

TRABAJO ORIGINAL

SALVADO DE ARROZ: VALOR NUTRITIVO Y USO POTENCIAL EN ALIMENTOS DE PARRILLEROS*

Rice bran: nutritive value and potential use in broiler feeds

GALLINGER¹, C., SUÁREZ¹, D., BARRERA¹, R., AZCONA², J. Y SCHANG², M.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Concepción del Uruguay - Entre Ríos

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Pergamino - Buenos Aires

RESUMEN

La relevante presencia de los sectores productores de arroz y de aves en la provincia de Entre Ríos sitúa al afrechillo de arroz como un ingrediente potencial para ser utilizado en las raciones para alimentación aviar. La variabilidad en las características físicas y químicas de los afrechillos informadas por diferentes autores ha conducido a que no exista consenso sobre su valor nutritivo y hace a menudo dificultoso su uso eficiente en la alimentación animal. Con el fin de obtener información sobre los afrechillos locales se tomaron muestras provenientes de diferentes tipos de arroz en molinos de la zona a los que se les realizaron las siguientes determinaciones: materia seca (MS), ceniza, fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE), proteína bruta (PB), calcio, fósforo total y fítico, tamaño de partícula, energía bruta (EB), energía disponible (EMV y EMV(n)) y contenido y disponibilidad de aminoácidos. En el análisis proximal de los afrechillos crudos solamente se observaron diferencias significativas en el contenido de PB entre los cultivares; la variación de este parámetro en la totalidad de las muestras (CV=6,8%) haría conveniente el uso de los resultados analíticos de PB en el momento de la formulación. El afrechillo parbolizado presentó mayores valores de PB, FC y EE respecto del crudo. Las determinaciones del tamaño de partícula indican que no contienen altos contenidos de cáscara pero se observó variación en los contenidos de granos rotos, los que dependerían del molino de origen y no del cultivar. La EB fue mayor en el afrechillo parbolizado que en los crudos. A pesar de la variabilidad encontrada en la composición centesimal y la EB, la disponibilidad energética de los afrechillos no presentó diferencias estadísticamente significativas lo que permitiría usar un valor promedio de energía disponible en las formulaciones. El perfil de los aminoácidos coincide con el establecido en otros países. Los coeficientes de digestibilidad determinados en aves maduras se encuentran en alrededor del 82,1%, pero valores menores deberían ser considerados en la alimentación de aves en crecimiento.

Palabras clave: salvado de arroz, valor nutritivo, parrilleros.

Recibido: 12 de agosto de 2002

Aceptado: 25 de junio de 2003

* Proyecto PICT98 N° 4938 Secretaría de Ciencia y Técnica de la Nación (SECyT)

1. INTA EEA, Concepción del Uruguay, Entre Ríos. C.C. 6 (3260) Concepción del Uruguay, Entre Ríos. E-mail: cgallinger@ciudad.com.ar - econcep@editcom.com.ar

2. INTA EEA Pergamino. C.C. 31 (2700) Pergamino, Buenos Aires.

SUMMARY

The geographical coincidence of the rice and avian industry promotes the use of the rice bran as ingredient of broiler diets. Several authors have reported the physical and chemical properties of rice bran, but there are many different results about its nutritive value. This fact turns that information reliable only for each situation. In order to have a reliable nutritive value of the rice bran from local mills, a systematic sampling was carried out on several mills. Determinations of dry matter (DM), ash, crude fiber (CF), ether extract (EE), crude protein (CP), calcium, total phosphorus, phytates, particle size, brute energy (BE), metabolizable energy (TME and TME_n), total and available amino acid (TAA and TMAA) were made for all samples. Significant differences on CP were detected among raw brans from different rice cultivars. It would be useful to consider the laboratory information of CP in each formulation instead an average value since the rice industry provides a mixture of brans without cultivar identification. Parboiled brans showed higher values of CP, CF and EE than raw brans. Either hulls nor part of them were found after particle size analysis were run although important differences of broken rice were frequently observed. They were associated with mills rather the rice cultivars. Parboiled rice brans had higher BE values than raw rice brans. No differences were found on TME and TME_n among different brans. This fact would allow to use average values of TME and TME_n in formulations. The aminoacids profile determined was similar to the ones reported elsewhere. Coefficients of amino acid availability determined on adult birds were around 82,1% however in young chickens lower values should be expected.

Key words: rice bran; nutritive value, broilers.

INTRODUCCIÓN

En la República Argentina se industrializaron en el quinquenio 1995-2000 un promedio de 1,11 millones de toneladas de arroz (Figura 1). Considerando que el salvado constituye un 10% del grano entero, estarían disponibles alrededor de 100 mil toneladas anuales para ser usadas en la alimentación animal. El 60% de ese total es producido por la provincia de Entre Ríos.

El salvado o afrechillo de arroz es obtenido por el proceso de pulido del arroz descascarado. Está constituido por diferentes estructuras del grano: pericarpio, testa, aleurona y también, en la mayoría de los casos, incluye al germen y al pulido del endosperma almidonoso en cantidades que dependen de la severidad del procesamiento. Las roturas de granos durante el molinado producen pequeños fragmentos de endosperma que también van a formar parte del afrechillo, al igual que una cantidad variable de contaminación con cáscara.

El salvado presenta buenos niveles de muchos de los nutrientes importantes en nutrición (Cuadro 1): es rico en aceites y tiene alto contenido en proteínas, azúcares y otros carbohidratos. El perfil de aminoácidos generalmente es superior al de otros granos de cereales (Farrell, 1994) y, además, constituye una rica fuente de vitamina B y E.

La variabilidad en las características físicas y químicas de los afrechillos informada por diferentes autores ha conducido a que no exista consenso sobre su valor nutritivo y, a menudo, hace dificultoso su uso eficiente en la alimentación animal. Estas inconsistencias se deben principalmente a diferencias en los procesos mediante los cuales se obtiene el afrechillo de arroz en distintos lugares del mundo, sistema de molinos, tratamientos previos, fraccionamientos intermedios, etc.

Además, existe escasa información acerca del efecto sobre la composición física y química del afrechillo de algunas características del grano tales como: cultivar, localidad y año de cosecha, y de los procesamientos posterior-

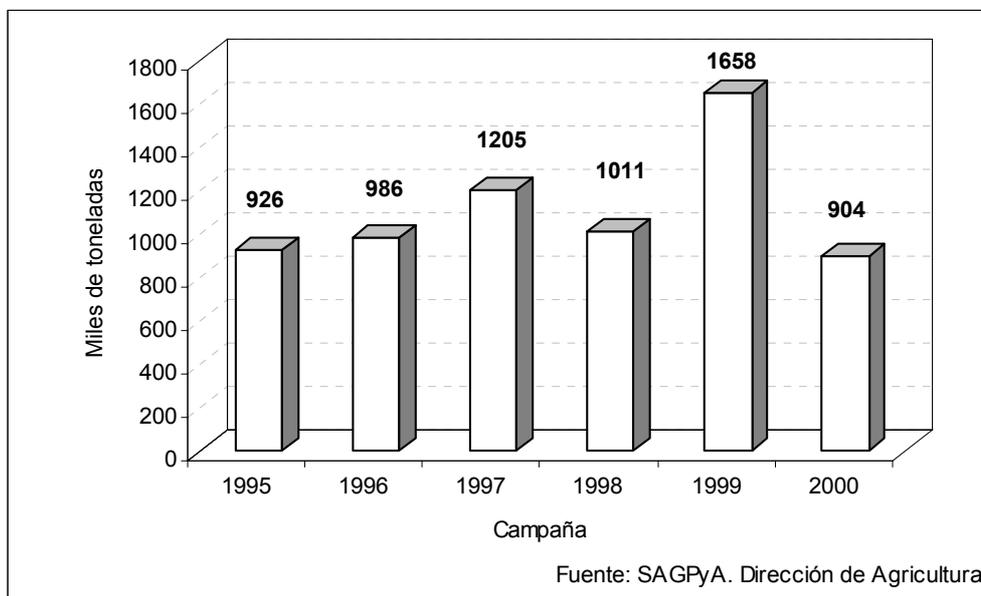


FIGURA 1: Producción arrocerá anual en Argentina.

Figure 1: Annual production of rice in Argentine.

CUADRO 1: Composición proximal del afrechillo de arroz según diversas fuentes (%).

Table 1: Proximate composition of rice brans from different sources (%).

Composición Proximal	Saunders (a)	Warren y Farrell (b)	Comp. Novus (c)
Proteína	11,5 - 17,2	14,1 - 18,2	12,0 - 14,7
Grasa	12,8 - 22,6	20,4 - 23,4	12,7 - 16,6
Fibra	6,2 - 14,4	-	5,7 - 14,2
Cenizas	8,0 - 17,7	7,8 - 11,1	7,5 - 13,5
ELN	33,5 - 53,5	-	39,4 - 41,1

ELN: Extracto libre de Nitrógeno.
Fuentes: (a) Saunders (1986); (b) Warren y Farrell (1990); (c) Novus, Raw Material Compendium (1992).

res: condiciones y tiempo de almacenamiento, estabilizado, extracción del aceite, etc. Warren y Farrell (1990) analizaron la composición química de afrechillos de arroz de Australia provenientes de distintos cultivares y de varias cosechas, enteros y desengrasados, concluyendo que existe razonable uniformidad en la calidad.

La presencia de algunos factores antinutricionales y el deterioro del aceite del salvado, que se produce bajo condiciones de molienda normales por la acción de enzimas lipasas y lipoxigenasas propias del afrechillo, se citan frecuentemente como inconvenientes para su utilización. Sin embargo, el efecto de la hidrólisis y la oxidación de las grasas sobre el valor

nutritivo y la aceptabilidad del afrechillo aún no ha sido completamente esclarecido y la información de diversos trabajos sobre el tema es controvertida. En los países desarrollados la mayor parte de los afrechillos producidos son usados en la alimentación de producciones intensivas (Warren y Farrell, 1990).

Algunos de los factores antinutricionales más citados en las investigaciones son:

a) Fitatos:

La mayor parte del fósforo se encuentra en forma de fitatos. Esto tiene gran importancia ya que no sólo el fósforo como fitato está indisponible para los animales, sino también debido a que estos grupos fitatos rápidamente pueden formar complejos insolubles con cationes tales como calcio, zinc, hierro y con las proteínas de la dieta dejándolas indisponibles. Recientes estudios indicarían que el ácido fítico reduce la actividad de la pepsina, la tripsina y la α -amilasa (Sebastian, Touchburn y Chávez, 1998). Otro efecto adverso reside en el hecho de que los fitatos alteran la relación Ca:P.

b) Fibra:

La inclusión de niveles altos de afrechillo de arroz en dietas de no rumiantes puede ser crítica debido a su alto contenido en fibra, que afecta tanto el consumo como las disponibilidades de algunos nutrientes. Es considerado un factor antinutricional debido a su capacidad para unirse a los cationes minerales y dejarlos indisponibles para su absorción en el intestino (Rasper, 1979). También la disminución de la digestibilidad de la proteína estaría asociada al contenido en fibra (Warren y Farrell, 1991).

c) Inhibidor de la tripsina:

Se ha aislado y caracterizado un inhibidor de tripsina en el afrechillo de arroz. Juliano (1985) informa que Tashiro y Maki (1979) encontraron que aproximadamente 85-95% del inhibidor se encuentra en el germen y que, según Tsai (1976), difiere del que se encuentra en la soja en que no es soluble en agua, ni es rápidamente destruido por el calor seco, y además tiene un espectro de inhibición antipro-

teasa más amplio. Kratzer, Earl y Chiaravanont (1974) observó que la inclusión de afrechillo en altos niveles, además de deprimir el crecimiento, causaba una hipertrofia del páncreas en pollos. Sayre, Earl, Kratzer y Saunders (1987; 1988) comprobaron que el tratamiento con calor húmedo o autoclavado mejoraba el valor alimenticio del afrechillo y la hipertrofia pancreática desaparecía. Por otro lado, Kratzer y Payne (1977) concluyeron que los inhibidores de tripsina del afrechillo no fueron los causantes de la depresión en el crecimiento de los pollos.

De estas observaciones surge la necesidad de contar con información sobre las características de los afrechillos de arroz locales, ya que la relevante presencia de los sectores productores de arroz y de aves en la provincia de Entre Ríos sitúa a este subproducto de la elaboración de arroz como un ingrediente potencial para ser utilizado en las raciones para alimentación aviar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaran muestras de afrechillos de diferentes tipos de arroz: tipo Doble Carolina (o Japónica): cultivar Yeruá; tipo Largo Fino Americano (o Japónica tropical): cultivares Bluebelle y Don Juan INTA; tipo Largo Fino (o Índica): cultivar El Paso 144, provenientes de 4 molinos de la zona y de distintas cosechas. El afrechillo obtenido del arroz parbolizado no proviene de un único cultivar, ya que en el molino elaborador solamente se había identificado el arroz a parbolizar por el tipo de grano (Largo Fino). Debido a que el procesamiento le otorga características particulares se incluyeron cuatro muestras provenientes de un mismo molino a las que se identificó como "parbolizado".

Sobre el material recolectado se realizaron las siguientes determinaciones: materia seca (MS) por calentamiento a 105°C en estufa durante 16 hs, proteína bruta (PB) por el método de Kjeldhal (semimicro), fibra cruda (FC) por

hidrólisis ácida y alcalina, extracto etéreo (EE) por extracción con solvente en equipo Soxhlet durante 6 hs, cenizas por calcinación a 600°C durante 4 hs, fósforo total por método colorimétrico y calcio por espectrofotometría de absorción atómica. La actividad fitásica y el fósforo fítico fueron determinados en los laboratorios de Basf-Alemania. El tamaño de partícula fue determinado mediante fraccionamiento por tamizado.

La energía bruta fue medida por combustión en bomba calorimétrica adiabática. La disponibilidad de la energía fue estimada como energía metabolizable verdadera (EMV) y energía metabolizable verdadera corregida a balance de nitrógeno cero (EMV(n)) por el método de Sibbald (1976; 1979). El contenido de los aminoácidos fue determinado mediante cromatografía de intercambio iónico y la disponibilidad de los mismos se estimó usando el método de Sibbald (1979) para gallos cecatizados.

En las determinaciones en que el número de repeticiones lo permitió se compararon los resultados de la totalidad de las muestras de afrechillos crudos con los parbolizados y también los cultivares entre sí, aplicando ANOVA seguido del test de significancia de Duncan ($p < 0,05$) (SAS, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se observa que la variación más importante en el análisis proximal se encuentra en el EE de los afrechillos crudos (coeficiente de variación = 15%). El rango de valores para este parámetro estuvo entre 13,4 y 22,0%, pero esta variación no estuvo asociada al cultivar ya que observando el Cuadro 3 sólo el afrechillo parbolizado tiene un valor significativamente más alto que el resto de los afrechillos. El mayor contenido de aceite en el afrechillo del arroz parbolizado es conocido desde hace muchos años. Esto se debe a que durante el procesamiento hidrotérmico, anterior al molinado, el aceite contenido en el grano migra ubicándose en las capas externas que constituirán el afrechillo. El contenido de FC de los cultivares de afrechillos crudos es homogéneo y también significativamente menor que el valor del parbolizado.

La PB promedio de los distintos cultivares de afrechillos crudos varió entre 13,8% a 16,1%.

Los valores de ceniza no variaron significativamente entre cultivares. El contenido promedio para este parámetro fue más alto que el de otros afrechillos de cereales.

CUADRO 2: Análisis proximal del afrechillo de arroz en Argentina (%).						
Table 2: Proximate analysis of rice bran from rice produced in Argentina (%).						
Determinaciones	Crudo			Parbolizado		
	Media	C.V.	N	Media	C.V.	N
M. Seca	89,6 a	13	22	90,1 a	11	4
Ceniza	9,0 a	111	20	9,9 a	171	4
Proteína Bruta (Nx6,25)	14,8 b	68	22	16,0 a	68	4
Extracto Etéreo	16,6 b	150	17	26,0 a	46	4
Fibra Cruda	7,7 b	77	21	11,8 a	135	4

Datos expresados en base seca; C.V.: Coeficiente de variación (%); n: número de observaciones. Medias en la misma fila con la misma letra no difieren significativamente. Test de Duncan ($p > 0,05$).

CUADRO 3: Comparación del análisis proximal del afrechillo de diferentes cvs. de arroz (%).
Table 3: Comparison of proximate analysis of rice brans from different cultivars of rice (%).

Determinaciones	El Paso 144	Don Juan INTA	Bluebelle	Yeruá	Parbolizado
M. Seca (n)	89,1 a (9)	89,5 a (5)	90,2 a (4)	89,1 a (5)	90,1 a -4
Ceniza (n)	8,77 a (6)	9,03 a (5)	9,38 a -4	9,25 a (4)	9,90 a -4
Proteína Bruta (n)	14,5 bc (8)	15,1 ab (4)	13,8 c (3)	16,0 a (5)	16,0 a (4)
Extracto Etéreo (n)	16,0 b -5	17,9 b -5	17,0 b (4)	16,1 b (2)	26,0 a (4)
Fibra Cruda (n)	7,38 b -8	7,82 b -5	7,98 b -4	7,85 b -4	11,77 a -4

Datos expresados en base seca; n: número de observaciones.
 Medias en la misma fila con la misma letra no difieren significativamente. Test de Duncan ($p > 0,05$).

Los contenidos de fósforo total y de calcio se muestran en el Cuadro 4. Los niveles de calcio son bajos mientras que el fósforo total es, comparativamente, más alto que el de los afrechillos de otros cereales (Juliano, 1985). Si bien la falta de repeticiones impide la comparación estadística de los datos por cultivares, se observa que el contenido de fósforo total del afrechillo parbolizado tiende a ser más alto que el observado en afrechillo crudo.

Juliano (1985) y por las tablas del INRA (1984), de donde se deduce que aproximadamente el 90% del fósforo total del afrechillo no estaría disponible para las aves. En el caso del afrechillo parbolizado, el contenido de fósforo total es inferior al contenido de fósforo fítico. Esta incoherencia entre ambos valores podría deberse a que las determinaciones de fósforo total y fósforo fítico se obtuvieron en laboratorios diferentes.

CUADRO 4: Contenidos de fibra, calcio, fósforo y actividad fitásica en afrechillo de arroz.
Table 4: Fiber, calcium, phosphorus contents and phytasic activity in rice bran.

Determinaciones	Crudo			Parbolizado		
	Media	C.V.	N	Media	C.V.	n
FDN (%)	19,4	13,9	5	-	-	-
Calcio (%)	0,04	10,0	8	0,10	1,0	2
Fósforo total (%)	2,00	18,0	3	2,14	-	1
Fósforo Fítico (%)	1,85	9,6	3	2,20	-	1
Activ. Fitásica (FTU/kg)	190	21,3	3	< 70	-	1

Datos expresados en base seca; CV: Coeficiente de variación (%); n: número de observaciones.

El contenido de fósforo fítico de las muestras de afrechillo crudo, en promedio, equivaldría al 92,5% del fósforo total. Estos resultados son similares a los reportados por

Según los trabajos de Warren y Farrell (1990) el 70% del fósforo total del afrechillo de arroz estaría en forma de fósforo fítico; si bien este porcentaje es significativamente inferior al

obtenido en el presente estudio, permite confirmar que la mayor proporción del fósforo presente en el afrechillo de arroz no estaría disponible para las aves.

En Cuadro 4 se incluye la actividad fitásica. Según la clasificación de Eeckhout y Paepe (1994), quienes analizaron más de 50 ingredientes, el afrechillo de arroz entraría en la categoría de "ingredientes con actividad fitásica" (más de 100 FTU/kg), pero ésta es muy baja comparada con la de algunos otros cereales como el trigo (1193 ± 223 FTU/kg) y la cebada (582 ± 178 FTU/kg) aunque más alta que la del maíz, que es menor a 70 FTU/kg. Los valores indetectables en el parbolizado serían consecuencia de la destrucción de la enzima por el tratamiento térmico.

Se incluyen, con fines orientativos, cinco determinaciones de FDN (Cuadro 4). Estos valores son muy cercanos a los obtenidos por Warren y Farrell (1990) quienes determinaron en afrechillos australianos un promedio de 21,5% de FDN y que al menos un 50% de esta fracción estaba representada por la hemicelulosa, componente de la fibra que puede estar relacionada con la baja disponibilidad de algunos nutrientes, especialmente aminoácidos y minerales.

El tamaño de partícula fue medido sobre 10 muestras de afrechillo. En el Cuadro 5 se presentan los valores del diámetro geométrico medio (dgW) y de la desviación geométrica (SgW) como así también el porcentaje de partículas de diámetro mayor que 1 mm. Se observa que estos valores presentan variabilidad, especialmente en la cantidad de partículas grandes. Este parámetro estaría indicando, como se confirmó con la observación macroscópica del material retenido en el tamiz, la presencia de granos rotos en el afrechillo crudo. Si bien el número de muestras fue reducido, se observó que el mayor porcentaje de partículas grandes estuvo presente en el material elaborado en un mismo molino proveniente de distintos cultivares. El afrechillo del cultivar Don Juan presentó valores tan disímiles como 0,88 y 13,02% de partículas grandes, en dos muestras de distintos molinos, lo que permitiría concluir que el parámetro depende del molino de origen y no del cultivar. La observación de las partículas grandes de los afrechillos parbolizados muestra menor proporción de granos rotos y mayor proporción de cáscara, que probablemente sería la responsable de su mayor contenido en fibra cruda y ceniza.

CUADRO 5: Tamaño de partícula de diez muestras de afrechillo de arroz de diversos cvs. y molinos.
Table 5: Particle size of ten rice bran samples from different cultivars and mills.

Cultivar	Molino	Dqw (μ)	Sqw	Partic. > 1 mm (%)
Don Juan INTA	A	237,4	2,08	0,88
Yerúa	B	245,2	2,01	2,90
El Paso 144	C	259,2	1,94	3,04
Parbolizado	B	293,9	1,79	4,03
Parbolizado	B	265,3	1,90	4,37
Don Juan INTA	D	361,0	1,94	6,00
RP2	D	2733	2,55	9,54
El Paso 144	D	284,2	2,49	9,94
Don Juan INTA	D	344,3	2,20	12,21
Don Juan INTA	D	309,2	2,40	13,02

(1): Las medias y los desvíos estándar fueron calculados sin considerar el afrechillo parbolizado.

En cuanto a los contenidos de energía, se observaron diferencias en la EB contenida en los afrechillos crudos y parbolizados (Cuadros 6 y 7). El de mayor contenido de EB fue el parbolizado, seguido por Don Juan INTA, lo que estaría relacionado con los contenidos de aceite de dichos cultivares, como lo demuestra el coeficiente de correlación ($r=0,80$) entre ambas variables (Cuadro 8). El promedio de la EMV de los diferentes cultivares de afrechillos crudos es de 3714 cal/g con un coeficiente de variación de 3,6%.

Si bien la EMV conserva la misma tendencia que la EB entre cultivares (Cuadro 7) no hubo diferencias estadísticas entre el conjunto de los crudos y los parbolizados (Cuadro 6). La EMV(n) no muestra diferencias entre cultivares crudos ni con el parbolizado.

Mediante el análisis de correlación no se encontró ninguna asociación entre las medidas de la disponibilidad de la energía (EMV y

EMV(n)) y las determinaciones del análisis proximal (Cuadro 8). Ni el contenido de aceite ($r=0,17$) ni la energía bruta de la muestra ($r=0,21$) fueron buenos estimadores de la energía disponible para el ave. Esto se debería a la presencia de factores antinutritivos (fitatos, fibra, etc.) que interfieren con el aprovechamiento de la energía contenida en el afrechillo.

La falta de asociación entre las determinaciones del análisis proximal y la energía disponible en el afrechillo hace ineficaz el uso de las fórmulas difundidas para estimar esta última en algunas materias primas. Para comprobarlo se calculó la correlación entre la EMV medida en el laboratorio y la AME estimada por la fórmula de la European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs (1989) en 17 muestras de afrechillo, obteniéndose un coeficiente $r=0,36$, lo que indica el escaso ajuste entre el parámetro medido y el estimado.

CUADRO 6: Contenido y disponibilidad energética del afrechillo de arroz.

Table 6: Energy content and availability of rice bran.

Determinaciones	Crudo		Parbolizado			
	Media	C.V.	N	Media	C.V.	n
EB (cal/g)	5100 b	3,1	25	5375 a	5,4	4
EMV (cal/g)	3714 a	3,6	25	3821 a	2,9	4
EMV(n) (cal/g)	3584 a	3,3	25	3614 a	3,7	4
EMV/EB (%)	72,9 a	4,1	25	71,3 a	7,9	4
EMV(n)/EB (%)	70,3 a	3,6	25	68,3 a	9,1	4

Datos expresados en base seca; C.V.: Coeficiente de variación (%); n: número de observaciones. EB: Energía Bruta; EMV: Energía Metabolizable Verdadera; EMV(n): Energía Metabolizable Verdadera corregida por Nitrógeno.
Medias en la misma fila con la misma letra no difieren significativamente. Test de Duncan ($p>0,05$).

CUADRO 7: Comparación del contenido y disponibilidad energética del afrechillo de arroz de diferentes cultivares.

Table 7: Comparison of energy content and availability of rice bran from different cultivars of rice.

Determinaciones	El Paso 144	Don Juan INTA	Bluebelle	Yerúa	Parbolizado
E. Bruta (cal/g)	5112 b	5211 ab	5106 b	5027 b	5375 a
EMV (cal/g)	3770 ab	3830 a	3660 ab	3611 b	3821 a
EMV(n) (cal/g)	3637 a	3649 a	3567 a	3531 a	3614 a
EMV/EB (%)	73,9 a	73,5 a	71,7 a	71,8 a	71,3 a
EMV(n)/EB (%)	71,2 a	70,1 a	69,9 a	70,2 a	68,3 a
n	10	5	4	5	4

Datos expresados en base seca ; n: número de observaciones ;EB: Energía Bruta; EMV: Energía Metabolizable Verdadera; EMV(n): Energía Metabolizable Verdadera corregida por Nitrógeno.
Medias en la misma fila con la misma letra no difieren significativamente. Test de Duncan ($p>0,05$).

CUADRO 8: Coeficientes de correlación entre diversos parámetros.
Table 8: Correlation coefficients between different parameters.

Parámetros	EB	EMV	EMV (n)	PB	EE	FC	Ceniza
EB	1						
EMV	0,21	1					
EMV(n)	0,18	0,88	1				
PB	0,16	-0,28	-0,23	1			
EE	0,8	0,17	0,15	0,36	1		
FC	0,59	0,16	0,13	0,53	0,62	1	
Ceniza	0,47	-0,43	-0,26	0,42	0,72	0,29	1

Número de observaciones por parámetro: 29
 EB: Energía Bruta; EMV: Energía Metabolizable Verdadera; EMV(n): Energía Metabolizable Verdadera corregida por Nitrógeno; PB: Proteína Bruta; EE: Extracto Etéreo; FC: Fibra Cruda.

Se determinó el contenido de aminoácidos y sus coeficientes de digestibilidad en cuatro muestras de afrechillo crudo y uno parbolizado. Los valores obtenidos se presentan en el Cuadro 9. La composición aminoacídica de los diferentes afrechillos crudos fue muy similar entre sí y la media de los mismos es semejante a los valores dados por el NRC (1994) y a otros valores suministrados por el INTA EEA Pergamino (Schang, Azcona, Sceglio,

Borrás, Rodríguez y Yanigro, 1999). El perfil de aminoácidos mostró, en general, un buen balance de aminoácidos esenciales con altos valores de lisina y medianamente altos de treonina. Esto coincide a lo encontrado por Barber y Benedito de Barber (1980) y por Warren y Farrell (1990). El afrechillo de arroz parbolizado presentó contenidos levemente más altos.

CUADRO 9: Contenido (%) de aminoácidos en cinco muestras de afrechillos de arroz.
Table 9: The amino acid contents (%) in five samples of rice bran.

CULTIVAR	MS	Proteína	LIS	TRE	MET	CIS	MET+CIS	ARG
Don Juan INTA (A)	917	1569	60	50	26	0,26	53	109
El Paso 144	902	1451	0,72	0,54	0,28	0,31	0,59	101
Don Juan INTA (D)	909	1542	68	0,56	30	30	60	1,17
Yerúa	905	1490	0,73	0,56	0,30	0,30	60	1,21
Parbolizado	913	1684	0,89	0,67	0,32	0,33	0,65	126
Media⁽¹⁾	908	1513	68	0,54	0,29	0,29	0,58	112
Desvío estándar ⁽¹⁾	66	53	0,06	0,03	0,02	0,02	4	9
Otras Fuentes								
INTA (1999)			62	56	31	0,31	62	150
Warren y Farrell (1990)		1540	86	0,6	30			135
NRC (1994)	891	1538	66	54	0,29	30	59	108

(1): Las medias y los desvíos estándar fueron calculados sin considerar el afrechillo parbolizado.

Como puede observarse en el Cuadro 10 los valores de la disponibilidad de los aminoácidos, obtenidos en este trabajo, para cuatro afrechillos crudos son similares a los valores determinados para afrechillos crudos australianos por Warren y Farrell (1991) en un ensayo con gallos, y a los obtenidos en el INTA EEA Pergamino (Schang y otros, 1999). Los promedios de la disponibilidad de la totalidad de los aminoácidos analizados son 82,1; 85,0 y 84,8% para las distintas fuentes citadas, respectivamente. Los valores correspondientes establecidos por el NRC (1994) son inferiores (75,6%). Cuando Warren y Farrell (1991) trabajaron con aves en crecimiento, los coeficientes de digestibilidad determinados para los mismos afrechillos fueron aún menores (68,3%). Estas diferencias pueden explicarse por el uso de distintas metodologías que hacen difícil su comparación, principalmente a que la técnica usada en el país (Sibbald, 1976;1979) utiliza gallos adultos y no aves en desarrollo. Es conocido que las aves en crecimiento tienen mayores dificultades que las aves adultas para

sobreponerse a factores que limitan la disponibilidad de los nutrientes. La disponibilidad de los aminoácidos de la muestra de afrechillo parbolizado fue similar a la de los afrechillos crudos.

CONCLUSIONES

Los afrechillos muestreados indicaron un valor nutritivo medianamente uniforme, independientemente del cultivar y del molino del cual provienen.

La cantidad de partículas grandes y el contenido de ceniza, que pueden ser indicadores de la contaminación con granos rotos y cáscara, respectivamente, mostraron comportamientos disímiles. Si bien no se encontró diferencia en la ceniza que indique una contaminación con cáscara considerable, hubo gran variación en el contenido de granos rotos lo que está indicando que las condiciones de molinado no están lo suficientemente estandarizadas.

CUADRO 10: Coeficientes de digestibilidad (%) de los principales aminoácidos en cinco muestras de afrechillos de arroz, medidos en gallos adultos cecatizados.

Table 10: Availability coefficients (%) of selected amino acids in five samples of rice bran for cecectomized adult cockerels.

CULTIVAR	LIS	TRE	MET	CIS	ARG	Promedio
Don Juan INTA (A)	86,1	76,5	81,6	80,1	95,4	83,9
El Paso 144	89,5	74,4	77,2	76,9	94,8	82,5
Don Juan INTA (D)	86,3	68,1	76,6	75,3	93,6	80,0
Yerúa	88,6	70,0	79,2	79,3	93,5	82,1
Parbolizado	88,2	73,7	79,1	70,9	90,6	80,5
Media⁽¹⁾	87,6	72,2	78,6	77,9	94,3	82,1
Desvío estándar ⁽¹⁾	1,68	3,88	2,27	2,19	0,93	
Otras Fuentes						
INTA (1999)	85,2	82,8	82,1	79,9	94,0	84,8
NRC (1994)	75,0	70,0	78,0	68,0	87,0	75,6
Warren y Farrell (1991) (Pollos)	71	66,0	71,0		65,0	68,3
Warren y Farrell (1991) (Gallos)	87	93,0	93,0		90,0	85,0

(1): Las medias y desvíos fueron calculados sin considerar el afrechillo parbolizado.

Las diferencias encontradas en el contenido de aceite, que se reflejaron en la energía bruta, no lo hicieron en la energía metabolizable donde el coeficiente de variación de 3,6% indica que las muestras fueron razonablemente uniformes, lo que permitiría usar el valor promedio como representativo del contenido energético disponible para las aves.

El contenido de proteína de los afrechillos crudos presentó alta variación entre cultivares (Cuadro 3). Si bien el valor promedio de las muestras analizadas (14,8%) no estuvo alejado del informado por otros autores (15,4%) (NRC, 1995; Warren y Farrell, 1990), el coeficiente de variación de dicha media (6,8%) indicaría la necesidad de emplear resultados analíticos individuales y no valores de tabla.

En cuanto a los aminoácidos, se puede afirmar que el perfil coincide con el establecido en otros países. Estos contenidos no estarían altamente disponibles y, si bien los coeficientes de digestibilidad determinados en aves maduras se encuentran alrededor del 81%, cuando el afrechillo es utilizado para alimentar aves en crecimiento se deberían considerar valores de disponibilidad más bajos.

BIBLIOGRAFÍA

- BARBER, S. y BENEDITO de BARBER, C. 1980. Rice Bran: Chemistry and Technology. In: Rice: Production and Utilization, Ed.: B.S. Luh.
- EECKHOUT, W. y De PAEPE, M. 1994. Total phosphorus, phytate-phosphorus and phytase activity in plant feedstuffs. *Animal Feed Sci. and Technology* 47:19-29.
- EUROPEAN TABLE OF ENERGY VALUES FOR POULTRY FEEDSTUFFS. 1989. 3rd edition. Ed.: World's Poultry Sci. Association, The Netherlands.
- FARRELL, D.J. 1994. Utilization of rice bran in diets for domestic fowl and duckling. *World's Poultry Journal*. 50: 115-131.
- INRA. 1984. L'Alimentation des Animaux Monogastriques: Porc, Lapin, Volailles.
- JULIANO, B.O. 1985. Rice bran. In: Rice: Chemistry and Technology. 2nd Edition. B. Juliano Ed., American Association of Cereal Chemists, St Paul, Mn. Chapter 18th. p. 318.
- KRATZER, F.H. y PAYNE, C.G. 1977. Effect of autoclaving, hot water treating, parboiling and addition of ethoxyquin on the value of rice bran as a dietary ingredient for chickens. *British Poultry Sci.*, 18: 475-482.
- , EARL, L. y CHIARAVANONT, C. 1974. Factors influencing the feeding value of rice bran for chickens. *Poultry Sci.*, 53: 1795-1800.
- NOVUS, RAW MATERIAL COMPENDIUM. 1992. Ed.: Novus Europe S.A./N.V., Brussels. First Edition.
- NUTRIENT REQUIREMENTS OF POULTRY (NRC). 1994. 9th Revised Edition. Agricultural National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C.
- RASPER, V. F. 1979. Chemical and physical characteristics of dietary cereal fiber. In: Rice: Chemistry and Technology. 1985. 2nd Edition. B. Juliano Ed. (American Association of Cereal Chemistry). Chapter 18th. Pág 658.
- SAS. 1988. User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SAUNDERS, R.M. 1986. Rice bran: composition and potential food uses. *Food Reviews International*, 1(3): 465-495.
- SAYRE, R.N., EARL, L., KRATZER, F.H. y SAUNDERS, R.M. 1987. Nutritional qualities of stabilized and raw rice bran for chickens. *Poultry Sci.*, 66:493-499.
- , EARL, L., KRATZER, F.H. y SAUNDERS, R.M. 1988. Effects of diets containing raw and extrusion-cooked rice bran on growth and efficiency of food utilization of broilers. *British Poultry Sci.*, 29:815-823.
- SCHANG, M., AZCONA, J., SCEGLIO, O., BORRÁS, F., RODRÍGUEZ, E. y YANIGRO, S. 1999. Tabla de Composición de Ingredientes Argentinos. Jornadas de Nutrición y Genética de Aves de Producción. Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias (UBA), 2 de julio.
- SEBASTIAN, S., TOUCHBURN, S.P. y CHÁVEZ, E.R. 1998. Implications of phytic acid and supplemental microbial phytase in poultry nutrition: A review. *World's Poultry Sci. Journal*, 54:27-47.
- SIBBALD, I.R. 1976. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poultry Sci.*, 55:1459-1463.
- , 1979. A bioassay for available amino acids and true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poultry Sci.*, 58: 668-675.

- TASHIRO, M. y MAKI, Z. 1979. Purification and characterization of a trypsin inhibitor from rice bran. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 25: 255-264. In: *Rice: Chemistry and Technology*. 1985. 2nd Edition. B. Juliano Ed. (American Association of Cereal Chemistry). Chapter 18th.
- TSAI, Y.C. 1976. Contribution of protease inhibitors to the deleterious effects of fraction and heat-treated rice bran fed to chickens. *J. Chin. Agric. Chem Soc.* 14: 187-194. In: *Rice: Chemistry and Technology*. 1985. 2nd Edition. B. Juliano Ed. (American Association of Cereal Chemistry). Chapter 18th. Pág 658.
- WARREN, B.E. y FARRELL, D.J. 1990. The nutritive value of full fat and defatted Australian rice bran. I. Chemical composition. *Animal Feed Sci. and Technol.* 27:219-228.
- y FARRELL, D.J. 1991. The nutritive value of full fat and defatted Australian rice bran. V. The apparent retention of minerals and apparent digestibility of amino acids in chickens and adult cockerels fitted with ileal cannulae. *Animal Feed Sci. and Technol.*, 34:323-342.