

CALDOS DE FRIJOLES EN RELACION A SU CONTENIDO DE AMINOACIDOS Y POLIFENOLES

M. C. Mondragón y D. I. González

Instituto Nacional de Nutrición
Caracas, Venezuela.

RESUMEN

Se cocinaron muestras de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*), tres de color negro y uno de color blanco, y se separaron los caldos de las semillas. Se encontró que las proteínas de los caldos son deficientes en lisina, triptofano y metionina. La cocción tiene un efecto de extracción sobre los polifenoles presentes en las semillas, ya que los mismos se encuentran en concentraciones dos a cuatro veces mayores en los caldos que en las semillas remanentes.

Se realizaron ensayos biológicos con los caldos desecados, semillas coladas y con los frijoles completos (semillas y caldos), todos adicionados con metionina. Se encontró que las dietas preparadas con los caldos producen inapetencia y pérdida de peso de los animales y son de baja digestibilidad, mientras que los animales alimentados con las semillas o con los frijoles completos al mismo nivel protéico, crecen normalmente.

Dietas mixtas, preparadas con caldos de frijoles más caseína, mostraron una disminución de alrededor de 20% en la digestibilidad aparente con respecto a la caseína sola. Esta disminución se ha atribuido a polifenoles aportados a la mezcla por los caldos.

Se encontró correlación positiva entre el contenido de lisina y triptofano de las dietas y el peso de los animales y una correlación negativa entre la digestibilidad aparente y el contenido de polifenoles de las distintas fracciones.

Los caldos de frijoles tienen un valor nutritivo muy bajo.

INTRODUCCION

Los frijoles son de gran importancia nutricional en la alimentación de gran parte de Latinoamérica (1) y también de Africa y la India (2). Su preparación culinaria se realiza generalmente dejando remojar las semillas en agua durante la noche. Al día siguiente se cocinan hasta su total ablandamiento y se sazonan.

Las sopas obtenidas se consumen directamente, o se cuelean para separar las semillas de los caldos remanentes. Estos se utilizan frecuentemente en la alimentación de los niños de corta edad y las semillas coladas son consumidas por el resto de la familia (3).

En un trabajo previo (4) encontramos que los caldos de frijoles muestran, de acuerdo a su composición química, un valor protéico inferior al de las semillas. En vista de ello, resolvimos continuar este estudio utilizando las fracciones obtenidas de la cocción en la preparación de raciones experimentales para realizar ensayos biológicos en ratas.

Por otra parte se trató de establecer relaciones entre el patrón de aminoácidos esenciales de diferentes variedades y de las fracciones obtenidas de las mismas, con su contenido de taninos y polifenoles asociados y al mismo tiempo determinar en qué forma inciden todos estos factores en su valor nutricional.

Taninos y compuestos fenólicos asociados muy variados están presentes en los tejidos de las plantas en concentraciones más o menos elevadas. Los taninos vegetales están estrechamente relacionados a los fenoles polihídricos naturales y pueden ser clasificados en base a su capacidad para precipitar ciertas proteínas (5).

Tanto las antocianinas como las antoxantinas se encuentran asociados a las flavonas y taninos. Todas estas moléculas tienen como base una estructura polifenólica capaz de interaccionar con las proteínas para formar complejos que tienden a ser más fuertes a medida que aumenta el peso molecular del polifenol. El complejo se forma entre los grupos-OH del polifenol y los grupos-CO de las uniones peptídicas de las proteínas (6-9).

Enzimas como la tripsina, amilasa y lipasa son inhibidas por los ácidos tánicos condensados como consecuencia de la actividad acomplejante de los mismos sobre la estructura proteínica de la enzima. La disminución de la digestibilidad de las proteínas, observada en trabajos realizados con pollos alimentados con sargo, mostró ser proporcional al nivel de taninos ingeridos (10).

González (11) demostró, que los taninos y polifenoles presentes en los frijoles son responsables de una actividad inhibidora de tripsina, de carácter termoestable y que el contenido de polifenoles es mayor en los frijoles cuanto más coloreado sea el grano o cuanto más pigmentos antociánicos haya en sus cáscaras.

Respecto al contenido de aminoácidos de los frijoles, se ha determinado que la metionina es el aminoácido limitante, notándose además cantidades limitantes de leucina y triptofano cuando se compara con el patrón de referencia de la FAO (12) (13). Sin embargo los ensayos biológicos realizados hasta el presente indican que la metionina es la deficiencia más importante (14).

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron cuatro lotes de frijoles (caraotas), dos de ellos de variedades negras: "Coche" y "Cubagua" suministrados bajo forma de semillas certificadas, de reciente cosecha, por el Centro de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias, y un lote de variedad desconocida comercial (Xa). También se utilizó un lote de frijoles blancos de variedad desconocida (Xb). Estos dos últimos lotes habían permanecido depositados en nuestro laboratorio durante aproximadamente un año antes de ser utilizados y se compraron en un mayor de víveres de la ciudad.

Para la obtención de las diferentes fracciones de cada lote, un total de 5 Kg. de frijoles crudos de cada muestra se pusieron a remojar en agua, en la proporción 1:4, durante 15 horas. Al día siguiente se cocinaron en ollas de aluminio a fuego vivo y a la presión atmosférica, en la misma agua de remojo, hasta su total ablandamiento, anotándose el tiempo requerido para ello. Para mayor facilidad, cada lote de 5 Kg. se dividió en dos porciones para su remojo y cocción.

Terminada la cocción, se separó el caldo de las semillas, utilizando para ello un colador (malla de alambre). Las semillas cocidas y los caldos se secaron por separado mediante circulación de aire caliente (50-60°C). Los residuos secos se pesaron para calcular su rendimiento. Finalmente se molieron, utilizando un molino de martillos y se conservaron a 4°C hasta el momento de ser usados.

Al tratar de secar el caldo de los frijoles blancos de la misma forma en que se secaron los de los frijoles negros, se formó un residuo pegajoso. Para poder obtener un residuo sólido y seco, se disolvió nuevamente el caldo en agua y se le añadió una cantidad pesada de almidón, se procedió nuevamente a secar la mezcla con corriente de aire caliente y una vez seca se pesó para determinar el peso de caldo en la misma.

Se cocinaron en las mismas condiciones de remojo y cocción otras porciones de cada uno de los lotes, pero una vez cocidas se procedió a secar la totalidad de la mezcla (semillas y caldo), la cual se pesó y seguidamente se molió y conservó a 4°C (frijoles cocidos completos).

A todas las fracciones obtenidas se determinó nitrógeno por micro--kjeldahl (15), metionina, cistina, lisina y triptofano por métodos microbiológicos (16) y taninos (6).

Se montaron ensayos biológicos con ratas para hacer determinaciones de PER (17) y digestibilidad aparente. Estos ensayos se realizaron con ratas blancas de nuestra colonia, con un peso inicial entre 45 y 50 g., colocadas en jaulas individuales y a las cuales se les suministró comida y agua "ad libitum". Para cada ensayo se usaron seis animales, tres machos y tres hembras. Las dietas se prepararon al 10 ó 20% de proteínas procedentes de las distintas fracciones obtenidas, con adición de sales minerales y vitaminas y todas fueron suplementadas con D.L. metionina al 0,3%.

Las dietas control se prepararon con caseína al 10 y 20% en proteínas. Se prepararon también dietas mixtas de caldos más caseína en las cuales las proteínas fueron suministradas en igual proporción por los dos componentes. La duración de los ensayos fue de 21 días con excepción de algunos ensayos realizados con caldos que se concluyeron a los 14 días por falta de material.

Los animales se pesaron dos veces por semana y al final del ensayo. La dieta suministrada se pesó diariamente, y al final del ensayo se pesó la dieta sobrante, lo que permitió determinar la dieta consumida.

Se recogieron las heces, se secaron, pesaron y molieron con el fin de determinar su contenido de nitrógeno. Con estos datos se calculó el porcentaje de nitrógeno absorbido por los animales con las fracciones estudiadas (digestibilidad aparente).

RESULTADOS Y DISCUSION

Las variedades negras requirieron diferentes tiempos de cocción:

La variedad Cubagua se ablandó en menos de una hora y media. La Coche requirió una hora más y la variedad Xa necesitó más de tres horas para su ablandamiento. Los frijoles blancos necesitaron más de 4 horas. Los lotes que se almacenaron durante largo tiempo fueron los más duros. (Tabla 1).

El rendimiento de las semillas coladas y de los pesos secos de los caldos obtenidos de los tres lotes de frijoles negros fue similar, con un promedio de 88,3 y 11,1% respectivamente. En los frijoles blancos hubo poca ruptura de las semillas al cocinarse y el rendimiento del caldo fue menor: 6,5%.

Tabla 1: se indica el contenido de nitrógeno en los frijoles completos cocidos y en las dos fracciones obtenidas de cada uno de ellos, así como los porcentajes de distribución del nitrógeno en las mismas. El nitrógeno solubilizado a los caldos de frijoles negros fluctuó entre 8,6 y 10,8% mientras que en los blancos fue de apenas 6,4%.

La solubilidad de las proteínas no parece tener relación con la dureza del grano ya que en tres variedades negras con diferentes tiempos de cocción, la cantidad de proteínas solubilizadas fue prácticamente igual.

En la Tabla 2 se señalan los contenidos de cuatro aminoácidos y de taninos en los frijoles completos cocidos y en las dos fracciones obtenidas de cada uno de ellos, con cálculos de distribución en cada fracción.

La suma del contenido porcentual de cada aminoácido en las dos fracciones se aproxima a 100, lo cual señala pocas pérdidas en total de los mismos con la cocción. En los lotes estudiados, la cistina es el aminoácido que pasa en mayor proporción al caldo, con valores entre 11,3 y 14%, le sigue la metionina con valores entre 4,1 y 6,1% y la lisina entre 3,3 y 6,3%. El contenido de triptofano en todos los caldos es similar y bastante bajo, representado entre 0,3 y 0,7% del contenido del frijol completo.

Los frijoles negros Coche poseen mayor cantidad de taninos, le siguen los frijoles negros Xa, los negros Cubagua y los de menor contenido son los blancos Xb. Con la cocción, los taninos de los frijoles negros Cubagua y Coche se solubilizan y pasan a los caldos

T A B L A 1

TIEMPO DE COCCION, RENDIMIENTO DE LOS FRIJOLES COCIDOS COMPLETOS Y DE LAS DOS FRACCIONES, CON RESPECTO A LOS FRIJOLES CRUDOS. DISTRIBUCION DEL NITROGENO EN CADA FRACCION.

Frijol*1	Tiempo de Cocción	Frijoles completos (Cocidos)	Semillas solas (Cocidas)	Caldos		
		Rendimiento *2 %	Rendimiento*2 %	Nitrógeno*3 %	Rendimiento*2 %	Nitrógeno*3 %
Cubagua (Negro)	1 h.20'	99	88,1	88,1	10,0	9,0
Coche (Negro)	2 h.25'	99	88,0	87,6	12,0	10,8
"Xa" (Negro)	3 h.35'	99	88,7	91,6	11,3	8,6
"Xb" (Blanco)	4 h.30'	99	92,5	97,9	6,5	6,4

*1 Las variedades Cubagua y Coche eran de reciente cosecha. Las variedades Xa y Xb, fueron almacenadas durante aproximadamente 1 año antes de ser utilizadas.

*2 Rendimiento expresado por peso (g) de cada fracción con respecto a 100 g de frijoles crudos.

*3 Distribución del nitrógeno (g) en cada fracción con respecto al contenido de nitrógeno de 100 g. de frijoles crudos.

T A B L A 2

CONTENIDO DE AMINOACIDOS Y DE TANINOS EN LOS FRIJOLES COMPLETOS COCIDOS
Y EN LAS DOS FRACCIONES Y CALCULOS DE DISTRIBUCION *

Frijoles	Fracción	Metionina		Cistina		Lisina		Triptofano		Taninos	
		g/16 gN	%*	g/16 gN	%*	g/16 gN	%*	g/16 gN	%*	g/16 gN	%*
Cubagua (Negros)	Completa	1,21	—	0,73	—	6,49	—	1,20	—	2,75	—
	Semillas	1,19	87,8	0,70	85,6	6,88	94,6	1,35	100	2,05	65,6
	Caldo	0,79	5,9	1,14	14,0	4,09	5,7	0,23	0,7	9,59	31,3
Coche (Negros)	Completa	1,30	—	0,82	—	6,72	—	1,18	—	4,48	—
	Semillas	1,27	85,7	0,69	84,5	6,81	89,7	1,46	107	3,83	74,0
	Caldo	0,74	6,1	1,01	13,3	3,90	6,2	0,08	0,7	14,28	34,0
"Xa" (Negros)	Completa	1,21	—	0,72	—	7,29	—	1,25	—	3,93	—
	Semillas	1,22	89,6	0,65	90,4	7,36	92,2	1,34	91	3,44	80,4
	Caldo	0,80	5,5	1,03	11,5	5,08	6,3	0,32	0,3	9,00	19,6
"Xb" (Blancos)	Completa	1,32	—	0,69	—	7,67	—	1,10	—	2,08	—
	Semillas	1,34	91,2	0,56	82,0	6,88	86,8	1,33	103	1,80	85,5
	Caldo	0,90	4,1	1,27	11,3	3,99	3,3	0,15	0,7	4,79	14,9

* mg. de a.a o de taninos en cada fracción con respecto al contenido de c/u en 100 g. de frijol completo cocido.

en cantidades similares, representando entre 31 y 34% de los taninos presentes en los frijoles, mientras que en los frijoles negros Xa la solubilidad es menor: 19,6% y en los frijoles blancos Xb es de solamente el 14,9%.

La extracción de los taninos en los lotes estudiados está relacionada con el tiempo de almacenaje de los mismos y con su dureza, es decir, que a mayor tiempo de almacenaje la cantidad de taninos extraíbles es menor.

Los resultados expresados por g de muestra o por 16 gN señalan que la cantidad de taninos presentes en los caldos es de 2 a 4 veces mayor que en las respectivas semillas coladas, siendo la concentración de taninos en los caldos de frijoles blancos menor que la de los caldos de frijoles negros, lo cual está de acuerdo con el menor contenido de esos compuestos en las semillas blancas.

El alto contenido de taninos en los caldos resultantes después de la cocción reafirma lo expuesto por González (11) del efecto de extracción de los taninos presentes en las cáscaras de los frijoles y su concentración en los caldos remanentes.

El contenido de aminoácidos y de taninos de cada fracción expresado por 16 g de nitrógeno, señala que las fracciones solubilizadas, y que pasan a los caldos, contienen menor proporción de metionina, lisina y triptofano y mayor proporción de cistina y de taninos que las que permanecen en las semillas. Esto indica que las proteínas solubilizadas son de muy bajo valor biológico y deficientes en lisina, triptofano y metionina.

En la Tabla 4 se tabulan algunos resultados obtenidos en los ensayos biológicos con ratas utilizando las distintas fracciones en la preparación de las dietas al 10% en proteínas. La composición de las mismas se señala en la Tabla 3.

Los animales alimentados con las dietas preparadas a base de frijoles completos cocidos (semillas y caldos) y con las semillas solas suplementadas con metionina, crecen normalmente. El incremento de peso por g de proteína ingerida es mayor en las dietas a base de semillas solas que en las dietas a base de frijoles completos, con la excepción de los frijoles negros Xa, en los cuales ese aumento es igual con las dos dietas.

Las ratas alimentadas con dietas a base de los caldos desecados se muestran inapetentes y pierden peso durante el ensayo. Sólo con el caldo de los frijoles negros Xa, los animales logran un incremento de peso de 6 g como promedio durante los 14 días que duró el ensayo.

T A B L A 3
COMPOSICION DE LAS DIETAS

Muestra	Fracción	Peso					Almidón de maíz g.
		Muestra g.	Metionina g.	Sales ^{1*} g.	Vitamina ^{2*} g.	Aceites ^{3*} g.	
Frijol Negro Cubagua	Completa	409,8	3	35	10	60	482,2
Frijol Negro Cubagua	Semillas	410,3	3	35	10	60	481,7
Frijol Negro Cubagua	Caldo	459,8	3	35	10	60	422,2
Frijol Negro Coche	Completa	488,4	3	35	10	60	443,6
Frijol Negro Coche	Semillas	459,8	3	35	10	60	422,2
Frijol Negro Coche	Caldo	502,5	3	35	10	60	389,5
Frijol Negro Xa	Completa	428,0	3	35	10	60	464,0
Frijol Negro Xa	Semillas	434,8	3	35	10	60	457,2
Frijol Negro Xa	Caldo	552,8	3	35	10	60	339,2
Frijol Blanco Xb	Completa	472,0	3	35	10	60	420,0
Frijol Blanco Xb	Semillas	450,5	3	35	10	60	441,5
Frijol Blanco Xb	Caldo	478,2	3	35	10	60	439,2
Frijol Negro Cubagua + (Caseína)	{ Caldo + Caseína	229,9 54,5	3	35	10	60	607,6
Frijol Negro Coche + (Caseína)	{ Caldo + Caseína	251,3 54,5	3	35	10	60	586,2
Frijol Negro Cubagua + (Caseína)	{ Caldo + Caseína	459,8 109,0	3	35	10	60	323,2
Caseína	—	109		35	10	60	783,0
Caseína	—	218		35	10	60	673,0

*1 Sales Williams & Briggs (General Biochemicals - Chagrin Falls-Ohio U.S.A.).

*2 Sol. Vitaminas Composición mg/ml: tianina HCl: 0,3; Pantotenato de Calcio; 2,0; Piridoxina HCl: 0,2; Cianocobalamina: 1,5; Riboflavina: 0,3; Acido fólico: 0,025; Biotina: 0,01; Niacina: 2,0.

*3 Aceite de maíz con 20% Aceite de Hígado de Bacalao. (Solvitax).

T A B L A 4

ENSAYOS BIOLÓGICOS REALIZADOS CON LAS DIFERENTES FRACCIONES

Muestra	Fracción	Proteína g./100g.	Duración del ensayo	Dieta consumida (g)	Δ p 14 días	Δ p 21 días	Aumento o pér- dida de peso/ g. prot. ingerida
Cubagua (Negros)	Completa	10,6	21	266,2	54,4	80,5	2,85
	Semillas	10,6	21	257,0	53,2	87,7	3,21
	Caldo	9,6	21	97,0	-4,4	-3,2	-0,3
Coche (Negros)	Completa	10,8	21	238,0	50,8	68,3	2,65
	Semillas	10,7	21	246,7	48,4	81,4	3,09
	Caldo	10,5	21	86,0	-11,6	-13,5	-1,5
"Xa" (Negros)	Completa	10,4	21	214,6	36,8	62,5	2,80
	Semillas	10,9	21	264,0	56,4	80,6	2,80
	Caldo	9,7	14	72,1	6,0	—	0,90
"Xb" (Blancos)	Completa	11,1	21	204,4	43,2	69,0	3,04
	Semillas	10,7	21	272,4	59,6	90,8	3,12
	Caldo	9,7	14	60,0	-6,0	—	-1,0
Cubagua	Caldo+Caseína	10,7 (1:1)	21	142	23,4	30,0	1,97
Coche	Caldo+Caseína	10,3 (1:1)	21	145	20,4	27,0	1,86
Caseína		9,9	21	251,1	65,0	85,5	3,44

El consumo de dieta, el aumento (o disminución) de peso a 14 y 21 días y el aumento o (disminución) de peso por g de proteína ingerida se correlaciona directamente con el contenido de lisina y de triptofano en las dietas ($P > 0,01$). En las figs. 1 y 2 se ha graficado el aumento o disminución de peso, por g de proteína ingerida en función de los dos aminoácidos. Las dietas mixtas, a base de caldos más caseína al 10% en proteínas produjeron un aumento de peso/g proteína ingerida alrededor de un 50% menor que la dieta control de caseína sola al mismo nivel protéico. Las mismas se incluyeron para los cálculos de correlación lineal y en la construcción de las curvas.

En la Tabla 5 se señalan los contenidos de metionina, lisina y triptofano en las dietas y el cálculo de los scores químicos de esos aminoácidos con respecto a los valores del huevo. Las dietas a base de caldos poseen scores químicos muy bajos en lisina y triptofano, lo cual explicaría la inapetencia y pérdida de peso producida por las mismas (18).

El caldo de frijol Xa posee un score químico para lisina más elevado (73%) que el resto de los caldos (56 a 59%), lo cual explicaría su efecto menos negativo en el crecimiento de las ratas.

En el Gráfico 3 se señala la variación de peso de los animales, por g de proteína ingerida, en relación a su consumo total de taninos, en él se demuestra el efecto negativo de los taninos en el peso de los animales. Dicho efecto se pone de manifiesto en diferente proporción de acuerdo al contenido de lisina y triptofano de las dietas. De acuerdo con esto último se demarcan tres curvas descendentes, la 1ª corresponde a la dietas a base de frijoles completos y semillas coladas, las cuales poseen niveles de lisina y triptofano entre 65-77 mg/g prot. y 12-15 mg/prot. respectivamente, la 2ª a las dietas mixtas de caldos más caseína con niveles entre 60-62 mg/g prot. y 9-10 mg/prot. para los dos aminoácidos y la última para las dietas a base de caldos con niveles entre 39-51 para lisina y 1-3 para triptofano. La pendiente de cada una de las curvas señala que la influencia de los taninos en el peso de los animales es mayor a medida que las proteínas son más deficientes.

En este gráfico vemos también que la pérdida de peso en los animales alimentados con la dieta a base de caldo de frijoles blancos es mucho mayor que los que correspondería a su consumo de taninos. La explicación de este fenómeno podría ser la de que al secar este caldo, el residuo gomoso que se formó sea producto de

T A B L A 5

CONTENIDOS DE METIONINA, LISINA Y TRIPTOFANO Y SCORES QUIMICOS (CON RESPECTO AL HUEVO) EN LAS DIETAS AL 10% EN PROTEINAS Y SUPLEMENTADAS CON METIONINA AL 0,3%

Frijol	Fracción	Metionina		Lisina		Triptofano	
		mg/g. Prot.	S. Q.	mg/g. Prot.	S. Q.	mg/g. Prot.	S. Q.
Cubagua	Completa	42	100	65	93	12	71
	Semillas	42	100	69	99	14	82
	Caldo	38	90	41	59	2	12
	*Caldo más						
	Caseína	75	83	61	89	9	53
Coche	Completa	43	100	67	96	12	71
	Semillas	43	100	68	97	15	88
	Caldo	37	88	39	56	1	6
	*Caldo más						
	Caseína	35	83	60	86	9	53
"Xa"	Completa	42	100	73	104	13	76
	Semillas	42	100	74	104	13	76
	Caldo	38	90	51	73	3	17
"Xb"	Completa	43	100	77	110	11	65
	Semillas	43	100	69	99	13	76
	Caldo	39	92	40	57	2	12
Caseína*2		32	76	81	115	16	94
Huevo		42	—	71	—	17	—

*1 Proteínas en relación 1:1.

*2 Sin metionina añadida.

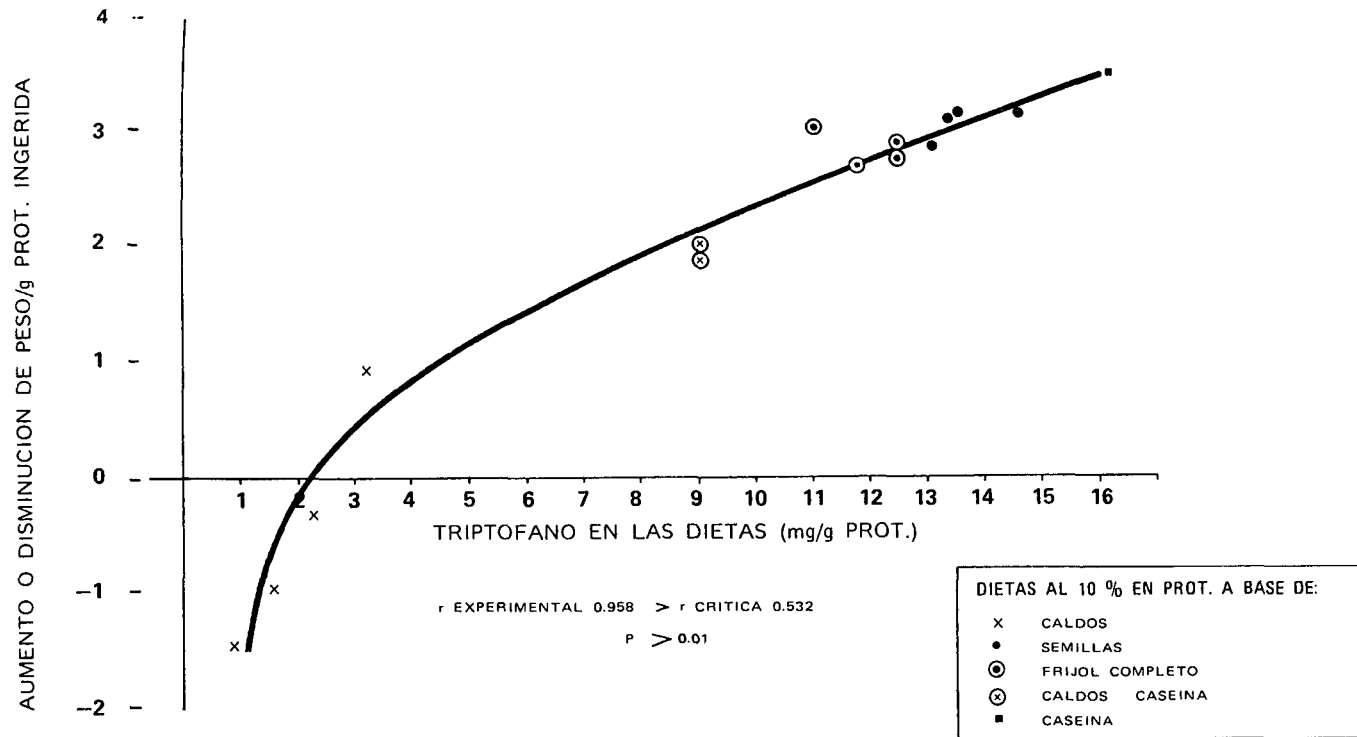
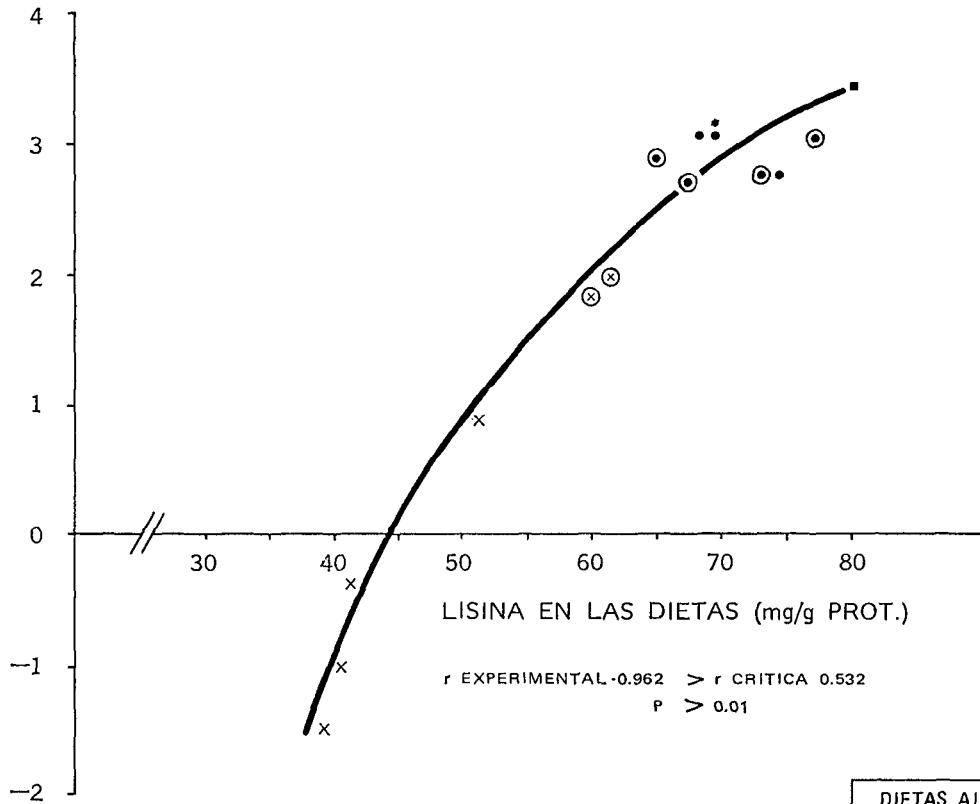


FIGURA 1

Variación en el peso de las ratas en relación al contenido de triptófano en las dietas

AUMENTO O DISMINUCION DE PESO/g PROT. INGERIDA



DIETAS AL 10 % EN PROT. A BASE DE:

- X CALDOS
- SEMILLAS
- ⊙ FRIJOL COMPLETO
- ⊗ CALDOS + CASEINA
- CASEINA

la reacción de Mayllard (19). Esta reacción entre los carbohidratos y los aminoácidos, bajaría en forma apreciable la disponibilidad de los mismos (20) (21) (22) y habría que delimitar otra curva para valores aún más bajos de aminoácidos.

Las digestibilidades aparentes en los animales alimentados con las dietas a base de frijoles completos fueron prácticamente iguales entre sí y a las observadas con las dietas a base de las semillas solas correspondientes (Tabla 6). Sólo en el frijol blanco la digestibilidad de las dietas de semillas solas fue apreciablemente mayor que la del frijol completo. En la Fig. 4 se muestra la disminución de la digestibilidad, o el aumento de la excreción de nitrógeno a medida que aumenta el contenido de taninos en las dietas. Este efecto de los taninos sobre la digestibilidad de las proteínas ha sido señalada por otros autores (8), (23). En la Tabla 7 se señalan los cálculos de correlación lineal entre el contenido de taninos en las dietas y el aumento o disminución de peso y la digestibilidad aparente, encontrándose correlación positiva ($P > 0,01$).

En la Tabla 8 se indican los resultados de la digestibilidad aparente en las dietas mixtas de caldos más caseína. La absorción de proteínas en éstas disminuye un 20% en relación con la dieta control de caseína al 10 ó 20% en proteínas y es prácticamente igual a las semillas solas o a las de los frijoles completos.

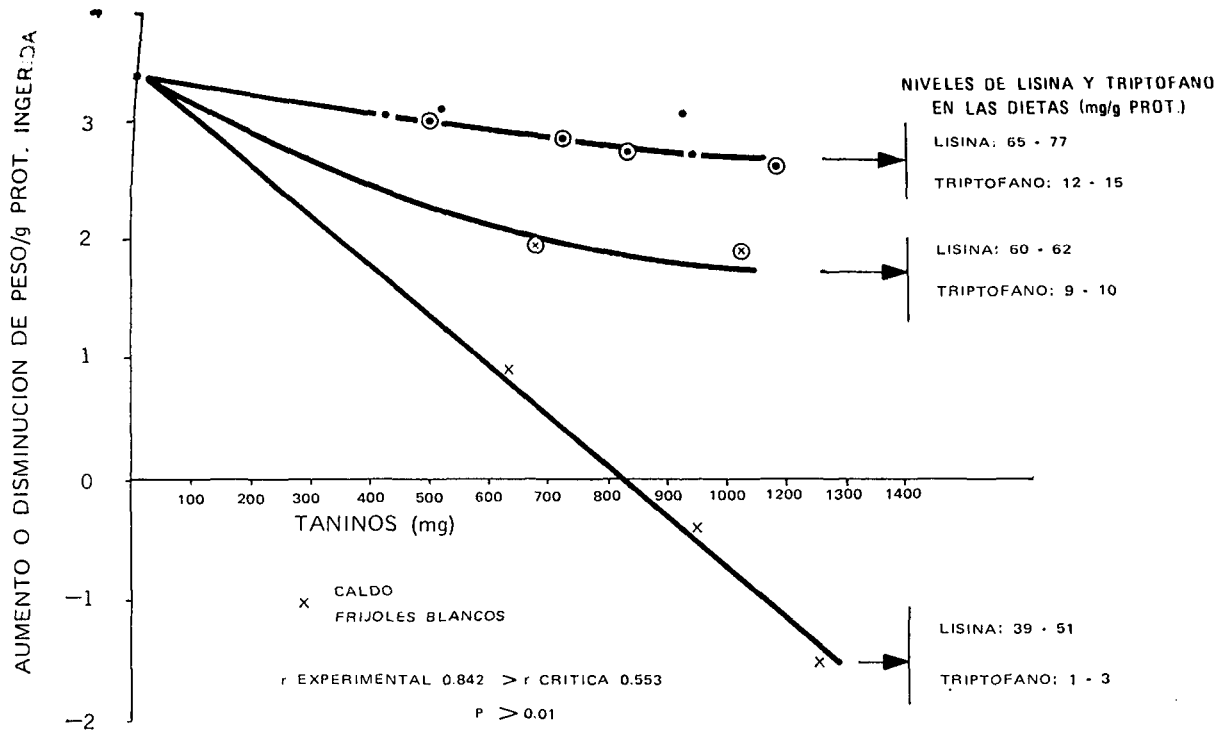
La disminución del 20% en la digestibilidad aparente de las mezclas de caldo más caseína puede ser indicio de cierta actividad inhibidora de la digestión por parte de los caldos, ya observado por González (11) en un trabajo anterior.

La digestibilidad teórica de 100 g de proteínas de la dieta mixta de caldo más caseína, asumiendo que la digestibilidad de cada uno de los componentes en la mezcla sea igual a la observada en los dos ingredientes por separado, sería: $50 \text{ g prot. caldo} \times 46,6/100 + 50 \text{ g prot. caseína} \times 93/100 = 69,8 \text{ g valor}$ que representa el 95% del valor experimental hallado (73,5%). Esto nos conduce a pensar que la diferencia entre la digestibilidad de la dieta de caseína y la de la dieta mixta sea debido a sustancias presentes en los caldos y que afectan en la misma proporción del caldo añadido a la mezcla, la digestibilidad de las proteínas. Estas sustancias podrían ser los taninos y polifenoles asociados los cuales como es sabido (24) (5) (11), presentan actividad anti-tzimática.

T A B L A 6

**DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LAS DIETAS PREPARADAS A BASE DE LAS DISTINTAS
FRACCIONES DE FRIJOLES**

Frijoles	Fracción	Nitrógeno consumido	Nitrógeno excretado (Heces)	Digestibilidad aparente
Cubagua	Completa	4,3983	1,4521	71,7
	Semillas	4,3574	1,2747	70,7
	Caldo	1,4987	1,2749	44,0
	Caldo más Caseína	1,6406	0,4220	74,3
Coche	Completa	4,1202	1,3127	68,1
	Semillas	4,1631	1,3758	67,0
	Caldo	0,8633	0,4361	49,5
	Caldo más Caseína	2,3622	0,6544	72,3
"Xa"	Completa	3,5712	1,0424	70,8
	Semillas	5,8956	1,4486	75,4
	Caldo	1,1960	0,5778	51,7
"Xb"	Completa	3,6294	1,1116	69,4
	Semillas	4,6635	1,0153	78,2
	Caldo	0,8743	0,3321	61,0
Caseína		3,9690	0,2780	93,0



DIETAS AL 10 % EN PROT. A BASE DE:

- x CALDOS
- SEMILLAS
- ⊙ FRIJOLES COMPLETOS
- ⊗ CASEINA + CALDO
- CASEINA

FIGURA 3

Variación de peso de los animales en relación al consumo total de taninos

T A B L A 7
RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE TANINOS (mg/g. Prot.) Y LOS DISTINTOS
PARAMETROS MEDIDOS EN LOS ANIMALES

Parámetros medidos en los animales	n	crit. r	(%) r²	exp. r
Δ p. (14 días)	14	0,532	69,4	0,833
Δ p. (21 días)	12	0,576	84,5	0,919
Aumento o disminución de peso por g. de Prot. ingerida	14	0,532	68,4	0,827
Descenso en la digestibilidad aparente "in vivo"	13	0,553	70,9	0,842

P > 0,01.

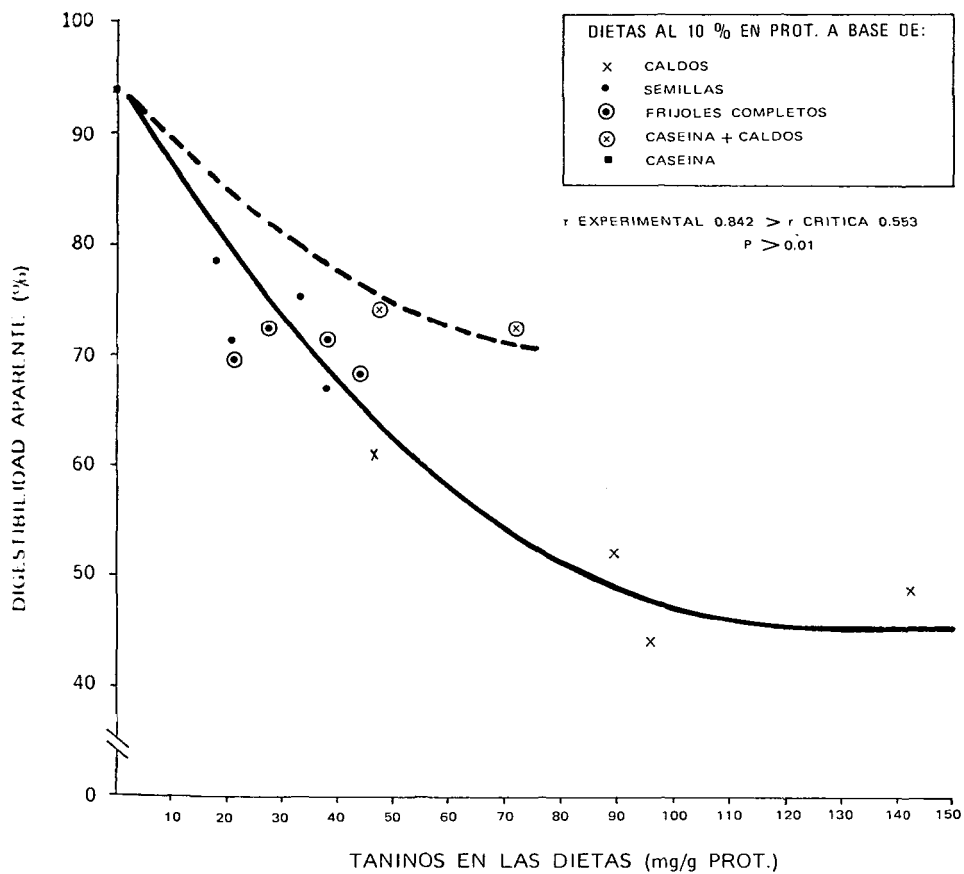


FIGURA 4

Variación de la digestibilidad aparente de las dietas en relación a su contenido de taninos

T A B L A 8

DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LAS DIETAS MIXTAS DE CALDO MAS CASEINA. AUMENTO DE PESO DE LOS ANIMALES POR GRAMO DE PROTEINA INGERIDA

	Digestibilidad %	Aumento de peso/g. ' Proteína ingerida
Caldo Cubagua más caseína 10% Prot.	74,6	1,97
Caldo Coche más caseína 10% Prot.	72,3	1,86
Caldo Cubagua más caseína 20% Prot.	73,9	1,46
Caseína 10% Prot.	93,0	3,44
Caseína 20% Prot.	93,4	2,28

SUMMARY

Food value of bean broth, related to the content in aminoacids and polyphenols

Samples of three black and one white bean variety were cooked in open vessels and the broth separated by draining. The broth was lower than the cooked beans in lysine, tryptophan and methionine as calculated on the N-content. Moreover, polyphenols were extracted during cooking and concentrated between 2 to 4 times in the broth when compared to the whole seeds.

In the rat feeding tests all diets were used supplemented with methionine. The diets prepared with the broth solids caused low feed intake and weight loss. They were also of low digestibility. Animals fed the strained beans or the whole cooked beans with methionine grew well. Protein digestibility of diets prepared with casein plus bean broth solids was about 20% less than that of casein alone. This was attributed to the polyphenols present in the broth. There was a positive correlation between the contents of lysine and tryptophan and the weight gain of the animals and negative correlation between digestibility and polyphenol levels in the different bean fractions.

The bean broth has therefore a very low nutritional value.

B I B L I O G R A F I A

1. Jaffé, W. G. Las semillas de leguminosas como fuente de proteínas en América Latina. En: **Recursos Proteínicos en América Latina**. Guatemala p. 228-241. 1971.
2. Aykroid, W. K. y J. Doughty. **Legumes in Human Nutrition**. (FAO. Nutritional Studies Nº 19). Rome, 1964.
3. Russa, M. O. y F. Vélez Boza. Problemas de la Nutrición en la Población de Caracas. **Estudio de Caracas**. Vol. VII Tomo I: 239-503, Universidad Central de Venezuela, 1971.
4. Jaffé, W. G., D. I. González y M. C. Mondragón. Composición de caldos de frijoles. **Arch. Latinoamer. Nutr.** **26**: 76-83, 1976.
5. Joslyn, M. A. **Methods of Food Analysis**. 2da. Ed. p. 701-725. Academic Press. New York, 1970.
6. Calderón, P., J. Van Buren y W. B. Robinson. Factors influencing the formation of precipitates and hazes by gelatin and condensed and hidrolizable tannins. **J. Agr. Food Chem.** **16**: 479-482. 1968.
7. Glick, Z. and M. A. Joslyn. Food intake depression and metabolic effects of tannic acid in the rat. **J. Nutr.** **100**: 509-515. 1970.
8. Glick, Z. and M. A. Joslyn. Effect of tannic acid and related compound on the absorption and utilization of proteins in the rat. **J. Nutr.** **100**: 516-520. 1970.
9. Van Buren., J. P. y W. B. Robinson. Formation of complexes between protein and tannic acid. **J. Agr. Food Chem.** **17**: 772-777. 1969.
10. Chang, S. J. y M. L. Fuller. Effect of tannin content of grain sorghum on their feeding value for growing chicks. **Poultry Sci.** **43**: 30-36. 1964.
11. González, D. I. Estudios sobre posibles relaciones entre los pigmentos presentes en la cáscara del frijol y el valor nutritivo de éste. Tesis (Magister Scientifical) Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Guatemala, 1975.
12. Bressani, R., L. G. Elías. "Legume Foods" In: **New Protein Food**. Academic Press. New York, 1974.
13. Hintz, H. F., D. E. Hogue y L. Krock. Toxicity of red kidney beans in the rat. **J. Nutr.** **93**: 77-86. 1967.
14. Jaffé, W. G. Limiting Esencial aminoacids of some legume seeds. **Proc. Soc. Biol. Med.** **71**: 398 (1949).
15. Association Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists**. 11th. ed. Washington D. C. 1970.

16. Koch, F. C. y M. E. Hanke. **Practical Methods in Biochemistry.** The Williams & Williams Co., 6th. ed. Baltimore, 1953.
17. Osborne, T. B. Mendel y E. L. Feny. A method expressing numerically the growth promoting value of proteins **J. Biol. Chem.** **37:** 223. 1919.
18. Munro, H. N. y J. B. Allison. **Mammalian protein metabolism.** Academic Press. Vol. 11 p. 87-131. New York, 1970.
19. Maillard, L. C. General reaction of aminoacids on sugars and its biological consequences. **Compt. Rend. Soc. Biol.** **72:** 599. 1913.
20. Horn, M. J., H. Lichtenstein and W. Womack. A. Methionine-fructose compound and its availability to microorganisms and rats. **J. Agr. Food Chem.** **16:** 741. 1968.
21. Hagan, S. N. M. J. Horn, S. H. Leipton and W. Womack. Availability of aminoacids. Fructose-glycine as a source of non-specific nitrogen for rats. **J. Agric. Food Chem.** **18:** 273 1970.
22. Sgarbieri, V. J. Amaya., M. Tanaka and C. O. Chichester. Nutritional consequences of Maillard Reaction. Aminoacid availability from fructose-leucine and fructose-tryptophan in the rat. **J. Nutr.** **103:** 657-663. 1973.
23. Tamir, M. y E. Alumont. Carot tannings growth depression and levels of insoluble nitrogen in the digestive tracts of rats **J. Nutr.** **100:** 573-580. 1970.
24. Bonner, J. In: "**Plant Biochemistry**" New oYrk. Academic Press, Inc. p. 245-437. New York, 1970.