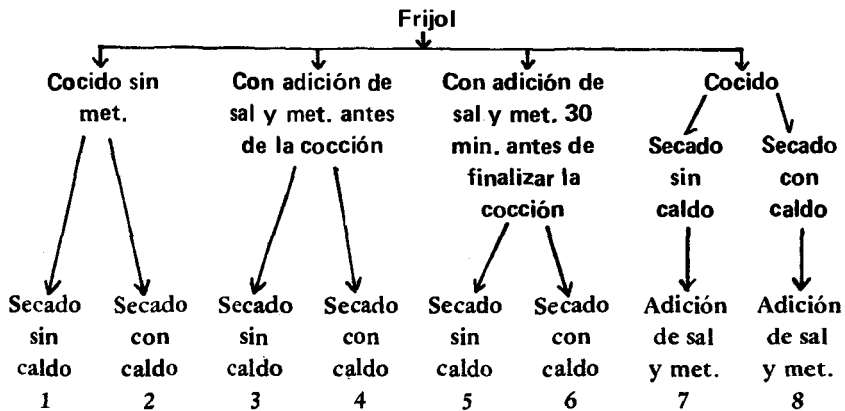
Por su alto contenido de proteína, que es de 18 a 32% (1-4), las leguminosas son consideradas en la actualidad como una de las semillas que pueden ayudar a resolver la crisis proteínica de algunos países en desarrollo, por lo que es necesario incrementar la producción y disponibilidad de estos granos (1, 5). Sin embargo, su calidad proteínica es pobre debido a la deficiencia de aminoácidos azufrados de que adolece (6-9) y la mayoría, especialmente los frijoles del género *Phaseolus*, son francamente tóxicos cuando se consumen en forma cruda (6, 10, 11). Es por ello que, para su consumo, se someten a un proceso de cocción, aun cuando en esta forma todavía presentan una baja digestibilidad (12, 13). Por estudios efectuados anteriormente se sabe que el valor nutritivo de las leguminosas se incrementa al suplementarlas con metionina en dosis de 0.2 a 0.4% en la dieta de algunas especies animales (14-16), hasta alcanzar valores similares a la caseína. En general, la suplementación se ha efectuado en el momento de preparar la dieta; por ello, en este trabajo se estudió la suplementación con metionina de frijol ayocote (*Phaseolus coccineous*) en diferentes etapas del proceso de cocción, y se investigó si el tratamiento térmico afectaba a este aminoácido, como ya se ha señalado ocurre con la lisina, pues según algunos autores la metionina es el segundo aminoácido cuya disponibilidad puede ser afectada por efecto del calor (17-19). Al mismo tiempo, el frijol se suplementó con diferentes dosis (0.1-1% en la dieta) para determinar el efecto en la eficiencia proteínica de un posible exceso del aminoácido en la dieta.

MATERIALES Y METODOS

Material

El frijol ayocote (*Phaseolus coccineous*) adquirido en un mercado de la ciudad de México, es una semilla roja, grande, cuyo consumo en su mayor parte es de tipo regional.

Una vez limpio, el frijol se dividió en 8 lotes de 1 kg cada uno y se sometieron al proceso de cocción que se resume en el siguiente esquema:



La cantidad de metionina adicionada fue de 0.6%, tomando como base que el frijol contiene 20% de proteína aproximadamente; así, al preparar las dietas de frijol con 10% de proteína, la cantidad de metionina en la dieta se reduciría aproximadamente a la mitad (0.3%). La adición de sal se hizo con el objeto de cocer el frijol en condiciones similares a las caseras; la cantidad agregada fue de 4%, y por esta misma razón, la cocción se efectuó en una olla de aluminio, a ebullición y a presión atmosférica, con recuperación del agua perdida por evaporación. El tiempo de cocción fue de 4 horas cuando el frijol estuvo suave al tacto. Una vez cocido, se secó (con o sin caldo) en bandejas de aluminio en una estufa a 60-70°C durante el término de 18 ó 20 horas, se molió en un molino Wiley de laboratorio hasta pasar una malla No. 20; con la harina obtenida se hicieron por una parte los análisis químicos y, por la otra, se prepararon las dietas. Otro lote del mismo frijol se coció durante 4 horas y se secó sin caldo, se molió, y con él se prepararon las dietas a las cuales se les añadió la DL-metionina

en dosis de 0.1 a 1.1^oo. La descripción de los tratamientos efectuados se detalla en la Tabla 1.

TABLA 1
DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS EFECTUADOS
EN EL AYOCOTE COCIDO

Tratamiento	
1	Ayocote cocido, secado sin caldo
2	Ayocote cocido, secado con caldo
3	Ayocote con sal y metionina al inicio de la cocción, secado sin caldo
4	Ayocote con sal y metionina al inicio de la cocción, secado con caldo
5	Ayocote con sal y metionina, adicionados 30 minutos antes de finalizar la cocción, secado sin caldo
6	Ayocote con sal y metionina, adicionados 30 minutos antes de finalizar la cocción, secado con caldo
7	Ayocote cocido, secado sin caldo y adicionado de sal y metionina, después de cocido y secado
8	Ayocote cocido, secado con caldo y adicionado de sal y metionina, después de cocido y secado

Métodos

En todos los lotes de frijoles cocidos se realizó el análisis proximal siguiendo las técnicas descritas por la AOAC (20).

La determinación del contenido de aminoácidos se efectuó en un autoanализador de aminoácidos Perkin Elmer KLA-5 (21), en tanto que el triptofano se midió por la técnica de Rama Dao (22). La digestibilidad *in vitro* se determinó de acuerdo a la técnica de Oke y colaboradores (23), y la disponibilidad de lisina según Bruno y Carpenter (24).

Las dietas se prepararon al 10^oo de proteína, con un contenido calórico (teórico) de 422 Kcal/100 g de dieta y con una concentración de metionina que varió de 0.306 a 0.355^oo en la dieta. La composición de cada una de ellas se muestra en la Tabla 2. El contenido de vitaminas fue el siguiente: (g/kg) acetato de

TABLA 2
COMPOSICION DE LAS DIETAS DE AYOCOTE AL 10% DE PROTEINA
 (g/100 g de dieta)

	Tratamientos ^a								Caseína
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Ayocote	48.1	50.0	52.4	53.2	51.0	53.5	55.2	55.9	
Sacarosa	14.1	12.1	9.8	8.9	11.1	9.0	7.0	6.4	20.1
Glucosa	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0
Dextrina ^b	0	0	0	0	0	0	0	0	25.0
Manteca vegetal	6.8	6.9	6.8	6.9	6.9	6.5	6.8	6.7	8.0
Aceite de maíz	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Mezcla de sales ^c	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Mezcla de vitaminas ^d	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Celulosa ^e	—	—	—	—	—	—	—	—	4.41
Caseína (87% prot.)	—	—	—	—	—	—	—	—	11.49
% metionina extra en la dieta	—	—	0.314	0.319	0.306	0.321	0.331	0.335	—

a En la Tabla 1 se describe el significado de los tratamientos.

b Productos de Maíz, S.A., México, D.F., México.

c Rogers y Harper (42).

d Véase texto.

e Celulosa tipo fibra, Teklad Test Diet. Wisconsin, Wis., EUA.

retinol (200,000 unidades/g) 4.5, colecalciferol (400,000 unidades/g) 0.25, alfa tocoferol 5.0, ácido ascórbico 45.0, inositol 5.0, cloruro de colina 75.0, menadiona 2.25, ácido p-aminobenzoico 5.0, niacina 4.5, riboflavina 1.0, clorhidrato de piridoxina 1.0, clorhidrato de tiamina 1.0, pantotenato de calcio 3.0, biotina 0.02, ácido fólico 0.09, vitamina B₁₂ 0.00135, y dextrosa c.b.p. 1 kg. Las dietas se ofrecieron a ratas Sprague Dowley recién destetadas de 21 a 23 días con un peso promedio de 47 gramos. Se alojaron en jaulas individuales suministrándoles el consumo de alimento y agua *ad libitum*, también se llevó un control del peso del animal y del alimento ingerido, dos veces por semana. El estudio se efectuó durante tres semanas, al final de las cuales se determinó el Índice de Eficiencia Proteínica (IEP) y en la última semana (días 15 a 21) se recolectaron las heces. Estas se deshidrataron, se molieron y se les determinó nitrógeno por el método de Kjeldahl para obtener la digestibilidad aparente. En la segunda parte del trabajo únicamente se midió el IEP, en las ratas. Las concentraciones de metionina usadas en estas dietas fueron de 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.40, 0.60 y 1.00/o, respectivamente. En todos los ensayos biológicos se usó caseína como proteína control. A los resultados obtenidos se les practicó análisis de varianza y la prueba de diferencia múltiple de Tukey.

RESULTADOS

En la Tabla 3 se presentan los resultados del análisis proximal del ayocote crudo y cocido con sus diferentes tratamientos. Según se observa, el contenido de cenizas fue mayor en los frijoles suplementados con sal durante su cocimiento, notándose que esta cantidad es mayor cuando el ayocote se seca con caldo, excepto cuando la sal se adicionó después que el frijol había sido cocido, secado y molido. El contenido de proteína varió de 17.9 para el ayocote adicionado de sal y metionina después de la cocción, hasta 20.8/o en el frijol cocido, sin suplementar y secado sin caldo. En promedio, se asume que el frijol contenía 19/o de proteína. El contenido graso es bastante constante, alrededor de 2.00/o.

En la Tabla 4 se presenta el contenido de aminoácidos esenciales del frijol ayocote con sus diferentes tratamientos. En realidad no se constató gran variación entre los mismos, a excepción de la metionina y el triptofano. La primera aumentó

TABLA 3

ANALISIS PROXIMAL DEL AYOCOTE CRUDO Y COCIDO CON Y SIN METIONINA (g/100g MUESTRA)

Tratam. No.	Tratamiento	Humedad	Cenizas	Proteína (Nx6.25)	Fibra cruda	Extracto etéreo	Carbohidratos (por dif.)
	Ayocote crudo	8.5	4.0	18.8	5.8	2.0	60.9
(1)	Ayocote cocido secado sin caldo	3.3	3.4	20.8	7.3	2.5	62.7
(2)	Ayocote cocido secado con caldo	3.3	4.8	20.0	6.3	2.2	63.4
(3)	A. con sal y metionina al inicio de la cocción secado sin caldo	5.4	5.8	19.1	7.1	2.3	60.3
(4)	A. con sal y metionina al inicio de la cocción secado con caldo	4.0	7.7	18.8	5.3	2.1	62.1
(5)	A. con sal y metionina adicionada 30 minutos antes de finalizar la cocción, secado sin caldo	2.7	5.6	19.6	7.8	2.8	61.5
(6)	A. con sal y metionina adicionada 30 minutos antes de finalizar la cocción, secado con caldo	4.1	8.0	18.7	5.7	2.1	61.4
7)	A. cocido secado sin caldo y adicionado de sal y metionina después de la cocción	4.2	11.1	18.1	8.1	2.1	56.4
(8)	A. cocido secado con caldo y adicionado de sal y metionina después de cocido	5.2	9.6	17.9	5.8	2.3	59.2

TABLA 4
CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES DEL AYOCOTE CON Y SIN METIONINA ADICIONADA
DURANTE EL PROCESO DE COCCION*
 (g aminoácido/100 g proteína)

Aminoácidos	Tratamientos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Fenilalanina	5.084	4.620	6.131	4.278	4.238	3.622	5.417	5.487
Lisina	6.822	5.891	7.790	6.110	5.381	5.682	6.704	7.624
Treonina	4.459	4.504	4.373	3.888	4.363	3.619	4.488	3.717
Valina	4.783	4.885	4.935	5.165	5.071	4.705	6.212	6.039
Metionina	0.732	0.650	1.380	2.329	1.496	2.760	3.969	2.593
Isoleucina	3.789	3.631	3.717	3.852	3.625	3.741	4.407	4.293
Leucina	6.784	6.334	8.137	6.921	7.782	6.763	7.894	7.831
Triptofano	0.969	0.849	1.084	0.698	0.982	0.621	0.875	0.648
% de metionina adicionada en la cocción	—	—	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
% de metionina extra en la dieta al 10% de proteína	—	—	0.314	0.319	0.306	0.321	0.331	0.335

* En la Tabla 1 se describe el significado de los tratamientos.

notablemente en los frijoles suplementados, en contraste con los no suplementados, encontrándose mayor cantidad en los frijoles secados con caldo, salvo cuando la adición se hizo después de cocidos, secados y molidos. En el caso de estos últimos cabe señalar que cuando se secan sin caldo, tienen 3.969 g/16 gN, y los secados con caldo, 2.593 g/16 gN. Con respecto al triptofano, en todos los tratamientos al ayocote acusó valores más altos cuando se secó sin caldo que cuando se secó con caldo; esta situación se reflejó en el cómputo químico (Tabla 5) en que en algunas ocasiones el triptofano es el 1o. o 2o. aminoácido limitante. Según dicho cómputo químico, con excepción de los tratamientos 3 y 5, la incorporación de la metionina en los frijoles es adecuada. En la Tabla 6 se expone el contenido de lisina disponible, encontrándose que el porcentaje de disminución es muy pequeño en todos los tratamientos, aunque esta reducción siempre fue mayor en los frijoles secados con caldo.

TABLA 5

AMINOACIDOS LIMITANTES EN EL AYOCOTE
CON Y SIN SUPLEMENTO DE METIONINA

Tratamiento* No.	Primer limitante y cómputo químico	Segundo limitante y cómputo químico	Metionina adicionada %
1	Metionina 17.8	Isoleucina 84.8	—
2	Metionina 17.0	Triptofano 86.6	—
3	Metionina 29.9	Isoleucina 74.1	0.6
4	Metionina 56.9	Triptofano 63.5	0.6
5	Metionina 36.9	Isoleucina 82.4	0.6
6	Triptofano 62.2	Metionina 71.1	0.6
7	Triptofano 68.5	Metionina 78.9	0.6
8	Triptofano 53.5	Metionina 55.1	0.6

$$\text{Cómputo químico} = \frac{\% \text{ de cada AA esencial del ayocote}}{\% \text{ de cada AA esencial del huevo}} \times 100$$

* En la Tabla 1 se describe el significado de cada tratamiento.

TABLA 6

**CONTENIDO DE LISINA DISPONIBLE EN EL AYOCOTE
CRUDO Y COCIDO CON METIONINA
(g AA/100 g de nitrógeno)**

Tratamiento* No.	Lisina disponible	%o de disminución con respecto al crudo
Crudo	6.50	
1	5.83	10.2
2	5.83	10.2
3	5.96	8.3
4	5.36	17.6
5	5.91	9.1
6	5.68	12.5
7	6.10	4.8
8	5.98	8.0

* En la Tabla 1 se describe el tratamiento efectuado.

La digestibilidad *in vitro* y la digestibilidad aparente se presentan en la Tabla 7, encontrándose que la digestibilidad fue de alrededor del 60% con ambos métodos, en tanto que la de caseína fue de 84%. No se observó que la digestibilidad del ayocote aumentara por la adición de metionina.

En la Tabla 8 se dan a conocer los resultados del Índice de Eficiencia Proteínica (IEP). Los valores ajustados fueron de 1.03 y 0.67 para el ayocote sin suplementar secado sin caldo y con caldo, respectivamente, incrementándose significativamente ($P < 0.01$) estos valores con la adición de la metionina. Los valores más altos fueron para el ayocote secado sin caldo, y entre éstos, el adicionado con metionina antes de la cocción dio el valor más elevado con un IEP de 2.45.

En la Tabla 9 se presentan los resultados del IEP del ayocote suplementado con diferentes concentraciones de metionina. Se encontró que el no suplementado tiene un IEP de 1.38, en tanto que los suplementados varían de 2.10 a 2.41, no existiendo entre ellos y la caseína diferencias significativas ($P < 0.05$).

TABLA 7
DIGESTIBILIDAD *in vitro* E *in vivo* DE LA PROTEINA
DEL AYOCOTE COCIDO
 (g de proteína digerible/100 g de proteína total)
 (\pm desviación estándar)

Tratamiento* No.	Digestibilidad <i>in vitro</i>	Digestibilidad <i>in vivo</i> aparente
1	61.6	59.7 \pm 4.6
2	55.2	57.1 \pm 3.0
3	50.4	61.3 \pm 4.0
4	62.4	56.0 \pm 3.5
5	56.1	63.6 \pm 6.6
6	60.2	60.3 \pm 1.6
7	59.7	61.1 \pm 4.3
8	55.5	61.7 \pm 3.1
Caseína	99.2	84.0 \pm 1.9

* En la Tabla 1 se describe el tratamiento que se llevó a cabo.

TABLA 8
INDICE DE EFICIENCIA PROTEINICA (IEP) DEL
AYOCOTE COCIDO, CON Y SIN METIONINA
 (Valores promedio de 8 ratas \pm desviación estándar)

Tratamiento* No.	IEP (21 días)	IEP ajustado al valor de caseína = 2.5
1	1.09 \pm 0.16	1.03 ^c
2 (7)	0.71 \pm 0.31	0.67 ^c
3	2.60 \pm 0.25	2.45 ^a
4	2.10 \pm 0.36	1.99 ^b
Caseína (I)	2.65 \pm 0.40	2.50 ^a
5	2.38 \pm 0.23	2.16 ^{ab}
6	2.30 \pm 0.25	2.09 ^b
7	2.10 \pm 0.35	1.90 ^b
8	1.86 \pm 0.20	1.69 ^b
Caseína (II) (5)	2.76 \pm 0.28	2.50 ^a

* Los tratamientos se describen en la Tabla 1. Los 4 primeros se ajustaron con la caseína I y los restantes con la caseína II. El número arábigo entre paréntesis indica el número de ratas que se promediaron en esas dietas.

Las letras diferentes en cada columna indican que entre los tratamientos existen diferencias significativas ($P < 0.05$). Diferencia mínima significativa = 0.40.

TABLA 9

INDICE DE EFICIENCIA PROTEINICA (IEP) DEL AYOCOTE COCIDO Y SECADO SIN CALDO, ADICIONADO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE METIONINA EN LA DIETA
(Valores promedio de 5 ratas \pm desviación estándar)

Dieta	IEP 21 días	IEP ajustado con caseína = 2.5
Ayocote sin metionina	1.34 \pm 0.48	1.38 ^b
A. 0.10 % de metionina	2.08 \pm 0.06	2.15 ^a
A. 0.15 % de metionina	2.11 \pm 0.31	2.18 ^a
A. 0.20 % de metionina	2.03 \pm 0.23	2.10 ^a
A. 0.25 % de metionina	2.10 \pm 0.24	2.17 ^a
A. 0.30 % de metionina	2.26 \pm 0.24	2.33 ^a
A. 0.40 % de metionina	2.19 \pm 0.25	2.26 ^a
A. 0.60 % de metionina	2.13 \pm 0.21	2.20 ^a
A. 1.00 % de metionina	2.33 \pm 0.27	2.41 ^a
Caseína	2.42 \pm 0.46	2.5 ^a

Las letras diferentes en la columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

DISCUSION

Las harinas obtenidas después de la cocción revelaron un menor contenido de humedad que las crudas debido al tratamiento de deshidratación, lo cual puede facilitar su conservación por un período de tiempo considerable (25), sobre todo a causa de su baja concentración en grasa, lo que las hace menos susceptibles a problemas oxidativos. No obstante que el contenido de proteína cae dentro de los rangos conocidos, puede verse que es de las leguminosas con más baja concentración de la misma (26, 27); en cambio, la variación en el contenido de cenizas fue tan semejante a la observada con la metionina que, al menos en este caso, la medición de las cenizas resultó un parámetro adecuado para conocer el grado de incorporación de metionina en el frijol.

La variación en el contenido de triptofano cuyos valores en el ayocote secado con caldo son más bajos, puede deberse a que estas últimas muestras son más coloreadas y el color haya

interferido con la determinación (28). También es posible que este aminoácido sea descompuesto por el calor cuando se seca con caldo, por reacciones intrínsecas con otros compuestos que impidan que su hidrólisis y medición sean adecuadas usando este método. Dicho fenómeno podría ser similar al que sufre la lisina, la cual es menos disponible cuando se seca con caldo de cocción que cuando se seca sin caldo, aun cuando la temperatura de secado sea idéntica (29), lo que también se observa en los resultados de la Tabla 5.

Hay que mencionar que el caldo de cocción analizado por Jaffé (30, 31) contiene 10% de la proteína, 9.4% del triptofano y 5.6% de la metionina de la semilla, además de gran cantidad de taninos que pueden reducir la digestibilidad y afectar la disponibilidad de estos aminoácidos, resultando el frijol consumido con caldo de una calidad inferior al que se consume sin caldo (29, 32). Según se observó, la adición de metionina no mejoró la digestibilidad del ayocote, aunque sí su valor nutritivo, por lo que se asume que el efecto benéfico de la adición ocurre a nivel de retención y no de absorción, como ya ha sido descrito (8, 15, 33, 34). Esta baja digestibilidad puede estar relacionada con algunos tóxicos residuales que impiden una mejor utilización de la semilla (29).

Es importante hacer notar que la mejor forma de suplementar el ayocote fue al inicio de la cocción y secado sin caldo, lo cual implica que la metionina (en las condiciones aquí especificadas) no fue afectada por el calor (35). Sin embargo, el cómputo químico de este tratamiento fue el más bajo, por lo que no es posible, por el momento, dejar de hacer los ensayos biológicos, ya que de la gran cantidad de sustancias tóxicas que contienen las leguminosas, algunas pueden permanecer después del tratamiento térmico y afectar su aprovechamiento, hecho que no es detectado en el cómputo químico. Ahora bien, con base en los resultados obtenidos en la segunda parte del estudio se pueden sugerir dos ventajas en la suplementación del ayocote: 1o. Para elevar el valor nutricional es necesaria una cantidad mínima de metionina (lo cual es conveniente para no inducir en el producto ningún sabor a metionina), y 2o. la suplementación puede abarcar más leguminosas en la misma dosificación sin que haya peligro de toxicidad al ingerir 2 ó 3 de ellas suplementadas con metionina, en una misma dieta. Según algunos autores, la forma de suplementarlos puede variar desde el uso de granos con infusión de metionina mezclados con los comunes (7) o solubilizando la metionina en el agua de bebida como ya se ha experimentado en conejos (36).

Con respecto a la posible toxicidad que pueda causar el exceso de este aminoácido, se ha visto que en dosis de 0.64% en una dieta al 10% de proteína de frijoles enlatados y sometidos a temperatura de autoclave por 15 y 30' de cocción se obtiene un IEP similar al de la caseína (37), y en las mismas dosis ayuda a evitar el retardo del crecimiento y lesiones patológicas en ratas, cuando en la dieta existe exceso de tirosina (5%) (38). Según algunos informes al respecto, los efectos de toxicidad se empiezan a observar cuando la metionina se halla en una concentración de 2 a 2.5% en la dieta, o bien cuando se cuadruplican los requerimientos de este aminoácido; estos efectos disminuyen si en la dieta existe un exceso de glicina (39, 40).

Finalmente, el bajo aprovechamiento observado en el caso de los frijoles secados con caldo, a pesar de tener una concentración suficiente de metionina, quizá se deba a las razones aducidas por Evans y Bauer (41) en el sentido de que los frijoles cocidos en el autoclave puedan contener una sustancia de bajo peso molecular dializable, soluble en agua, que inhibe el crecimiento de las ratas y cuya naturaleza es aún desconocida.

SUMMARY

NUTRITIVE QUALITY OF AYOCOTE (*Phaseolus coccineus*) SUPPLEMENTED WITH METHIONINE AT DIFFERENT COOKING STAGES

The purpose of the present study was to evaluate the nutritive quality of the Ayocote bean (*Phaseolus coccineus*) and to determine whether it could be increased by the addition of methionine. Methionine (0.6%) and salt (4%) were added at the beginning of cooking, 30 min before the beans were cooked or at the end when they were cooked, dried and ground. The beans were dried with or without broth. Proximate analysis, amino acids determination, available lysine, *in vitro* and *in vivo* digestibility as well as PER were determined in the bean flours.

A second experiment was carried out using diets supplemented with increasing amounts of methionine (0.1 - 1%). The addition of this amino acid improved the chemical score, but methionine continued to be the first limiting amino acid. The beans dried with broth showed lower chemical score values than those dried without broth. The concentration of available lysine was lower in the beans dried with broth; the content of it in the beans was, however, still high. No significant differences were found in the PER's of the

beans supplemented with different concentrations of methionine. The addition of the amino acid can be effected at any step of cooking, since it was found that the thermic treatment did not reduce the utilization of the methionine added.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Sra. Silvia Alatorre Frenk, los análisis estadísticos efectuados.

BIBLIOGRAFIA

1. Kelly, J. F. Increasing protein quantity and quality. En: **Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding**. Protein Advisory Group of the United Nations System. Max Milner (Ed). New York, N.Y., 1973, p. 179-184.
2. Aykroyd, W. G. & J. Doughty. **Las Leguminosas en la Nutrición Humana**. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1964, 138 p.
3. Bressani, R. Legumes in human diets and how they might be improved. En: **Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding**. Protein Advisory Group of the United Nations System. Max Milner (Ed). New York, N.Y., 1973, p. 15-42.
4. Kaba, H. & J. C. Sanahuja. Evaluación nutricional de concentrados proteicos de porotos (*Phaseolus vulgaris*) y de lentejas (*Lens esculenta*). **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 28: 169-183, 1978.
5. Borlaug, N. E. Building a protein revolution on grain legumes. En: **Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding**. Protein Advisory Group of the United Nations System. Max Milner (Ed). New York, N.Y., 1973, p. 7-11.
6. Jaffé, W. G. Factors affecting the nutritional value of beans. En: **Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding**. Protein Advisory Group of the United Nations System. Max Milner (Ed). New York, N.Y., 1973, p. 43-48.
7. Dutra de Oliveira, J. E. Studies on the nutritive value of beans. En: **Nutritional Aspects of Common Beans and other Legume Seeds as Animal and Human Foods**. Proceedings of a meeting held in Ribeirão Preto. W. G. Jaffé (Ed). Published by Arch. Latinoamer. Nutr., Venezuela, 1973, p. 13-26.
8. Jansen, G. R. Amino acid supplementation of common beans and

- other legumes. En: **Nutritional Aspects of Common Beans and other Legume Seeds as Animal and Human Foods**. Proceedings of a meeting held in Riberão Preto. W. G. Jaffé (Ed). Published by Arch. Latinoamer. Nutr., Venezuela, 1973, p. 217-232.
9. De Groot, A. P. & P. G. C. Van Stratum. Biological evaluation of legume proteins in combination with other plant protein sources. *Qual. Plant.*, 10: 168-186, 1963.
 10. Pak, N., A. Maleluma & H. Araya. Efecto de diversos tratamientos térmicos en el contenido de hemaglutininas y en la calidad proteica del frijol (*Phaseolus vulgaris*). Arch. Latinoamer. Nutr., 28: 184-195, 1978.
 11. Wagh, P. V., O. F. Klaustermier, P. E. Warbel & I. E. Liener. Nutritive value of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) for chicks. *J. Nutr.*, 80: 191-195, 1963.
 12. Bressani, R., L. G. Elías & M. R. Molina. Estudios sobre la digestibilidad de las proteínas de varias especies de leguminosas. Arch. Latinoamer. Nutr., 27: 215-232, 1977.
 13. Gómez Brnes, R., L. G. Elías, M. R. Molina, G. de la Fuente & R. Bressani. Changes in chemical composition and nutritive value of common beans and other legumes during house cooking. En: **Nutritional Aspects of Common Beans and other Legume Seeds as Animal and Human Foods**. Proceedings of a meeting held in Riberão Preto. W. G. Jaffé (Ed). Published by Arch. Latinoamer. Nutr., Venezuela, 1973, p. 93-108.
 14. Nelson de Souza, J. E. Santo & J. E. Dutra de Oliveira. Clinical and experimental studies on common beans. En: **Nutritional Aspects of Common Beans and other Legume Seeds as Animal and Human Foods**. Proceedings of a meeting held in Riberão Preto. W. G. Jaffé (Ed). Published by Arch. Latinoamer. Nutr., Venezuela, 1973, p. 241-248.
 15. Bressani, R., L. G. Elías & A. T. Valiente. Effect of cooking and of amino acid supplementation on the nutritive value of black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) *Brit. J. Nutr.*, 17: 69-78, 1963.
 16. Marquard, R. R. & L. D. Campbell. Performance of chicks fed faba bean (*Vicia faba*) diets supplemented with methionine, sulphate and cystine. *Can J. Amin. Sci.*, 55: 213-218, 1975.
 17. O'Keefe, L. S. & J. J. Warthesen. A high pressure liquid chromatographic method for determining the stability of free methionine in methionine-fortified food systems. *J. Food Sci.*, 43: 1297-1300, 1978.
 18. Pieniazek, D., M. Rakowska & H. Kunachowicz. The participation of methionine and cystine in the formation of bonds resistant to the action of proteolytic enzymes in heated casein. *Brit. J. Nutr.*, 34: 163-172, 1975.
 19. Pieniazek, D., M. Rakowska, W. Szkilladziowa & Z. Grabarek. Estimation

- of available methionine and cysteine in proteins of foods products by *in vivo* and *in vitro* methods. *Brit. J. Nutr.*, 34: 175-190, 1975.
20. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
 21. Moore, S. & W. H. Stein. Chromatographic determination of amino acids by the use of automatic recording equipment. **Methods in Enzymology**. Vol. VI. New York, N.Y., Academic Press, 1963.
 22. Rama Dao, M. V., M. R. Tara & Ch. Kuty. Calorimetric estimation of tryptophan content of pulses. *J. Food Sci. Tech.*, 2: 213, 1974.
 23. Oke, O. L. & I. B. Umoh. Nutritive value of leaf protein. A note on the comparison of *in vitro* and *in vivo* methods. *Nutr. Repts. Internat.*, 10: 397-403, 1974.
 24. Bruno, D. & K. J. Carpenter. A modified procedure for the estimation of available lysine in food proteins. *J. Biochem.*, 57: 13, 1957.
 25. Morris, H. J. & E. R. Wood. Influence of moisture content on keeping quality of dry beans. *Food. Technol.*, 10: 225-229, 1956.
 26. Sotelo, A., M. Hernández & M. E. Arteaga. Inhibidores de tripsina y hemaglutininas en algunas leguminosas comestibles. *Arch. Invest. Med.*, 9: 1-14, 1978.
 27. Evans, R. J., D. H. Bauer, M. W. Adams & A. W. Saettler. Methionine and cystine contents of beans (*Phaseolus*) seeds. *J. Agr. Food Chem.*, 26: 1234-1237, 1978.
 28. Torres Castellanos, M. A. **Comparación de Diferentes Métodos Químicos y Microbiológicos para la Determinación de Triptofano**. Tesis de Licenciatura, Facultad de Química, UNAM, México, 1979.
 29. Elías, L. G., M. Hernández & R. Bressani. The nutritive value of pre-cooked legume flours processed by different methods. *Nutr. Repts. Internat.*, 14: 385-403, 1976.
 30. Jaffé, W. G., D. I. González & M. C. Mondragón. Composición de caldos de frijoles. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 26: 75-83, 1976.
 31. Jaffé, W. G. Factores tóxicos en leguminosas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27: 85-96, 1977.
 32. Elías, L. G. & R. Bressani. Métodos biológicos para la evaluación de leguminosas de grano. *Arch. Latinoamer. Nutr.* (Supl. 2), 27: 139-151, 1977.
 33. Nelson de Souza, J. E. & Mittsue H. Bicudo. Digestibilidade da proteína do feijão. *Arch. Latinoamer. Nutr.* (Supl. 2), 27: 69-77, 1977.
 34. Bressani, R. & G. Elías. Evaluación de la calidad proteínica de varias leguminosas de grano usando diversos métodos biológicos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 26: 325-339, 1976.
 35. Ponger, S. & T. Matrai. Determination of available methionine and

- lysine in heat treated soybean samples. *Acta Alim.*, 5: 49-55, 1976.
36. Colin, M. Effect of adding methionine to drinking water on growth of rabbits. *Nutr. Repts. Internat.*, 17: 397-402, 1978.
 37. Labelle, R. L. & L. R. Hackler. Preparation and utilization of dry canned and precooked beans. En: **Nutritional Aspects of Common Beans and other Legume Seeds as Animal and Human Foods**. Proceedings of a meeting held in Riberão Preto. W. G. Jaffé (Ed). Published by *Arch. Latinoamer. Nutr.*, Venezuela, 1973, p. 109-119.
 38. Yamamoto, Y., H. Katayama & K. Muramatsu. Beneficial effect of methionine and threonine supplements on tyrosine toxicity in rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 22: 467-475, 1976.
 39. Benevenga, N. J. Toxicities of methionine and other amino acids. *J. Agr. Food Chem.*, 22: 2-9, 1974.
 40. Yakota, F., S. Takahashi, T. Esashi & R. Suzue. The effect of glycine on the enzyme activities in the liver of rats fed excess methionine diets. *Nutr. Repts. Internat.*, 15: 347-353, 1977.
 41. Evans, R. J. & D. H. Bauer. Studies of the poor utilization by the rat of methionine and cystine in heated dry bean seed (*Phaseolus vulgaris*). *J. Agr. Food Chem.*, 26: 779-784, 1978.
 42. Rogers, Q. R. & A. E. Harper. Amino acid diets and maximal growth in the rat. *J. Nutr.*, 87: 267-273, 1965.