

EVALUACION BIOLOGICA DE UN ALIMENTO INFANTIL A BASE DE SOYA, ARROZ Y BANANO

Emilio Vargas,¹ Adriana Blanco,² Calsa Lastreto³ y Ana Victoria Román⁴

Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud
(INCIENSA), Tres Ríos, República de Costa Rica, y

Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA),
San Pedro, República de Costa Rica

RESUMEN

Se llevaron a cabo tres estudios con el propósito de evaluar biológicamente, un alimento infantil preparado a base de soya, arroz y banano, utilizando ratas de la cepa Sprague-Dawley. En el primer ensayo se estudió el efecto de la suplementación calórica y la complementación con proteína de leche, en el valor nutritivo del producto. La información recabada indica que la mezcla alcanza un valor nutritivo semejante a la leche al sustituir 50% de la proteína vegetal por proteína animal. Se encontró, asimismo, que bajo las condiciones en que se realizó el estudio, la suplementación calórica no ejerce ningún efecto positivo sobre el valor nutritivo del alimento infantil con sabor a banano.

En el segundo ensayo se evaluó el efecto de la suplementación con aminoácidos lisina y metionina. Los resultados revelaron que la suplementación con lisina sí mejora significativamente la calidad del alimento, lo que implica un daño térmico a la proteína causada por el proceso industrial a que éste se somete en el curso de su producción.

En el tercer estudio se investigó el efecto de una suplementación con leche íntegra a los niveles que el producto se podría servir en los comedores escolares o en centros de educación y nutrición. Estos valores corresponden a 343 a 655 ml de leche fluida por cada 100 g del cereal. Se encontró que la leche íntegra complementa y mejora el valor nutritivo del alimento en cuestión a valores estadísticamente iguales ($P < 0.05$) a la leche completa.

Manuscrito modificado recibido: 3-3-84.

- 1 Investigador del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), Apartado 4, Tres Ríos, Costa Rica, y Profesor Asociado de la Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica.
- 2 Investigadora, Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA).
- 3 Investigadora, Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA), Universidad de Costa Rica.
- 4 Investigadora y Director Científico, Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA).

INTRODUCCION

Ante la grave crisis económica y social por la que atraviesa Costa Rica, el Gobierno de la República ha estado consciente de la necesidad de incrementar su ayuda en el rubro de disponibilidad de alimentos para las clases sociales de menores ingresos, lo que realiza a través del Programa de Alimentación y Nutrición. Por esta razón, y con miras a mantener y ampliar la cobertura del Programa con los mismos presupuestos, se ha considerado necesario el desarrollo de alimentos de fácil distribución, alta aceptabilidad y bajo costo. Además, que suplan los nutrientes en los que estos sectores de población son más deficientes. Por lo tanto, el desarrollo de alimentos que aporten niveles adecuados de los principales nutrientes, utilizando para el caso, materias primas de producción local, es un rubro de importancia.

La introducción de alimentos con características organolépticas similares a las de productos de consumo tradicional por parte de la población, contribuiría a una mejor y más rápida aceptación de los alimentos procesados resultantes (1).

En Costa Rica el banano es un fruto de amplia aceptación, y se produce en forma intensiva para propósitos de exportación y consumo local. En el primer caso queda en el país aproximadamente 11% de la producción en forma de rechazo por no ajustarse a las normas de exportación, pero que es de excelente calidad para ser industrializado. En el año 1978, el volumen de rechazo fue de 150,000 TM (2).

Por otro lado, el arroz constituye el cereal de mayor consumo y producción en Costa Rica (3, 4), tiene un bajo contenido proteínico, y es de valor biológico adecuado (5). Tanto su contenido de proteína como la calidad de la misma pueden mejorarse sensiblemente al complementarlo con soya, leguminosa de alto contenido proteínico, con un patrón de aminoácidos capaz de corregir las deficiencias del arroz (6, 7). Además, la soya integral contiene de 20 a 25% de aceite, por lo que al combinarla con el arroz y el banano la mezcla resultante es de alta densidad energética (2). El valor nutricional de mezclas de arroz y soya ha sido ampliamente investigado, tanto en animales (7, 8) como en humanos (9), encontrándose en todos los casos que además del aporte energético que proporciona la soya entera, agregada al arroz, tiene un buen efecto complementario y suplementario.

Existen algunos estudios nutricionales realizados con mezclas de soya y banano (1, 9, 10). La información disponible aunque escasa, parece indicar que cuando la mezcla se procesa por secador de tambor, ocurren reacciones de pardeamiento no enzimático que reducen considerablemente la calidad proteínica de la mezcla, y que aun en aquellos casos en que esto no suceda, existe una notoria deficiencia de aminoácidos azufrados. No se encontró en la literatura datos de estudios nutricionales con mezclas de soya, arroz y banano.

El objetivo del presente trabajo fue, pues, el de evaluar biológicamente la calidad nutricional de un alimento infantil elaborado a base de soya, arroz y banano, factible de ser distribuido en los comedores escolares y centros de educación y nutrición del país.

Procesamiento del Alimento Infantil

El proceso seguido para la obtención del alimento infantil preparado por el Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA) de la Universidad de Costa Rica, se detalla en la Figura 1. Los detalles correspondientes ya fueron descritos previamente (2).

Ensayos Biológicos

Se llevaron a cabo tres ensayos con ratas blancas recién destetadas (de 21 a 23 días de edad), de la cepa Sprague-Dawley, provenientes de la colonia del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA).

El primer ensayo tuvo como propósito evaluar el efecto de la complementación de las proteínas del alimento infantil con la proteína de la leche descremada, y medir el efecto de la suplementación energética. La mezcla vegetal se complementó con cuatro niveles de proteína de origen animal, y fue suplementada con tres niveles de energía agregada como aceite de soya. En cada caso la cantidad de proteína de leche se utilizó al nivel de 0, 25, 50 y 100% de la proteína de la dieta, la que se sustituyó por cantidades equivalentes de proteína cruda de origen vegetal. La densidad energética de la dieta se incrementó en un 0, 5 y 10% por encima del contenido energético del alimento en estudio, que tenía 404 Kcal/100 g.

Así, el diseño experimental consistió en un factorial con ocho repeticiones por celda de 4 x 3 (calidad proteínica y energética). Se prepararon las dietas cuyo detalle consta en la Tabla 1, las cuales se suministraron a ratas seleccionadas de manera que el peso entre grupos fuera similar (± 1 g). Cada grupo estuvo constituido por ocho animales, cuatro hembras y cuatro machos, y se alojaron en jaulas individuales con fondo metálico levadizo. En todos los casos se administró *ad libitum*, tanto el agua como las raciones experimentales. Los animales y el alimento se pesaron al inicio y final del experimento, el cual tuvo una duración de 10 días. Con los datos resultantes y los análisis de nitrógeno respectivos, se calculó la razón proteínica neta (NPR) según la técnica descrita por Pellet y Young (12), y el índice de eficiencia calórica (IEC), de acuerdo a la ecuación:

$$\text{IEC} = \frac{\text{Ganancia de peso en 10 días}}{\text{Consumo de calorías en 10 días}} \times 100$$

El segundo estudio consistió en determinar si una pequeña suplementación (0.1 – 0.3%) con los aminoácidos metionina y lisina, era capaz de mejorar la calidad biológica de la proteína del alimento infantil. Con esta finalidad se alimentaron 88 ratas con las dietas cuya composición se describe en la Tabla 2. La distribución de los animales y el método experimental fue igual al descrito en el Ensayo 1.

El Ensayo 3 tuvo como objetivo medir el efecto de la suplementación con leche íntegra a los niveles en que el alimento infantil debería servirse en los comedores escolares. En pruebas preliminares se determinó la proporción de alimento infantil-leche fluida que formase una papilla apropiada para niños. Los resultados en promedio indicaron que la proporción adecuada era 20 g del alimento y 95 ml de leche fluida. En base a esta

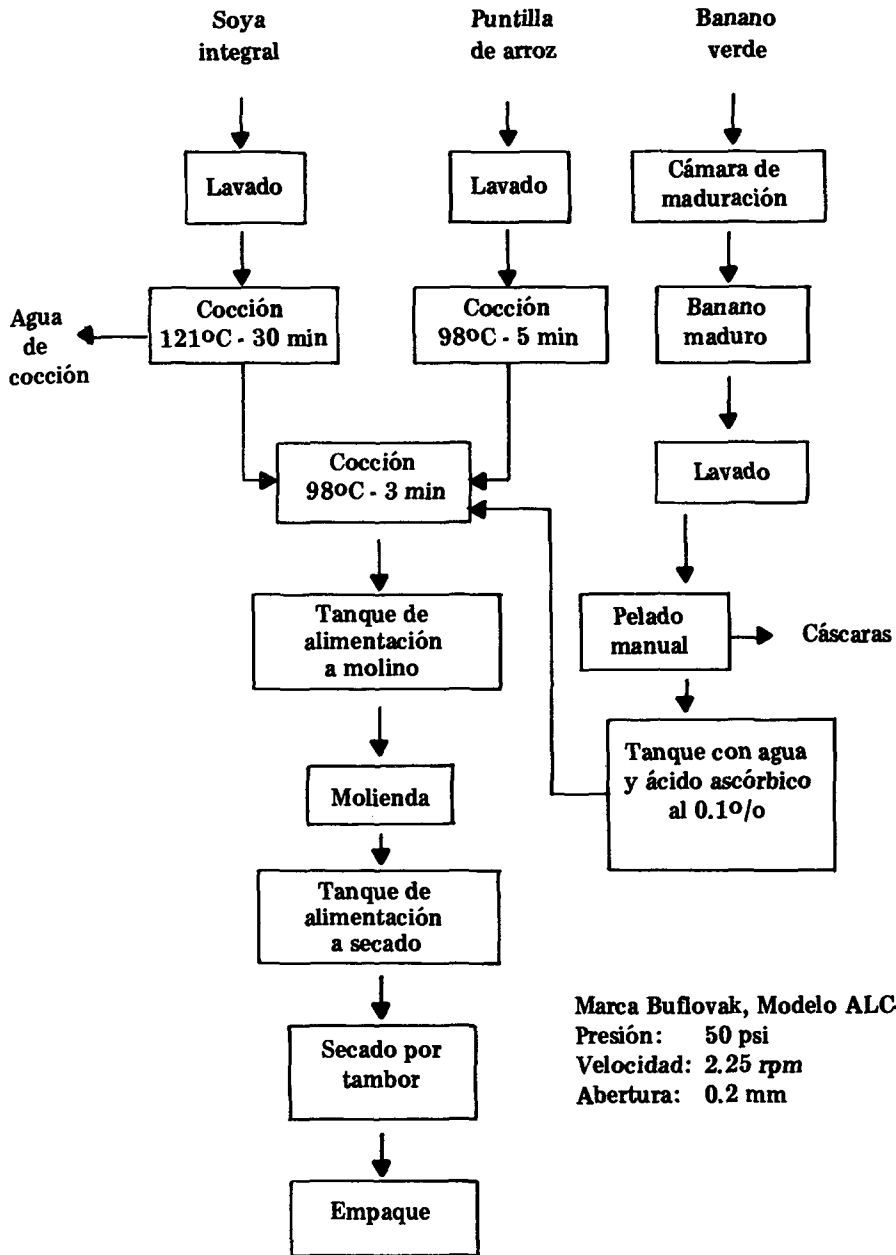


FIGURA 1

Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de un alimento infantil con sabor a banano

TABLA 1

COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS UTILIZADAS EN EL ENSAYO 1 (g/100 g)

Dietas	Nivel de sustitución de proteína de leche (o/o)												Dietas libres de nitrógeno		
	0			25			50			100			13	14	15
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
<i>Ingredientes</i>															
Alimento infantil	91.0	91.0	91.0	67.9	67.9	67.9	45.1	45.1	45.1	—	—	—	—	—	—
Leche descremada	—	—	—	6.1	6.1	6.1	12.2	12.2	12.2	23.5	23.5	23.5	—	—	—
Almidón de maíz	6.0	3.0	—	23.1	19.0	15.0	39.7	35.7	31.7	72.5	72.5	72.5	96.0	92.0	88.0
Aceite de soya (ml)	—	4.0	8.0	—	4.0	8.0	—	4.0	8.0	1.0	5.0	9.0	1.0	5.0	9.0
Aceite de hígado de bacalao	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Fosfato dicálcico	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Mezcla de vitaminas y minerales ¹	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<i>Composición química</i>															
Materia seca	95.8	96.1	95.2	94.5	94.7	0.53	92.6	92.7	92.9	87.4	87.4	87.8	86.5	87.2	87.6
Proteína (N x 6.25)	8.2	8.2	8.2	8.2	8.4	8.5	8.6	8.6	8.7	9.0	10.3	8.9	0.8	0.8	0.8
Calorías (Kcal/100 g) ²	400	424	447	397	416	435	393	412	431	390	409	429	402	421	440

1 Mezcla mineral y vitamínica fabricada por la Compañía Colborn-Dawes de Centro América, S. A., que contiene, por cada 100 g de mezcla: Mg, 12.35 g; Mn, 0.93 g; Zn, 0.80 g; Fe, 2.10 g; Cu, 0.31 g; Se, 18.3 mg; I, 40.0 mg; Co, 6.0 mg; vitamina A, 6×10^5 UI; vitamina D, 1×10^5 UI; vitamina E, 2,000 UI; riboflavina, 250 mg; pantotenato de calcio, 150 mg; ácido fólico, 100 mg; biotina, 9 mg, y vitamina B₁₂, 1 mg.

2 Calculado en base a Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina (13).

TABLA 2

COMPOSICION DE LAS DIETAS UTILIZADAS EN EL ENSAYO 2 (g/100 g)

	Dietas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Ingredientes</i>											
Alimento infantil	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	—	—
Lisina ¹	—	0.1	0.3	—	—	0.1	0.1	0.3	0.3	—	—
Metionina ¹	—	—	—	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	—	—
Almidón de maíz	2.0	1.9	1.7	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5	67.5	92.0
Aceite de soya (ml)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.0	5.0
Aceite de hígado de bacalao (ml)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Fosfato dicálcico	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Mezcla de vitaminas y minerales	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Leche descremada	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24.5	—
<i>Composición química</i>											
Humedad	4.4	4.6	5.2	5.6	5.3	5.3	4.9	4.6	4.5	9.8	14.4
Proteína	10.7	9.1	9.5	9.2	9.2	9.1	9.4	9.5	10.0	9.2	1.1
Grasa	13.4	13.2	13.1	12.9	12.4	13.0	13.1	13.2	13.6	11.6	6.2
Calorías (Kcal/100 g) ²	401	401	401	401	401	401	401	401	401	409	421

1 Aminoácidos tipo "Feed Grade", suplido por la Compañía Colborn-Dawes de Centro América, S. A.

2 Véase Tabla 1.

información se acordó estudiar niveles de leche íntegra deshidratada de 30, 34, 40 y 45^o/o del total de la mezcla alimento infantil-leche.

Se prepararon así las dietas que se muestran en la Tabla 3, las cuales se suministraron a ratas distribuidas y manejadas de la misma forma que en los Ensayos 1 y 2, excepto que, en este caso, el período experimental fue de 28 días, pesándose los animales y el alimento cada siete días. Se utilizó como control leche descremada y deshidratada a nivel de 15^o/o de proteína (dieta 5).

Tanto las raciones experimentales como las materias primas fueron analizadas para determinar su composición química proximal de acuerdo a los métodos estándares de la AOAC (14).

TABLE 3
COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES UTILIZADAS
EN EL ENSAYO 3 (g/100 g)

	Dietas				
	1	2	3	4	5
<i>Ingredientes</i>					
Alimento infantil	66.5	61.8	57.0	52.2	—
Leche íntegra deshidratada	28.5	33.2	38.0	42.8	—
Leche descremada deshidratada	—	—	—	—	41.5
Almidón de maíz	2.0	2.0	2.0	2.0	45.5
Fosfato dicálcico	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Aceite de hígado de bacalao (ml)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Aceite de soya (ml)	—	—	—	—	10.0
Vitaminas y minerales ¹	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<i>Composición química</i>					
Humedad	4.9	4.5	4.8	4.4	8.2
Proteína	13.3	14.3	15.0	15.5	14.3
Grasa	13.2	13.6	18.5	19.1	12.5
Energía (Kcal/100 g) ¹	424	428	431	435	424

1 Véase Tabla 2.

Los datos obtenidos se evaluaron por análisis de varianza. En el caso de haber diferencias significativas entre los factores analizados, se aplicó la prueba de Duncan con miras a diferenciar entre las medias (15).

MATERIALES Y METODOS

Materias Primas

El alimento sometido a estudio fue preparado según se indica en la Figura 1, y está constituido por 45^o/o de arroz, 35^o/o de banano maduro,

100/o de soya integral, y 100/o de aceite de soya.

La soya utilizada fue la variedad Pelican mejorada, importada y obtenida de la Cooperativa Americana de Remesas al Exterior (CARE).

El arroz (*Oryza* sp.) utilizado, era de variedades comerciales producidas en el país; se usó el subproducto de su beneficiado conocido como "puntilla", el cual está constituido por granos quebrados de arroz, cuya composición ya ha sido descrita (4).

Se usó banano común (*Musa sapientum*), el cual se transportó al laboratorio de la zona productora de esta fruta, almacenándose luego en condiciones ambientales (21°C y 800/o humedad relativa) para ser procesado al alcanzar el grado de maduración. Este varía entre 6 y 8 de la escala de Von Loesecke, y da un fruto con un grado Brix de 21 a 23° (11).

En los ensayos se utilizó leche íntegra y descremada, según se indica en cada caso, y deshidratada por el proceso de atomizado ("spray dryer"). La composición química de las materias primas y del alimento infantil preparado con ellas se da a conocer en la Tabla 4.

TABLA 4
COMPOSICION QUIMICA DEL ALIMENTO INFANTIL Y DE LAS
MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN EL ESTUDIO

Componente	Alimento					
	Alimento infantil	Soya integral	Puntilla de arroz	Banano*	Leche* descremada	Leche* íntegra
Humedad, g/100 g	5.3	4.8	13.9	74.0	2.9	3.6
Proteína (Nx6.25) g/100 g	9.3	38.2	8.6	1.2	35.9	26.1
Grasa, g/100 g	12.1	23.1	1.2	0.2	0.8	25.5
Fibra cruda, g/100 g	1.3	1.4	0.2	0.5	0.0	0.0
Cenizas, g/100 g	2.5	4.7	0.6	0.9	8.0	6.2
Extracto libre de nitrógeno, g/100 g	69.5	27.8	75.5	23.7	52.4	38.6
Energía, Kcal/100 g*	404	420	364	74	363	485

* Según datos de ICNND/INCAP (14).

RESULTADOS

Ensayo 1

Los resultados obtenidos en el Ensayo 1 se presentan en la Tabla 5. Tal como se indica, la sustitución de proteína vegetal por proteína de leche en la dieta sin suplementación energética, se tradujo en una mejora significativa ($P < 0.05$) en el comportamiento de los animales. Esto ocurrió para cada nivel complementario utilizado, hasta un valor de 500/o, en

TABLA 5

EFFECTO DE LA INTERACCION ENTRE LA SUPLEMENTACION ENERGETICA Y LA COMPLEMENTACION PROTEINICA SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE RATAS EN CRECIMIENTO, ALIMENTADAS CON UNA MEZCLA A BASE DE SOYA, ARROZ Y BANANO

%o de calorías suplementarias	%o de proteína complementaria de la ración			
	0	25	50	100
	NPR			
0	3.17 ^c	3.89 ^b ¹	4.78 ^a ¹	4.75 ^a
5	2.48 ^c	3.29 ^b ²	3.36 ^b ²	4.59 ^a
10	3.21 ^c	3.91 ^b ¹	3.17 ^c ²	4.87 ^a
	Ganancia de peso (g/10 días)			
0	8.75 ^c	23.75 ^b	36.63 ^a ¹	39.12 ^a
5	7.00 ^d	19.75 ^c	28.88 ^b ²	40.00 ^a
10	8.38 ^d	20.50 ^c	26.88 ^b ²	35.75 ^a
	Consumo de alimento (g/10 días)			
0	75.62 ^c	106.71 ^b	115.60 ^{a,b} ¹	123.38 ^a
5	74.12 ^c	103.50 ^b	101.62 ^b ^{1,2}	120.75 ^a
10	72.50 ^c	92.38 ^b	98.00 ^b ²	114.00 ^a
	Indice de eficiencia calórica (IEC)			
0	2.92 ^c	5.59 ^b	8.06 ^a ¹	8.11 ^a
5	2.95 ^d	5.40 ^c	6.89 ^b ²	8.07 ^a
10	2.67 ^d	5.11 ^c	6.40 ^b ²	7.31 ^a

a,b,c,d Los promedios en la misma línea, con una letra en común, no difieren entre sí ($P < 0.05$).

1,2 Los promedios en una columna para cada parámetro evaluado, con un número en común, no difieren entre sí ($P < 0.05$).

el que los animales mostraron un comportamiento estadísticamente igual al de las ratas del grupo control, cuya dieta era exclusivamente a base de proteína de leche. Los datos también indican que la suplementación con energía no ejerce ningún efecto positivo en el valor nutritivo de la dieta, medido en cualquiera de los parámetros estudiados. Se observó que al nivel de 50% de sustitución de proteína vegetal por proteína animal, la suplementación energética provocaba una merma significativa en el consumo de alimento, ganancia de peso, IEC y NPR de los animales, al nivel de 5 y 10% de calorías suplementarias.

TABLA 6

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON LISINA Y METIONINA
 SOBRE LA CALIDAD NUTRITIVA DEL ALIMENTO
 INFANTIL, EVALUADO EN RATAS

	Dieta									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Consumo de alimento (g)	70.38 ^b	84.88 ^b	81.25 ^b	69.38 ^b	64.88 ^b	78.00 ^b	80.25 ^b	75.75 ^b	77.13 ^b	108.60 ^a
Ganancia de peso (g)	9.50 ^c	17.25 ^b	18.12 ^b	10.75 ^c	9.25 ^c	16.13 ^b	17.25 ^b	18.62 ^b	16.50 ^b	38.62 ^a
Consumo de proteína (g)	7.53 ^b	7.73 ^b	7.72 ^b	6.38 ^b	6.20 ^b	7.28 ^b	7.54 ^b	7.20 ^b	7.71 ^b	9.99 ^a
NPR	2.30 ^f	3.18 ^{bcd}	3.32 ^{bc}	2.81 ^{de}	2.67 ^{fe}	3.23 ^{bcd}	3.22 ^{bcd}	3.57 ^b	3.04 ^{cde}	4.58 ^a

a,b,c,d,e,f

Los promedios en la misma línea con una letra en común, no difieren entre sí (P < 0.05).

Ensayo 2

Los resultados del segundo estudio se muestran en la Tabla 6. Tal como se indica, la suplementación con lisina, a cualquiera de los dos niveles utilizados (0.1 y 0.3%) se tradujo en una mejora significativa ($P < 0.05$) en la calidad nutricional de la dieta medida en términos de ganancia de peso y NPR. También se observó un aumento en el consumo de alimento, aunque éste no fue estadísticamente significativo. En el caso de las dietas 4 y 5, las cuales fueron suplementadas con metionina, las ratas mostraron un comportamiento estadísticamente igual al de aquellas alimentadas con la dieta 1, la cual no incluía ningún tipo de suplemento. Los animales de los grupos 6, 7, 8 y 9 cuyas dietas contenían diferentes combinaciones de lisina y metionina como suplemento, tuvieron una respuesta semejante a los de aquéllos cuyas dietas fueron suplementadas exclusivamente con lisina (dietas 1 y 2), y significativamente superior al de los que no fueron suplementados, o cuando el suplemento era sólo metionina. En todos los parámetros evaluados, los animales del grupo testigo (dieta 10) fueron significativamente ($P < 0.05$) superiores a los demás grupos experimentales.

Los resultados de la suplementación con leche íntegra señalan que la inclusión de niveles de 28.5% hasta 42.8% de la ración total, se traduce en un alimento de características nutritivas semejantes a la leche (Tabla 7). Solamente se observó una disminución en el consumo de alimento conforme el nivel era incrementado, con significancia estadística al alcanzar 42.8%.

TABLA 7

EFEECTO DE LA SUPLEMENTACION CON LECHE INTEGRAL SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE RATAS ALIMENTADAS CON UNA DIETA A BASE DE SOYA, ARROZ Y BANANO

Parámetro	Dieta				
	1	2	3	4	5
Consumo de alimento (g/28 días)	371.13 ^a	359.50 ^{a,b}	354.90 ^{a,b}	340.50 ^b	378.00 ^a
Consumo de proteína (g/28 días)	49.36	51.41	52.72	52.78	54.05
Ganancia de peso (g/28 días)	116.62	115.38	123.62	119.88	132.00
PER	2.36	2.24	2.32	2.26	2.43

a,b Los promedios en la misma línea con una letra en común, no difieren entre sí ($P < 0.05$).

DISCUSION

Los resultados de los estudios aquí descritos señalan algunas de las interrelaciones entre proteína y energía, y el efecto del procesamiento térmico en el valor nutritivo de los alimentos.

En el primer ensayo se encontró que la mezcla vegetal bajo estudio, la cual carecía de suplemento, a excepción de vitaminas y minerales, tiene un valor proteínico de 67^o/o en relación a la leche, y la utilización de la energía de la dieta (dieta 1, experimento 1) es de sólo 36^o/o en relación al alimento control (leche). La información recabada indica, asimismo, que al sustituirse el 50^o/o de la proteína vegetal por proteína de leche, el valor nutritivo de esa mezcla es igual al de la dieta a base de leche, medido en términos de NPR, ganancia de peso, consumo de alimento, y utilización de la energía de la dieta. Este hecho indica que algún o algunos aminoácidos fueron dañados por el proceso térmico a que se sometió la mezcla vegetal, o bien que la mezcla en sí es de calidad inferior a la del control (puntaje químico inferior). La mezcla seleccionada contiene ingredientes, en términos de porcentaje, que no producen el puntaje químico más alto pero que, con base en la disponibilidad de materias primas (banano, arroz y soya), sí tiene justificación.

El cálculo por puntaje químico reveló un valor de 86 en relación al patrón de la FAO, siendo los aminoácidos limitantes los azufrados totales; por ello se asume que ese bajo valor nutritivo del producto se debe al daño sufrido por el proceso térmico que, como se sabe, es causado sobre todo por el empardeamiento no enzimático (16). El principal aminoácido involucrado en este tipo de reacciones es la lisina (17). En el Ensayo 2 se encontró que, efectivamente, una suplementación con lisina, mejoraba en forma significativa ($P < 0.05$) la ganancia de peso y la utilización de la proteína. Es de interés señalar que aun con la suplementación con los aminoácidos mencionados, en forma individual o en mezclas de ellos, el valor nutritivo de la mezcla no alcanza en ningún caso los valores determinados para la leche, efecto que sí se logró en el Experimento 1 al sustituir el 50^o/o de la proteína vegetal por proteína de leche. Estos hallazgos implican, pues, que la lisina es el primer aminoácido limitante del producto pero que, además, existen otros aminoácidos que han sido dañados en el proceso térmico y que se convierten en limitantes cuando se corrige la deficiencia de lisina, al complementar la mezcla con una proteína de mejor calidad, como es la de la leche (Ensayo 1).

Estudios llevados a cabo por Velu *et al.* (1), con un producto preparado a base de soya y banano en proporción 1:1 por peso, procesado en un secador de rodillos, demostraron que la suplementación con metionina no ejerce ningún efecto positivo sobre el valor nutritivo del producto y que, en efecto, existe pardeamiento no enzimático. Al secar los bananos por liofilización y luego mezclarlos con la soya procesada, el producto resultante es de calidad superior.

En un estudio llevado a cabo por Shemer, Ubi y Perkins (9) en un producto a base de soya y banano procesado con secador de tambor, dichos investigadores observaron un ligero aumento en el valor nutritivo del producto (PER de 1.6, vs. 2.0) al suplementarlo con 0.5^o/o de proteína de la dieta, con metionina.

En el tercer estudio que nos ocupa, en cuyo caso la mezcla vegetal se

suplementó con leche íntegra de vaca en un rango de 28.5 hasta 42.80/o por peso de la dieta total —rango que corresponde al mínimo y máximo de leche que forma una papilla con el producto de características organolépticas aceptables y que equivale a un rango de 343 hasta 655 ml de leche fluida por cada 100 g de cereal— se encontró que cualquiera de las mezclas investigadas es de calidad nutricional semejante a la leche. Este hallazgo corrobora los resultados del Ensayo 1 en el que la sustitución del 500/o de la proteína vegetal por proteína animal se tradujo en una mezcla con características nutricionales iguales a la leche. En el presente caso, en la dieta 1 (Ensayo 3), el 28.5 de leche agregada aportó 560/o de la proteína total de la dieta.

En relación al efecto de la suplementación calórica en la calidad nutricional del alimento, la información correspondiente al Ensayo 1 (Tabla 5) indica que, bajo las condiciones en que se llevó a cabo el estudio, ésta no tiene ningún efecto positivo en el comportamiento de los animales. Vargas *et al.* (18) observaron un efecto semejante en sus estudios con dietas preparadas a base de arroz y frijol. Considerando que este hecho podría haberse debido a que la densidad calórica de la dieta basal era muy alta (400 Kcal/100 g), se utilizó una mayor densidad calórica, lo que, como consecuencia, produjo una disminución en el consumo de alimento por parte de los animales. Teniendo en cuenta que la concentración de proteína de las dietas (8-90/o) estaba en un nivel crítico, la reducción en el consumo de alimento provocó una deficiencia en el aporte total de nitrógeno y aminoácidos esenciales para el animal, por lo que éste se comportó en una forma menos eficiente, en términos de ganancia de peso, NPR e IEC.

El desarrollo de productos nuevos utilizando materias primas de producción local, de alta aceptabilidad y valor nutritivo, así como de bajo costo es de gran beneficio, sobre todo para uso en programas de distribución de alimentos del Gobierno de la República. Como se comprobó en el presente caso, sin embargo, el proceso industrial a que se somete el producto puede causar daño a su calidad. Se recomienda, por lo tanto, la evaluación biológica de los alimentos en su desarrollo y antes de ser consumidos, teniendo en cuenta, entre otros, aspectos tales como: técnicas de procesamiento, variedades, proporción de las materias primas utilizadas y posibles sustancias tóxicas.

SUMMARY

BIOLOGICAL EVALUATION OF AN INFANT FOOD BASED ON SOYBEAN, RICE AND BANANAS

An infant food, a mixture of soy, rice and banana was biologically evaluated in three studies carried out in Sprague-Dawley rats. In the first assay, the caloric supplementation and milk protein complementation effect on the nutritive value of the product was studied. Results indicated that an equal nutritive value as that of milk is obtained when 50% of the vegetable protein is replaced by animal protein. The fact that caloric supplementation does not exert any positive effect on the nutritive value of the infant food, under the conditions of the study, was also confirmed.

In the second assay, the effect of amino acid (lysine and methionine) supplementation was evaluated. Results revealed a significant improvement of the product

quality with lysine supplementation, a finding that implies thermal protein damage caused by industrial processing.

In the third study, whole milk supplementation effect at the levels that the product could be offered in school lunch programs and Nutrition and Education Centers was investigated. Such values, as determined, correspond to 343 to 655 ml of fluid milk per 100 g of the cereal product. It was also found that milk complements and improves the nutritive value of the product at equal statistical ($P < 0.05$) values as those of milk.

BIBLIOGRAFIA

1. Velu, J. G., R. B. Rindsig, M. Brennan & K. E. Harshbarger. Protein nutritive value of drum-dried soy, soy-cereal and soy-banana blends. *Nutr. Repts. Internat.*, 17:537, 1978.
2. Lastreto, C., R. Cooke & L. F. Arias. **Desarrollo de un Alimento Infantil Deshidratado, Sabor a Banano**. Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA), Universidad de Costa Rica, 1980, 114 p.
3. Flores, M., J. Aranda-Pastor, E. Ulate, M. L. Rivera & Z. Flores. **Encuesta Nacional de Nutrición: Evaluación Dietética. Informe Final**. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá – Ministerio de Salud de Costa Rica, 1979.
4. Vargas, E. & M. Murillo. Composición química de subproductos de trigo y arroz y de granos de maíz y sorgo utilizados en Costa Rica. *Agron. Costarr.*, 2:9, 1978.
5. Bressani, R. El valor nutritivo del arroz en comparación con el de otros cereales en la dieta humana de América Latina. En: **Políticas Arroceras en América Latina**. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1972, p. 1-25.
6. Bressani, R. Nutritional contribution of soy protein to food systems. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 52:254A, 1975.
7. Chauvin, J. V. **Desarrollo Experimental de un Proceso Combinado de Extrusión e Hidrólisis Enzimática para la Elaboración de un Suplemento Alimenticio a Base de Arroz y Soya**. Tesis (*Magister Scientifical* en Ciencias de Alimentos). Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. Guatemala, 1981, 56 p.
8. Elías, L. G., R. Jarquín, R. Bressani & C. Albertazzi. Suplementación del arroz con concentrados proteínicos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18:27, 1968.
9. Shemer, M., L.S. Wei & E. G. Perkins. Nutritional and chemical studies of three processed soybean foods. *J. Food Sci.*, 38:112, 1973.
10. Ferrier, L. K., D. Bird, L. S. Wei & A. I. Nelson. Weaning food prepared from whole soybeans and bananas by drum drying. En: **Nutritional Aspects of Common Beans and Other Legume Seeds as Animal and Human Foods**. Proceedings of the Meeting held in Ribeirao Preto, S. P., Brazil, 1973, p. 281-295.
11. Von Loesecke, H. W. **Bananas Chemistry, Physiology and Technology**. 2nd ed. (rev.). New York, N. Y., Interscience, 1950, 189 p.
12. Pellett, P. L. & V. R. Young. **Nutritional Evaluation of Protein Foods**. Tokyo, Japan, The United Nations University, 1980, 154 p. (WHTR-3UNUP-129).
13. Wu Leung, Woot-Tsuen, con la colaboración de Marina Flores. **Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina**. Preparada bajo los auspicios del Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional, Instituto Nacional para Artritis y Enfermedades Metabólicas, Institutos Nacionales de la Salud, Bethesda, Maryland, EE.UU., y del Instituto de Nutrición de Centro América y

- Panamá, ciudad de Guatemala, C.A. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, junio, 1961, 132 p.
14. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 1st ed. Washington, D.C., The Association, 1970, p. 957.
 15. Little, T. M. & F. J. Hills. **Statistical Methods in Agricultural Research**. California, Little and Hills, 1972.
 16. Hodge, J. E. Dehydrated foods. Chemistry of browning reaction in model systems. **J. Agr. Food Chem.**, 1:928, 1953.
 17. Hannan, R. S. & C. N. Lea. Studies of the reaction between proteins and reducing sugars in the "dry" state. 6. The reactivity of the terminal amino groups of lysine in model systems. **Biochem. Biophys. Acta**, 9:293, 1953.
 18. Vargas, E., R. Bressani, L. G. Elías & J. E. Braham. Complementación y suplementación de mezclas vegetales a base de arroz y frijol. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 32:579-600, 1982.