

# Evaluación biológica de las arepas de maíz con arroz. Programa merienda escolar del Instituto Nacional de Nutrición

Rosario Garrido<sup>1</sup>, Irma Herrera<sup>1</sup>, Daisy Villavicencio<sup>1</sup>

**RESUMEN** El objetivo de este trabajo fue investigar el mejoramiento de la calidad de la proteína de la harina de maíz precocida para la elaboración de arepas, por medio del agregado de arroz precocido en los niveles 18% al 20% (mezcla A) de la Merienda Escolar del Instituto Nacional de Nutrición (INN) "Mi Criollita", 8% al 10% (mezcla B), comparándola con la harina de maíz comercial (C) y caseína como dieta control. Los efectos de esta adición fueron evaluados por el método del Valor Proteico Relativo. Dietas con niveles de proteínas de aproximadamente 3,5%, 5,5% y 7,5% con harinas elaboradas a partir de arepas y dietas control de caseína, fueron ofrecidas a ratas de experimentación en crecimiento. Los coeficientes de regresión de las líneas de regresión lineal de crecimiento en relación con la ingesta de proteínas, demostraron un mejoramiento moderado de la calidad de la proteína de las mezclas. Esta conclusión fue corroborada por la alta correlación entre el nivel de arroz agregado, el crecimiento de los animales y el Valor Proteico Relativo: 34% mezcla A, 25% mezcla B, 5% harina C, al compararlos con la Caseína a la cual se le asignó el valor 100%. *An Venez Nutr* 1991;4:53-7

**PALABRAS CLAVE:** Evaluación biológica, arepas, mezcla maíz-arroz.

## Introducción

El maíz y el arroz son los dos cereales nacionales de mayor consumo en Venezuela; el primero como harina precocida elaborada a partir del endospermo del grano, en la forma de arepas, generalmente rellenas con carne, queso, huevos, caraoas; y el segundo, como arroz de mesa, acompañando a otros alimentos de la dieta común. También se expenden, en menor cuantía, el maíz en la forma de snacks (cotufas y otros) y harinas para preparar bebidas u otros platos, y el arroz como ingrediente en las fórmulas de cereales infantiles.

Como parte de la política de cereales, las instituciones del Estado han intentado promover el arroz como el cereal más importante por su adaptación a las condiciones ecológicas, por los hábitos de consumo de la población y por la relativa mejor calidad de su proteína, en comparación con la del maíz. Para ésto, se ha tratado de diversificar el consumo y la utilización industrial con el fin de estimular el aumento de la producción.

Un aspecto importante que determina el grado de utilización de un alimento es la forma como se prepara para el consumo; así, si se desea incrementar su uso, el alimento bajo consideración debe constituir parte de un plato o comida típica o bien prepararse en la forma que habitualmente se consume, es decir, en combinación con otros alimentos. En este contexto, el Instituto Nacional de Nutrición solicitó a algunas industrias locales la incorporación de arroz en pastas alimenticias para comercializarlas en los mercados populares y en la harina precocida

de maíz, que se distribuye bajo la forma de arepas en el programa de la "Merienda Escolar", en la cual se ha incorporado del 18% al 20% de arroz. La misma empresa procesa una mezcla comercial que contiene de 8% a 10% de arroz y harina de maíz precocida. Los porcentajes de incorporación de arroz a la harina de maíz se han establecido en forma tal de que no alteren las características funcionales de la masa y las sensoriales de la arepa.

El valor nutritivo del maíz y del arroz es relativamente pobre, ya que el contenido de nitrógeno en los cereales es bajo, siendo el del maíz ligeramente superior al del arroz.

El valor nutricional de una proteína depende del contenido, disponibilidad y balance de sus aminoácidos esenciales. En la proteína de los cereales el aminoácido limitante es la lisina. La proteína del maíz es conocida por su baja calidad nutricional, relacionada con un bajo contenido de lisina y triptofano, siendo este último más acentuado; presenta también un balance desventajoso en isoleucina y leucina, el cual es más pronunciado cuando hay exceso de este último aminoácido en la dieta (1,2).

Por otra parte, se ha reportado que la proteína del arroz es de mejor calidad y su contenido de lisina y triptofano es superior al de la proteína del maíz y el de

1 División de Investigaciones en Alimentos.  
Instituto Nacional de Nutrición.

Solicitar copias a: Rosario Garrido, Apdo. 2049. Caracas, Venezuela

**Cuadro 1**  
**Contenido de aminoácidos esenciales de las harinas de arroz y de maíz precocida comercial (mg/g N)**

Aminoácidos	Arroz	Harina de maíz precocida
Lisina	238	215
Azufrados	324	308
Triptofano	107	56

FUENTE:  
 Instituto Nacional de Nutrición, 1987

treonina es superior al de otros cereales y su patrón de aminoácidos, se aproxima más al de la leche (3). Valores obtenidos en el laboratorio en las harinas de arroz y de maíz precocidas corroboran esto (Cuadro 1).

Numerosos estudios reportan un mejoramiento en la calidad de la proteína del maíz, agregando simultáneamente los aminoácidos lisina y triptofano u otro material que sea fuente de ellos. Se ha descrito una correlación altamente positiva entre el contenido de estos dos aminoácidos y el grado de mejoramiento. Aparentemente, agregar otros no beneficia significativamente (1). En la bibliografía revisada no se encontraron datos reportados sobre evaluaciones de mezclas de maíz con arroz. En nuestro laboratorio realizamos la evaluación biológica de una mezcla de harina de maíz precocida con un 30% de arroz, comparándola con harina de maíz, por el método de Relación de Eficiencia Proteica (PER) y no se observó diferencia significativa (datos no publicados). Bressani (4) reporta la evaluación de muestras de arroz de diferente contenido proteico en ratas jóvenes, con dietas con diferentes niveles de proteína. En los últimos años, varios autores han estado revisando los métodos que se utilizan en la evaluación de la calidad de las proteínas en alimentos de origen animal y vegetal y señalan que el método PER, oficial en Canadá y Estados Unidos es el más pobre, y recomiendan no utilizarlo, ya que al no considerar la proteína de mantenimiento, proteínas de calidad diferentes no son relativamente proporcionales. (5,6) El método de la Relación Proteica Neta (NPR), que sí considera la proteína de mantenimiento, sobrevalora las proteínas de calidad pobre con bajo contenido de lisina. Otros métodos que utilizan varios niveles de proteína, y en los cuales la calidad de ésta es proporcional al coeficiente de regresión o pendiente de la línea dosis-respuesta, comparado con el de la línea obtenida para una dieta control, son los de Valor Nutritivo Relativo (RNV) y Valor Proteico Relativo (RPV), que permiten evaluar el crecimiento con diferentes niveles de proteínas, ya que se produce una relación lineal, a niveles bajos de ingesta, entre el aumento ponderal y la ingesta proteica. Además, dado que el requerimiento de aminoácidos es menor a niveles inferiores de ingesta, permite visualizar la eficiencia de las muestras evaluadas para promover el crecimiento en animales jóvenes. De éstos, el RNV utiliza, entre otros, el nivel 0% de proteínas o dieta proteica, considerada una condición no fisiológi-

ca, produciéndose una curvatura excesiva en el origen del eje de las ordenadas, en especial con proteínas pobres en lisina, como sucede en los cereales. Sarwar y col. (5) concluyen que el mejor método para evaluar la calidad de las proteínas es el del score de aminoácidos corregido por la digestibilidad de la proteína, y señalan que se requiere información adicional sobre la correlación de los resultados obtenidos con este método y estudios de crecimiento o de balance metabólico en humanos.

El objetivo de este trabajo es la evaluación de la calidad biológica de la proteína de arepas elaboradas con la mezcla de la harina de maíz precocida con el 18% al 20% de arroz (mezcla A), del programa "Merienda Escolar" del INN, comparándola con una mezcla comercial que contiene del 8% al 10% de arroz (mezcla B) y con harina de maíz precocida (mezcla C), utilizando el método del Valor Proteico Relativo (RPV).

### Materiales y métodos

Se utilizaron tres muestras de harina de maíz precocida: una que contenía del 18% al 20% de arroz (A), otra con el 8% al 10% de arroz (B) y otra sin aditivo alguno (C).

Los datos sobre composición porcentual y contenido de vitaminas fueron tomados de la Tabla de Composición de Alimentos (7). Los aminoácidos lisina, metionina y cistina se determinaron por el método Koch y Hanke (8), y el triptofano según el de Rama Dao y col., modificado por Mondragón y col. (9). (Cuadro 1)

La evaluación de la calidad proteica de las harinas obtenidas se realizó mediante el método del Valor Proteico Relativo (RPV) (10,11), que se basa en la comparación de las pendientes de las curvas que relacionan la dosis-respuesta de los animales alimentados con la proteína de prueba y la pendiente de la curva similar de animales alimentados con la proteína estándar, comparación que se expresa como porcentaje.

El tiempo de duración de la experiencia fue de 14 días, período durante el cual se registró la variación de peso de los animales y el consumo de las dietas. Se utilizaron ratas de la cepa Sprague Dawley de 21 días de edad de ambos sexos y un peso comprendido entre 40 a 50 gramos. Durante la experiencia, los animales fueron alojados en jaulas individuales galvanizadas, con agua y dieta ad libitum, a una temperatura de 20°C a 22°C.

Para la evaluación nutricional se elaboraron harinas a partir de arepas preparadas con las muestras A, B y C, secadas a 60°C durante 18 horas y posteriormente molidas en molino de martillo a través de un tamiz malla de 1 mm; a las harinas resultantes se les determinó el porcentaje de proteínas.

A partir de las harinas experimentales se elaboraron dietas con tres niveles de proteínas (3,5%, 5,5% y 7,5%) y se sometieron a ensayos con lotes de 10 animales, utilizando como patrón dietas preparadas a base de caseína con niveles de proteínas semejantes.

Los resultados experimentales fueron analizados estadísticamente y mediante la aplicación del método del error estándar (12), se descartaron los valores que se encontraron fuera del rango esperado, lo que sirvió para elaborar las curvas de crecimiento en relación al tiempo, a partir de las cuales se obtuvieron los datos de crecimiento a los 14 días (Cuadro 2); esto permitió presentar la ganancia de peso y la proteína consumida por los animales alimentados con cada dieta y, además, calcular las líneas de regresión y las pendientes comparativas o Valor Proteico Relativo (Cuadro 3).

**Cuadro 2**  
Crecimiento a los 14 días según proteína consumida

Dieta	Humedad (g%)	Concentración de nitrógeno (g%)	Concentración de proteína (g%)	Proteína consumida (g)	Crecimiento (g)	N
A	3,43	1,19	7,41	13,50	6,18	5
	5,74	0,88	5,52	6,62	-0,35	5
	8,05	0,60	3,74	5,16	-0,76	6
B	3,32	1,25	7,80	11,62	6,84	5
	5,65	0,93	5,81	8,90	4,95	5
	7,98	0,61	3,81	5,94	-0,06	8
C	3,84	1,24	7,74	12,50	2,86	7
	6,04	0,85	5,32	7,76	2,16	5
	8,24	0,59	3,68	7,86	-0,01	4
Caseína	8,85	1,22	7,62	18,70	47,10	4
	8,95	0,95	5,91	9,54	23,81	5
	8,75	0,64	3,97	4,19	6,53	5

N: Número de animales

**Cuadro 3**  
Valor proteico relativo (R.P.V.) de las mezclas estimado de acuerdo a la regresión lineal DE; Crecimiento-proteína consumida

Tipos de Dietas	Pendiente	Intercepto	r	RPV (%)
Caseína	2,77	-4,82	1,00	100
Dieta A	0,95	-6,63	1,00	34
Dieta B	0,69	-1,23	1,00	25
Dieta C	0,15	1,01	1,00	5

## Resultados y discusión

Las proteínas presentes en el grano de maíz son, como se ha mencionado, limitantes en lisina y triptofano y en menor grado en arginina e histidina por lo cual, cuando se alimentan ratas con dietas basadas en harina de maíz, éstas son capaces de dar mantenimiento y ningún crecimiento. El hecho de que el adulto y la rata posean mecanismos de almacenamiento corporal de lisina es lo que permite mantenerse con dietas de cereales.

Según Griminger et al (13), el aporte de una dieta pobre, deficiente en uno o más aminoácidos, es igual, en cierta medida, al aporte de una dieta baja en proteína

porque la cantidad disponible de ésta estará restringida por el aminoácido limitante. Estos autores evaluaron el crecimiento de los pollos y concluyeron que los requerimientos de aminoácidos eran menores a niveles subóptimos de proteínas que a niveles óptimos. En 1958 Bressani et al (14) demostraron con dietas ideales que el requerimiento en ratas en crecimiento aumentaba con el nivel de proteína de las dietas hasta que este nivel era adecuado para promover la ganancia máxima; por encima de este nivel, el requerimiento permanecía constante.

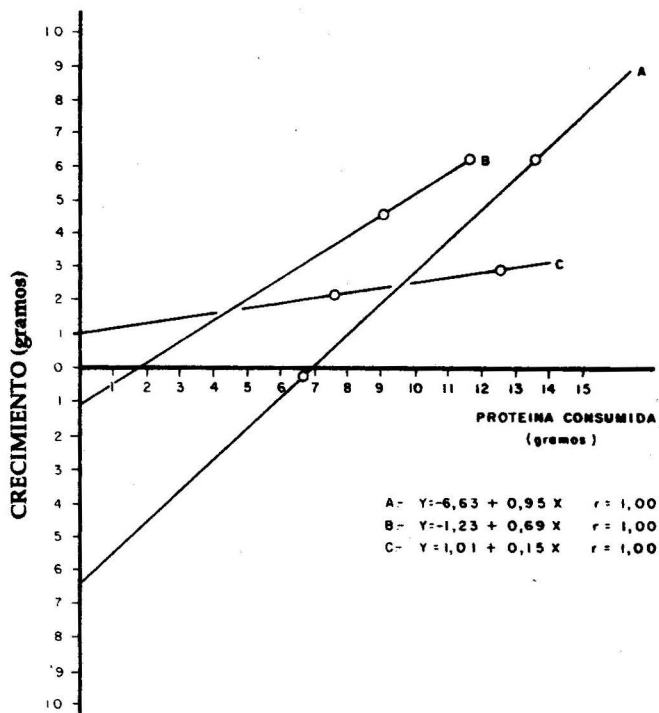
Posteriormente, Hegsted et al (15), estudiando varios métodos utilizados para evaluar la calidad biológica de las proteínas, sugirieron que el método de la relación de pendientes de las líneas de dosis-respuestas es un buen instrumento, ya que las líneas de regresión lineal son lineales en un rango relativamente amplio.

Hegsted y Neff en 1970 (16) estudiaron la utilización de proteínas de buena calidad en ratas en crecimiento por este último método y demostraron que la ganancia máxima se alcanza a niveles relativamente bajos de ingesta. Según estos autores, "si la deposición de proteína corporal está linealmente relacionada con la ingesta de proteína, entonces la utilización en animales jóvenes es constante y proporcional al coeficiente de regresión o pendiente de la línea de regresión lineal".

En 1974, Hegsted y Juliano (17) señalaron las dificultades y los errores en que se puede incurrir en la evaluación biológica de muestras con bajo contenido de proteínas que son limitantes en lisina, como sucede en el arroz y también en el maíz. Según reportan estos autores, las proteínas que son limitantes producen líneas de regresión de dosis-respuestas cuyo intercepto es superior al obtenido con una dieta control de lactoalbúmina, aunque en algunos casos podría suceder lo contrario; asimismo, Mac Laughlan y col. (18) obtuvieron resultados similares. Los obtenidos en este trabajo, utilizando caseína como dieta control, coinciden con lo reportado en los casos de las dietas B y C, cuyas líneas de regresión de crecimiento en relación a la proteína consumida tienen un intercepto de -1,23 y 1,01 respectivamente, superiores al de la línea de la dieta estándar -4,12, ya que éstas son limitantes en lisina. La línea de regresión de la dieta A tiene un intercepto de -6,63, ligeramente menor que el de la línea de regresión de la dieta patrón de caseína, lo cual podría explicarse por la complejidad del ensayo, admitiendo que no haya sido totalmente satisfactoria la limitación en los niveles de proteínas de las muestras evaluadas.

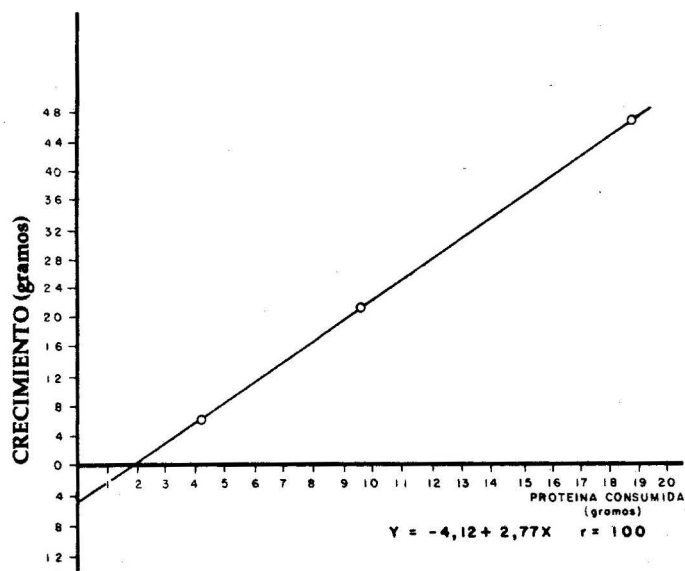
En el Gráfico 1 que aparece en la siguiente página se presenta las líneas de regresión de crecimiento frente al consumo de proteínas de las dietas experimentales preparadas con las mezclas de harina precocida de maíz con arroz A (18% al 20% de arroz), B (8% al 10% de arroz) y C (harina de maíz), y en el Gráfico 2, la línea de regresión de la dieta control de caseína.

**Gráfico 1**  
Determinación de R.P.V.  
Crecimiento a los 14 días vs. proteína consumida



Dieta: a) Harina de arepas (maíz-arroz)  
18-20% de arroz  
b) Harina de arepas (maíz-arroz)  
8-10% de arroz

**Gráfico 2**  
Determinación de R.P.V.  
Crecimiento a los 14 días vs. proteína consumida



Dieta: Control de caseína

Si observamos el Gráfico 1, vemos que las líneas de regresión lineal de las dietas A y B que contienen arroz tienen pendientes positivas relativamente mayores a la correspondiente a la línea de regresión de la dieta C, que no lo contiene y los coeficientes de regresión son 0,95 y 0,69 para A y B, respectivamente, y 0,15 para C. Las tres líneas de regresión tienen coeficientes de correlación de 1,0, haciendo el ajuste en los dos niveles superiores de concentración de proteínas, aproximadamente 5,5% y 7,5%. Cuando éste se hizo tomando en cuenta el nivel de concentración de proteína, aproximadamente 3,5%, los coeficientes de correlación fueron 0,99, 0,99 y 0,68 para A, B y C, respectivamente, lo cual indica que, al nivel inferior de concentración de proteína, la dieta C, a base de maíz y en razón de la baja calidad de ésta, desvía la línea de regresión en una magnitud superior a la que se produce con las dietas A y B que contienen arroz.

Los coeficientes de regresión de las líneas de las dietas A y B son, como mencionamos, superiores al de la dieta C. Las proteínas del arroz utilizado en este estudio tienen un contenido de lisina, aminoácidos azufrados y triptófano superior al del maíz, como puede verse en el Cuadro 1. Esto, unido a un mejor balance de todos los aminoácidos, puede explicar el hecho de que las dietas A y B, con una concentración de proteínas de 7,41 y 7,80, respectivamente, que contienen arroz, sean capaces de promover algún crecimiento de los animales jóvenes de experimentación, lo cual no ocurre con la dieta C, que es a base de maíz. Determinar si niveles mayores de arroz en las muestras acentúan esta tendencia sería tema para otro estudio.

Observando en el Cuadro 2 los datos de crecimiento a los 14 días en relación a la proteína consumida con la dieta A, que contiene arroz en mayor proporción, los animales no siguieron la misma tendencia de los que recibieron la dieta B con los dos niveles inferiores de proteínas, pero es la relación entre las pendientes de las líneas de regresión de estas dietas, con respecto a la dieta C, que no contiene arroz, lo que es indicativo de que la adición de arroz en las proporciones indicadas mejoró moderadamente la calidad de la proteína de las mezclas.

En conclusión, el agregado de harina de arroz a la harina precocida de maíz para elaboración de arepas produjo una mejora relativa en la calidad de la proteína en las mezclas resultantes (merienda escolar del INN con 18% al 20% de arroz y mezcla comercial con 8% al 10% de arroz), que se evidenció por una diferencia en los coeficientes de regresión o pendiente de las líneas de regresión lineal de las dietas respectivas, los cuales fueron mayores en las mezclas que contenían arroz, que en la que no lo contenía. Las potencias relativas con respecto a la dieta control de caseína están consignadas en el Cuadro 3 y para las dietas A y B, son 34% y 25%, respectivamente, y 5% para la dieta C.

### Agradecimiento

Al personal del laboratorio por la ejecución de los análisis físico-químicos y de los aminoácidos de las muestras en este estudio.

### Referencias

1. Elías LG, Bressani R. Valor nutritivo de la proteína de la harina de tortilla y su mejoramiento por medio de la fortificación en Centro América. En: *Mejoramiento nutricional del maíz*. Guatemala, Guatemala: Edit. L-3, 1972: 172-94.
2. Osborne TB, Mendel LB. Nutritive properties of proteins of the maize kernel. *J Biol Chem* 1914;18:11-6.
3. Bressani R. El valor nutricional del arroz en comparación con el de otros cereales en la dieta humana de América Latina. *Políticas arroceras de América Latina*. Bogotá, Colombia: CIAT, 1972.
4. Bressani R. *Perspectivas para otros alimentos*, 1972.
5. Sarwar G, Mc Donough M. Evaluation of protein digestibility: corrected amino acid score method for assessing protein quality of foods. *J Assoc Anal Chem* 1990;73(3):347-56.
6. Sarwar G, Peace RW, Botting HG, Brule D. Relationship between amino acid score and protein quality based on rats growth. *Plant Foods Hum Nutr*. 1989;39(1):33-44.
7. Instituto Nacional de Nutrición. *Tabla de composición de alimentos para uso práctico*. Revisión 1983. Caracas, Venezuela: 1983. (Serie Cuadernos Azules: N° 42).
8. Koch FG, Hanke ME. *Practical methods in biochemistry*. Baltimore, MD: The Williams and Walking Co., 1953.
9. Mondragón M, Barmé F, Calderón M. Determinación colorimétrica de triptofano en alimentos. *Arch Lat Nutr* 1982;32:79-86.
10. Massachusetts Institute of Technology. *Taller sobre evaluación de alimentos proteicos*. Cambridge, MA: MIT Press, 1979. (Revisión Publicación 1100 de NAS-NRC).
11. Jansen GR. *Biological evaluation of protein quality food technology*. 1978.
12. Saunders L, Fleming R. *Mathematics and statistics*. 2ª ed. Londres, Inglaterra: 1971.
13. Griminger P, Scott HM. Growth rat and lysine requeriment in the chick. *J Nutr* 1950; 68(3):429-42.
14. Bressani R, Mertz ET. Relationship of protein level to the minimun lysine requeriment of the rat. *J Nutr* 1958; 65(3):481-91.
15. Hegsted DM, Yet-Oy Chang I. Relative growth index as a bioassay procedure. *J Nutr* 1965;85:59-68.
16. Hegsted DM, Neff R. Efficiency of protein utilization in young rats at various levels of intake. *J Nutr* 1970; 100(10):1173-80.
17. Hegsted DM, Juliano B. Difficulties in assessing the nutritional quality of rice protein. *J Nutr* 1974; 104(6): 772-81.
18. McLaughlan JM, Keith MO. *Biossays for protein quality*. En: Mendel M, Friedman F, eds. *Protein nutritional quality of foods and feeds*. 1975:79

## Biological evaluation of the corn and rice "arepas" included in the school lunch program of the Venezuelan Institute of Nutrition

**ABSTRACT** A series of experiments were carried out for the purpose of investigating the improvement in protein quality of the precooked corn flour for making arepas by means of addition of precooked rice at the levels of 10%-20% (blend A used in the school lunch) and 8%-10% (comercial blend B) in comparison with the comercial corn flour (C) and casein as the control diet. The effects of the addition were evaluated by the method of Relative Protein Value. Diets at the levels of protein 3,5%, 5,5% and 7,5% prepared with the flours obtained from arepas and with casein were offered to experimental rats. The coefficients of regression of the growth regression lines vs. protein intake showed that moderate improvement in the protein quality of the blends was achieved. This conclusion was corroborated by high correlation between the level of rice added the growth of the animals and the Relative Protein Value: 34% blend A, 25% blend B, 5% flour C compared to casein, which was assigned a value of 100%. *An Venez Nutr* 1991;4:53-7

**KEY WORDS:** Biological evaluation, "arepas", corn-rice blend.