

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA EN DIETAS PARA POLLOS DE ENGORDA

MARCO A. OJEDA O.¹
ERNESTO AVILA G.¹
ALBERTO CASARÍN²

Resumen

Se llevaron a cabo tres experimentos con pollos de engorda de 1-9 semanas de edad con objeto de estudiar el efecto de diferentes niveles de proteína sobre la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia. Los resultados en el experimento 1 indicaron que es factible en dietas sorgo + soya suplementadas con metionina reducir el nivel de proteína para la fase de iniciación (23 a 20%) y en la fase de finalización (20 a 18%) sin que sea necesaria la suplementación adicional a las dietas con los aminoácidos lisina y metionina. Los datos en el experimento 2 mostraron que durante la iniciación es factible reducir la proteína a 18% en dietas sorgo + soya suplementadas con metionina; durante la fase de finalización dietas con 16% suplementadas o no con lisina y metionina afectan negativamente ($P < 0.01$) el crecimiento de las aves y la eficiencia alimenticia. En un tercer experimento se confirmaron los datos obtenidos en los experimentos 1 y 2, lo que sugiere que es factible en dietas sorgo + soya suplementadas con metionina reducir el nivel de proteína durante la fase de iniciación de 23 a 20 o 18%; para la fase de finalización es posible reducir la proteína de 20 a 17 sin detrimento ($P > 0.05$) de la ganancia de peso o la eficiencia alimenticia.

El problema cada día más agudo de la baja disponibilidad de las fuentes proteicas, así como el alto costo de las mismas, requiere de un análisis del tipo de dietas con que se alimenta a las aves. Se ha informado que con la adición de aminoácidos sintéticos tales como lisina y metionina la cantidad de proteína en las dietas puede ser reducida sin afectar el crecimiento de las aves (Bornstein y Lipstein, 1975; Lipstein y Bornstein, 1975).

Almquist (1952) demostró que cuando la cantidad de proteína en la ración es suficiente y está bien balanceada el aprovechamiento de los aminoácidos alcanza su máxima eficiencia. Sin embargo, si falta algún aminoácido el ave tiende a compensar la deficiencia mediante un consumo ma-

yor en cuyo caso la tasa de crecimiento puede llegar a su máximo, pero la eficiencia no. Harper, Benwenga y Wohlhueter (1970) encontraron que cuando los niveles de proteína son bajos el sistema de degradación no responde y al estar en exceso uno de los aminoácidos produce su acumulación en los tejidos, lo que repercute en una baja de consumo de alimento, y esto impide un crecimiento óptimo. Salmon (1958) encontró que cuando un aminoácido está presente en exceso, la dieta no es aprovechada eficientemente por el animal; lo mismo sucede cuando hay una deficiencia de algún aminoácido o aminoácidos esenciales. Desde el punto de vista práctico una forma común de mejorar el balance de una dieta es suplementar el o los aminoácidos deficientes en la dieta o bien aumentar el nivel de proteína en la misma. (Askelson y Balloun, 1965; Wethli, Morris y Shresta, 1975).

Con estos antecedentes se realizaron una serie de experimentos con pollos de engorda para observar el comportamiento de dietas

Recibido para su publicación el 28 de septiembre de 1977.

¹ Departamento de Avicultura, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, SARH, km 15.5 Carretera México-Toluca, Palo Alto, D.F.

² Fermex, S.A., Homero 418, México 5, D.F.

con niveles de proteína abajo de los recomendados por el NRC (1971) y conocer si este tipo de dietas se mejoraban con la suplementación de los aminoácidos lisina y metionina.

Material y métodos

Se llevaron a cabo 3 experimentos con pollos de engorda sin sexar de 7 días de edad, los cuales fueron adquiridos de un día de edad de una casa comercial. Durante las primeras cuatro semanas de edad las aves fueron alojadas en criadoras eléctricas en batería con pisos de alambre y temperatura regulada con termostato. Posteriormente, se alojaron en jaulas para aves en desarrollo. Durante la primera semana de vida los pollitos recibieron una dieta de campo con 23% de proteína; posteriormente, fueron pesados individualmente y asignados de acuerdo a su peso en los tratamientos correspondientes procurando que cada grupo tuviera los pesos más homogé-

neos posibles. En los tres casos, el diseño experimental empleado fue completamente al azar. Las dietas experimentales se ofrecieron por triplicado a grupos de 10 pollos cada uno. Agua y alimento se ofrecieron a libertad. Cada semana se registraron datos de ganancia de peso, consumo de alimento y se calculó la conversión alimenticia. Al final de cada uno de los experimentos los animales se pesaron individualmente.

Experimento 1. En la distribución de los tratamientos se utilizó un arreglo factorial 2×3 , los factores estudiados fueron proteína y suplementación; dos niveles de proteína: (23 vs 20%) en la etapa de iniciación y (20 vs 18%) en la etapa de finalización y el segundo factor la suplementación de 0, 0.250% de L-lisina y 0.250% de L-lisina + 0.130% de DL-metionina. Se puede observar en el Cuadro 1 que las dietas testigo (23% proteína en iniciación y 20% en finalización) cubren las necesidades recomendadas para los pollos por el NRC (1971) excepto en lo que se refiere

CUADRO 1

Composición de las dietas base empleadas (Experimento 1)

Ingredientes	Dietas %			
	Iniciación		Finalización	
	23	20	20	18
Sorgo (9.34) *	57.035	66.095	63.215	69.530
Pasta de soya (47.00)	37.650	29.620	30.000	24.485
Roca fosfórica	3.135	3.135	3.135	3.135
Sal común	0.400	0.400	0.400	0.400
Vitaminas y minerales	0.550	0.550	0.550	0.550
Aceite	1.000	—	1.000	0.200
DL-metionina	0.230	0.200	0.200	0.200
Pigmento	—	—	1.500	1.500
Análisis calculado:				
Proteína	23.00	20.00	20.00	18.00
Met. + cis.	0.86	0.75	0.75	0.70
Lisina	1.24	1.04	1.04	0.89
E.M. Kcal/kg	2,898	2,901	2,906	2,901

* Se refiere al porcentaje de proteína del ingrediente.

^b Cuca y Avila (1976).

al nivel energético que fue de 2,900 Kcal de energía metabolizable (E.M.)/kg en lugar de 3,200 Kcal de E.M./kg.

Experimento 2. Este experimento se realizó con objeto de observar el comportamiento de dietas con niveles de proteína más bajos a los utilizados en el experimento 1. En los tratamientos se utilizó un arreglo factorial 2×4 ; siendo el primer factor dos niveles de proteína (23 vs 18% en la etapa de iniciación y 20 vs 16% en la etapa de finalización), y como segundo factor la suplementación de 0, 0.250% de L-lisina, 0.130% de DL-metionina y 0.250% de L-lisina, + 0.130% de DL-metionina. La composición de las dietas base tanto para la etapa de iniciación como para la de finalización se muestran en el Cuadro 2.

Experimento 3. Se realizó con el propósito de corroborar los resultados obtenidos en los experimentos 1 y 2 y ver si era factible mejorar las ganancias de peso con las dietas de finalización incrementando pro-

teína y lisina. Para el estudio se emplearon 6 tratamientos los cuales se describen a continuación:

- 1) 23% de proteína para iniciación y 20% para finalización.
- 2) 20% de proteína en iniciación y 18% para finalización.
- 3) 18% de proteína en iniciación y 17% para finalización.
- 4) 18% de proteína + 0.136% de L-lisina para iniciación y 17% de proteína + 0.136% de L-lisina para finalización.
- 5) 18% de proteína en iniciación y 16% en finalización.
- 6) 18% de proteína en iniciación y 16% en finalización + 0.136% de L-lisina para ambos períodos.

La composición de las dietas experimentales empleadas aparece en el Cuadro 3. En los tratamientos 4 y 6 sólo se adicionaron las cantidades extra de lisina mencionadas.

CUADRO 2

Composición de las dietas base empleadas (Experimento 2)

Ingredientes	Dietas %			
	Iniciación		Finalización	
	23	18	20	16
Sorgo (9.40) ^a	54.355	69.305	60.735	72.923
Pasta de soya (46.00)	38.930	25.000	31.070	19.882
Roca fosfórica	4.600	4.600	4.600	4.600
Carbonato de calcio	0.350	0.350	0.350	0.350
Sal común	0.400	0.400	0.400	0.400
Vitaminas y minerales ^b	0.145	0.145	0.145	0.145
DL-metionina	0.200	0.200	0.200	0.200
Aceite	1.000	—	1.000	—
Pigmento	—	—	1.500	1.500
Análisis calculado:				
Proteína	23.00	18.00	20.00	16.00
Lisina	1.27	0.91	1.05	0.77
Met. + cis.	0.86	0.71	0.76	0.65
E. M. Kcal/kg	2,841	2,885	2,915	2,929

^a Se refiere al porcentaje de proteína del ingrediente.

^b Cuca y Avila (1976).

Resultados y discusión

Experimento 1. Los resultados obtenidos en la etapa de iniciación (1-5 semanas) se muestran en el Cuadro 4. En ganancia de peso, se puede observar que se obtuvieron similares resultados entre los tratamientos empleados y que la suplementación de lisina o lisina + metionina no mejoró el crecimiento de los animales ($P > 0.05$). Asimismo, tampoco en conversión alimenticia se encontró diferencia significativa entre tratamientos. Dado que el comportamiento de los tratamientos fue similar ($P > 0.05$) a lo observado para la etapa de iniciación, en el Cuadro 5 se resumen los resultados promedio obtenidos de 1-9 semanas de experimentación. Se observa que tanto en ganancia de peso como en conversión alimenticia no hay diferencia significativa entre tratamientos, lo que indica que dietas sorgo + soya suplementadas con metionina no responden a la suplementación extra de L-lisina o DL-metionina; también indican que es factible reducir el nivel de proteína en la dieta tanto en iniciación (23 a 20%) como en finalización (20 a 18%) sin efectos

detrimentales en la ganancia de peso o las eficiencias alimenticias. A este respecto, Enríquez (1976) encontró resultados similares en dietas con los niveles de proteína citados y el empleo de niveles de energía de 2,800, 3,000 y 3,200 Kcal de E.M./kg de alimento. Los datos también están de acuerdo con lo informado por Couch y Rayton (1974) quienes encontraron que dietas con niveles de proteína hasta de 20% para pollos de engorda en iniciación no responden a la suplementación de lisina y metionina.

Experimento 2. Los resultados de este estudio para la etapa de iniciación 1-5 semanas (Cuadro 6) indicaron que no había diferencia ($P > 0.05$) en los niveles de proteína empleados para la ganancia de peso; así como que tampoco había respuesta en ninguna de las dietas a la suplementación de aminoácidos.

En conversión alimenticia no hubo diferencia entre los niveles de proteína empleados. Pero la interacción niveles de proteína por aminoácidos fue significativa y se debe a que la suplementación de L-lisina en la

CUADRO 4

Efecto de niveles de proteína y suplementación de lisina y/o DL-metionina.
Datos promedio de 1-5 semanas de edad (Experimento 1)

Proteína (%)	Aminoácidos			Promedio
	0	Lisina	Lisina + Met.	
Ganancia de peso (g) ^a				
23	549.2 ^b	522.8 ^b	581.3 ^b	551.1 ^b
20	542.0 ^b	553.1 ^b	580.1 ^b	558.3 ^b
Promedio	545.6	537.9	580.7	
Conversión alimenticia				
23	2.11 ^b	2.15 ^b	2.00 ^b	2.08 ^b
20	2.05 ^b	2.13 ^b	2.03 ^b	2.07 ^b
Promedio	2.08	2.14	2.01	

^a Peso promedio inicial por pollo 88.0 g.

^b Valores con la misma letra son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

Las desviaciones estándar para ganancia de peso y conversión alimenticia fueron: 38.18 y 0.11, respectivamente.

CUADRO 5

Efecto de niveles de proteína y suplementación de L-lisina y/o DL-metionina.
Resumen de 1-9 semanas de edad (Experimento 1)

(Promedios de machos y hembras)

Proteína (%)	Aminoácidos			Promedio
	0	Lisina	Lisina + Met.	
Ganancia de peso (g) ^a				
23/20	1,483 ^b	1,444 ^b	1,498 ^b	1,475 ^b
23/20	1,452 ^b	1,505 ^b	1,505 ^b	1,487 ^b
Promedio	1,467	1,474	1,501	
Conversión alimenticia				
23/20	2.80 ^b	2.73 ^b	2.75 ^b	2.76 ^b
20/18	2.72 ^b	2.76 ^b	2.74 ^b	2.74 ^b
Promedio	2.76	2.74	2.74	

^a Peso promedio inicial por pollo 88.0 g.

^b Valores con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$).

Las desviaciones estándar para ganancia de peso y conversión alimenticia fueron: 67.25 y 0.14, respectivamente.

CUADRO 6

Efecto de la suplementación de lisina, metionina y lisina + metionina en dietas para pollos de engorda. Resultados promedio de 1-5 semanas de edad

(Experimento 2)

Proteína (%)	0	Aminoácidos		Lis. + Met.	Promedio
		Lisina	Metionina		
Ganancia de peso (g) ^a					
23	551 ^b	564 ^b	570 ^b	544 ^b	557 ^b
18	531 ^b	597 ^b	527 ^b	528 ^b	546 ^b
Promedio	541	580	548	536	
Conversión alimenticia					
23	2.22 ^c	2.15 ^c	2.14 ^c	2.11 ^c	2.15 ^c
18	2.09 ^c	1.90 ^b	2.19 ^c	2.21 ^c	2.10 ^c
Promedio	2.15	2.02	2.16	2.16	

^a Peso promedio inicial por pollo 106 g.

^{b, c} Valores con distintas letras son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Las desviaciones estándar para ganancia de peso y conversión alimenticia fueron: 35.35 y 0.12, respectivamente.

dieta con 18% de proteína mejoró estadísticamente la conversión alimenticia. Sin embargo, durante la fase de finalización el comportamiento de las dietas bajas en proteína fue menor ($P < 0.05$), lo que se reflejó en los resultados promedio obtenidos de 1-9 semanas de experimentación (Cuadro 7). Se observa que la ganancia de peso en las dietas testigos (23/20) fue mayor estadísticamente que en las dietas bajas en proteína. El análisis estadístico indicó una interacción niveles de proteína \times suplementación de aminoácidos y fue debido a que la suplementación de lisina aumentó estadísticamente la ganancia de peso de la dieta con 18 y 16% de proteína. Puede verse también (Cuadro 7) que la suplementación de DL-metionina redujo el crecimiento de las aves. En las dietas bajas en proteína (18/16%) la suplementación de lisina produjo un crecimiento similar al de las dietas altas en proteína, pero se aprecia que el crecimiento es menor numéricamente que el de la dieta testigo sin suplementación de aminoácidos. Por lo que respecta a la suplementación de aminoácidos

extra (lisina, metionina) en las dietas altas en proteína no se encontró respuesta ($P > 0.05$), lo que confirma lo encontrado en el experimento 1.

El menor crecimiento observado de las dietas bajas en proteína ($P > 0.05$) se reflejó en una mayor conversión alimenticia para estas dietas. También como se observó en la fase de iniciación, la suplementación con metionina afectó negativamente la eficiencia alimenticia. En general los datos obtenidos en conversión alimenticia concuerdan con lo observado en ganancia de peso. Los datos de este experimento indican que es factible reducir el nivel de proteína de 23% a 18% para la fase de iniciación en dietas sorgo + soya suplementadas con metionina; además este tipo de dietas no responde a la suplementación de L-lisina, ni requiere una suplementación extra de DL-metionina. Sin embargo, en la fase de finalización los datos sugieren que el nivel de 20% de proteína puede reducirse a 16% si se suplementa con L-lisina aunque los datos son inferiores desde el punto de vista numérico pero no estadístico, lo que

CUADRO 7

Efecto de la suplementación de lisina, metionina y lisina + metionina en dietas para pollos de engorda. Resumen de 1-9 semanas de edad (Experimento 2)
(Promedio de machos y hembras)

Proteína (%)	Aminoácidos				Promedio
	0	Lisina	Metionina	Lis. + Met.	
Ganancia de peso (g) ^a					
23/20	1,651 ^b	1,555 ^{bc}	1,569 ^{bc}	1,580 ^{bc}	1,561 ^l
18/16	1,460 ^{cd}	1,564 ^{bc}	1,420 ^d	1,450 ^{cd}	1,473 ^c
Promedio	1,555	1,559	1,494	1,515	
Conversión alimenticia					
23/20	2.50 ^c	2.63 ^{bc}	2.61 ^{bc}	2.51 ^c	2.56 ^c
18/16	2.46 ^c	2.56 ^c	2.81 ^b	2.84 ^b	2.67 ^b
Promedio	2.48	2.59	2.71	2.67	

^a Peso promedio inicial por pollo 106 g.

^{b, c, d} Valores con distintas letras son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Las desviaciones estándar para ganancia de peso y conversión alimenticia fueron: 68.47 y 0.15, respectivamente.

podiera sugerir que exista otro aminoácido limitante o bien que la cantidad de nitrógeno para síntesis de aminoácidos no esenciales no sea la suficiente.

Experimento 3. Los datos obtenidos para la etapa de iniciación (1-5 semanas) se observan en el Cuadro 8. En ganancia de peso, el análisis estadístico mostró que no había diferencia ($P > 0.05$) estadística entre tratamientos, lo que confirma lo encontrado en los experimentos anteriores que es factible con dietas sorgo + soya suplementadas con metionina reducir para esta etapa el nivel recomendado de proteína (23%) por el NRC (1971) a 20% o 18% de proteína sin que sea necesaria una suplementación extra de lisina o metionina a la dieta. Para conversión alimenticia el análisis no detectó diferencias significativas entre los tratamientos testigo y los de 20% y 18% de proteína. El tratamiento que incluyó 18% de proteína y lisina fue inferior estadísticamente a las dietas con 23 o 20% de proteína.

CUADRO 8

Datos promedio de pollos de engorda de 1-5 semanas de edad alimentados con diferentes niveles de proteína (Experimento 3)

Proteína %	Ganancia de peso (g) ^a	Conversión alimenticia
23	606 ^b	1.90 ^b
20	633 ^b	1.99 ^b
18	595 ^b	2.07 ^{b,c}
18 + lisina	600 ^b	2.08 ^c

^a Peso promedio inicial por pollo 88.7 g.

^{b, c} Valores con distintas letras son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Las desviaciones estándar para ganancia de peso y conversión alimenticia fueron: 22.34 y 0.083, respectivamente.

Para la etapa de finalización las dietas con el nivel más bajo de proteína (16%) produjeron pollos menos pesados, lo que se reflejó en menores ganancias de peso a lo largo del experimento. Los resultados fi-

nales obtenidos de 1-9 semanas se encuentran resumidos en el Cuadro 9. El análisis estadístico para ganancia de peso indicó diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$).

CUADRO 9

Resumen de 1-9 semanas de edad con pollos alimentados con diferentes niveles de proteína (Experimento 3)

Proteína %	Ganancia de peso ^a promedio de machos y hembras (g)	Conversión alimenticia
23/20	1,834 ^b	2.46 ^b
20/18	1,837 ^b	2.53 ^b
18/17	1,768 ^{b,c}	2.46 ^b
18/17 + lisina	1,807 ^b	2.43 ^b
18/16	1,704 ^c	2.53 ^b
18/16 + lisina	1,706 ^c	2.77 ^b

^a Peso promedio inicial por pollo 88.7 g.

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

Las desviaciones estándar para ganancia de peso y conversión alimenticia fueron: 45.73 y 0.112, respectivamente.

Se aprecia que los niveles más bajos en este estudio que pueden ser empleados para pollos de engorda son 18% de proteína para iniciación y 17% de proteína en finalización; también se ve que la suplementación de lisina mejora la ganancia de peso; niveles más bajos de proteínas no se mejoran con la suplementación de L-lisina; esto probablemente indica que hay algún otro aminoácido involucrado que limita el crecimiento de los pollos. En conversión alimenticia el análisis estadístico no reveló diferencias significativas entre tratamientos.

Los datos de este experimento confirman lo obtenido en los experimentos 1 y 2, que es factible, cuando se utilizan dietas sorgo + soya suplementadas con metionina, reducir el nivel de proteína en la fase de iniciación o durante la fase de engorda.

Los resultados obtenidos en este trabajo concuerdan con lo informado en la literatura (Bornstein y Lipstein, 1975; Lipstein y Bornstein, 1975; Lipstein, Bornstein y

Bartov, 1975; Waldroup *et al.*, 1976) en que es factible reducir el nivel de proteína en la dieta de pollos de engorda sin efectos adversos en la ganancia de peso a la eficiencia alimenticia. Bornstein y Lipstein (1975) y Lipstein y Bornstein (1975) encontraron que la proteína requerida durante la fase de iniciación para un máximo de crecimiento era de 21.6% y que la adición de 0.10% de metionina y 0.05% de lisina a dietas bajas en proteína con la suplementación normal de metionina permite el reemplazo de aproximadamente 1.2% de la proteína de soya. Para la fase de finalización mencionan que se requiere adicionar 0.12% de metionina + 0.20% de lisina para reemplazar 3 o 4% de pasta de soya. Waldroup *et al.* (1976) informan que los aminoácidos en exceso de las necesidades del pollo reducen el crecimiento y la utilización del alimento; de acuerdo a los resultados de sus trabajos obtienen resultados similares con dietas bajas en proteína y que por cálculo cubrían las necesidades de aminoácidos esenciales. A este respecto los datos obtenidos en este trabajo indicaron que los niveles de proteína empleados a partir de dietas sorgo + soya suplementadas con metionina no requieren la suplementación extra de lisina o metionina.

Debido a la fluctuación de precios de los ingredientes Janssen (1975) estudió el efecto de disminuir nutrientes en dietas para pollos de engorda; sus resultados mostraron que los mejores pesos y eficiencias alimenticias se obtuvieron en dietas con 24% de proteína; sin embargo, al irse incrementando el nivel de proteína incrementó el costo de la dieta y desde el punto de vista económico de la producción de pollos de engorda, los niveles de proteína óptimos variaron entre 18 y 21%.

Con base en este estudio y bajo las condiciones empleadas, se deduce que el nivel

mínimo de proteína en dietas sorgo + soya suplementadas con metionina para la fase de iniciación está entre 20 y 18% y para la fase de finalización entre 18 y 17% ya sea suplementada o no con lisina. Es factible que esto se aplique a dietas con un balance de aminoácidos similares al de dietas sorgo + soya suplementadas con metionina; lo que redundaría en un costo menor de las dietas y una disminución en los costos de producción de carne.

Summary

Three experiments were conducted with unsexed broiler chicks (1-9 weeks of age) to study the effect of different levels of protein on weight gain and feed efficiency. Experiment 1 indicated that it is possible to reduce the level of protein in milo + soybean meal diets supplemented with methionine in the starting phase (23 to 20%) and in the fattening phase (20 to 18%) without extra supplementation of methionine and lysine. In Experiment 2, data indicated that for starting milo + soybean meal diets supplemented with methionine a 18% protein level produced similar weight gains ($P>0.05$) and feed conversions as the control diet. However for the fattening period diets with 16% of protein supplemented or unsupplemented with lysine and methionine decreased ($P<0.01$) chick growth and increased feed efficiency. In Experiment 3, results found in Experiment 1 and 2 were confirmed indicating that for the starting period protein can be reduced from 23 to 20 or 18% of protein in milo + soybean meal diets supplemented with methionine. For the fattening phase a 17% protein level produced similar ($P>0.05$) weight gains and feed conversions to a 20% protein diet.

Literatura citada

ALMQUIST, H.J., 1952, Utilization of amino acids by chicks, *Arch. Biochem. Biophys.*, 59:197-202.

ASKELSON, C.E. and S.L. BALLOUN, 1965, Influence of dietary protein level and amino acid composition on chick performance. *Poult. Sci.*, 44: 193-197.

BORNSTEIN, S. and BIANKA LIPSTEIN, 1975, The replacement of some of the soybean meal by the first limiting amino acids in practical broiler diets. I. The value of special supplements of chick diets with methionine and lysine, *Br. Poult. Sci.*, 16:177-188.

- COUCH, J.R. and J.K. RAYTON, 1974, Amino acids and protein in broiler nutrition, *Poult. Sci.*, 53:750-755.
- CUCA, G.M. y E. AVILA G., 1976, La alimentación de las aves de corral, S.A.G., *Colegio de Postgraduados, E.N.A., Chapingo, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias*, Bol. 11-12.
- ENRÍQUEZ, V.F., 1976, Efectos de niveles energético y proteico en dietas para pollo de engorda, *Tesis Profesional, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM*.
- HARPER, A.E., N.J. BENWENGA and R.M. WOHLHUETER, 1970, Effects of ingestion of disproportional amounts of amino acids, *Physiol. Rev.* 50:428-558.
- JANSSEN, W.M.M.A., 1975, Poultry nutrition, feedstuff prices and nutrient requirements, *World's Poult. Sci. J.*, 31:292-293.
- LIPSTEIN, BIANKA and S. BORNSTEIN, 1975, The replacement of some of the soybean meal by the first limiting amino acids in practical broiler diets. 2. Special additions of methionine and lysine as partial substitutes for protein in finisher diets, *Br. Poult. Sci.*, 16:189-200.
- LIPSTEIN, BIANKA, S. BORNSTEIN and I. BARTOV, 1975, The replacement of some of the soybean meal by the first limiting amino acids in practical broiler diets. 3. Effects of protein concentrations and amino acid supplementations in broiler finisher diets on fat deposition in the carcass, *Br. Poult. Sci.*, 16:627-635.
- N.R.C., 1971, Nutrient requirements of poultry. National Academy of Sciences, *National Research Council*, Washington, D.C., U.S.A.
- SALMON, W.P., 1958, The significance of amino acid imbalance in nutrition, *Am. J. Clinical Nutr.*, 6:487-494.
- WALDROUP, P.W., R.J. MITCHELL, J.R. PAYNE and L.R. HAZEN, 1976, Performance of chicks fed diets formulated to minimize excess levels of essential amino acids, *Poult. Sci.*, 55:243-252.
- WELTHLI, E., T.R. MORRIS and T.P. SHRESTA, 1975, The effect of feeding high levels of low quality proteins to growing chickens, *Br. J. Nutr.*, 34:363-377.