

**EFFECTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS DIETETICOS
SOBRE EL CONSUMO DE DIETAS A BASE DE
TUBERCULOS Y LEGUMINOSAS¹**

Walter S. Jorge João,² Luiz G. Elías,³ y Ricardo Bressani⁴

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

RESUMEN

Este trabajo se realizó con el fin de estimular el consumo de leguminosas mediante la aplicación de diferentes tratamientos a la harina de yuca, o al frijol caupí o de soya. Se utilizó la técnica de ofrecer a las ratas la oportunidad de escoger los alimentos de dos comederos separados, colocados en la jaula. El consumo de ambos alimentos se midió separadamente para establecer la razón de consumo entre tubérculos y leguminosas. Los resultados indicaron que sin adición de otros nutrientes, la razón de consumo entre la harina de yuca y frijol caupí era de 1.21, con una proteína utilizable de 3.35. El mejor porcentaje de proteína utilizable (9.47) se obtuvo cuando

Manuscrito modificado recibido: 21-2-80.

- 1 Trabajo realizado en la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.
- 2 Profesor del Curso de Nutrición del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad Federal de Pará, Belém, Pará, Brasil, y ex-becario del INCAP.
- 3 Jefe del Programa de Alimentos Básicos de la División de Ciencias Agrícolas del INCAP.
- 4 Jefe de la Cita da División.

Publicación No. INCAP E-982 .

a la harina de yuca se le adicionaron vitaminas, minerales y energía; al frijol caupí, además de estos nutrientes, se le agregó el aminoácido metionina. Se observó además, que el consumo de frijol caupí se vio favorecido por la adición de los nutrientes, mientras que el agregado de metionina sólo favoreció el consumo al adicionar ésta en presencia de los demás nutrientes. Por otro lado, el consumo de harina de yuca fue favorecido principalmente por el agregado de metionina. Estos hallazgos son de gran importancia ya que indican que la adición de los nutrientes aumenta significativamente el consumo de leguminosas, lo que se traduce en beneficio para las poblaciones que subsisten a base de tubérculos y leguminosas.

Los resultados también indican que es mejor suplementar la harina de la leguminosa en vez de utilizar la del tubérculo como vehículo de los nutrientes limitantes en este tipo de dieta.

Al utilizar la dieta elaborada a base de harina de yuca y frijol de soya, se observó una tendencia similar a la preparada a base de harina de yuca y frijol caupí. Sin embargo, la calidad proteínica de la primera fue superior a la de la última.

INTRODUCCION

Las leguminosas de grano son de gran importancia entre los vegetales comestibles. Debido a su contenido relativamente alto de proteína, constituyen la principal fuente proteínica en la dieta de numerosas poblaciones del mundo, principalmente en aquellas regiones donde la disponibilidad de proteínas de origen animal es bastante precaria (1).

Se ha identificado un gran número de géneros y especies de leguminosas de grano, pero muy pocas tienen importancia nutricional debido a que la mayoría no se consumen regularmente (2).

En los países de América Latina, la especie de mayor consumo es el frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) (3). No obstante, en la actualidad se ha impulsado el consumo de frijol caupí (*Vigna sinensis*) en la alimentación humana debido a que, a diferencia de las demás leguminosas de grano, éste tiene un alto valor nutritivo (4), un bajo contenido de inhibidores enzimáticos y sustancias flatulentas, y su costo es relativamente bajo. En el nordeste del Brasil esta leguminosa forma parte de los hábitos dietéticos de las poblaciones (5, 6).

Por otro lado, para compensar la gran escasez de cereales, que se consumen como fuente energética, así como para reducir el alto costo que estos productos han alcanzado en los últimos años, se ha

estimulado intensamente el uso de la harina de yuca en la alimentación. Asimismo, en el área nororiental del Brasil el frijol se consume con harina de yuca en vez de arroz, como es el caso en la región sur del mismo país (7).

El trabajo que aquí se detalla se llevó a cabo con la finalidad de estudiar cómo estimular el consumo de leguminosas valiéndose de diferentes tratamientos aplicados a la harina de yuca o al frijol caupí y soya.

MATERIALES Y METODOS

Para la realización del estudio se utilizaron las siguientes materias primas: harina de yuca y semillas leguminosas, caupí (*Vigna sinensis*) y soya (*Glycine max*). Estas se obtuvieron de casas comerciales en la ciudad de Guatemala. Las harinas de frijol caupí y de soya entera fueron preparadas de acuerdo con los métodos descritos por otros autores (8).

Los ensayos biológicos se llevaron a cabo utilizando ratas jóvenes recién destetadas de 21 días de edad, raza Wistar, de la colonia animal del INCAP. Se empleó un número de 8 ratas por cada grupo experimental, integrado por 4 machos y 4 hembras, las que se alojaron en jaulas individuales, y se les suministró agua y alimento *ad libitum*.

Las dietas fueron elaboradas a base de harina de yuca y harina de frijol caupí o harina de soya, utilizando una técnica de alimentación que consistió en ofrecer a las ratas la oportunidad de escoger el alimento de dos comederos distintos colocados en la misma jaula. La Tabla I ilustra un ejemplo de los tratamientos utilizados. Las cantidades de nutrientes agregados fueron: 5% de aceite de algodón, 4% de minerales (9), 1% de aceite de hígado de bacalao, y 5% de solución de vitaminas (10). La cantidad de DL-metionina agregada tanto a la harina de yuca como a la harina de frijol caupí o de soya entera fue de 0.21 g/100 g. La duración del estudio fue de 28 días, y semanalmente se anotó por separado el consumo de cada uno de los alimentos, calculándose la razón de consumo entre tubérculos y leguminosas. Para el cálculo de la proteína utilizable (11, 12) se determinó la razón entre la ganancia de peso y la ingesta proteínica, ya que la razón obtenida para la caseína es de 2.5 lo que equivale a un valor biológico de 75. Las razones obtenidas por las mezclas se refirieron a este valor para calcular el valor nutritivo relativo. Este valor, multiplicado

por el contenido de proteína en la dieta, es igual al valor de proteína utilizable.

$$\text{Fórmula: } \text{PU} = \frac{\text{VNR} \times \text{contenido proteínico}}{100}$$

donde: PU = Proteína utilizable, y
VNR = Valor nutritivo relativo.

TABLA 1

NUTRIENTES ADICIONADOS A LA HARINA DE YUCA
Y FRIJOL CAUPI

Grupo	Alimento	Suplementación*
1	Yuca Frijol	— —
2	Yuca Frijol	Vit. Min. Energía Vit. Min. Energía
3	Yuca Frijol	— Vit. Min. Energía
4	Yuca Frijol	Vit. Min. Energía —
5	Yuca Frijol	Metionina Metionina
6	Yuca Frijol	Met. Vit. Min. Energía Met. Vit. Min. Energía
7	Yuca Frijol	Met. Vit. Min. Energía — Vit. Min. Energía
8	Yuca Frijol	— Vit. Min. Energía Met. Vit. Min. Energía

* La misma suplementación se aplicó a la harina de yuca y frijol soya.
Met = metionina; Vit = vitaminas; Min = minerales.

RESULTADOS

El efecto de diferentes tratamientos dietéticos sobre el crecimiento y la utilización de la proteína en ratas alimentadas con dietas a base de harina de yuca y frijol caupí se muestran en la Tabla 2. Según se observa, al no adicionar ningún nutriente, la razón de consumo fue de 1.21, con una proteína utilizable de 3.35. Los análisis estadísticos a que se sometieron estos resultados revelaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, indicativos de que el mejor porcentaje de proteína utilizable (9.47) se obtiene cuando a la harina de yuca se le adicionan vitaminas, minerales y energía, y al frijol caupí —además de estos nutrientes— se le agrega el aminoácido metionina. Se puede observar también que el consumo de frijol caupí aumentó con la adición de los nutrientes, mientras que el agregado de metionina sólo favoreció el consumo al adicionarla en presencia de los demás nutrientes. Por otro lado, el consumo de la harina de yuca fue favorecido principalmente por el agregado de metionina. En la Figura 1 se aprecia que las ganancias de peso y la proteína utilizable son mayores cuando el consumo de frijol caupí aumenta.

Los resultados obtenidos al utilizar frijol de soya en vez de frijol caupí, figuran en la Tabla 3. En este caso, se observa que al no adicionar ningún nutriente, la razón de consumo entre la harina de yuca y el frijol de soya fue de 1.44, con una proteína utilizable de 6.25, encontrándose diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. No obstante, también se observa que el mejor porcentaje de proteína utilizable (11.89), se obtuvo al agregar a la harina de yuca, vitaminas, minerales y calorías, y al frijol soya —además de éstos nutrientes— el aminoácido metionina. Por otro lado, se aprecia igualmente que el consumo de frijol de soya se vio favorecido por los nutrientes en cuestión, mientras que la metionina favoreció ese consumo al ser agregada en presencia de los demás nutrientes.

En la Figura 2 se aprecia una tendencia similar a la que ilustra la Figura 1, es decir, que las mejores ganancias de peso y proteína utilizable corresponden a aquellos grupos experimentales que consumieron mayor cantidad de frijol de soya.

DISCUSION

De manera general, en un sistema de libre elección como el utilizado en el presente estudio, sería de esperar que el animal

TABLA 3

EFFECTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS DIETETICOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA UTILIZACION DE LA PROTEINA POR RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS A BASE DE HARINA DE YUCA Y FRIJOL DE SOYA

Grupo	Alimento	Tratamiento dietético	Consumo de alimento (g)	Razón	Ganancia de peso (g)	Proteína utilizable (‰)
1	Yuca	—	141 ± 23.2*	1.44	49 ± 5.2	6.25 ^{b ***}
	Soya	—	98 ± 15.8			
2	Yuca	Vit. min. energía**	99 ± 15.2	0.45	125 ± 9.7	11.68 ^a
	Soya	Vit. min. energía	219 ± 6.9			
3	Yuca	—	124 ± 14.1	0.54	131 ± 9.4	10.94 ^a
	Soya	Vit. min. energía	231 ± 16.4			
4	Yuca	Vit. min. energía	138 ± 11.7	0.73	120 ± 6.8	11.02 ^a
	Soya	—	188 ± 15.1			
5	Yuca	Metionina	197 ± 10.8	2.90	45 ± 2.3	5.06 ^c
	Soya	Metionina	68 ± 6.9			
6	Yuca	Met. vit. min. energía	115 ± 22.0	0.51	136 ± 9.9	11.82 ^a
	Soya	Met. vit. min. energía	226 ± 16.5			
7	Yuca	Met. vit. min. energía	104 ± 16.8	0.47	129 ± 10.3	11.63 ^a
	Soya	— Vit. min. energía	223 ± 15.5			
8	Yuca	— Vit. min. energía	86 ± 21.0	0.35	134 ± 8.4	11.89 ^a
	Soya	Met. Vit. min. energía	249 ± 19.0			

* Error estándar.

** Vitaminas, minerales y energía.

*** Las cifras con letras diferentes son estadísticamente diferentes entre sí ($P < 0.05$).

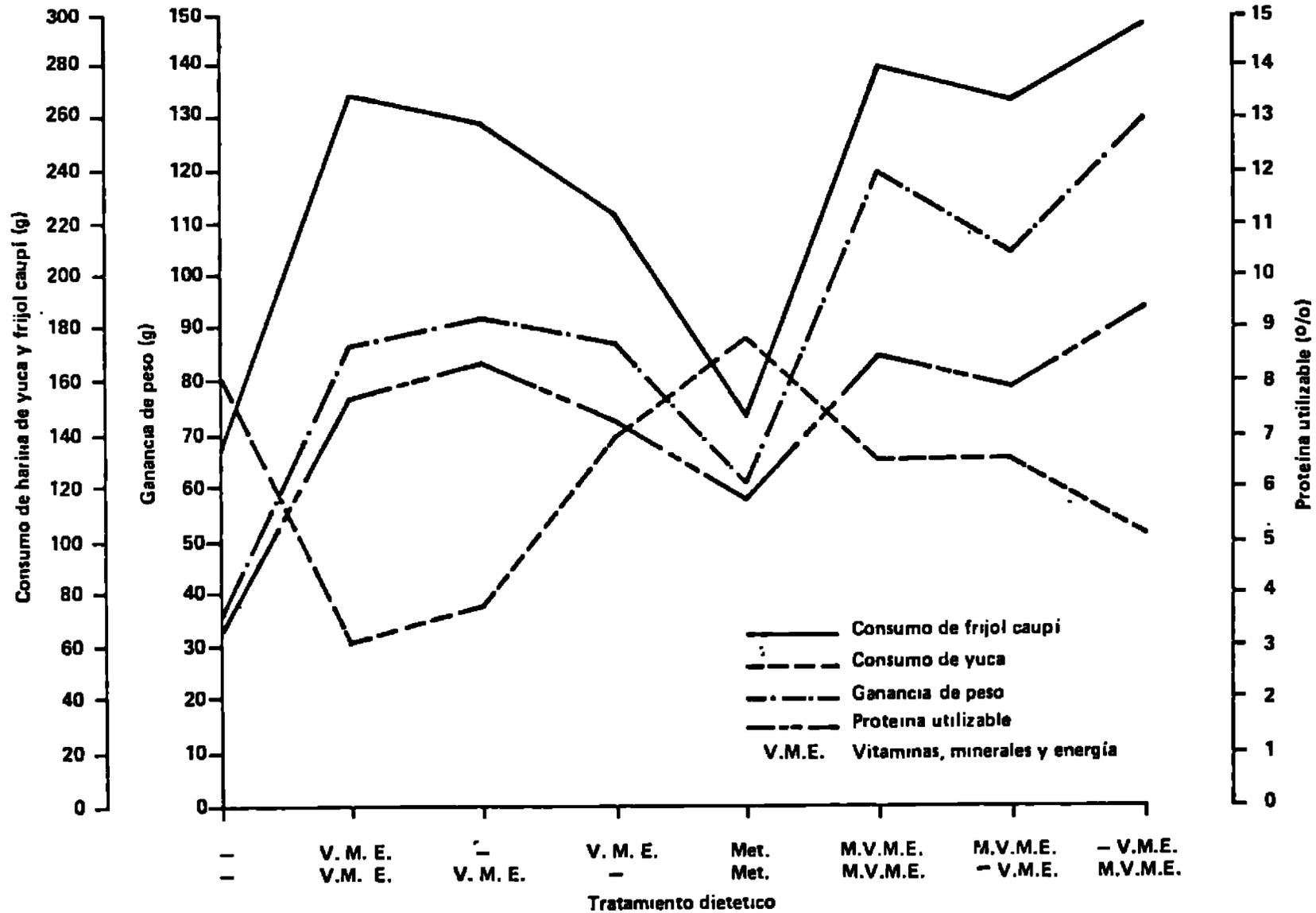


FIGURA 1

Efecto de diferentes tratamientos dietéticos sobre el crecimiento y la proteína utilizable por ratas alimentadas con dietas a base de harina de yuca y frijol caupi

TABLA 2

EFFECTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS DIETETICOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA UTILIZACION DE LA PROTEINA POR RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS A BASE DE HARINA DE YUCA Y FRIJOL CAUPI

Grupo	Alimento	Tratamiento dietético	Consumo de alimento (g)	Razón	Ganancia de peso (g)	Proteína utilizable (%o)
1	Yuca Caupí	—	161 ± 9.9* 133 ± 17.8	1.21	34 ± 5.6	3.35 ^{d ***}
2	Yuca Caupí	Vit. min. energía** Vit. min. energía	60 ± 9.1 267 ± 19.6	0.22	85 ± 7.9	7.68 ^b
3	Yuca Caupí	— Vit. min. energía	75 ± 10.8 256 ± 27.9	0.29	91 ± 7.5	8.24 ^b
4	Yuca Caupí	Vit. min. energía —	136 ± 8.2 221 ± 15.1	0.62	87 ± 6.3	7.20 ^b
5	Yuca Caupí	Metionina Metionina	176 ± 11.1 145 ± 12.8	1.21	60 ± 4.2	5.56 ^c
6	Yuca Caupí	Met. vit. min. energía Met. vit. min. energía	129 ± 8.6 278 ± 18.7	0.46	119 ± 10.4	8.44 ^a
7	Yuca Caupí	Met. vit. min. energía — Vit. min. energía	130 ± 9.5 265 ± 17.1	0.49	103 ± 7.0	7.81 ^b
8	Yuca Caupí	— Vit. min. energía Met. vit. min. energía	102 ± 14.3 295 ± 31.3	0.35	128 ± 13.9	9.47 ^a

* Error estándar.

** Vitaminas, minerales y energía.

*** Las cifras con letras diferentes son estadísticamente diferentes entre sí ($P < 0.05$).

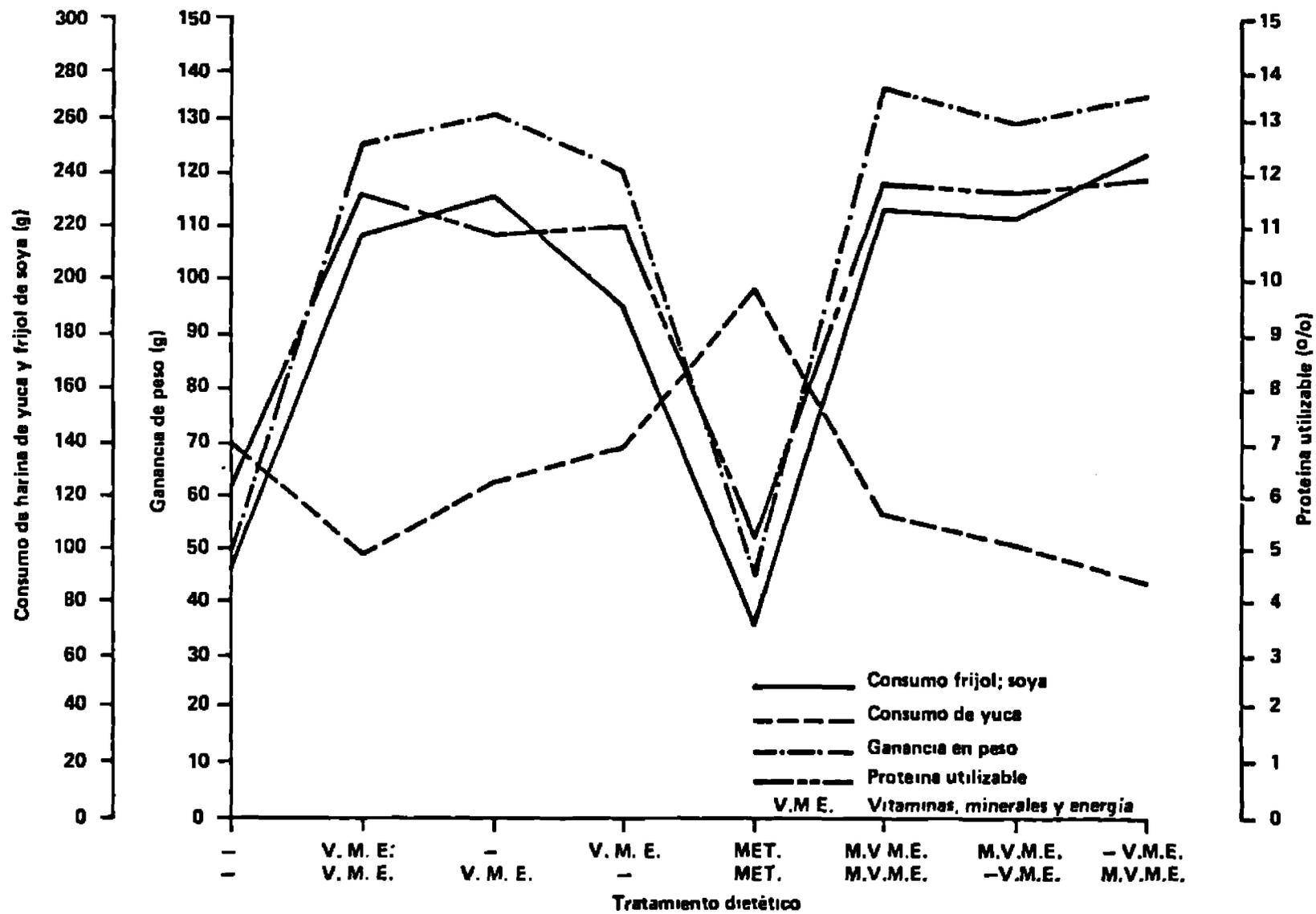


FIGURA 2

Efecto de diferentes tratamientos dietéticos sobre el crecimiento y la proteína utilizable por ratas alimentada con dietas a base de harina de yuca y frijol de soya

seleccionara el alimento en base a sus necesidades de proteína y energía, con la finalidad de consumir una dieta equilibrada.

Es de interés mencionar que la razón de frijol caupí-soya encontrada en este experimento, en el cual no se agregó ningún nutriente (1.21), es similar a la informada por Dutra de Oliveira y de Souza (7) en una encuesta dietética llevada a cabo en algunas áreas urbanas y rurales del nordeste del Brasil. A pesar de que no se especifica el tipo de frijol consumido, los hallazgos obtenidos indican una razón de frijol-yuca que varía entre 0.21 y 1.23, con un promedio de 0.89.

En el presente caso se puede considerar que el tubérculo constituye la fuente calórica, mientras que las leguminosas son la fuente proteínica, a pesar de que debido a su alto contenido de aceite, el frijol de soya se puede considerar como fuente simultánea de proteínas y energía. Esto se observa con toda claridad en los resultados obtenidos, ya que en el caso de las dietas elaboradas a base de harina de yuca y frijol de soya, hubo un menor consumo de estos dos alimentos en comparación con el estudio de harinas de yuca y frijol caupí, lo que refleja una mayor proporción en el caso de yuca-soya, que en el caso de yuca-caupí. La superioridad del valor nutritivo de las dietas a base de yuca-soya, en contraste con las de yuca-caupí, se debe a la mejor calidad proteínica de la soya, como ya lo han demostrado ampliamente otros investigadores (13).

Con respecto al efecto de la adición de los demás nutrientes a estos dos alimentos sobre la ingestión por parte del animal, los resultados parecen indicar que la selección está gobernada principalmente por la corrección de la deficiencia de aminoácidos de la fuente proteínica. Hay que hacer énfasis, sin embargo, en el hecho de que este efecto solo es benéfico cuando la suplementación se lleva a cabo en presencia de los demás nutrientes. Esto se aprecia claramente en los resultados, ya que en ambos casos, la mejor utilización proteínica se obtuvo al suplementar la dieta con todos los aditivos usados. Asimismo, se observa que la adición del aminoácido limitante (metionina) únicamente en ausencia de otros nutrientes produjo índices de proteína utilizable similares o inferiores a los obtenidos en el grupo de ratas que consumió la dieta sin la adición de ningún nutriente. Estos datos concuerdan con los hallazgos previamente informados por Elías y Bressani (12) al estudiar el efecto de diferentes nutrientes sobre la ingesta de maíz y frijol en un sistema de escogencia libre.

Otro punto de interés que emerge de los resultados es el

aumento significativo observado en el consumo de frijol al suplementar éste con otros nutrientes, lo que sugiere que se podría lograr una mayor ingesta de dicha leguminosa a través de este mecanismo.

De Souza y Dutra de Oliveira (14) han obtenido resultados similares con dietas a base de frijol común y arroz, y Elías y Bressani (12) con dietas a base de frijol común y maíz. Este aspecto es de suma importancia desde el punto de vista práctico, ya que un mayor consumo de leguminosas de grano redundaría en beneficios para las poblaciones que subsisten a base de tubérculos y leguminosas. Aun cuando los resultados en general no son fáciles de interpretar debido a las múltiples variables presentes, sugieren que en situaciones prácticas sería más aconsejable suplementar la leguminosa en vez de utilizar el tubérculo como vehículo de los nutrientes limitantes en este tipo de dieta, como lo han sugerido otros autores (15). Para lograr estos objetivos se debería estimular la investigación así como la interacción entre las instituciones agrícolas y tecnológicas en lo referente a los aspectos nutricionales, y así mejorar el valor alimenticio de éstos alimentos básicos. Tal medida ya ha sido propuesta en diferentes oportunidades (16).

SUMMARY

EFFECT OF THE ADDITION OF DIFFERENT NUTRIENTS ON THE FOOD INTAKE OF RATS FED DIETS BASED ON TUBERS AND LEGUMINOUS SEEDS

The present work was undertaken to study the consumption of legume foods, through the addition of different nutrients to cassava flour or to cowpeas or soybeans. Biological assays were carried out with young rats, offering them the opportunity to choose between cassava and cowpeas, or soybeans. Consumption of both, the starchy root and cowpeas or soybeans, was recorded separately in order to obtain the cassava to cowpeas ratio as well as the cassava to soybeans ratio. The results indicated that without the addition of nutrients, the cassava to cowpeas ratio was 1.2:1, with a 3.35 value for utilizable protein. The highest value of utilizable protein (9.47) was obtained when cassava flour was supplemented with vitamins, minerals and calories. In addition to these nutrients, methionine was added to the cowpeas diet. It was also found that consumption of cowpeas was stimulated by the addition of vitamins, minerals and calories; response to the addition of methionine, however, requires the presence of the other nutrients. On the

other hand, consumption of cassava flour was stimulated mainly by the addition of methionine. These results are important in the sense that the addition of nutrients increases significantly the consumption of legume foods, therefore improving the nutritional value of diets of populations subsisting on starchy roots and leguminous seeds. The data also suggest that from the nutritional point of view, it is more effective to use the legume food and not the cassava flour as a vehicle for the limiting nutrients in this type of diet.

Similar results were obtained with diets based on cassava and soybeans; the protein quality, however, was superior as compared to those formulated with cassava and cowpea.

BIBLIOGRAFIA

1. Bressani, R., M. Flores y L. G. Elías. Acceptability and value of food legumes in the human diet. En: Potentials of Field Beans and other Food Legumes in Latin America. Cali, Colombia, February 26- March 1, 1973. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1973, p. 17-48. (Series Seminars No. 2E.).
2. Elías, L. G., R. Bressani & M. Flores. Problems and potentials in storage and processing of food legumes in Latin America. En: Potentials of Field Beans and other Food Legumes in Latin America, Cali, Colombia, February 26-March 1, 1973. Cali Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1973, p. 52-87. (Series Seminars No. 2E).
3. Bressani, R. & L. G. Elías. Legume foods. En: New Protein Foods. Vol. IA. Technology. A.M. Altschul (Ed.). New York, Academic Press, 1974, p. 230.
4. Elías, L. G., R. Colindres & R. Bressani. The nutritive value of eight varieties of cowpea (*Vigna sinensis*). J. Food Sci., 29: 118-122, 1964.
5. Chaves, N., N. R. Teodosio, A. Gómez de Matos, Jr., C. A. Lima & J. L. de Almeida. As proteínas de feijão macassa na nutrição. Rev. Brasil Med. (Rio de Janeiro), 9: 603-607, 1952.
6. Chaves, N., M. M. Rego Barros, I. Madruga, M. A. G. Lapa, C. P. Freitas, J. A. L. de Lima & L. P. de Casta. Valor nutritivo de associação de proteínas do feijão macacar (*Vigna sinensis*) e da castanha de cajú (*Anacardium occidentale, L.*) Rev. Brasil, Med. (Rio de Janeiro), 19: 385-395, 1962.
7. Dutra de Oliveira, J. E. & N. de Souza. Comentarios a la Conferencia sobre: Aceptabilidad y valor nutricional de las plantas leguminosas de grano en la dieta humana. En: El Potencial del Frijol y de otras Legu-

minosas de Grano Comestible en América Latina. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1973, p. 30. (Series Seminars CS-2).

8. 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.
9. Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. J. Biol. Chem., 138: 459-466, 1941.
10. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. J. Biol. Chem., 202: 91-96, 1953.
11. Elías, L. G. & R. Bressani. Valor proteínico de los subproductos de la industria del trigo. Complementación y suplementación del granillo de trigo con concentrados proteínicos. Arch. Latinoamer. Nutr., 23: 95-11, 1973.
12. Elías, L. G. & R. Bressani. Nutritional factors affecting the consumption of leguminous seeds. Arch. Latinoamer. Nutr., 24: 366-378, 1974.
13. Elías, L. G., F. R. Cristales, R. Bressani & H. Miranda. Composición química y valor nutritivo de algunas leguminosas de grano. Turrialba, 26(4): 375-380, 1976.
14. De Souza, N. & J.E. Dutra de Oliveira. Self-selection of dietary protein from rice and beans. Ecology Food Nutr., 3: 3-9, 1974.
15. Dutra de Oliveira, J. E., E. B. Z. M. Zalata & J. Campos Jr. Manioc flour as a methionine carrier to balance common bean-based diets. J. Food Sci., 38: 116-118, 1973.
16. Elías, L. G. & R. Bressani. Otros factores que afectan la aceptabilidad de las leguminosas de grano. Arch. Latinoamer. Nutr., 27: 41-51, 1977.