

## **Estudios nutricionales en salvado de arroz**

MARISA J. GUERRA y WERNER G. JAFFÉ

Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.  
Apartado 10098, Caracas - Venezuela

### **RESUMEN**

Se estudió el valor nutritivo de cinco muestras de salvado de arroz (harina de pulitura del arroz), obtenidas de diferentes variedades cultivadas en el país. Se hicieron los análisis próximos y determinaciones de tiamina, niacina y riboflavina, y de los aminoácidos triptófano, lisina, metionina y cistina. El índice de digestibilidad aparente de las proteínas se encontró entre el 59 y el 74% y la eficiencia proteica entre 1,19 y 2,31. La suplementación con treonina aumenta la eficiencia proteica en un 12% mientras que el triptófano no mejora el valor biológico, ni solo ni en combinación con treonina, aunque el contenido en este aminoácido es apenas el 50% del patrón de la FAO..

Combinaciones con maíz y soya que simulan fórmulas de harinas para uso infantil, indican que hay una suplementación entre las proteínas de estas harinas. Algunas combinaciones de maíz, soya y salvado tienen una eficiencia proteica igual a la de la caseína. El aporte en vitaminas y minerales del salvado de arroz es significativo en estas fórmulas. Los resultados demuestran que el salvado de arroz, por su composición y calidad nutritiva, tiene posibilidades de ser utilizado para el consumo humano.

### **INTRODUCCION**

En la industria de los cereales se obtienen una serie de subproductos, cuya composición química sugiere la posibilidad de aprovecharlos en la alimentación humana. Entre ellos la harina de las pulturas del arroz denominada salvado ofrece buenas perspectivas, dadas sus características químicas y nutricionales. Está constituida por el germen, capa de aleurona, residuos finos de cáscara, algunos granos partidos y harina del endospermo que se desprende durante la pulitura de arroz descascarado. El salvado representa del 8-15%

de peso del arroz paddy. Tiene un color que varía del crema al marrón y un sabor débilmente dulce (1).

Se usa en la industria de alimentos para animales, pero podría tener un mejor aprovechamiento si se utilizara para consumo humano. Varios autores han comprobado que el salvado tiene un valor nutricional superior al arroz blanco (1-4).

El salvado tiene un alto contenido de aceite que se enrancia por la acción de enzimas lipolíticas. Se producen ácidos grasos libres y se deterioran algunas vitaminas y aminoácidos (4). Otra dificultad es el alto contenido en sílice y fibra, que disminuyen la digestibilidad y aceptabilidad del producto.

La aplicación de calor para inactivar las enzimas lipolíticas estabilizan y así facilitan el almacenamiento, y se utiliza para la producción de aceite comestible de buena calidad (5, 6). El salvado desgrasado es un producto rico en proteínas que puede usarse como alimento para animales y en algunos casos como alimento para humanos (4).

En Venezuela la producción de arroz paddy para 1973 (302.009 tm) permitió obtener 34.731 tm de salvado (7) que proporcionarían aproximadamente 4.515 tm de proteínas y 4.856 tm de aceite comestible.

Se ha realizado el presente trabajo con el fin de conocer la calidad del salvado obtenido de diferentes variedades de arroz cultivadas en el país, con miras a la posible utilización para consumo humano, ya sea sólo o en combinación con otros alimentos.

## MATERIALES Y METODOS

Se obtuvieron muestras de salvado de diferentes variedades de arroz cultivadas en el país, recolectadas en las plantas beneficiadoras. Todas tenían cierta cantidad de granos partidos y de cáscara en mayor o menor proporción según el proceso de beneficio. Dicho proceso incluye 3 pasos por pulidoras. En el salvado que se obtiene de la 1ª pulidora, el porcentaje de cáscara es mayor, mientras que el que se obtiene de la tercera pulidora tiene un alto porcentaje de granos partidos. Las muestras utilizadas en este trabajo con excepción del lote 2498 fueron mezclas de las 3 pulidoras.

Para la identificación de las diferentes muestras se clasificaron en lotes usando la siguiente numeración:

Nº DE LOTE:	VARIEDAD	PROCEDENCIA
2498 <sup>1</sup>	Blue Bonnet	Calabozo (Edo. Guárico)
2570	Filippino IR-8	S. Silvestre (Edo. Barinas)
2575	Blue Bonnet	Araure (Edo. Portuguesa)
2632	Llanero	Obispos (Edo. Barinas)
2656	Blue Bonnet	Acarigua (Edo. Portuguesa)

1. Este lote fue obtenido mezclando las harinas de la 2ª y 3ª pulidoras.

Las muestras fueron pasadas por tamiz (U.S. Standard Sieve No. 20) para separar la cáscara y los granos partidos. Se separaron en dos porciones, una de las cuales fue desgrasada con solvente (hexano comercial) hasta menos de 1% de grasa y la otra quedó sin extraer. El solvente fue eliminado en estufa a menos de 60°C. Las muestras se guardaron en bolsas de polietileno cerradas y colocadas en tambores a temperatura ambiente. Las muestras se sometieron a los análisis químicos dentro del lapso de 3 a 8 días después de su llegada al laboratorio. También se hicieron análisis del arroz pulido correspondiente a cada lote de salvado.

Para la determinación de la composición porcentual se siguieron los métodos del AOAC (8). Las vitaminas se determinaron de acuerdo al método microbiológico descrito por Barton-Wright (9) y al método químico de la Asociación de Químicos de Vitaminas (10). Para análisis de selenio se siguió una modificación del método de Cumings y Col. (11). En la determinación de metionina; cistina y lisina se usó el *Leuconostoc mesenteroides* P-60 según métodos de Koch y Haunke (12), y Barton-Wright (9). Para triptofano se empleó *Lactobacillus arabinosus* 17-5 según el método de Block y Bolling (13).

### Ensayos Biológicos

Se efectuaron ensayos biológicos para determinar la digestibilidad aparente de las proteínas, así como también para conocer la calidad de las mismas, y establecer el nivel de suplementación con aminoácidos y otras harinas.

Para la determinación de la digestibilidad aparente de las proteínas se usó salvado desgrasado y sin desgrasar, aplicando el método de recolección (14) y el método del óxido crómico modificado por Chávez y col. (15). La digestibilidad de la materia seca fue calculada en base a la dieta ingerida y las heces excretadas (16).

Tanto para digestibilidad como para medir la eficiencia protéica (Protein Efficiency Ratio: PER), se utilizaron ratas blancas, descendientes de la raza "Sprague Dawley", con 6 animales por experimento, tres hembras y tres machos, de un mes y con un peso promedio inicial entre 50-55 g. Se mantuvieron en jaulas individuales galvanizadas con fondo de tela metálica.

Las dietas suministraban aproximadamente 10% de proteínas de salvado además de: sales minerales USP XIV,<sup>1</sup> 4%; solución de vitaminas (17), 1%; aceite de maíz, 5%; aceite de hígado de bacalao, 1% y almidón de yuca en cantidad suficiente para 100 g.

En los ensayos de suplementación con aminoácidos la cantidad de éstos sustituía igual cantidad de almidón. Para los ensayos sobre combinaciones de salvado de arroz con otras harinas se usó maíz corriente, maíz opaco - 2 y soya. El contenido de los ingredientes en las dietas de suplementación está indicado en la tabla 8.

El maíz corriente pilado (sin cáscara y germen) fue adquirido en un mercado local. Se molió y se tamizó hasta obtener un polvo fino. Para los ensayos de suplementación se utilizó salvado de arroz desgrasado del lote 2656 en todos los casos, ya que esta variedad es la que más se cultiva y se consume en Venezuela.

## RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los datos obtenidos en las determinaciones químicas efectuadas con el salvado de arroz desgrasado y sin desgrasar. El contenido de aceite en las muestras sin desgrasar fue de 10 a 18%. El contenido proteico fue de 11 a 16% en las muestras sin desgrasar y de 13-18% en las desgrasadas.

La Tabla 2 muestra el contenido de vitaminas y minerales del salvado y del arroz blanco de los mismos lotes. Se observa un contenido más elevado de todos los componentes en el salvado de arroz. No se encontró selenio en ninguno de los lotes. Los datos presentados en la Tabla 3 señalan el nivel de algunos aminoácidos esenciales en el salvado de arroz. También se han incluido los valores correspondientes al patrón de referencia señalados por la FAO (18), para los requerimientos del adulto en los mismos aminoácidos. Las cantidades de lisina y aminoácidos azufrados encontrados son más elevados que el mínimo requerido según ese patrón. El nivel de triptófano es bajo.

1. Con adición de 0,10 g Cu; 1,25 g Mn y 0,30 g Zn por kg.

### *Ensayos Biológicos*

Los resultados de las determinaciones de los índices de digestibilidad aparente de las proteínas presentados en la Tabla 4 indican que varían entre 59 y 74%. Los resultados obtenidos con los métodos de recolección y óxido crómico para una misma muestra fueron muy parecidos. A excepción de la muestra 2498, el índice de digestibilidad determinado por el método de recolección es ligeramente mayor que el indicado por el método del óxido crómico. La digestibilidad de la materia seca fue mayor que la digestibilidad proteica como era de esperar.

En la Tabla 5 se demuestra que los índices de eficiencia proteica (PER) para las diferentes muestras se encontraron entre los valores de 1,19 y 2,32. Las dos muestras (2498 y 2575) sometidas a tratamiento térmico en el autoclave mostraron valores significativamente más bajos que las correspondientes muestras crudas. Relacionando los resultados de digestibilidad y eficiencia proteica, se observa que la muestra 2498 que presenta la digestibilidad más elevada, tiene el mayor valor de PER (2,3) y se aproxima al valor del patrón de caseína que fue 2,4.

Los datos de la Tabla 6 representan los resultados obtenidos al suplementar las dietas a base de salvado de arroz con treonina, triptófano y una mezcla de ambos. La suplementación con treonina eleva la eficiencia proteica en aprox. un 12%. La adición de triptófano no incrementó el valor del PER. La suplementación con una mezcla de treonina y triptófano dio resultados iguales a los de suplementación con treonina sola y ligeramente mayores que los del patrón de caseína.

En la Tabla 7 se reportan algunos resultados de ensayos biológicos obtenidos en ratas que consumieron dietas preparadas con combinaciones de salvado de arroz, maíz y soya. Se utilizó en este caso el lote de salvado que había mostrado poseer el valor nutritivo más bajo de todos. Las combinaciones de los tres ingredientes usados en los ensayos 5 y 6 dieron resultados iguales al obtenido con la dieta a base de caseína.

En la Tabla 8, en algunas combinaciones de las harinas para preparar las dietas se omitió parcial o completamente la suplementación con aceite, vitaminas hidrosolubles y sales minerales. Estos experimentos se efectuaron con la finalidad de estudiar el valor del salvado de arroz como fuente de los mencionados grupos de nutrientes. El aumento de peso de los animales por gramo de

dieta consumida, por gramo de proteína y por animal y día, aumentó significativamente sólo cuando se adiciona 4% de sales minerales (exp. 4) en comparación con los resultados de los exp. 8, 9 y 10.

## DISCUSION

### *Composición*

Según los datos de la Tabla I la concentración de nutrientes en el salvado es elevada en comparación con el arroz, con considerable diferencia entre los lotes. Las diferencias son más notables en fibra y minerales, lo que se pudo relacionar con diferencias en el procesamiento que resulta en un mayor o menor contenido de cáscara. El lote 2498 que no contiene la fracción de la primera pulitura tiene el valor de fibra más bajo. Las diferencias en la composición de las muestras analizadas (Tablas 1 y 2) pueden ser debidas además del proceso industrial, a las variedades usadas y a diferentes condiciones agronómicas. Es probable que la influencia de la variedad genética sea importante en determinar la composición, ya que se presentan diferencias más acentuadas entre el lote 2570 de la variedad Filippino y el lote 2632 de la variedad Llanero que fueron obtenidos por procesos similares y cultivados en la misma región.

La composición de las proteínas en aminoácidos que se señalan en la Tabla 3 indican que el nivel de triptofano es muy parecido en todas las muestras y es bajo comparado con el patrón de referencia de la F.A.O. Las cantidades de lisina y metionina son muy parecidas a las requeridas por el adulto según el patrón de la FAO (18).

### *Digestibilidad y Calidad Proteica*

Los valores de digestibilidad aparente (Tabla 4) en todos los lotes son relativamente bajos. Se observaron diferencias de cierta magnitud entre el lote 2498 y los otros lotes de salvado. Estas pueden relacionarse probablemente con el contenido de fibra cruda, ya que el lote 2498 que contiene menos fibra, presentó el índice de digestibilidad más elevado.

Los datos de la Tabla 5 muestran que algunos de los lotes de salvado de arroz estudiados tienen un índice de eficiencia proteica parecido al de la caseína. Las diferencias entre los distintos lotes eran significativas en algunos casos. El lote que presenta la mayor eficiencia proteica es el que tiene el índice de digestibilidad más elevado y el menor contenido de fibra. La suplementación del salvado (Tabla 6) con D,L-treonina eleva la eficiencia proteica, mien-

tras que el agregado de D,L-triptofano no tenía efecto por sí solo o en combinación con treonina. La treonina es el aminoácido esencial limitante del arroz (3). El bajo contenido de triptófano encontrado en los diferentes lotes (Tabla 3) nos indujo a probar el efecto de la suplementación con dicho aminoácido con el resultado negativo mencionado, el cual posiblemente se debe a los bajos requerimientos de las ratas por triptofano (19).

### *Combinaciones de salvado con otros alimentos*

Evidentemente, el salvado no se puede consumir solo, razón por la cual se estudiaron combinaciones con maíz y soya. De los datos reportados en la Tabla 7, se deduce, que combinaciones de 15 partes de salvado, 27 de maíz y 10 de harina de soya, resultan en una eficiencia proteica igual a la de la caseína. Los resultados eran iguales si se usaba maíz corriente o maíz opaco-2, ya que la soya eleva la calidad proteínica en ambos casos y no se puede apreciar la superioridad nutricional del maíz opaco sobre el maíz común.

Una serie de experimentos (Tabla 8) se efectuaron con mezclas que simulan fórmulas de harinas para uso infantil, los cuales, según decreto oficial en Venezuela, deben tener un mínimo de 16% de proteína (20).

El NDpCal % para esas muestras fue de 8,8 a 10,2. En estos experimentos se estudió también la importancia del aporte de vitaminas y minerales de los ingredientes, en vista de que el salvado de arroz presenta una concentración elevada de estos nutrientes. Los datos reportados demuestran que la eliminación del suplemento de minerales de la dieta tiene un efecto importante sobre el crecimiento, y que el salvado aporta una cantidad significativa de minerales. Los animales del experimento 10 que no recibieron salvado crecieron mucho menos que los de los experimentos 5, 8 y 9, que no recibieron el suplemento de minerales pero sí recibieron salvado. La omisión de vitaminas hidrosolubles tenía poco efecto, posiblemente por el gran aporte del salvado de arroz en estos nutrientes. No se notó ninguna diferencia en el crecimiento de las ratas en cuyas dietas se había omitido el suplemento con vitaminas liposolubles, ya que en el corto tiempo de duración del ensayo éstas no producen ningún efecto observable en el aumento de peso, aunque el salvado de arroz desgrasado no puede aportar cantidades apreciables de estas vitaminas.

Nuestros resultados comprueban la superioridad nutricional, mu-

chas veces señaladas, del salvado sobre el arroz pulido, tanto en la cantidad y calidad de sus proteínas, como en su contenido de vitaminas y minerales. También demuestran que el salvado de arroz, por su composición y calidad nutritiva, podría ser utilizado con mayores ventajas en fórmulas alimenticias para niños. Se deben continuar estudios que abarquen los aspectos tecnológicos, económicos y de aceptabilidad.

**TABLA 1**  
**COMPOSICION DEL SALVADO DE ARROZ**

	<u>SIN DESGRASAR</u>	<u>DESGRASADO</u>
HUMEDAD %	8,6 - 9,6 (8)	8,6 - 10,0 (8)
PROTEINA (N x 6,25) %	11,1 - 15,8 (8)	12,5 - 18,3 (8)
GRASA CRUDA %	10,0 - 18,2 (8)	0,9 - 1,5 (8)
FIBRA CRUDA %	3,1 - 9,8 (8)	2,2 - 9,1 (7)
CENIZAS %	5,6 - 10,5 (10)	6,0 - 10,6 (8)
CALCIO mg/100 g	110,8 - 275,0 (10)	140,8 - 294,7 (8)
HIERRO mg/100 g	3,6 - 12,7 (10)	5,8 - 15,1 (8)
FOSFORO mg/100 g	208,4 - 895,1 (10)	278,0 - 1,2 (8)

(Las cifras entre parentesis corresponden al número de muestras analizadas).-

**TABLA 2**  
**CONTENIDO DE VITAMINAS Y MINERALES DE SALVADO**  
**DE ARROZ DESGRASADO Y ARROZ BLANCO**

	ARROZ BLANCO	SALVADO DE ARROZ DES- GRASADO.-
	mg/100g	mg/100 g
TIAMINA	0,07 - 0,12 (6)	1,97 - 2,80 (6)
RIBOFLAVINA	0,03 - 0,08 (5)	0,35 - 0,79 (6)
NIACINA	1,52 - 3,61 (6)	26,51 - 88,24 (6)
CALCIO	8,51 - 15,02 (8)	141,32 - 295,47 (8)
HIERRO	0,90 - 1,45 (8)	6,75 - 14,23 (8)
FOSFORO	104,94 - 147,06 (8)	272,87 - 872,90 (8)

Las cifras entre parentesis corresponden al número de muestras analizadas.

**TABLA 3**  
**CONTENIDO DE ALGUNOS AMINOACIDOS EN MUESTRAS**  
**DE SALVADO DE ARROZ DESGRASADO (g/16 g N)**

No. MUESTRA	NITROGENO %	TRIPTOFANO	LISINA	METIONINA	CISTINA
2498	2,56	0,95	4,37	2,37	1,78
2570	1,97	0,71	4,41	2,72	1,25
2575	2,72	0,72	4,33	2,17	1,02
2632	2,91	0,70	3,98	2,19	1,14
2656	2,47	0,77	5,40	2,04	1,19
Salvado de arroz (Promedio)	2,53	0,77	4,48	2,30	1,28
Patron de Referencia FAO.-		1,4	4,2	2,2	

**TABLA 4**  
**DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LAS PROTEINAS Y DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA EN SALVADO DE ARROZ EN RATAS**

No. lote de salvado desgrasado	Método del Oxido crómico	Método de recolección	Digestibilidad de la materia seca <sup>1</sup>
	%	%	%
2498	74,34 ± 4,36 <sup>2</sup>	73,70 ± 3,07 <sup>2</sup>	88,84 ± 3,84 <sup>2</sup>
2570	67,09 ± 1,89	71,8 ± 1,50	80,69 ± 1,35
2575	65,15 ± 1,09	66,52 ± 2,22	79,9 ± 2,52
2632	59,46 ± 5,99	62,20 ± 3,34	78,15 ± 1,99
2656	63,03 ± 1,54	69,97 ± 1,05	79,26 ± 2,43
Caseína	92,01 ± 2,35	92,18 ± 1,93	98,23 ± 1,58

<sup>1</sup> Digestibilidad de la materia seca (Calculada en base a la dieta ingerida y las heces excretadas).-

<sup>2</sup> Desviación estandard

**TABLA 5**  
**EFICIENCIA PROTEINICA (PER) DEL SALVADO DE ARROZ**

No. del lote	Proteína en la dieta	Aumento de peso	P.E.R. <sup>1</sup>
	%	g	
1 Salvado sin desgrasar Lote No. 2498	10,32	57,5 ± 4,80 <sup>2</sup>	2,21 ± 0,25 <sup>2</sup>
2 Salvado desgrasado Lote No. 2498	9,89	78,16 ± 6,63	2,32 ± 0,12
3 Salvado desg. autoc. Lote No. 2498	9,65	59,8 ± 2,55	2,04 ± 0,1 (*)
4 Salvado desgrasado Lote No. 2570	10,44	82,58 ± 7,34	2,19 ± 0,18
5 Salvado sin desgrasar Lote No. 2570	9,70	55,01 ± 4,58	2,12 ± 0,1
6 Salvado desg. autoc. Lote No. 2575	9,89	28,42 ± 0,55	1,19 ± 0,23 (*)
7 Salvado desgrasado Lote No. 2632	9,66	70,37 ± 6,64	2,11 ± 0,14
8 Salvado desgrasado Lote No. 2656	10,43	54,17 ± 2,15	1,94 ± 0,08 (*)
9 Casefina	10,15	84,86 ± 8,83	2,43 ± 0,39

<sup>1</sup> Ensayo con ratas durante 28 días

<sup>2</sup> Desviación estandard

(\*) Diferencia significativa respecto al ensayo 2

TABLA 6

**AUMENTO DE PESO Y EFICIENCIA PROTEICA EN RATAS ALIMENTADAS POR 28 DIAS CON DIETAS A BASE DE SALVADO DE ARROZ DESGRASADO Y SUPLEMENTADAS CON AMINOACIDOS**

Composición de la dieta:	Proteína en dieta	Aumento de peso por g de dieta consumida	P. E. P.	Aumento de peso por animal y día
	%	g		g
Salvado desgrasado Lote 2498	9,89	0,22±0,10 <sup>1</sup>	2,30±0,12 <sup>1</sup>	2,7±0,24 <sup>1</sup>
id.+0,1 % D,L-treonina	9,80	0,24±0,03	2,61±0,33	2,78±0,56
id.+0,1 % D,L-triptofano	8,37	0,20±0,01	2,31±0,15	2,60±0,39
id. + 0,1 % D,L-treonina + 0,1 % D,L-triptofano	10,18	0,26±0,4	2,60±0,20	2,25±0,47
Salvado desgrasado Lote 2575	9,58	0,16±0,04	1,69±0,31	1,92±0,40
id. + 0,1 % D,L-triptofano	9,92	0,16±0,03	1,64±0,36	1,86±0,05
Salvado desgrasado Lote 2656	10,43	0,20±0,01	1,93±0,08	3,03±0,32
id. + 0,1 % D,L-treonina	10,22	0,25±0,02	2,35±0,22	3,82±0,70
id. + 0,1 % D,L-treonina + 0,1 % D,L-triptofano	10,65	0,215±0,10	2,10±0,11	3,70±0,56
Caseína	10,44	0,26±0,02	2,49±0,09	2,64±0,28

1 Desviación estandard

\*) Diferencia significativa respecto a los ensayos efectuados con los distintos lotes de salvado sin suplemento.

**TABLA 7**  
**DIETAS A BASE DE MAIZ, SOYA Y SALVADO DE ARROZ**

EXPERIMENTO	INGREDIENTES DE LAS DIETAS (g/100g)				Proteínas en dieta: %	Aumento de peso (g) por gramo de dieta consumida: g	1 PER	Aumento de peso por animal y día: g
	Salvado desgrasado	Maíz co- rriente	Maíz opaco-2	Harina Soya desgrasada				
1			89		7,20	0,21±0,03 <sup>2</sup>	2,34±0,14 <sup>2</sup>	1,62±0,14 <sup>2</sup>
2				20	11,30	0,22±0,02	1,97±0,19	2,31±0,26
3		89			7,30	0,04±0,01	0,34±0,09	0,15±0,03
4	64				10,43	0,19±0,01	1,93±0,08	3,03±0,31
5	15	27		10	10,86	0,26±0,02	2,42±0,27	3,29±0,22
6	15		27	10	10,32	0,25±0,04	2,47±0,28	3,34±0,30
7	50	37		10	10,41	0,21±0,03	2,07±0,16	2,47±0,25
8		CASEINA			10,3	0,25±0,02	2,40±0,21	3,12±0,16

1 Ensayo con ratas durante 28 días

2 Desviación estándar

**TABLA 8**  
**FORMULAS A BASE DE MAIZ, SOYA Y SALVADO**

INGREDIENTES DE LAS DIETAS ( g/100 g )												
Exp. No.	Salvado de arroz desgrasado	Maiz corriente	Maiz Opaco-2	Soya desgrasada	Sales USP	Mezcla de aceites	Vitaminas hidrosol.	Proteinas en las dietas	Aumento de peso / gramo de dieta con sumida	Aumento de peso animal y día	Aumento de peso/gramo de proteína	NDPcal%
								g/100 g	g	g	g	
1	30		42	17	4	6	1	16,56	0,30±0,98 <sup>1</sup>	4,41±0,98 <sup>1</sup>	1,87±0,25 <sup>1</sup>	9,0
2	30	42		17	4	6	1	16,56	0,29±0,03	4,14±0,99	1,77±0,22	9,0
3			67	22	4	6	1	16,37	0,33±0,05	4,48±1,06	1,91±0,28	8,8
4	30	43		17	4	6		16,86	0,33±0,06	3,95±1,02	1,94±0,20	8,9
5	30	46		17		6	1	17,50	0,21±0,03	2,55±0,34	1,18±0,17	9,8
6	30	48		17	4		1	17,70	0,32±0,03	4,36±0,66	1,82±0,10	10,2
7	30	49		17	4			17,45	0,28±0,02	3,98±0,65	1,47±0,15	10,1
8	30	55		15				16,81	0,12±0,01	1,05±0,12	0,10±0,02	9,9
9	30		55	15				16,54	0,13±0,03	1,23±0,02	0,64±0,09	9,3
10		90		20				16,22	0,10±0,02	0,10±0,02	0,64±0,09	9,8

1. Desviación estandar

## SUMMARY

### Nutritional Experiments with Rice Bran

The nutritional value and proximate chemical composition of five samples of rice bran taken from different varieties of rice grown in Venezuela was studied. Thiamin, niacin, riboflavin and tryptophan, lysine, methionine and cystine were analyzed. The apparent protein digestibility was between 59 and 74%, and the Protein Efficiency Ratio (PER) between 1.19 and 2.31. The supplementation with threonine increased the Protein Efficiency Ratio in 12%, but supplementation with tryptophan did not improve it neither alone nor combined with threonine. Combinations with corn and soyflour that simulate formulas for infants showed that there is a protein supplementation in these mixtures. Some combinations with corn, soy flour, and rice bran had the same P.E.R. as casein. The rice bran is an excellent source of vitamins and minerals in these combinations. The results showed that rice bran has potential value for human consumption.

### AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Centro de Investigaciones Agronómicas de Maracay y a la empresa "Protinal", el suministro de las muestras de maíz opaco-2 y de harina de soya respectivamente.

La parte experimental fue realizada en el Servicio de Laboratorio del Instituto Nacional de Nutrición.

### BIBLIOGRAFIA

1. Primo, E. Barber, G., Tortosa E. Camacho, J.; Jiménez, A. y Vega R. Composición química del arroz. V. Subproductos obtenidos en las diferentes etapas del diagrama de elaboración. *ATA*. 10: 244-256, 1970.
2. FAO. El salvado de arroz, su utilización y comercio. FAO. *Boletín mensual de economía y estadística agrícolas*. Vol. 13: 9-14, Roma 1964.
3. FAO. El arroz: grano de vida. El mundo y su alimentación N° 6 págs. 73-74. Roma 1966.
4. Lynn, Lawrence; Edible Rice Bran Foods. En: **Protein Enriched Cereal Foods for World Needs**. Ed. by American Association of Cereal Chemists. 154-171, 1971.
5. Anderson, A. and Rapp, J. II. Inactivation of lipase in rice bran. *Cereal Chem*; 28: 394-396, 1951.
6. Pascual, F. Lafuente, B. y Primo, E. Extracción de aceites de germen y salvado de arroz con distintos solventes. Rendimiento y características de los productos obtenidos. *An. Real Soc. Esp. Fis. Quim.* 50-B: 1-10, 1955.
7. Anuario Estadístico Agropecuario 1972. Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría, Caracas, 1973.
8. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists**. 11th. ed. Washington, D.C., 1970.
9. Barton-Wright, E. C. **Microbiological Assay of the Vitamin B. Complex and Aminoacids**. London, Pitman Publishing Corp. 1952.
10. Association of Vitamina Chemists. **Methods of Vitamin Assay**. Interscience Publisher, New York, 1966.

11. Cummings, L., Martin J. L. y Maag, D. An improved method for determination of selenium in biological material. **Anal. Chem.** 37: 430-431, 1965.
12. Koch, F. C. and Hanke, M. E. **Practical Methods in Biochemistry.** Baltimore, The Williams and Wilkins Co., 1953.
13. Block, R. A. and Bolling, D. **The Aminoacid Composition of Proteins and Foods.** Charles Thomas Publisher. Springfield, Illinois, U.S.A., 1951.
14. Allison, A. B. Biological evaluation of proteins. **Physiol. Rev.** 35: 644-669, 1955.
15. Chávez, J. F., Mondragón, M., Di Gerónimo, N., y Jaffé W. G. Método rápido para determinación de digestibilidad por el uso de óxido crómico en dietas de ratas. **Arch. Latinoamer. Nutr.** 21: 337-345, 1971.
16. Mosqueda Suárez, Alejandro. Estudio de los métodos "Recolección" y "Oxido Crómico" en la rata. Sus aplicaciones para conocer la digestibilidad de la arepa. **Arch. Venezol. Nutr.** 6: 71-80, 1955.
17. Jaffé, W. G. Influencia de distintos suplementos dietéticos sobre la reproducción de ratas alimentadas con dietas bajas en vitaminas B<sub>2</sub>. **Arch. Venezol. Nutr.**, 3: 68; 1962.
18. FAO. Necesidades de energía y de proteínas. Informe de un Comité Especial Mixto FAO/OMS de Expertos. Reuniones sobre Nutrición, Informe N° 52. Organización Mundial de la Salud, Serie de Informe Técnicos N° 522. Roma 1973.
19. **Nutrient Requirements of Domestic Animals. Number X. A Report of the Committee on Animal Nutrition.** National Academy of Science, National Research Council. Pub. 990, 1962.
20. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 29802. Resolución dictada por el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social de Venezuela sobre productos alimenticios de base vegetal para uso infantil. Caracas, 12-5-75. (Publicado en: **Arch. Latinoamer. Nutr.** 22: 655, 1972).