

# EL VALOR BIOLÓGICO COMPARATIVO DE ALGUNAS LEGUMINOSAS DE IMPORTANCIA EN LA ALIMEN- TACION VENEZOLANA

**Werner G. Jaffé**

Instituto Nacional de Nutrición

La dieta de la parte obrera de la población venezolana es caracterizada por el subconsumo de productos alimenticios de origen animal y por las cantidades considerables de leguminosas que aportan gran parte de las proteínas en esta dieta (1). Por lo general, se recomienda que una dieta humana adecuada debe contener la tercera parte hasta la mitad de las proteínas en ella presentes en forma de productos animales, porque ellos tienen, en la gran mayoría de los casos, un valor biológico superior a proteínas vegetales. Sin embargo, el valor de las últimas no siempre es necesariamente bajo; hay algunos ejemplos de proteínas vegetales que se comparan favorablemente con caseína y proteína de la carne (2). También importa mucho la combinación correcta; la zeína del maíz es tan deficiente que animales alimentados exclusivamente con ella se mueren rápidamente; en combinación con otras proteínas, sin embargo, tiene valor alimenticio y es absorbida y utilizada por los animales experimentales. Para saber cuáles proteínas se suplementan mutuamente hay que conocer su composición respecto a los amino-ácidos esenciales. Otro factor de gran importancia es la digestibilidad que puede variar considerablemente y que influye no únicamente en la proporción de un alimento proteico que será utilizada por el organismo sino es importante también para el dietista que elige los alimentos para enfermos, niños, etc.

En vista de la falta casi completa de datos comparativos respecto a estos puntos sobre las leguminosas comestibles y de ma-

por consumo en Venezuela, se elaboró el presente estudio experimental sobre este problema.

## TABLA N° 1

### MATERIAL ESTUDIADO

<b>Nombre vulgar</b>	<b>Nombre científico</b>
Caraota negra	Phaseolus vulgaris
Caraota blanca	Phaseolus vulgaris
Caraota rosada	Phaseolus vulgaris
Frijol negro	Vigna sinensis
Frijol bayo	Vigna sinensis
Quinchoncho	Cajanus indicus
Soya negra	Glicina soja
Soya amarilla	Glicina soja
Arveja verde	Pisum sativum
Arveja amarilla	Pisum sativum
Garbanzo	Cicer arietinum
Lenteja	Lens esculenta
Adzuki	Phaseolus angularis
Haba Mungo	Phaseolus aureus
Gallinazo (caraota chivata)	Dolichos Lablab

La mayor parte de las muestras nos fueron facilitadas por las Divisiones de Genética y de Agronomía del M. A. C. o fueron compradas en el mercado de Caracas. La soya amarilla era una harina comercial para consumo humano, no desgrasada, la soya negra nos fué facilitada por el Sr. N. Steinmetz, Maracay. La muestra de gallinazo fué comprada en Barquisimeto, Edo. Lara. Todas las muestras de leguminosas, con excepción de las caraotas y del gallinazo, se molieron para obtener un polvo fino y se calentaron en el autoclave a 115° por 20 minutos. Después se secaron a 70° y se incorporaron en las respectivas dietas en forma de polvo seco. Únicamente las muestras de caraotas y de gallinazo se trataron de modo diferente, porque, como demostramos en trabajos anteriores (3) son tóxicas si se calientan en el autoclave en forma seca. Por esto, se remojaron en agua por 16 horas y se autoclavizaron así mojadas por 30 minutos a 115°. Después se secaron a 70°, se molieron para obtener un polvo fino y seco y se incorporaron en esta forma a las dietas respectivas. Las muestras de Adzuki y de Habas Mungo se incluyeron en el presente estudio, aunque hasta la fecha tienen poco uso en Venezuela, pero tienen gran fama de ser excelentes alimentos en el Lejano Oriente.

**TABLA N° 2**

DATOS ANALITICOS DE ALGUNAS LEGUMINOSAS COMESTIBLES.

	Humedad	Proteína Ceniza		Fibra	Grasa	C.H.	
Caraotas negras.....	13	25	(20-29)	3.9	4.4	1.9	47
Caraotas rosadas.....	14	27		4.3	3.2	1.8	49
Caraotas blancas.....	17	26		4.0	3.3	1.6	46
Frijoles negros.....	13	28	(23-29)	4.0	4.2	1.5	49
Frijoles bayos.....	12	25		3.9	3.5	1.8	52
Quinchoncho.....	12	20	(19-21)	3.8	—	—	—
Soya negra.....	10	40		5.1	8.3	18.0	19
Soya amarilla (harina).....	8.5	40		5.0	1.7	21.4	24
Arvejas amarillas.....	10	30		2.6	5.1	1.4	50
Arvejas verdes.....	10	28		3.0	5.5	1.4	52
Lentejas.....	18	25		2.3	3.5	0.9	50
Garbanzos.....	11.5	21		2.9	2.0	5.6	57
Adzuki.....	12	28		—	—	1.8	—
Habas Mungo.....	12	26		—	—	1.8	—
Gallinazo.....	12	24		3.7	7.1	0.8	52

**CONTENIDO PROTEICO**

En la tabla N° 2 presentamos la composición química aproximada de las leguminosas estudiadas. Los análisis fueron efectuados en la Sección de Fitoquímica, División de Química, Ministerio de Agricultura y Cría por los métodos rutinarios. Los valores de proteínas se refieren al contenido en Nitrógeno determinado según el método de Kjeldahl multiplicado con el factor 6,25; en el caso de las muestras de soya se usó el factor 5,70. Se analizaron 6 muestras de caraotas negras, 6 de frijoles y 5 de quinchoncho. Las variaciones en el contenido proteico se indican en paréntesis. Especialmente en el caso de las caraotas negras esta variación entre las distintas variedades es considerable. Todas las leguminosas estudiadas tenían un porcentaje de proteína entre 20% y 30% con excepción de las muestras de soya que contienen 40%.

**TECNICA EXPERIMENTAL**

Los experimentos biológicos se efectuaron con ratas blancas de la cepa "Sprague Dawley" procedentes de nuestra propia cría. Los animales jóvenes se separaron de la madre a la edad de 3

semanas, pesando 35-45 gr. c/u. Se tenían en jaulas separadas para cada animal construidas de tela metálica y con fondo del mismo material. Comida y agua se ofrecieron "ad libitum", es decir, en cantidades suficientes que siempre podían comer y beber. Se usó una construcción especial de comedores que impide que los animales boten comida. El peso de las ratas y de la cantidad de comida consumida se determinaron en intervalos no mayores de 4 días. Cada grupo experimental se componía de 2 animales machos y 2 hembras.

La composición de las dietas experimentales se presenta resumida en la tabla N° 3. Se prepararon con la cantidad necesaria de leguminosas molidas para contener 10% de proteínas y con la cantidad de aceite de algodón para contener entre 4 y 5% de grasas. Además, se agregaron: azúcar, almidón, cloruro de sodio, mezcla completa de sales minerales (13) vitaminas liposolubles e hidrosolubles. Todos los animales recibieron extracto hepático por gotero 3 veces por semana para suministrar la vitamina B<sub>12</sub> y otros factores desconocidos. De esta manera, la única diferencia entre las dietas experimentales podía ser la calidad de las proteínas provenientes de las diferentes leguminosas.

Los experimentos de crecimiento se prolongaron por 3 semanas con cada dieta, usándose los mismos animales para el estudio de una dieta preparada con una leguminosa pura y con la misma pero adicionada con amino-ácidos. En algunos casos, los experimentos se hicieron por 10 días únicamente.

En los experimentos presentados se usaron más de 200 ratas en más de 50 series diferentes y se efectuaron en total más de 100 experimentos distintos.

### DIGESTIBILIDAD DE LAS PROTEINAS

Se conocen varios métodos distintos para la determinación de la digestibilidad de las proteínas. El primero es un método "in vitro" y consiste de un tratamiento del material bien molido con pepsina y ácido clorhídrico a 37° por 2 días. Se analiza el contenido de nitrógeno en el material crudo y en el residuo insoluble que queda después del tratamiento mencionado. Por la diferencia se puede calcular la digestibilidad "in vitro". Este método es de gran valor en estudios en gran escala porque es fácil y rápido y permite analizar muchas muestras simultáneamente. Los datos para la digestibilidad "in vitro" de las proteínas presen-

tados en la tabla N° 4 nos fueron suministrados por la Sec. de Fitoquímica del M. A. C. y corresponden por lo general relativamente bien con los encontrados por nosotros por el método biológico, aunque siempre son algo más altos.

### TABLA N° 3

#### COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Granos molidos, cantidad suficiente para tener la dieta .....	10% de proteína
Aceite de algodón, cantidad suficiente para tener la dieta .....	5% de grasa
Aceite de algodón con vitaminas.....	2%
Azúcar .....	20%
Cloruro de sodio.....	1%
Mezcla de sales N° 4.....	4%
Almidón, cantidad suficiente para.....	100%

A cada Kg. de dieta se añadieron:

Clorhidrato de tiamina.....	3	mg.
Pantotenato de calcio.....	20	„
Clorhidrato de piridoxina.....	2	„
Riboflavina .....	3	„
Acido nicotínico.....	20	„
Acido fólico.....	0,25	„
Biotina .....	0,1	„
Inositol .....	100	„
Acido p-aminobenzoico .....	250	„
Clorhidrato de colina .....	1000	„

El aceite de algodón con vitaminas contenía 1% de aceite de percomorum y 1% de aceite de gérmenes de trigo. Cada animal recibió 3 gotas de extracto hepático 3 veces por semana con gotero.

Estamos agradecidos a los señores Dr. E. Servinghaus de la Casa Hoffmann-La Roche, Nutley, E. U. A., por una muestra de biotina y Dr. T. H. Jukes, de la Casa Lederle, Pearl River, E. U. A., por una muestra de ácido fólico.

T A B L A N° 4  
 DIGESTIBILIDAD APARENTE Y REAL DE LAS PROTEINAS DE VARIAS  
 LEGUMINOSAS DETERMINADAS EN RATAS BLANCAS E "IN VITRO"

	N° de determinaciones	Pro-medios		Valores determinados "in vitro"
		dig. aparente	dig. real	
Caraota negra.....	7	68.7%	76.8%	74%
Caraota rosada.....	4	69.0%	79.5%	84%
Caraota blanca.....	3	74.2%	84.1%	78%
Frijoles negros.....	3	81.4%	90.0%	89%
Frijoles bayos.....	2	76.5%	86.4%	95%
Soya amarilla comestible.....	2	76.5%	86.4%	94%
Arvejas amarillas.....	6	83.0%	93.9%	94%
Arvejas verdes.....	3	80.1%	90.7%	92%
Lentejas.....	5	80.2%	92.6%	—
Garbanzos.....	2	76.3%	90.5%	—
Soya negra.....	2	76.6%	84.4%	—
Gallinazo.....	3	74.5%	82.9%	—
Quinchoncho.....	5	75.3%	90.5%	—
Quinchoncho (Selección 47-97)...	3	47.7%	59.5%	—

El método biológico más simple para la determinación de la digestibilidad de proteínas es el de la llamada "digestibilidad aparente". Consiste en la determinación exacta del consumo de alimentos por uno o un grupo de animales experimentales por el lapso de varios días y la determinación simultánea de la cantidad de heces secas excretadas en el mismo lapso. Por el análisis químico se averigua la cantidad de nitrógeno en el alimento y en las heces y la diferencia corresponde a la cantidad de proteína aparentemente retenida, la cual se expresa en porcientos de la proteína ingerida. Entre los productos nitrogenados excretados en las heces se encuentran los residuos no digeribles de la dieta y, además, los residuos de los fermentos gástricos secretados en el tracto gastro-intestinal durante el proceso de la digestión. Por esta causa, el cálculo mencionado no expresa el verdadero porcentaje de proteína digerible presente en el alimento estudiado, sino la ganancia bruta en nitrógeno para el organismo. Para obtener el valor de la digestibilidad real es necesario determinar la excreción fisiológica de nitrógeno en las heces en animales alimentados por algún tiempo con una dieta completamente exenta de proteínas no digeribles y restar esta cantidad del valor obtenido por el método de la digestibilidad aparente. En el presente estudio comparativo sobre el valor alimenticio de leguminosas se determinó la excreción fisiológica de nitrógeno en la cepa de ratas usadas por medio de una dieta que contenía 7% de albúmina de huevo, que es completamente digerible, como única fuente de proteínas. Se observó una excreción de 1,25% de proteína en las heces de estos animales, factor que está en acuerdo con datos publicados por otros autores (2) y que se usó en el cálculo de la digestibilidad real.

Los valores señalados en la tabla N° 4 fueron obtenidos por estos métodos. Se trabajó para el análisis de cada muestra con un grupo de 4 ratas jóvenes con excepción de los valores para las arvejas amarillas, que fueron obtenidos con 2 grupos de tres ratas cada uno. El mismo grupo de animales sirvió para 2 ó 3 determinaciones de la misma muestra. Para cada experimento se determinó la cantidad de dieta consumida en el lapso de 3 ó 4 días, se recolectaron las heces excretadas durante este lapso, se secaron a los 70° y se pesaron. La proteína presente en dieta y heces se determinó por el método de Kjeldahl usando el factor 6,25 para calcular la cantidad de proteína a base de la cantidad de nitrógeno encontrada. Las dietas se ofrecieron en forma de una mezcla seca y homogénea con un contenido de 10% de proteína; para estos experimentos se usaron los mismos grupos de

ratas con los cuales se determinó el valor biológico de las proteínas. Una determinación de digestibilidad se efectuó siempre con la dieta basal y otra con la misma dieta adicionada con 0,3% del amino-ácido metionina. Como no se encontró una diferencia significativa entre los valores obtenidos con estas dos dietas, no se presentan aparte.

Como se ve en la tabla N° 4, se encontraron diferencias considerables en la digestibilidad entre varias de las leguminosas estudiadas. Los valores más bajos corresponden a las caraotas negras y rosadas y a una variedad de quinchoncho. En el caso de las caraotas negras se utilizaron 5 muestras de diferentes variedades obteniéndose siempre valores bajos aunque había ciertas fluctuaciones. Los valores más altos se encontraron en arvejas amarillas, observándose entre éstos y las caraotas negras la diferencia considerable de 15%.

Al repetir la determinación de la digestibilidad biológica con diferentes muestras de quinchonchos, nos encontramos con una selección (N° 47-96) de un índice de digestibilidad muy inferior a los demás (vea tabla N° 4). Mientras que la fluctuación entre diferentes muestras de una sola especie en todos los demás casos nunca llegó al 10%, en este caso es del 30%. Esta observación demuestra que pueden existir diferencias entre variedades y selecciones genéticas de leguminosas respecto al índice de digestibilidad altamente significantes. Este hecho es de interés tanto desde el punto de vista genético como nutricional, dado la gran inferioridad biológica que tendrán las selecciones poco asimilables y debería tomarse en cuenta en la selección de las variedades cultivadas para fines de producción de semillas comestibles.

### **VALOR BIOLÓGICO DE LAS PROTEÍNAS**

El concepto del valor biológico de las proteínas se formó al reconocer las diferencias importantes en relación a su utilización fisiológica. Se basa antes de todo en los experimentos clásicos de Osborne y Mendel, quienes demostraron que muchas proteínas purificadas no producen crecimiento normal en ratas jóvenes y que algunas ni permiten a los animales sobrevivir por más de un par de días si se incorporan en dietas purificadas exentas de otras proteínas en cantidades ordinarias encontradas en alimentos satisfactorios. La zeína del maíz, por ejemplo, se mostró muy deficiente y los animales que la recibieron como única fuente proteica murieron pronto. Si se añadieron cantidades pequeñas de los amino-ácidos lisina y triptófano a esta dieta, se observó que

los animales vuelven a crecer normalmente. Aparentemente, en la zeína no existe la cantidad necesaria de estos ácidos aminados para los animales y éstos eran incapaces de sintetizarlos a partir de otros amino-ácidos presentes en la proteína del maíz. Así se formó el concepto de los amino-ácidos esenciales, es decir que no pueden ser sintetizados por el organismo animal aunque los necesita para su funcionamiento fisiológico y crecimiento normal y, por lo tanto, deben existir en una alimentación adecuada de igual manera como las vitaminas. De los clásicos estudios de Rose se sabe que para la rata en crecimiento hay 10 amino-ácidos esenciales que deben existir en la dieta en cantidad adecuada, mientras que los restantes pueden ser sintetizados por los animales. Existe cierta diferencia respecto a las necesidades en amino-ácidos de los animales durante el crecimiento, el embarazo, la lactancia y del animal adulto que no está en reproducción. Como las necesidades del organismo creciente son las más grandes y también las más fáciles para estudiar, son éstas las que generalmente se determinan.

El valor biológico de cualquier proteína depende precisamente de la combinación en amino-ácidos esenciales. Todos ellos deben estar presentes en su concentración óptima para que la proteína pueda ser utilizada completamente. Si uno se encuentra en la proteína en cantidad subóptima, su valor depende directamente de esto y se aumenta al agregar este ácido aminado, mientras que ningún otro tendrá efecto similar. Se han elaborado varios métodos para la estimación del valor biológico de las proteínas. Los resultados más exactos se obtienen por el estudio del balance en nitrógeno, determinando la cantidad de este elemento que se absorbe de la dieta y la cantidad excretada en la orina. La diferencia calculada sobre la cantidad absorbida da el porcentaje de proteína retenida y utilizada por el organismo. Para su cálculo hay que conocer la excreción basal de cuerpos nitrogenados, provenientes de las funciones fisiológicas para restarla de la cantidad total excretada de nitrógeno. Una proteína que se utiliza completamente daría un valor biológico de 100 y una que no se utiliza en nada para la formación de tejido corporal y cuyo nitrógeno reaparece totalmente en la orina, daría el valor 0. Actualmente, los valores encontrados están entre estos dos extremos.

Un método más simple y más frecuentemente utilizado es el de la "eficiencia proteica" usado también en el presente estudio. Consiste en determinar el aumento de peso de los animales experimentales por cada gramo de proteína consumida. Es lógico que

tiene gran influencia la digestibilidad de la proteína; si no es digerible, no tendrá valor biológico aunque contenga todos los amino-ácidos esenciales en concentración óptima. Por esta causa se calcula frecuentemente la eficiencia proteica también sobre la cantidad de proteína digerible en vez de la proteína total. En la tabla N° 6 se designa con eficiencia proteica aparente el coeficiente calculado del aumento de peso por gramo de proteína total consumida y con eficiencia proteica real el coeficiente del crecimiento por gramos de proteína digerible consumida.

Una eficiencia proteica baja no significa necesariamente que la proteína correspondiente no tenga valor para el organismo adulto. Como las necesidades en amino-ácidos dependen de las funciones fisiológicas, serán distintas durante el crecimiento y la época posterior. Además, dependen de la cantidad de proteína que se consume. Un alimento que no produce crecimiento a un nivel bajo puede muy bien resultar satisfactorio si se incorpora en cantidades mayores a la dieta. El coeficiente de la eficiencia proteica tiene antes de todo valor comparativo, igual como el mismo coeficiente del valor biológico, calculado a base del nitrógeno retenido, como se explicó más arriba. Existe una correlación muy significativa entre la eficiencia proteica y el valor biológico, como fué demostrado por Block y Mitchell (2) y, por lo tanto, se pueden hacer conclusiones más o menos precisas del primer valor acerca del segundo. Según los datos presentados por los citados autores, una eficiencia de 4 corresponde aproximadamente a un valor biológico de 100 y una eficiencia de 0 a un valor biológico de 50 o menos. Esto significa que el mayor crecimiento que se puede esperar por cada gramo de proteína consumida (si no se ofrece en exceso) es de 4 gr. y que proteínas con un valor biológico de 50 o menos no producen crecimiento si están presentes en la dieta en una concentración no mayor al 12%.

En la tabla N° 5 presentamos los datos respecto al crecimiento bruto de nuestros animales.

El período de observación en los primeros ensayos era de 10 días para la dieta basal, seguido por 10 días con la dieta adicionada con metionina, todos los demás grupos de animales se alimentaron por 3 semanas (en algunos casos 4 semanas) con la dieta basal y por 3 semanas más con la misma dieta pero adicionada con 0,3% de metionina. En algunos casos, se repitieron los ensayos con otro grupo de animales. La eficiencia proteica para las dietas estudiadas se presentan en la tabla N° 6.

Indudablemente, los valores más bajos observados eran los de las caraotas rosadas y arvejas amarillas, lo que se manifestó no únicamente en la pérdida de peso de ambos grupos de ratas sino también en el aspecto general poco saludable de estos animales. Los valores más altos observados eran los correspondientes a la soya, los garbanzos, las caraotas blancas y frijoles. El valor relativamente bajo encontrado para la soya negra se da en paréntesis, porque se debe posiblemente a un error experimental.

### **LOS AMINO-ACIDOS LIMITANTES DE LAS LEGUMINOSAS**

La utilización de las proteínas dietéticas para crecimiento y reemplazo de proteínas corporales depende de la concentración de los amino-ácidos esenciales. Si se agrega la cantidad de este amino-ácido que falta, el valor biológico aumenta necesariamente. En el caso de que todos los demás ácidos aminados esenciales se encuentran en el alimento en cantidad óptima, el aumento sería hasta llevar al valor biológico a 100; por lo general, sin embargo, habrá otros amino-ácidos limitantes que impiden que el aumento del valor sea tanto. Pero es lógico, que únicamente al agregar el amino-ácido que más falta en una dieta, se podrá observar un efecto sobre el crecimiento. Como la gran mayoría de las leguminosas hasta la fecha estudiadas respecto a su amino-ácido limitante se mostró deficiente en metionina, se probó este ácido aminado en todos los casos del presente estudio. De los valores de la segunda columna de la tabla N<sup>o</sup> 5 se ve claramente que en realidad en todos los casos la adición de 0,3% de metionina producía un estímulo muy marcado de crecimiento, con la única excepción de la dieta a base de quinchoncho. En este último caso podíamos observar tal estímulo con un suplemento de una mezcla de triptófano y metionina (Tabla N<sup>o</sup> 7). Por lo tanto, en el quinchoncho, las cantidades de estos dos amino-ácidos son igualmente inadecuadas. De estudios de otros autores se sabe que en caraotas, arvejas, garbanzos, habas Mungo, frijoles, soya y caseína (2,6-10) la metionina es el amino-ácido limitante esencial, lo que se comprueba por el presente estudio también para lentejas, adzuki y gallinazo. Tanto más llama la atención la excepción de los quinchonchos de esta regla casi general para las leguminosas.

T A B L A N° 5

CRECIMIENTO DE RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS CONTE-  
NIENDO COMO UNICO FUENTE DE PROTEINAS VARIAS LEGUMINO-  
SAS CON O SIN AMINO—ACIDOS ADICIONADOS

N° de serie	Tipo de leguminosa en la dieta	Crecimiento por día y animal con la dieta básica	Crecimiento por día y animal con la dieta adicionada con 0.3% metionina
1	Caraotas negras 1.....	0.3	2.3
2	Caraotas negras.....	0.0	3.2
3	Caraotas negras 2.....	0.3	3.0
4	Caraotas rosadas 1.....	-0.3	1.5
5	Caraotas rosadas 2.....	0.0	3.1
6	Caraotas rosadas 3.....	-0.1	3.0
7	Caraotas blancas.....	0.9	2.6
8	Frijoles negros.....	0.0	1.2
9	Frijoles negros.....	0.5	1.7
10	Frijoles bayos.....	0.2	1.7
11	Frijoles bayos.....	1.1	1.9
12	Soya amarilla 1 (comestible).....	1.3	3.2
13	Soya amarilla 2 (forrajera).....	1.2	1.9
14	Soya negra (comestible).....	1.2	2.0
15	Quinchoncho 1.....	0.35	0.3
16	Quinchoncho 2.....	0.30	0.5
17	Arvejas amarillas.....	-0.15	1.0
18	Arvejas verdes.....	0.2	1.7
19	Lentejas.....	-0.15	0.6
20	Garbanzos.....	1.2	3.2
21	Adzuki.....	0.6	1.8
22	Habas Mungo.....	0.15	2.4
23	Gallinazo (caraota chivata).....	0.2	4.3
24	Gallinazo (caraota chivata).....	0.5	4.5
25	Caseina.....	2.0	4.1

T A B L A N° 6  
EFICIENCIA PROTEICA APARENTE Y REAL DE VARIAS  
LEGUMINOSAS DETERMINADAS EN RATAS JOVENES

Leguminosa	Dieta basal		Dieta adicionada con Metionina.	
	Eficiencia protéica aparente	Eficiencia protéica real	Eficiencia protéica aparente	Eficiencia protéica real
Caraotas negras 1.....	0.4	0.6	2.3	3.5
Caraotas negras 2.....	0.0	0.0	2.5	3.7
Caraotas negras 3.....	0.6	0.9	2.5	3.8
Caraotas rosadas.....	0.0	0.0	1.2	1.7
Caraotas blancas.....	0.9	1.2	1.9	2.7
Frijoles negros (V-1).....	0.7	1.0	1.2	1.6
Frijoles bayos (V-4).....	0.8	1.0	1.3	1.8
Soya amarilla (2).....	1.3	1.7	1.5	2.0
Soya Negra.....	(0.8)	(1.1)	2.2	2.7
Arveja amarilla.....	0.0	0.0	1.0	1.2
Arveja verde.....	0.2	0.3	2.2	2.7
Lentejas.....	0.0	0.0	0.7	0.9
Garbanzos.....	1.2	1.7	2.2	2.8
Caseina.....	1.9	—	3.1	—

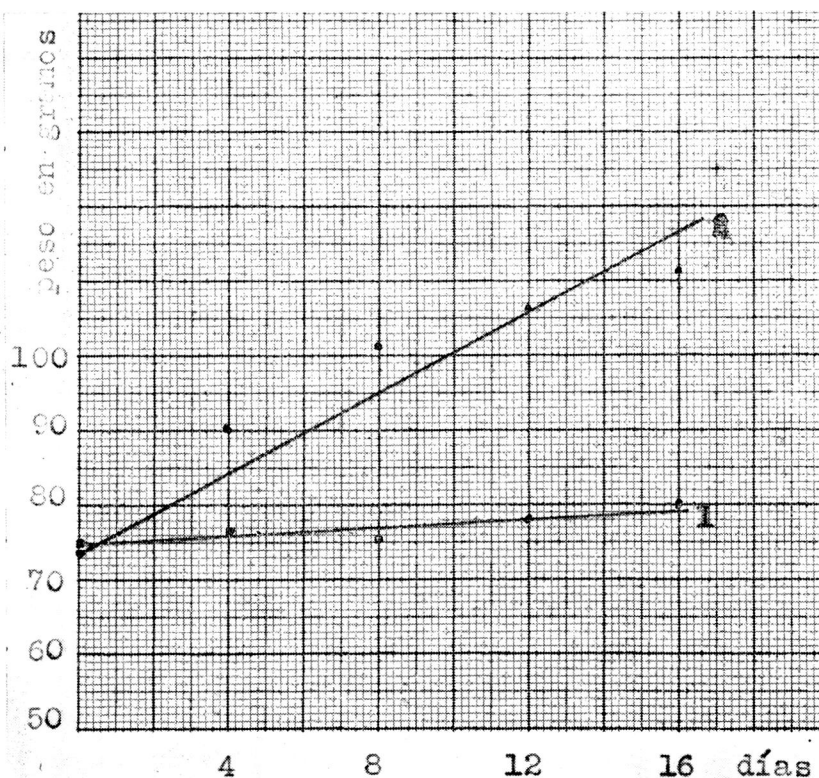
T A B L A N° 7

CRECIMIENTO DE RATAS BLANCAS ALIMENTADAS CON DIETAS  
CONTENIENDO COMO UNICA FUENTE DE PROTEINAS DIFERENTES  
VARIETADES DE QUINCHONCHO Y SUPLEMENTOS DE AMINO—  
ACIDOS PUROS.

Variiedad	Aumento de peso por día y animal con la dieta basal	Aumento de peso por día y animal con la dieta suplementada con 0.3% de metionina	Aumento de peso por día y animal con la dieta suplementada con 0.075% de triptofano	Aumento de peso por día y animal con la dieta suplementada con 0.3% de metionina 0.075% de triptofano simultaneamente.
46-37	0.3	0.3	—	2.2
47-17	0.3	0.5	—	1.9
Alemán	0.2	0.1	-0.1	1.6
47-96	-0.1	0.1	0.3	3.1
47-96	0.7	0.7	1.0	1.6

### VALOR BIOLÓGICO DE DIETAS MIXTAS DE LEGUMINOSAS CON MAÍZ

En la práctica alimenticia popular, las leguminosas no se consumen solas, sino en combinación con otros alimentos, antes de todo con maíz (arepas, etc.). Como el valor biológico de mezclas de alimentos puede variar muy considerablemente comparado con él de los componentes, estudiamos también el efecto de dietas compuestas de maíz y leguminosas sobre el crecimiento de ratas. Era de interés, sobre todo, de averiguar el valor de la mezcla maíz-quinchoncho, en vista de que se ha comprobado desde hace tiempo que el maíz pilado es deficiente en triptófano y que en el presente estudio se demostró lo mismo para los quinchonchos. Era, pues, de esperar que estos dos productos no se suplementan mutuamente en su valor biológico.



Crecimiento de series de 8 ratas (4 machos y 4 hembras) alimentados con una dieta de quinchoncho y maíz (Nº 1) y caraotas y maíz (Nº 2).

Se efectuó un experimento con 2 grupos de 8 ratas cada una. El primer grupo se alimentó con una dieta compuesta de 50% de quinchoncho autoclavizado, 42% de maíz amarillo pilado, 2% de mezcla de sales, 1% de cloruro de sodio, 5% de aceite de algodón y los mismos suplementos de vitaminas que se señalaron en la tabla N° 2. El segundo grupo de ratas recibió una dieta semejante, en la cual el quinchoncho se reemplazó por 42% de caraotas autoclavizadas y 8% de almidón. Así las dos dietas tenían el mismo porcentaje en proteína (14%).

Los resultados que se presentan en la gráfica N° 1 demuestran que, efectivamente, la combinación de quinchoncho y maíz es muy inferior a la de caraota y maíz en su valor alimenticio. La primera casi no produce crecimiento, mientras que la segunda causó un aumento de peso de 2 gr/día/animal, lo que es aproximadamente el 50% de crecimiento máximo observable con dietas que contienen las mejores proteínas como albúmina de huevo y todas las vitaminas y minerales esenciales. Esta observación coincide bien con nuestros resultados anteriores con caraotas y maíz (11).

En conclusión, este experimento demuestra que los quinchonchos son muy inferiores a las caraotas en la alimentación de una población consumidora de cantidades de maíz y pocos productos proteicos de alto valor, como son los alimentos de origen animal.

### **VALORES VITAMINICOS DE LAS LEGUMINOSAS**

Las leguminosas son una fuente reconocida de las vitaminas del complejo B, mientras que contienen cantidades mínimas de las otras vitaminas conocidas. Por esta razón se determinaron las vitaminas B<sub>1</sub> (tiamina), B<sub>2</sub> (riboflavina) y niacina en las muestras de leguminosas. Los detalles de este trabajo analítico se publicarán aparte (5). Los resultados se presentan en forma sumaria en la tabla N° 8. Por lo general, los valores medios encontrados no difieren de una manera significativa, observándose un contenido bajo de vitamina B<sub>1</sub> en lentejas y garbanzos y un valor alto de niacina de quinchoncho. Se puede concluir de los datos presentados que las leguminosas son una fuente importante de las vitaminas del grupo B, antes de todo de la vitamina B<sub>1</sub>.

T A B L A N° 8

## VALORES VITAMINICOS DE LAS LEGUMINOSAS

Muestra:	Tiamina	Riboflavina	Niacina
	mg. 100 gr.	mg./100 gr.	mg./100 gr.
Caraotas negras ( <i>phaseolus vulgaris</i> ).....	0.65	0.12	1.7
Caraotas rosadas ( <i>phaseolus vulgaris</i> ).....	0.40	0.13	0.7
Caraotas blancas ( <i>phaseolus vulgaris</i> ).....	0.55	0.10	0.8
Frijoles negros ( <i>vigna sinensis</i> ).....	0.55	0.16	1.3
Frijoles bayos ( <i>vigna sinensis</i> ).....	0.55	0.17	1.9
Quinchoncho ( <i>cajanus indicus</i> ).....	0.60	0.12	2.6
Soya negra ( <i>glicina soya</i> ).....	0.65	0.16	1.5
Arvejas amarillas ( <i>pisum sativum</i> ).....	0.23	0.16	1.0
Arvejas verdes ( <i>pisum sativum</i> ).....	0.68	0.14	1.2
Garbanzos ( <i>cicer arietinum</i> ).....	0.22	0.14	0.7
Lentejas ( <i>lens esculenta</i> ).....	0.10	0.14	1.0

No se estudió el contenido en minerales esenciales de las leguminosas por existir en la literatura nacional un excelente trabajo sobre la materia (12).

### DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Para fines prácticos es importante poseer una escala del valor alimenticio bruto de los varios alimentos. Tomando en cuenta la composición química, la digestibilidad y eficiencia proteica determinada en ratas, las leguminosas estudiadas por nosotros se pueden clasificar en la siguiente escala:

- 1 Soya
- 2 Garbanzos
- 3 Gallinazo
- 4 Caraotas
- 5 Frijoles
- 6 Arvejas verdes
- 7 Lentejas
- 8 Arvejas amarillas
- 9 Quinchoncho.

Esta tabla es la primera que se publica con el fin de clasificar las leguminosas según su valor alimenticio y no puede considerarse, por lo tanto, como definitiva. Se basa en el reducido número de experimentos que hemos podido efectuar hasta la fecha

y podrá ser modificada al recopilarse más datos. Se debe aceptar como un primer ensayo para fines comparativos y de ningún modo como concluyente. Como no existen datos comparativos más exactos hasta la fecha, creemos que la tabla puede ser de algún valor práctico. Futuras investigaciones demostrarán si existen diferencias importantes entre distintas variedades de los grupos de leguminosas enumerados lo que parece probable según recientes publicaciones (6) y según las diferencias encontradas entre caraotas de diferente procedencia como se ve en la tabla N<sup>o</sup> 5, como también las diferencias en la digestibilidad de variedades de quinchonchos señaladas en la tabla N<sup>o</sup> 4.

Otra conclusión interesante de las cifras presentadas en la tabla N<sup>o</sup> 5 es la de que las caraotas negras y blancas adicionadas con metionina tienen una eficiencia proteica mayor o igual a la de la soya. Esto significa que con excepción de una marcada falta de metionina, la composición de las caraotas negras y blancas se acerca a la composición de una proteína con valor biológico elevado. Ultimamente se ha demostrado que las necesidades del hombre respecto a la metionina (y cistina) son considerablemente más bajas que la de las ratas y que proteínas cuyo aminoácido limitante resulta ser la metionina (o cistina) en ensayos con ratas, muchas veces tienen un valor biológico mayor si se estudian en hombres. Por ejemplo, en el caso de las proteínas de la soya, Bricker y Mitchell (4) encontraron que las ratas requieren 6,07 mg. de proteína de soya por caloría para utilización óptima, mientras que humanos requieren 2,88 mg. únicamente.

En consecuencia, existe la posibilidad de que las proteínas de las caraotas tengan un valor biológico más elevado para el hombre que para las ratas, porque les falta esencialmente la metionina para complementarse y resultar en proteínas muy valiosas también para ratas. Sería de gran interés determinar el valor alimenticio de las caraotas en humanos.

El hecho de que los quinchonchos son simultáneamente deficiente de que son un alimento pobre en la dieta venezolana popular porque ésta consiste en gran parte de maíz pilado, que también es deficiente en triptófano y, en consecuencia, los dos productos mencionados no pueden suplementarse mutuamente como es el caso entre maíz y caraotas u otros granos (gráfica N<sup>o</sup> 1).

De los datos de la tabla N<sup>o</sup> 5 se ve que las proteínas de los garbanzos tienen un valor alimenticio casi igual al de la soya, aunque la cantidad de proteínas presentes en ellas es mucho me-

nor. Sin embargo, valdría la pena estimular el consumo de este grano entre la población antes de todo si éste se puede lograr a expensas del quinchoncho.

Los experimentos que se presentaron en la tabla N<sup>o</sup> 2 nos permiten ciertas comparaciones entre las leguminosas estudiadas. Respecto a la composición química, no se observó ninguna diferencia de importancia con la excepción de los valores altos en proteínas y aceite de las muestras de soya, característica muy conocida en este grano. Además se observó que el porcentaje de grasa en garbanzos es algo más elevado que en las demás muestras estudiadas. Las variaciones considerables que se observaron en el contenido proteico de diferentes variedades de caraotas y frijoles son comparables con las fluctuaciones que encontramos en estos frutos respecto a su contenido vitamínico (5).

La digestibilidad relativamente baja de las caraotas es un indicio de que no son muy aptas para niños o enfermos de las vías digestivas. Según los datos presentados, se puede concluir que arvejas y frijoles son mejor digeribles y, por lo tanto, más indicados para la alimentación en los casos citados. Sin embargo, no existen datos seguros sobre la correlación entre los coeficientes de digestibilidad determinados en ratas y humanos y, por lo tanto, las conclusiones derivadas de las cifras obtenidas con ratas deben aceptarse con cierta cautela para la alimentación humana.

## RESUMEN

Se hicieron estudios comparativos con 10 diferentes clases de semillas de leguminosas. Se determinaron: el contenido en proteínas, la digestibilidad, el crecimiento de ratas con dietas que contenían como única fuente de proteínas uno de estos granos con o sin suplemento de amino-ácidos puros y eficiencia proteica aparente y real, y el contenido vitamínico. Se encontró que la digestibilidad de las caraotas negras es menor que la de los demás granos, con excepción de una muestra de quinchoncho, que el amino-ácido esencial limitante de todos los granos estudiados con ratas jóvenes es la metionina con la única excepción de los quinchonchos que probaron ser deficientes en metionina y triptófano de modo igual. Los granos que causan mejor crecimiento y tienen el valor biológico más alto son soya y garbanzos, mientras que las caraotas dieron resultados muy buenos después de suplementarlas con metionina, y regulares, en dietas mixtas con maíz. Se discuten estos resultados respecto a su importancia para la alimentación humana y se presenta una clasificación tentativa de los granos estudiados según su valor alimenticio.

## S U M M A R Y

A comparative study of the food value of 10 legumes is presented. Protein content, digestibility, growth of rats fed diets containing as only protein source the different legumes with and without methionine and some other amino acids, protein efficiency and vitamin content were determined. Black beans had the lowest digestibility quotient; methionine was the limiting amino acid for all studied samples with the exception of pigeon peas in which triptóphan was equally limiting. Best growth with unsupplemented diets was observed with soy beans and chick peas, while kidney beans and velvet beans cause best growth when methionine was added. A tentative clasification of the legumes in respect to their nutritional value is presented.

## ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurde eine vergleichende Untersuchung über den Nährwert von 10 Leguminosen ausgeführt. Die folgenden Werte wurden bestimmt: Eiweissgehalt, Verdaulichkeit, Wachstum junger Ratten, die mit Diäten ernährt wurden, deren Eiweiss ausschliesslich aus den untersuchten Hülsenfrüchten stammte- mit und ohne Zusatz von Methionin und in einigen Fällen Tryptophan, Wachstum program verdauten Eiweisses sowie der Gehalt an Vitaminen des B-Klompexes. Schwarze Gartenbohnen zeigten die geringste Verdaulichkeit, Methionin war die das Wachstum der Ratten begrenzende lebensnotwendige Aminosäure in allen untersuchten Mustern mit Ausnahme von Erbsenbohen (*Cajanus indicus*) in denen sowohl Methionin als Tryptophan fehlen. Ohne Aminosäurezusatz erzeugten Soyabohnen und Kichererbsen das beste Wachstum, während Gartenbohnen und Helmbohnen (*Dolichos Lablab*) bei Methioninzusatz den höchsten biologischen Wert aufwiesen. Es wird versucht, eine vorläufige Klassifizierung der untersuchten Hülsenfrüchte nach ihrem Gesamtnährwert zu geben.

**BIBLIOGRAFIA**

- 1) J. M. BENGUA.—*Medicina Social en el Medio Rural Venezolano*, 2da. ed. Caracas, 1946.
- 2) R. J. BLOCK y H. H. MITCHELL.—*Nutr. Abstr. and Rev.* 16, 249 (1949).
- 3) W. G. JAFFE.—*Experientia*, 5, 81 (1948), *Rev. San. Asist. Soc.* (En prensa).
- 4) M. L. BRICKER y H. H. MITCHELL.—*J. Nutr.* 34, 491 (1947).
- 5) P. BUDOWSKI, G. GORRA y W. G. JAFFE.—*Rev. San. Asist. Soc.* (En prensa).
- 6) W. C. RUSSEL, M. W. TAYLOR, T. G. MEHRHOF y R. R. HIRSCH.—*J. Nutr.* 32; 313 (1946).
- 7) W. E. BELTON y C. A. HOOVER.—*J. Biol. Chem.* 175, 377 (1948).
- 8) L. R. RICHARDSON.—*J. Nutr.* 36, 451 (1948).
- 9) E. WOODS, W. M. BEESON y D. W. BOLIN.—*J. Nutr.* 26, 327 (1943).
- 10) H. S. MITCHELL.—*Western Hospital and Nurses Reviews* 11. 26, 27. 52, 56 (1928).
- 11) W. G. JAFFE.—*Rev. San. Asist. Soc.* 8, 1128 (1943).
- 12) M. ROUSSET.—*Rev. San. Asist. Soc.* 11, 401 (1946)

