

# CALIDAD DE LA PROTEÍNA Y DETERMINACIÓN BIOLÓGICA DE LA LISINA DISPONIBLE DE HARINAS DE PESCADO NACIONALES Y EXTRANJERAS

ING. AGR., M.S., PH. D. AUGUSTO AGUILERA AMEZCUA<sup>1</sup>  
M.V.Z., M.S. ERNESTO AVILA G.<sup>2</sup>  
M.V.Z., M.S., PH. D. ARMANDO S. SHIMADA<sup>2</sup>  
M.V.Z. CARLOS CARMONA NÚÑEZ<sup>2,4</sup>  
M.V.Z. ARTURO CHÁVEZ F.<sup>3</sup>

## Resumen

Con objeto de determinar la calidad nutritiva de las harinas de pescado que se destinan para la alimentación animal en México, se desarrollaron una serie de experimentos con guajolotes de 7 días de edad y con cerdos en crecimiento que consistieron en lo siguiente: 1) El desarrollo de una dieta semi-purificada a base de pasta de ajonjolí como única fuente de proteína, significativamente sensible a la suplementación de lisina, tanto química como proveniente de productos naturales, usando como animal de experimentación guajolotes sin sexar de 7 días de edad. 2) Empleando la dieta anterior en un experimento de crecimiento con guajolotes jóvenes, se determinó la disponibilidad de la lisina de 5 muestras de harina de pescado. 3) Se probaron biológicamente en cerdos 2 harinas de pescado nacionales, para determinar su calidad nutritiva y 4) Se investigó la variabilidad en el contenido proteico de 76 harinas de pescado comerciales. Los datos más relevantes del estudio indicaron que el contenido promedio de lisina disponible para el guajolote, fue similar en las 5 harinas de pescado, con valor promedio de 7.53% expresado como porcentaje de la proteína. Cuando las harinas fueron probadas como la única fuente de proteína, se encontraron diferencias nutritivas en ensayos con guajolotes y cerdos. Con 76 muestras de harina de pescado analizadas, se obtuvo un promedio de 62.9% de proteína con un coeficiente de variabilidad de 7.1% entre las muestras.

La harina de pescado es utilizada como fuente de aminoácidos esenciales y de factores no identificados del crecimiento en dietas para aves y cerdos (Miller, Soares y Sanders, 1972). Estudios previos de Aguilera (1966), han demostrado que la harina de pescado compete favorablemente con otros ingredientes como fuente de lisina y de aminoácidos azufrados, metionina y cistina.

En el caso de México, la demanda de harinas de pescado para la fabricación de alimentos balanceados para los animales, es mayor que la cantidad que de ella se produce en el país. Las importaciones de harina de Anchoveta han ido aumentando; en 1965 se

importaron 32 mil toneladas; y en 1968 alcanzó 85 mil, provenientes exclusivamente de Perú.<sup>5</sup>

Los estudios sobre el valor nutritivo de las harinas de pescado que se utilizan en el país son prácticamente nulos. Por carecerse de suficiente información, existen incertidumbres sobre la calidad de las harinas de pescado nacionales y extranjeras.

El objetivo de este estudio fue valorar la calidad nutritiva de la proteína de tres muestras de harinas de pescado nacional y dos de procedencia extranjera, y determinar la cantidad de lisina disponible por medio de ensayos biológicos similares a los utilizados por Aguilera (1968). Además de estos estudios, se determinó la variación estadística en el contenido de proteína de 76 muestras de harina de pescado.

## Material y métodos

Se llevaron a cabo 3 experimentos; dos en guajolotes jóvenes y uno en cerdos. Los

Recibido para su publicación el 19 de febrero de 1974.

<sup>1</sup> Departamento de Zootecnia, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.

<sup>2</sup> Departamento de Avicultura y Nutrición Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias S.A.G. Palo Alto, México, D. F. México.

<sup>3</sup> Ministerio de Agricultura, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

<sup>4</sup> Dirección Actual: Domicilio conocido. Maravatio, Mich.

<sup>5</sup> Rojas S. W., 1971. Comunicación Personal.

dos primeros se llevaron a cabo en el Campo Experimental "El Horno", Chapingo, Méx., y se emplearon aves Broad Breast Bronze de 7 días de edad, sin sexar, que recibieron durante la primera semana de edad una dieta tipo práctico. Los guajolotes fueron alojados desde el inicio de las pruebas en criadoras eléctricas de batería, previa distribución por frecuencia de pesos a los tratamientos experimentales. La duración del primer experimento fue de 7 días, mientras que el segundo se prolongó hasta que los guajolotes tenían 21 días de edad. El alimento y el agua fueron ofrecidos *ad libitum*; cada 7 días se registraron los aumentos de peso y consumos de alimento. Los experimentos se diseñaron completamente al azar, empleando 10 guajolotes por unidad experimental y asignando 3 repeticiones por tratamiento. En el tercer experimento, realizado en el Centro Experimental Pecuario "La Posta" de Paso del Toro, Ver., las harinas de pescado se probaron en cerdos, y se emplearon hembras y machos

sin castrar de las razas Duroc y Hampshire, cuya edad fluctuó entre 2.5 y 3 meses. Se utilizó un diseño en bloques al azar con 2 repeticiones por cada tratamiento de 12 hembras y 11 machos respectivamente. El experimento duró 35 días y cada 7 días se registraron aumentos de peso y consumo de alimento por lote y de acuerdo al sexo.

*Experimento 1.* Este experimento tuvo por objeto comparar la calidad nutritiva de 5 harinas de pescado, ofrecidas como única fuente de proteína al nivel de 15%. Las harinas de pescado utilizadas fueron adquiridas en el mercado libre, a excepción de la Nacional Veracruz A y de la Nacional Veracruz B, que fueron obtenidas directamente de una fábrica de harina de pescado localizada en el Puerto Piloto de Alvarado, Ver. La variación en el contenido de proteína de las harinas de pescado fluctuó entre 39 y 71% (Cuadro 3). para balancear el contenido de proteína al 15% se varió la proporción de las harinas de pescado en la dieta, aumentando

CUADRO 1  
Composición de las dietas experimentales utilizadas en los experimentos con guajolotes (Experimentos I y 2)

Ingredientes	Experimento	
	1	2
Pasta de ajonjolí (46.8% proteína)	—	59.829
Harinas de pescado <sup>a</sup>	variable	—
Almidón de maíz <sup>a</sup>	variable	29.736
Minerales <sup>b</sup>	9.135	9.135
Aceite de ajonjolí	1.000	1.000
Cloruro de colina	0.300	0.300
Vitaminas (2 g/kg) <sup>b</sup>	+	+
Acetato de alfa-tocoferol (20 mg/kg)	+	+
Penicilina (10 mg/kg)	+	+
	100.000	100.000
	Análisis calculado	
Proteína %	15.00	28.00
Lisina %	1.15	.76
Met. + cist. %	.64	1.29

<sup>a</sup> Debido a que el contenido proteico de las harinas de pescado estudiadas fue diferente, la cantidad fue variable.

<sup>b</sup> Aguilera (1968).

o disminuyendo la cantidad de almidón (Cuadro 1).

*Experimento 2.* El objeto de este estudio fue determinar la disponibilidad biológica de la lisina de 5 harinas de pescado estudiadas en el experimento 1. Estudios anteriores (Aguilera, 1968), indican que con dietas semipurificadas a base de pasta de ajonjolí, el requerimiento de proteína para guajolotes jóvenes es de 28%. De acuerdo a estos resultados, se suplementó la dieta a base de pasta de ajonjolí (Cuadro 1) con niveles graduados de 0.0, 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4% de L-lisina, para establecer una curva estándar de crecimiento y estudiar el efecto de la adición de 3% de proteína de cada una de las cinco harinas de pescado como fuente de lisina natural.

*Experimento 3.* La finalidad de este experimento fue comparar la calidad de las dos harinas de pescado provenientes de Veracruz, cuando fueron ofrecidas como única fuente de proteína suplementaria en la dieta de cerdos en crecimiento (Cuadro 2).

*Estudio estadístico.* De los análisis de proteína (N x 6.25) de 76 harinas de pescado determinada para 22 distintos proveedores, se calculó el valor promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Estos

cálculos estadísticos se emplearon también para estudiar las harinas de pescado de 3 proveedores.

## Resultados y discusión

*Experimento 1.* Los resultados obtenidos de aumento de peso y consumo de alimento durante 7 días (Cuadro 3), mostraron diferencias significativas atribuibles a la calidad nutritiva de las harinas de pescado. Tanto la harina de pescado con menor contenido de proteína (39%) como la que llevaba el más alto contenido (71%), resultaron inferiores a cualquiera de las otras probadas. La harina de pescado Peruana A y la Veracruz B, promovieron mayores aumentos de peso en comparación con el resto de las harinas de pescado estudiadas. Los aumentos de peso entre las harinas de pescado procedentes de Veracruz fueron diferentes ( $P < 0.05$ ), favoreciendo en su calidad proteica a la harina de pescado Veracruz B con (68%) de proteína en comparación con la Veracruz A (58%). Los datos de consumo de alimento y la relación aumento de peso entre consumo de alimento, coincide con las conclusiones obtenidas para aumentos promedio de peso. Los resultados de este estudio confirman los encontrados por Grau y Williams (1955); Hinners y

CUADRO 2  
Composición de las dietas experimentales utilizadas en cerdos (Experimento 3)

	DIETAS %	
	H. Pescado Nacional, Ver. A	H. Pescado Nacional Ver. B
H. de pescado Ver.B (68%)		14.930
H. de pescado Ver.A (58%)	17.940	
Mais (8.9%)	78.760	81.770
Carbonato de calcio	0.400	0.400
Roca fosfórica	2.000	2.000
Vitaminas <sup>1</sup>	0.500	0.500
Minerales <sup>1</sup>	0.100	0.100
Sal	0.300	0.300
	Análisis calculado	
Proteína	17.44%	

<sup>1</sup> Shimada et al. (1971)

CUADRO 3

Comparación de cinco harinas de pescado como única fuente de proteína en guajolotes

Harina de pescado Procedencia	% de proteína	Aumento promedio de peso (g) <sup>1</sup>	Consumo de alimento promedio (g)	Aumento/Consumo
Nacional, Sin.	39	42.2 <sup>a 2</sup>	119.8 <sup>a</sup>	0.35a
Nacional, Ver. A	58	47.4 <sup>b</sup>	115.6 <sup>a</sup>	0.41 <sup>b</sup>
Peruana A	66	61.3 <sup>c</sup>	131.6 <sup>a</sup>	0.47 <sup>c</sup>
Nacional, Ver. B	68	56.8 <sup>c</sup>	127.6 <sup>b</sup>	0.44 <sup>c</sup>
Peruana B	71	45.6 <sup>a</sup>	115.0 <sup>a</sup>	0.40 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Aumento de peso promedio por guajolote de los 7-14 días de edad. Peso promedio (P<0.05), inicial 83.0 g.

<sup>2</sup> Números con diferente letra son estadísticamente diferente de edad.

Scott (1960) y Miller y Kifer (1970a), quienes han indicado que para evaluar imparcialmente la calidad proteica de harinas de pescado, éstas deben ser administradas como la única fuente de proteína a niveles sub-óptimos de los requerimientos proteicos. Los resultados de este experimento concuerdan también con lo informado por Rand *et al* (1958) y Avila y Balloun (1974), quienes han encontrado una tendencia positiva entre el contenido de proteína y calidad de la misma; sin embargo, la harina de pescado Peruana B con 71% de proteína, produjo un crecimiento tan bajo como la de 39% de proteína. Proba-

blemente la harina de pescado con 71% de proteína fue adulterada con nitrógeno no proteico, esto último fue el motivo del bajo crecimiento observado en los guajolotes. Esta hipótesis se refuerza por la observación de que este porcentaje de proteína (71%) cae fuera del promedio de  $64.72 \pm 2.49$  para harinas de anchoveta peruana, determinado por Kifer *et al.* <1968).

*Experimento 2.* Los resultados de este experimento se presentan en el Cuadro 4. A medida de que la dieta base con pasta de ajonjolí y almidón se suplementaba con lisina qui-

CUADRO 4

Comparación de las harinas de pescado como fuente de lisina en guajolotes

	Aumento promedio de peso <sup>a</sup> (g)	Consumo promedio de alimento (g)	Aumento/Consumo
1. Dieta con pasta de ajonjolí-almidón	12.3	96.7	0.13
2. Como 1 + 0.1% lisina	15.8	106.3	0.15
3. Como 1 + 0.2% lisina	28.7	125.0	0.23
4. Como 1 + 0.3% lisina	44.1	149.1	0.29
5. Como 1 + 0.4% lisina	63.0	166.8	0.38
6. Como 1 + Pescado», Sin.	34.3	135.3	0.25
7. Como 1 + Pescado, Ver. A	37.1	134.7	0.28
8. Como 1 + Pescado, Perú A	31.9	127.5	0.25
9. Como 1 + Pescado, Ver. B	32.6	130.9	0.25
10. Como 1 + Pescado, Perú B	32.4	132.7	0.24

<sup>a</sup> Aumento de peso promedio por guajolote de los 7 a los 21 días de edad. Peso promedio inicial 72.0 g.

<sup>b</sup> Todas las harinas de pescado se adicionaron al 3% de proteína.

mica, se detectó una tendencia lineal ( $P < 0.05$ ) de aumentos de peso de los guajolotes. La ecuación de regresión obtenida con los aumentos de peso de los tratamientos del 2 al 5 se presenta en la Gráfica 1.

La respuesta a la adición del 3% de proteína proveniente de cada una de las cinco harinas de pescado probadas (Cuadro 4), produjo aumentos similares de peso de los guajolotes en los 14 días de duración del experimento ( $P < 0.05$ ). Aunque la harina de pescado Veracruz A mostró la mejor respuesta, no se detectaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) atribuibles a la disponibilidad de lisina entre las cinco muestras. El aumento de peso producido con las harinas de pescado resultó equivalente al peso de los guajolotes que recibieron la dieta con pasta de ajonjolí con adiciones de 0.2 y 0.3% de lisina. Por sustitución de la ecuación de regresión ( $Y = -1.35 + 157 X$ ), se determinó que las harinas de pescado contenían una cantidad de lisina disponible equivalente a  $7.53 \pm 0.82$ , expresada esta cantidad como porcentaje de la proteína. Este valor es semejante al informado por Kifer *et al.* (1968) para anchoveta peruana  $7.49 \pm 0.45$ , con la salvedad de que los autores anteriores los obtuvieron por métodos químicos y en este caso por procedimiento biológico.

Si bien las cinco harinas de pescado variaron en su calidad nutritiva en el Experimento 1 (Cuadro 3), estas diferencias en calidad no pueden ser atribuibles a diferencias

en el contenido de lisina, puesto que las harinas de pescado resultaron estadísticamente similares en la cantidad de lisina disponible. Smith y Scott (1962), indican que las harinas de pescado de alta y mala calidad proteica responden a la adición de metionina y arginina. Ousterhout y Snyder (1962); Soares *et al.* (1971) y Miller y Kifer (1970b), han mostrado también que la suplementación de metionina mejora considerablemente el valor nutritivo de las harinas de pescado. Burgos, Floyd y Stephenson (1969), han observado en harinas de pescado variación apreciable en el contenido y disponibilidad de metionina y cistina. El análisis de estos trabajos ayuda a explicar los motivos por los que se detectaron diferencias entre las harinas de pescado estudiadas como fuente de proteína y la razón por la cual, al estudiarse como fuente de lisina, no se encontraron diferencias. La dieta que se empleó para determinar la cantidad de lisina disponible de las harinas de pescado, estuvo constituida por pasta de ajonjolí (Cuadro 1), cuya proteína es alta en metionina y suficientemente rica en arginina, complementando por lo tanto, las posibles deficiencias de estos aminoácidos en las harinas de pescado, dejando como principal variable en estudio su contenido de lisina.

*Experimento 3.* Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 5. Los cerdos que consumieron en su dieta la harina de pescado proveniente de Veracruz con 68% de proteína, presentaron mayores aumentos de peso y

CUADRO 5  
Comparación de dos harinas de pescado nacionales (Puerto Piloto de Alvarado, Ver.) en cerdos

	Harina de pescado	
	De 68% proteína	De 58% proteína
Número de animales	23	23
Peso promedio, inicial, kg	14.59	14.58
Peso promedio, final, kg	33.57	31.33
Aumento promedio por cerdo, kg	18.98	16.75
Días en experimentación	35	35
Consumo de alimento promedio por cerdo, kg	47.70	44.52
Alimento/aumento	2.51	2.66

CUADRO 6

Variación del contenido de proteína de 76 muestras de harinas de pescado <sup>a</sup>

Proveedores	No. de muestras	Promedio de Proteína %	Desviación Estándar %	Coefficiente de Variación %	Promedio Proteína corregido % <sup>b</sup>
A	13	62.06	4.02	6.5	60.05
B	19	64.28	2.37	3.7	63.10
C	8	65.42	2.64	4.0	64.10
Todos (22)	76	62.89	4.49	7.1	60.65

<sup>a</sup> Los valores de proteína de las harinas de pescado fueron proporcionados gentilmente por el Ing. René

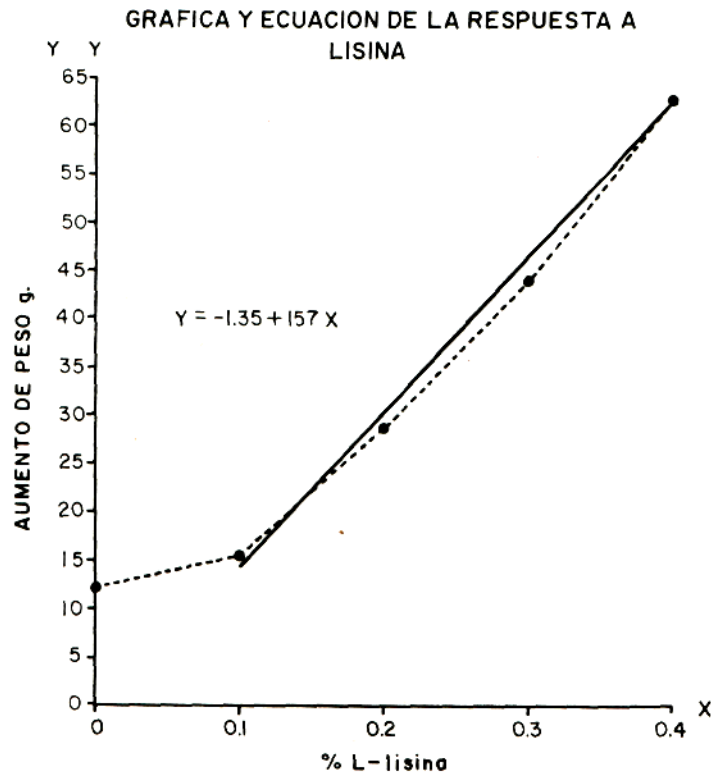
Topete de la Cía. Melazas y Derivados en Guadalajara, Jal.

<sup>b</sup> Se obtienen restando la 1/2 de la desviación estándar al promedio de proteína.

conversión alimenticia ( $P > 0.05$ ) que los que consumieron la harina de pescado Veracruz B. Los resultados fueron similares a los obtenidos en el primer experimento con guajolotes, en el que la harina de pescado de Veracruz con 68% de proteína produjo aumentos de peso estadísticamente superiores a los alcanzados con la harina de Veracruz con 58%

Esta similitud de resultados ejemplifica el valor de las aves como animal de laboratorio, para detectar diferencias en calidad nutritiva de las proteínas en un corto tiempo y la posibilidad de extrapolación de resultados a otras especies, como en este caso, es el cerdo.

*Estudio estadístico.* En el Cuadro 6 se muestran los datos obtenidos y el promedio



corregido de proteína de muestras de harina de pescado como sugieren Nott y Combs (1967) restando media desviación estándar al valor promedio original. De las fuentes estudiadas, resultó que el proveedor A distribuyó una harina de pescado más variable que los otros dos a juzgar por el mayor coeficiente de variabilidad (6.5%) en comparación con los obtenidos por las fuentes B y C de 3.7 y 4% respectivamente. Por los valores de proteína corregidos, la fuente C resultó ser la mejor harina de pescado. Cuando los 22 proveedores fueron agrupados en un total de 76 muestras, se obtuvo un valor promedio de proteína de 62.89% y un coeficiente de variación de 7.1%. Como era de esperarse, cuando no se hace una clasificación de proveedores de harina de pescado, la variación de todas las muestras fue mayor que cuando se hace la clasificación por proveedor, a juzgar por los coeficientes de variabilidad estudiados.

### Summary

In order to determine the nutritive quality of fish meals intended for the feeding of animals in México a series of experiments were conducted with the following objectives: 1) to develop a semi-purified diet, with sesame meal as the source of protein, that showed a significant sensitivity to additions of either chemical or natural sources of lysine using 7 day old unsexed poults as experiment animals. 2) lysine availability was determined on 5 fish meal samples feeding the above diet on a poult experiment. 3) the nutritive quality of 2 domestic fish meals was determined in a growth assay using growing swine, and 4) the variability in protein content of 76 commercial fish samples was studied. The most relevant data, indicated that the average lysine availability of the 5 samples of fish meal studied was 7.53% expressed as percent of the protein. When the 5 samples of fish meal were assayed in experiments with growing swine and poults, significant differences on growth were detected. The protein analysis of the 76 samples of fish meal studied indicated a 62.9% value with a coefficient of variation of 7.1%.

### Literatura citada

AGUILERA, A. A., 1966, Consideraciones indispensables para la formulación de raciones econó-

micas destinadas a las gallinas y algunas experiencias obtenidas por programación lineal. *Trabajo presentado en el V Congreso Panamericano de Medicina Veterinaria y Zootecnia*. Caracas, Venezuela.

- AGUILERA, A. A., 1968, Valor nutritivo del ajonjolí en dietas para aves. Primer Ciclo de Conferencias Internacionales sobre Avicultura. *Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias*, S.A.G. México 68: 79-87.
- AVILA, G. E. and S. L. BALICUN. 1974, Effects; of anchovy fish meal in broiler diets, *Poul. Sci.*, (in press).
- BURGOS, A., J. I. FLOYD and E. L. STEPHENSON, 1969, Comparison of amino acid content and availability of different fish meals, *Poul. Sci.* 48: 1792.
- GRAU, C. R. and M. A. WILLIAMS, 1955, Fish meals as amino acid sources in chick rations, *Poul. Sci.*, 34: 810-817.
- HINNERS, S. W. and H. M. SCOTT, 1960, A bioassay for determining the nutritional adequacy of protein supplements for chick growth, *Poul. Sci.*, 39: 176-183.
- KIFER, R. R., W. L. PAYNE, P. E. BAUERSFELD and M. E. AMBROSS, 1968. The nutritive content of Peruvian Anchovy fish meal evaluated by chemical methods, *Feedstuffs*, 40 (35): 32-33.
- MILLER, D. and R. R. KIFER, 1970a, Factors affecting protein evaluation of fish meal by chick bioassay, *Poul. Sci.*, 49: 999-1004.
- MILLER, D. and R. R. KIFER, 1970b, Effect of glutamic acid and antiacids on chick bioassay of protein quality of fish meals. *Poul. Sci.*, 49: 1327-1334.
- MILLER, D., J. H. SOARES JR. AND MARION SANDERS, 1972, Growth and plasma amino acid pattern of chicks fed fish meal as sole source protein: Effect of dietary levels of chloride, sulfate, glutamic acid and methionine, *Poul. Sci.*, 51: 171-177.
- NOTT, H. and G. F. COMBS, 1967, Data processing of feed ingredient composition data. *Feedstuffs*. 39 (41): 21.
- OUSTERHOUT, L. E. and D. G. SNYDER. 1962, Nutritional evaluation of fish meals using four short-term chick tests, *Poul. Sci.*, 41: 1753-1757.
- RAND, N. T., V. K. COLLINS, D. S. VARNER and J. D. MOSSER, 1958, Studies with unidentified chick growth factors in fish products. *Poul. Sci.*, 37: 1236.
- SMITH, R. E. and H. M. SCOTT, 1962, The response of fish meal to amino acid supplementation, *Poul. Sci.*, 41: 1683.
- SHIMADA, A. S., C. PERAZA C., F. CABELLO F. y L. MARTÍNEZ H., 1971, Digestibilidad aparente de maíces opaco-2, harinoso-2 y común para el cerdo en crecimiento, *Téc. Pec. Méx.*, 15-16: 27-30.
- SOARES, J. H. JR., D. MILLER, N. FITZ and M. SANDERS, 1971, Some factors affecting the biological availability of amino acids in fish protein, *Poul. Sci.* 50: 1134-1143.