

EL VALOR ALIMENTICIO DEL TRIGO SARRACENO (FAGOPYRUM TARTARICUM) EN DIETAS PARA AVES

MARIANO GONZÁLEZ ALCORTA ¹
JAVIER HERMOSO LARRAGOITI ¹
ERNESTO ÁVILA GONZÁLEZ ²
MANUEL CUCA GARCÍA ³

Resumen

Con objeto de determinar el valor alimenticio del trigo sarraceno (*Fagopyrum tartaricum*) en dietas para aves, se llevaron a cabo tres experimentos. En el primero con pollos de engorda de 14 a 27 días de edad, se determinó el valor de energía metabolizable del trigo sarraceno. El valor de energía metabolizable corregido por retención de nitrógeno fue de 2,938 kcal/kg. En el segundo experimento con pollos de engorda de una a ocho semanas de edad se comparó al trigo sarraceno con el maíz y el sorgo en dietas isoproteicas complementadas con pasta de soya. No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos ($P > 0.05$) para ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. En un tercer experimento con gallinas semipegadas al inicio de postura se estudió la sustitución (0, 50 y 100%) de la proteína de sorgo por proteína de trigo sarraceno en dietas isocalóricas complementadas con pasta de soya. Los datos obtenidos en 126 días de experimentación, indicaron que la proteína de trigo sarraceno puede reemplazar por completo a la proteína del sorgo, con

resultados similares ($P > 0.05$) en producción, peso del huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia. La sustitución parcial de la proteína del sorgo (50%) con proteína de trigo sarraceno incrementó ($P < 0.05$) el porcentaje de postura.

Introducción

El alto costo de las fuentes tradicionales de energía en dietas para aves, así como, su baja disponibilidad, hace necesario investigar sobre otras posibles fuentes de energía. Entre las alternativas existentes, se encuentra el trigo sarraceno (*Fagopyrum tartaricum*).

El alforfón o trigo sarraceno es una especie originaria del centro y occidente de China. Su nombre común se debe al parecido físico de su semilla con un grano de trigo, pero pertenece a la familia de las poligonáceas. Tiene un ciclo vegetativo corto (70-90 días). La importancia de incrementar su cultivo radica en que se produce en suelos (Cuca y Sepúlveda, 1980) y condiciones climáticas donde los rendimientos del maíz son tan bajos, que no alcanzan a retribuir el trabajo que se invierte en el cultivo. De esta manera el trigo sarraceno representa una opción para la agricultura en áreas ecológicamente marginales. El trigo sarraceno, aun cuando botánicamente no es un grano de cereal, es similar en composición excepto por su alto contenido de fibra, debido a su casco leñoso, que constituye el 18 a 20% de la semilla. El contenido de fibra cruda es

Recibido para su publicación el 24 de febrero de 1981.

¹ Parte de este estudio se realizó por los primeros autores como trabajo de tesis, como requisito para obtener el grado de Ing. Agr. especialista en Zootecnia en la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx.

² Departamento de Avicultura, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, SARH, Km. 15.5 Carretera a Toluca, Palo Alto, D.F.

³ Centro de Ganadería, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

de aproximadamente el 11% (Morrison, 1956), el cual es comparable al de la avena.

El contenido de proteína en algunas variedades alcanza 14% (Pomeranz y Robbins, 1972), con la característica de un alto contenido de lisina (6.1% como porcentaje de la proteína) que representa más del doble de la contenida en los cereales tradicionales. Estos últimos datos indican que puede ser utilizado como alimento para aves, si los resultados experimentales y condiciones económicas lo justifican.

Sure (1955) informó, en base a estudios realizados con ratas albinas, que el trigo sarraceno era una buena fuente de proteína de origen vegetal de alto valor biológico (81.4% del valor de huevo entero deshidratado). Wyld *et al.* (1958) informaron que pollitos de 3 a 35 días de edad alimentados con raciones a base de proteína de origen vegetal en que el trigo sarraceno reemplazó el 0, 33.3, 66.6 y 100% del maíz, mostraron una respuesta lineal significativa en el crecimiento y la conversión alimenticia al incrementar el trigo sarraceno en la dieta. Se concluyó que este efecto observado fue debido al aporte de lisina del trigo sarraceno. Aitken (1973) alimentó gallinas en producción con dos dietas basales, una en que el trigo era el único grano y otra en que se reemplazó el 50% de trigo por trigo sarraceno. La ración que incluyó trigo sarraceno necesitó menos proteína complementaria. Los datos de producción de huevo fueron similares para las dos dietas experimentales empleadas.

En el presente estudio se realizaron tres experimentos con el objeto de conocer el contenido energético del trigo sarraceno y el valor de su proteína como sustituto de la proteína del grano, en dietas para pollos y gallinas.

Material y métodos

Los tres experimentos se efectuaron en el Centro Experimental Pecuario "El Horno" Chapingo, México. Previo al inicio de los trabajos se practicaron análisis a la ma-

teria prima siguiendo los lineamientos dados por la A.O.A.C. (1970). El contenido de aminoácidos de una de las muestras de trigo sarraceno empleadas, fue determinado por cromatografía de intercambio iónico en un autoanalizador, previa hidrólisis ácida de la muestra.

Experimento 1. El objetivo fue determinar el valor en energía metabolizable del trigo sarraceno. Puesto que esta determinación es la mejor medida para estimar el valor potencial de un ingrediente, ya que representa la porción de energía bruta que no se desperdicia en las heces y orina (Young y Nesheim, 1972).

Se utilizaron 60 pollos de engorda machos, Vantress-Cross, de 14 días de edad. Los pollos se distribuyeron lo más homogéneamente posible en seis grupos de diez aves cada uno. El diseño experimental usado fue "completamente al azar" y constó de dos tratamientos cada uno, con tres repeticiones. El método utilizado fue el desarrollado por Hill y Anderson (1958). Se empleó una dieta de referencia (Cuadro 1),

CUADRO 1

Composición de la dieta de referencia empleada para el estudio del valor de energía metabolizable en el trigo sarraceno. Experimento 1

Ingredientes	%
Glucosa	48.110
Pasta de soya	41.890
Aceite de soya	5.000
Carbonato de calcio	1.500
Fosfato dicálcico	2.100
Sal	0.450
Oxido de cromo (50%)	0.400
Vitaminas*	0.129
Minerales*	0.025
DL-metionina	0.300
Almidón de maíz	0.096

* Cuca, Avila y Pró (1980).

a base de glucosa y pasta de soya suplementada con sesquióxido de cromo al 50%. El trigo sarraceno sustituyó a la glucosa en un 40% de la dieta de referencia.

El experimento se realizó en criadoras eléctricas de batería, durante 13 días. El

agua y el alimento se ofrecieron a libertad. Cada semana se tomaron datos de ganancia de peso y de consumo de alimento. Durante los últimos tres días de experimentación se colectaron muestras de la excreta; estas últimas se mantuvieron congeladas durante el período de colección, posteriormente fueron descongeladas y tratadas con ácido sulfúrico al 5% para reducir el pH de 7 a 5.4. Una vez secas se procedió a realizar en ellas y en las dietas, un análisis cuantitativo de energía bruta, óxido de cromo, humedad y nitrógeno. La energía bruta fue determinada en una bomba calorimétrica adiabática Parr. El óxido de cromo, por medio del espectrofotómetro, siguiendo el procedimiento señalado por Czarnocki *et al.* (1961), y la energía metabolizable fue calculada de acuerdo a la fórmula presentada por Hill y Anderson (1958).

Experimento 2. Se comparó el trigo sarraceno con el maíz y sorgo como fuente de energía en la engorda de pollos. Se usaron 90 pollos mixtos de engorda Vantress-Cross, de una semana de edad, los cuales fueron distribuidos al azar en nueve grupos de diez aves cada uno. El diseño experimental empleado fue "completamente al azar" con tres tratamientos y cada tratamiento constó de tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en la comparación del maíz, sorgo y trigo sarraceno, como fuentes de energía. La composición de las dietas empleadas durante la iniciación (1-5 semanas) y en engorda (5-8 semanas) aparecen en el Cuadro 2. Todas las dietas fueron isoproteicas; en las dietas de trigo sarraceno se suplementó aceite para igualar el nivel calórico al de la dieta con maíz. Agua y alimento se ofrecieron a libertad. El experimento se condujo en criadoras eléctricas de batería durante la fase de iniciación y en jaulas para aves en desarrollo durante la fase de finalización. Cada semana, de las siete de duración, se llevaron registros de ganancia de peso y consumo de alimento.

Experimento 3. El objetivo fue estudiar el efecto de la sustitución parcial o total de la proteína de sorgo con trigo sarraceno en dietas para gallinas. Se utilizaron 60 gallinas semipesadas de una línea comercial "Tatum" al inicio de postura; las cuales se

distribuyeron al azar en jaulas individuales para gallinas en postura. Las aves, se dividieron en 12 grupos experimentales de cinco aves cada uno. Se utilizó un diseño "completamente al azar", constituido por tres tratamientos con cuatro repeticiones cada uno. Los tratamientos estudiados fueron la sustitución del 0, 50 y 100% de la proteína del sorgo de la dieta basal (Cuadro 3) por proteína de trigo sarraceno. Para ajustar las dietas a la misma cantidad de energía (Cuadro 3), se utilizó azúcar (sacarosa de caña de azúcar) y arena de río esterilizada como material inerte. Se utilizó un mismo nivel de aceite (3%) en todas las dietas, para que no hubiera influencia del ácido linoleico sobre el tamaño del huevo. Agua y alimento se proporcionaron *ad libitum*. La duración del experimento fue de 18 semanas (126 días). Semanalmente, se tomaron datos del consumo de alimento, porcentaje de postura individual, peso promedio del huevo y conversión alimenticia.

Los datos obtenidos en los experimentos fueron analizados para significancia estadística con el análisis de varianza (Snedecor y Cochran, 1971). Las medias de los tratamientos fueron comparadas usando la prueba de rango múltiple de Duncan (1955). En todas las comparaciones fue empleado un nivel de 5% de significancia.

Resultados y discusión

El contenido de proteína, fibra y el de aminoácidos determinado (Cuadro 4) en una muestra de trigo sarraceno utilizada coinciden con los datos presentados de composición por Pomeranz y Robbins (1972) y Biely y Pomeranz (1975), que con anterioridad informaron el rango amplio en proteína y el alto contenido de lisina en el trigo sarraceno; así como, en general la buena calidad de la proteína, no obstante su alto contenido en fibra.

Experimento 1. En el Cuadro 5, se observan los resultados obtenidos de 14 a 27 días de edad. Se aprecia que la ganancia de peso obtenida por los pollos alimentados con la dieta de 40% de trigo sarraceno fue

CUADRO 2

Composición de las dietas utilizadas en pollos para comparar el maíz, sorgo y trigo sarraceno como fuentes de energía.
Experimento 2

Ingredientes	Dietas 1 a 5 semanas %			Dietas 5 a 8 semanas %		
	Maíz	Sorgo	Trigo S.	Maíz	Sorgo	Trigo S.
Maíz (8.12) ^a	58.039	—	—	63.600	—	—
Sorgo (8.19) ^a	—	58.039	—	—	63.600	—
Trigo sarraceno (7.75) ^a	—	—	49.220	—	—	55.191
Pasta de soya (49.12) ^a	37.490	37.490	39.300	30.400	30.400	32.000
Harina de hueso	3.621	3.621	3.621	3.699	3.699	3.506
Otros ^b	0.555	0.555	0.555	0.555	0.555	0.555
DL-metionina	0.295	0.295	0.302	0.246	0.246	0.256
Aceite de cártamo	—	—	7.000	—	—	6.992
Flor de cempasúchil	—	—	—	1.500	1.500	1.500
				Análisis calculado:		
Proteína	23.12	23.16	23.13	20.09	20.13	19.99
Lisina	1.34	1.35	1.46	1.12	1.14	1.26
Met + cis	0.87	0.86	0.86	0.76	0.75	0.75
Calcio total	1.20	1.23	1.25	1.18	1.21	1.18
Fósforo total	0.87	0.85	0.87	0.86	0.83	0.84
Energía metabolizable kcal/kg	2931	2838	2954	2942	2839	2930

^a Indica el porcentaje determinado de proteína.

^b Incluye como porcentaje de la ración: Sal común 0.400; vitaminas y minerales (Cuca, Avila y Pró, 1980) 0.155.

CUADRO 3

Composición de dietas experimentales empleadas para estudiar el reemplazo de sorgo por trigo sarraceno. Experimento 3

Ingredientes	Dietas %		
	1	2	3
Sorgo (8.82) ^a	48.190	24.090	0.000
Trigo sarraceno (9.49) ^a	0.000	22.390	44.780
Soya (45.43) ^a	28.620	28.620	28.620
Azúcar	5.060	8.470	11.780
Aceite de cártamo	3.000	3.000	3.000
Arena esterilizada	5.793	4.093	2.483
Otros ^b	9.337	9.337	9.337
Análisis calculado			
Proteína	17.25	17.25	17.25
Lisina	0.999	1.06	1.13
Met + cis	0.56	0.57	0.57
Fibra	2.66	4.95	7.26
Calcio total	2.95	2.96	2.96
Fósforo total	0.72	0.76	0.79
Energía metabolizable (kcal/kg)	2750	2750	2750
Proteína determinada (%)	17.19	17.50	17.56

^a Se refiere al valor de la proteína, expresado en %.

^b Incluye como porcentaje de la ración: Carbonato de calcio 5.000; harina de hueso 3.380; DL-metionina 0.132; Sal 0.500; flor de compasúchil 0.300; vitaminas y minerales (Cuca, Avila y Pró, 1980) 0.045.

CUADRO 4

Composición químico-bromatológica del trigo sarraceno

Constituyente	Base original %	
	Exp. 1	Exp. 2
Humedad (100-110°C)	10.90	11.50
Proteína cruda	7.75	9.49
Fibra cruda	15.85	12.15
Calcio	—	0.09
Fósforo	—	0.43
Aminoácidos*		
Lisina		6.51
Histidina		2.74
Arginina		9.77
Treonina		4.54
Serina		6.10
Glicina		5.46
Valina		5.93
Metionina		2.06
Cistina		6.24
Isoleucina		4.56
Leucina		7.86
Tirosina		3.56
Fenilalanina		5.30

* Expresados como porcentaje de la proteína.

mayor que la obtenida con la dieta de referencia; sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Este mayor crecimiento es probable se haya debido al mayor consumo de alimento observado ($P < 0.05$). Para conversión alimenticia se tuvieron resultados similares ($P > 0.05$). El valor determinado de energía metabolizable para el trigo sarraceno de 2,938 kcal/kg, resultó también similar al informado por White *et al.* (1941) quienes encontraron un valor de 2,820 kcal/kg y superior al valor de 2,640 kcal/kg citado por Scott, Nesheim y Young (1969) y desde luego, menor al del sorgo o maíz, lo que implicaría la adición de aceite si se emplea en altos niveles en dietas para pollos.

Experimento 2. Los resultados promedios obtenidos en pollos de engorda de una a ocho semanas de edad, se encuentran en el Cuadro 6. Al realizar el análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables estudiadas. Se observa una tendencia a ser me-

CUADRO 5

Resultados promedio, obtenidos en ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y valor de la energía metabolizable del trigo sarraceno. Experimento 1

Tratamientos	Dieta	
	Referencia	Trigo sarraceno
Peso promedio inicial/g	159.3 ^a	160.6 ^a
Peso promedio final/g	388.1 ^a	430.0 ^a
Ganancia de peso/g	228.8 ^a	270.6 ^a
Consumo de alimento/g	435.7 ^a	491.2 ^b
Conversión alimenticia	1.9 ^a	1.8 ^a
Energía bruta kcal/kg	—	4522
Energía metabolizable kcal/kg	—	2938

^{a, b} Números con distinta letra son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$).

por la ganancia de peso, y la conversión alimenticia con la dieta que contenía maíz seguida del trigo sarraceno y por último, la dieta elaborada con sorgo; cabe aclarar que en esta última dieta el contenido de energía fue menor, lo que explica esta tendencia. Los datos obtenidos en este experimento indican, que el trigo sarraceno suplementado con aceite tiene un valor alimenticio similar al del maíz o sorgo cuando se emplea en raciones para pollos en engorda. En un estudio realizado por Wyld *et al.* (1958) se encontró que el trigo sarraceno fue mejor que el sorgo, debido a su alto contenido de lisina.

Experimento 3. Los resultados obtenidos en el experimento realizado con gallinas en producción se muestran en el Cuadro 7.

La producción de huevo se incrementó ($P < 0.05$) en el tratamiento que incluía proteína de sorgo y proteína de trigo sarraceno (50-50%). El porcentaje de postura para las dietas que incluían sorgo o trigo sarraceno fue similar estadísticamente ($P > 0.05$), no obstante que la dieta que incluía únicamente trigo sarraceno contenía un elevado porcentaje de fibra (2.66 vs. 7.26%).

La mayor producción de huevo encontrada en el tratamiento que incluía la combinación de sorgo-trigo sarraceno, posiblemente se debió a un mejor balance de aminoácidos esenciales con esta combinación. Durante el transcurso de este estudio se observó una tendencia hacia un mayor peso del huevo a medida que aumentó el porcentaje de trigo sarraceno (Gráfica 1). El análisis estadístico de los datos no indicó diferencias significativas entre tratamientos. Esta tendencia hacia un mayor peso del huevo, podría explicarse por el incremento de lisina en las dietas al incorporarse trigo sarraceno en las mismas (Cuadro 3).

En consumo de alimento acumulado por ave, no existieron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos; sin embargo, se observa (Cuadro 7) una tendencia a un mayor consumo a medida que se incluyó más trigo sarraceno, esto tal vez indica que el valor de EM del trigo sarraceno (2,938 kcal/kg) determinado en el Experimento 1, esté sobrestimado para la muestra empleada en este experimento. Por lo que respecta al consumo de alimento por las aves, es conveniente señalar también que durante las dos primeras semanas de experimentación las aves del tratamiento donde se reemplazó

CUADRO 6

Resultados promedio obtenidos de 1-8 semanas, en pollos alimentados con maíz, sorgo y trigo sarraceno como fuente de energía. Experimento 2

Tratamiento	Peso 1a. semana (g)	Peso 8a. semana (g)	Ganancia de peso (g)	Consumo acumulado (g)	Conversión alimenticia
Maíz	78	1,741 ^a	1,663 ^a	3,905 ^a	2.35 ^a
Sorgo	78	1,628 ^a	1,550 ^a	3,855 ^a	2.48 ^a
Trigo sarraceno	78	1,663 ^a	1,581 ^a	3,885 ^a	2.45 ^a

^a Números con la misma letra son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

CUADRO 7

Efecto de la sustitución de la proteína del sorgo con proteína de trigo sarraceno en dietas para gallinas en postura. Resultados de 126 días de experimentación. Exp. 3

Trigo sarraceno (%)	Porcentaje de postura (individual)	Peso promedio del huevo (g)	Consumo total de alimento (g)	Conversión alimenticia
0	72.4 ^b	58 ^a	15,398 ^a	2.83 ^a
50	78.8 ^a	59 ^a	15,770 ^a	2.74 ^a
100	72.8 ^b	60 ^a	16,546 ^a	3.02 ^a

^{a, b} Números con distinta letra son diferentes estadísticamente (P < 0.05).

totalmente sorgo con trigo sarraceno tendieron a seleccionar el alimento rechazando la cascarilla de trigo sarraceno, posteriormente el alimento fue consumido en forma normal. Por lo que respecta a la conversión alimenticia, los resultados fueron similares (P>0.05).

Los resultados de este experimento afirman lo encontrado por Aitken (1973) en el sentido de que el trigo sarraceno no afec-

ta la producción de huevo en gallinas. Por otra parte coinciden con lo señalado por Sure (1955) y Wyld *et al.* (1958), quienes en ratas y pollos han demostrado la factibilidad del empleo del trigo sarraceno con la ventaja de su calidad proteica, en especial su aporte de lisina.

De los datos obtenidos en este estudio se concluye que la proteína de sorgo puede ser reemplazada parcial o totalmente por trigo

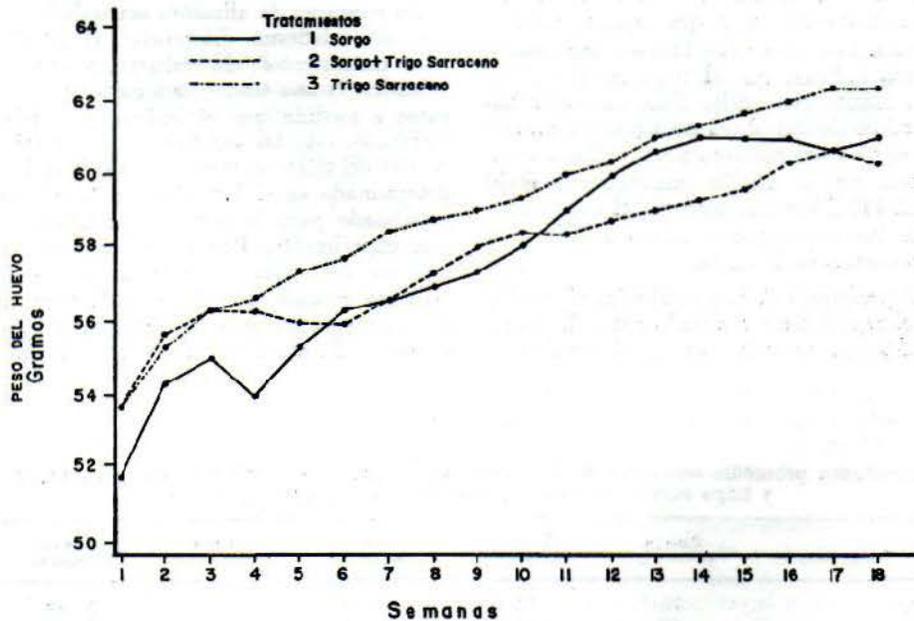


Fig. 1 - Efecto de la sustitución de la proteína del sorgo con proteína de trigo sarraceno sobre el peso promedio del huevo.

sarraceno. Finalmente, su empleo en dietas para gallinas y pollos dependerá de su disponibilidad y del precio en relación al sorgo, ya que su contenido energético es menor y deberán adicionarse otras fuentes de energía en la dieta, aunque desde el punto de vista de calidad de proteína, el trigo sarraceno, por su alto contenido en lisina, permitiría el empleo de fuentes de proteína limitantes en este aminoácido.

Summary

Three experiments were conducted to determine the nutritive value of buckwheat (*Fagopyrum tartaricum*) in poultry diets. In Experiment one with broiler chicks of 14 to 27 days of age, the metabolizable energy value of buckwheat was determined. This ingredient replaced 40% of glucose of the reference diet. The metabolizable energy

value corrected for nitrogen retention was 2938 kcal/kg. In Experiment two with broiler chicks of one to eight weeks of age buckwheat was compared with corn and sorghum on isoproteic diets complemented with soybean oil meal. No significant differences ($P > 0.05$) were found among treatments in body weight, feed consumption and feed conversion. In the third Experiment with semi-heavy laying hens the replacement (0, 50 and 100%) of sorghum protein with buckwheat protein was studied on isocaloric diets complemented with soybean oil meal. Data obtained in 126 days, indicated that buckwheat protein can replace sorghum protein with similar results ($P < 0.05$) in egg production, egg weight, feed consumption and feed conversion. Partial replacement of sorghum protein (50%) with buckwheat protein increased ($P < 0.05$) egg production.

Literatura citada

- AITKEN, J.R., 1973, Buckwheat as a source of quality protein, *Candex*, 118.80. Agriculture Canada, Ottawa.
- A.O.A.C., 1970, Association of Official Analytical Chemists, Official methods of analysis. 11th ed., *Ass. Off. Anal. Chem.*, Washington, D.C. USA.
- BIELY, J. and Y. POMERANZ, 1975, The amino acid composition of wild buckwheat and No 1 Wheat feed screenings, *Poultry Sci.*, 54: 761-766.
- CUCA, G.M., E. AVILA G. y A. PRO M., 1980. La alimentación de las aves, *Boletín Colegio de Postgraduados*, Chapingo, Méx.
- CUCA, G.M., IBIS SEPÚLVEDA G., 1980, El trigo sarraceno y sus alternativas de uso, *Folleto Colegio de Postgraduados*, Chapingo, Méx.
- CZARNOCKI, J., J.R. SIBBALD and E.V. EVANS, 1961, The determination of chromic oxide in sample of feed and excreta by acid digestion and spectrophotometry, *Can. J. Anim. Sci.*, 41: 167-179.
- DUNCAN, D.B., 1955, Multiple range and multiple F tests, *Biometrics*, 11:1-42.
- HILL, F.W. and D.L. ANDERSON, 1958, Comparison of metabolizable energy and productive determinations with growing chicks, *J. Nutr.*, 64: 587-604.
- MORRISON, F.B., 1956, Feeds and Feeding, 22nd., Morrison, Ithaca, New York, USA.
- POMERANZ, Y. and G.S. ROBBINS, 1972, Amino acid composition of buckwheat, *Agr. Food Chem.*, 20:270-274.
- SCOTT, M.L., M.C. NESHEIM and R.J. YOUNG, 1969, Nutrition of the chicken, *M.L. Scott and Associates*, Ithaca, New York, USA.
- SNEDECOR, G.W. and W.G. COCHRAN, 1971, Statistical methods, 6th ed., *Iowa State University Press*, Ames, IA., USA.
- SURE, B., 1955, Nutritive value of proteins in buckwheat and their role as supplements to protein in cereal grains, *Agr. Food Chem.*, 3: 793-795.
- WHITE, J.W., F.J. HALKEN and A.C. RICKER, 1941, Experiments with buckwheat, *Pennsylvania Agr. Experiment Station*, Bull. 403: 1-62.
- WYLD, M.K., R.L. SQUIBB and N.S. SCRIMSHAW, 1958, Buckwheat as a supplement to all vegetable protein diets, *Food Res.*, 23:407-410.
- YOUNG, R.J. and M.C. NESHEIM, 1972, Dehydrated poultry waste as a feedstuff for poultry, *Proceedings Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers*, New York State College of Agriculture and Life Sciences: 46-55.