

Determinación del requerimiento y la disponibilidad del calcio para pollos en iniciación con el empleo de dietas semipurificadas a base de pasta de ajonjolí o maíz y harina de sangre

BEATRIZ MURILLO S., Q.F.B.¹

AUGUSTO AGUILERA A., Ing. Agr., M.S., Ph.D.^{1,2}

(Recibido para publicación el 24 de septiembre de 1966)

El requerimiento de calcio para pollos de 3 a 5 semanas de edad, según Simco y Stephenson (1961) es de 0.5%; valor inferior al 1% establecido por el National Research Council (1960). Edwards et al (1960), como muchos otros autores, han enfatizado que el requerimiento de calcio para los pollos, debe estar relacionado con la cantidad de proteína y energía de la ración; el requerimiento puede variar con el criterio usado en la valoración de los datos. Es posible que un nivel de calcio en la ración produzca un buen crecimiento en las aves, pero resulte inadecuado en base a calcificación del hueso (Edward *et al*, 1963). Murillo *et al* (1963) al determinar, en pollos, el efecto de la suplementación de calcio, con dietas a base de pasta de ajonjolí, no encontraron efecto con la suplementación de calcio en función de la ganancia en peso de los pollos, pero sí observaron un aumento en el contenido de cenizas de sus tibias. Estos autores concluyeron que parte del calcio, proveniente de la pasta de ajonjolí, era aprovechado por los pollos.

El objeto de este trabajo fue calcular el requerimiento de calcio para pollos en iniciación, con el uso de dos dietas semipurificadas, una a base de pasta de ajonjolí y otra a base de maíz y harina de sangre y determinar el

porcentaje de disponibilidad del calcio proveniente de la pasta de ajonjolí.

Materiales y métodos

Se emplearon 360 pollos Vantress sin sexar de 7 días de edad, los que se alojaron en criadoras eléctricas de batería durante dos semanas. A las aves se les proporcionó agua y alimento *ad libitum*. Las dietas empleadas (Cuadro 1) fueron de tipo semipurificado, una, a base de pasta de ajonjolí que aportó toda la proteína y el calcio en la ración a niveles de 19.7% y 1.23% respectivamente. La otra dieta, a base de maíz y harina de sangre con 19.3% de proteína y un contenido de sólo 0.06% de calcio. La dieta a base de pasta de ajonjolí, se suplementó con clorhidrato de L-lisina, para sufragar el requerimiento de lisina del pollo, según el National Research Council (1960). Ambas dietas contenían una mezcla mineral completa para pollos de iniciación, a la que se le suprimieron las fuentes de calcio (Cuadro 2). Se estudiaron 6 niveles de calcio que dieron origen a 6 tratamientos por dieta, los niveles de carbonato de calcio que se suplementaron fueron: 0, 0.625, 1.25, 1.87, 2.5 y 3.125% para que proporcionaran a cada dieta: 0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.0 y 1.25% de calcio, adicionados a expensas del almidón de maíz. Cada tratamiento constó de 3 repeticiones y 10 pollos por repetición. Durante las dos semanas que duró el experimento, se registró ganancia en

1 Departamento de Avicultura del Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias, campo experimental "El Horno", Chapingo, Estado de México.

2 Dirección actual: Dow Química Mexicana, S. A. de C. V., Paseo de la Reforma No. 122-3er. piso. México, D. F.

Cuadro 1. Composición de las dietas base empleadas en la determinación del requerimiento de calcio para pollos de 1 a 3 semanas de edad.

I n g r e d i e n t e s	Dieta 1 %	Dieta 2 %
Pasta de ajonjolí (43%)	46.5	—
Maíz (8.8%) ^a	—	74.233
Harina de sangre (80.5%) ^a	—	16.71
Almidón	48.976	5.125
Minerales ^b	2.732	2.732
Colina HCl g p	0.2	0.2
Aceite de ajonjolí	1.0	1.0
L-lisina HCl	0.692	—
Vitaminas (2 g/kg) ^c	+	+
Acetato de alfa-tocoferol (44 mg/kg)	+	+
Penicilina (11 mg/kg)	+	+
	100.000	100.000
% de proteína calculada ^d	20.0	20.0
% de proteína determinada ^d	19.7	19.3
% de calcio determinado ^d	1.23	0.06
% de fósforo determinado ^d	0.98	0.69

a Porcentaje de proteína

b Mezcla mineral libre de calcio (Cuadro 2).

c En unidades o mg/kg: de dieta: Vitamina A, 10,000 U.I. ; Vitamina D₃, 1,600 U.I.F. ; Acido ascórbico, 250 mg; Clorhidrato de tiamina, 100 mg; Inositol, 100 mg; d-pantotenato de calcio, 20 mg; Riboflavina, 16 mg; Clorhidrato de piridoxina, 6 mg; menadiona, 5 mg; Acido fólico, 4 mg; Acido p-amino-benzoico, 2 mg; Biotina, 0.6 mg; Vitamina B₁₂, 0.02 mg.

d Laboratorio de Bromatología del Departamento de Avicultura en el campo experimental "El Horno", Chapingo, Edo. de México.

peso, consumo de alimento y se calculó la relación ganancia/consumo, cada semana. Al finalizar el experimento se sacrificaron 3 pollos por repetición, que representaron el peso promedio de cada repetición. A las tibias de los pollos se les eliminaron músculos y nervios para efectuar las determinaciones de materia seca., cenizas, calcio y fósforo, de acuerdo con los métodos estándar publicados por la Association of Official Agricultural Chemists (1955).

Resultados

En el Cuadro 3, se presentan los datos de ganancia en peso, consumo de alimento y ganancia/consumo. Los pollos alimentados con

la dieta a base de pasta de ajonjolí, presentaron resultados mayores ($P < 0.05$) en cuanto se refiere a ganancia en peso, consumo de alimento y ganancia/consumo, en comparación con las aves alimentadas con la dieta a base de maíz y harina de sangre. El nivel de 0.50% de calcio suplementada en la ración de pasta de ajonjolí, resultó el mínimo adecuado en función de ganancia de peso y el de 0.75% con la ración de maíz y harina de sangre, independientemente del contenido original de calcio en las dietas base. Niveles superiores de calcio suplementado, no indicaron diferencias significativas ($P < 0.05$). Los datos del peso de las tibias, materia seca, cenizas, calcio y fósforo, aparecen en el Cuadro 4. El peso de las tibias fue mayor con las dietas a base

Cuadro 2. Composición de la mezcla mineral con y sin calcio para pollos en iniciación.^a

Ingredientes	Mezcla mineral que aporta a la dieta 1.0% de calcio ^b	Mezcla mineral libre de calcio ^c
CaCO ₃ U.S.P.	2.166	—
KH ₂ PO ₄	1.050	1.050
MgSO ₄ • 7H ₂ O	0.510	—
CaHPO ₄ • 2H ₂ O U.S.P.	0.940	—
NaCl	0.800	0.450
FeSO ₄ • 7H ₂ O	0.030	0.030
MnSO ₄ • H ₂ O	0.020	0.020
ZnCO ₃	0.010	0.010
CuSO ₄ • 5H ₂ O	0.002	0.002
KI	0.001	0.001
NaMoO ₄ • 2H ₂ O	0.001	0.001
NaH ₂ PO ₄ • H ₂ O	—	0.750
MeCl • 6H ₂ O	—	0.418
	5.530	2.732

a Como porcentaje de la dieta

b Cantidad de fósforo que aporta a la dieta 0.60%.

c Cantidad de fósforo que aporta a la dieta 0.58%.

Cuadro 3. Efecto de la suplementación de calcio^a en las ganancias de peso, consumo de alimento y ganancia/consumo, de pollos alimentados con dietas a base de pasta de ajonjolí o maíz y harina de sangre.^b

Dieta	Ganancia en peso g	Consumo alimento g	Ganancia/consumo
1 — Base de pasta de ajonjolí	62.7	153.3	0.40
Como 1 + 0.25% de calcio	90.0	180.4	0.50
Como 1 + 0.50% de calcio	105.9	199.8	0.53
Como 1 + 0.75% de calcio	110.3	206.0	0.53
Como 1 + 1.00% de calcio	109.9	205.2	0.53
Como 1 + 1.25% de calcio	113.3	207.8	0.54
2 — Base maíz y harina de sangre	19.9	97.0	0.20
Como 2 + 0.25% de calcio	28.5	102.5	0.28
Como 2 + 0.50% de calcio	29.5	111.5	0.26
Como 2 + 0.75% de calcio	32.2	112.8	0.28
Como 2 + 1.00% de calcio	34.0	115.1	0.29
Como 2 + 1.25% de calcio	37.3	124.5	0.30

a, Promedio de carbonato de calcio.

b Datos promedio por pollo de los 7 a los 21 días de edad.

Cuadro 4. Efecto de la suplementación de calcio en relación al peso, materia seca, calcio y fósforo de las tibias de los pollos de 1 a 3 semanas de edad.^a

D i e t a	Peso de las tibias g	Materia seca g	Cenizas g	Calcio g	Fósforo g
	b	b	b	b	b
1 — Base con pasta de ajonjolí	1.8337	0.6410	0.1881	0.083	0.031
Como 1 + 0.25% de calcio	2.0560	0.7813	0.2482	0.109	0.040
Como 1 + 0.50% de calcio	2.6012	0.9645	0.3256	0.155	0.058
Como 1 + 0.75% de calcio	2.5961	1.0817	0.3964	0.196	0.073
Como 1 + 1.00% de calcio	2.6647	1.0348	0.3850	0.191	0.071
Como 1 + 1.25% de calcio	2.8752	1.0909	0.4181	0.221	0.081
2. — Base de maíz y harina de sangre	0.9161	0.4742	0.0987	0.039	0.015
Como 2 + 0.25% de calcio	1.2990	0.6572	0.1437	0.060	0.023
Como 2 + 0.50% de calcio	1.3218	0.7361	0.1832	0.080	0.031
Como 2 + 0.75% de calcio	1.3887	0.7256	0.2011	0.094	0.035
Como 2 + 1.00% de calcio	1.3736	0.7116	0.2133	0.096	0.037
Como 2 + 1.25% de calcio	1.4813	0.7685	0.2296	0.108	0.041

^a Resultado promedio de 9 pollos por tratamiento.

^b Cada una de las determinaciones se efectuó por triplicado.

de pasta de ajonjolí, en comparación con las dietas de maíz y harina de sangre, así como en el contenido de materia seca, cenizas, calcio y fósforo ($P < 0.05$). Al analizar el contenido de cenizas se encontró que el nivel de 0.75% de calcio suplementado, fue el mínimo adecuado tanto con la dieta de pasta de ajonjolí, como para la de maíz y harina de sangre. Niveles superiores de calcio no fueron diferentes ($P < 0.05$) indicando en esta forma, que el hueso había alcanzado su adecuada mineralización a este nivel de calcio suplementado. Al tomar en cuenta los consumos totales de calcio y de fósforo con las dietas y al calcular la relación Ca/P, (Cuadro 5), se encontraron valores mayores ($P < 0.05$) a favor de las dietas a base de ajonjolí. La relación para el nivel de 0.75% de calcio, suplementado a la dieta a base de pasta de ajonjolí, fue 2.02 y para la de maíz y harina de sangre 1.36, debido principalmente al contenido de calcio de los ingredientes de las raciones. Al calcular el consumo de calcio y fósforo en forma inorgánica (Cuadro 6), se observó que la relación Ca/P, para el 0.75% de calcio suple-

mentado, era de 1.29 y 1.28, respectivamente, para las dietas.

Discusión

La diferencia del requerimiento de calcio inorgánico, suplementado a la dieta que incluye pasta de ajonjolí, en cuanto a ganancia en peso se refiere nos indica que, parte del calcio aportado por dicha pasta es aprovechado por los pollos para sufragar sus necesidades, en lo que respecta a este mineral, ya que tanto los niveles de fósforo inorgánico y de vitamina D₃ fueron semejantes en las dos dietas.

Vandepopuliere *et al* (1961) informaron ganancias significativas en peso, con relaciones 1:1 y 2:1 de Ca/P. En este experimento, la relación Ca/P mayor de uno ocurre desde el nivel de 0.75% de calcio suplementado en las dietas, al tomar en cuenta solamente el fósforo de origen inorgánico. Con los resultados presentados se concluye que, independientemente que las dietas sean o no adecuadas en calcio, tal como ocurre en las de pasta

Cuadro 5. Consumo total de calcio y fósforo y relación Ca/P^a en pollos de 1 a 3 semanas de edad.

D i e t a	Consumo de Calcio total en la dieta g	Consumo de Fosforo total en la dieta g	Reación Ca/P
1.— Base de pasta de ajonjolí	1.91	1.52	1.25
Como 1 + 0.25% de calcio	2.67	1.77	1.51
Como 1 + 0.50% de calcio	3.64	1.96	1.86
Como 1 + 0.75% de calcio	4.08	2.02	2.02
Como 1 + 1.00% de calcio	4.58	2.01	2.27
Como 1 + 1.25% de calcio	5.15	2.03	2.54
2.— Base de maíz y harina de sangre	0.06	0.66	0.09
Como 2 + 0.25% de calcio	0.32	0.70	0.46
Como 2 + 0.50% de calcio	0.63	0.77	0.82
Como 2 + 0.75% de calcio	1.03	0.76	1.36
Como 2 + 1.00% de calcio	1.22	0.79	1.54
Como 2 + 1.25% de calcio	1.63	0.85	1.92

a Calculado en relación al consumo de alimento.

Cuadro 6. Consumo de calcio y fósforo de origen inorgánico y relación Ca/P^a en pollos de 1 a 3 semanas de edad.

D i e t a	Consumo de calcio inorgánico g	Consumo de fósforo inorgánico g	Relación Ca/P
1. — Base con pasta de ajonjolí	0	0.89	—
Como 1 + 0.25% de calcio	0.45	1.05	0.43
Como 1 + 0.50% de calcio	1.00	1.16	0.86
Como 1 + 0.75% de calcio	1.54	1.19	1.29
Como 1 + 1.00% de calcio	2.05	1.19	1.72
Como 1 + 1.25% de calcio	2.60	1.20	2.17
2. — Base de maíz y harina de sangre	0	0.56	—
Como 2 + 0.25% de calcio	0.26	0.59	0.44,
Como 2 + 0.50% de calcio	0.56	0.65	0.86
Como 2 + 0.75% de calcio	0.83	0.65	1.28
Como 2 + 1.00% de calcio	1.15	0.67	1.72
Como 2 + 1.25% de calcio	1.55	0.77	2.01

a Calculado de acuerdo con la parte proporcional de mezcla mineral que consumen en el alimento.

de ajonjolí y las de maíz y harina de sangre, se obtiene una buena mineralización del hueso, cuando la relación entre calcio y fós-

foro inorgánico (Ca/P_i) es superior a uno. Por lo que, para obtener un buen crecimiento, es necesario suplementar 0.5% de calcio a la

ración, no así, para producir una buena mineralización del hueso, ya que en este último caso, la suplementación debe ser de 0.75%. La disponibilidad del calcio proveniente de la pasta de ajonjolí, se determinó al usar la dieta con 0.75% de calcio suplementado, resultando ser 20% disponible, tomando como referencia el 1% de calcio recomendado por el National Research Council (1960) para pollos en iniciación. Los cálculos seguidos para determinar la disponibilidad del calcio proveniente de la pasta de ajonjolí, fueron los siguientes:

$$\frac{Xa + Yb}{100} = 1 \quad a = \frac{100 - Yb}{X}$$

en donde $a = 20\%$ de disponibilidad.

X = Calcio proporcionado por la dieta

a = Disponibilidad del calcio

Y = Calcio suplementado a la dieta con el que se obtuvo la máxima mineralización del hueso

b = Disponibilidad del calcio suplementado, el que es 100% disponible

Si se toma como criterio ganancia en peso (*National Research Council*, 1960) encontramos que el calcio proveniente de la pasta de ajonjolí es 40% aprovechable para producir un buen crecimiento, ya que es suficiente la adición, de 0.5% de calcio.

Resumen

Con el objeto de determinar el requerimiento de calcio en pollos de una a tres semanas de edad, se emplearon dos tratamientos: uno a base de pasta de ajonjolí, con un contenido en calcio de 1.23% y 19.7% de proteína y otro a base de maíz y harina de sangre conteniendo 0.06% de calcio y 19.3% de proteína. Cada tratamiento incluyó 6 niveles de calcio inorgánico suplementado de: 0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 y 1.25%. Se registraron las ganancias en peso, consumo de alimento y ganancia entre consumo. El nivel de 0.50%

resultó ser el adecuado para el primer tratamiento y el de 0.75% para el segundo, en base al peso de los pollos. Al estimar la mineralización del hueso, el nivel de calcio suplementado fue de 0.75% para los dos tratamientos. Se calculó la disponibilidad del calcio proveniente de la pasta de ajonjolí, que resultó ser 20% aprovechable por los pollos en base a mineralización, al tomar como referencia el valor de 1% de calcio en la dieta, informado como requerimiento para pollos en iniciación por el National Research Council (1960).

Literatura citada

Association of Official Agricultural Chemists, 1955, *Official Methods of Analysis*, 8th., ed., Washington, D. C., U.S.A.

EDWARDS, H. M., JR., W. S. DUNAHOO, S. L. CARMON and H. L. FULLER, 1960, Effect of protein, energy and fat content of the ration on calcium utilization, *Poultry Sci.*, **39**: 1389-1394.

EDWARDS, H. M., JR., J. E. MARION, H. L. FULLER and J. C. DREJGERS, 1963, Studies on calcium requirements for broilers, *Poultry Sci.*, **42**:699-703.

National Research Council, 1960, *Nutrient requirement of poultry*, National Research Council Publication, Washington, D. C., U.S.A.

MURILLO S. BEATRIZ, CARMEN M. DE FLORES y A. A. AGUILERA, 1964, Importancia del calcio presente en la dieta sobre la relación Ca/P de las tibias de los pollos en iniciación, *Téc. Pec. en Méx.*, 3:37-39.

SIMCO, T. F., E. L. STEPHENSON, 1961, Re-evaluation of the calcium-phosphorus requirements of the chick, *Poultry Sci.*, **40**: 1188-1192.

VANDEPOPULIERE, J. M., C. B. AMMERMAN and R. H. HARMS, 1961, The relationship of calcium-phosphorus ratios to the utilization of plant and inorganic phosphorus by the chick, *Poultry Sci.*, **40**:951-957.

DETERMINACION DEL REQUERIMIENTO Y LA DISPONIBILIDAD DEL CALCIO PARA POLLOS EN INICIACION CON EL EMPLEO DE DIETAS SEMIPURIFICADAS A BASE DE PASTA DE AJONJOLÍ O MAÍZ Y HARINA DE SANGRE

Se determinó el requerimiento de calcio en pollos de 1 a 3 semanas de edad, empleando diferentes niveles de calcio en dos distintas raciones, una a base de pasta de ajonjolí y la otra a base de maíz y harina de sangre. Se registraron las ganancias en peso, consumo de alimento y ganancia entre consumo. El nivel de 0.50% resultó ser el adecuado para el primer tratamiento y el de 0.75% para el segundo, en base al peso de los pollos. Al estimar la mineralización del hueso, el nivel de calcio suplementado fue de 0.75% para los dos tratamientos. Se calculó la disponibilidad del calcio proveniente de la pasta de ajonjolí, que resultó ser 20% aprovechable por los pollos en base a mineralización, al tomar como referencia el valor de 1% de calcio en la dieta, informado como requerimiento para pollos en iniciación por el National Research Council (1960).

BEATRIZ MURILLO y AUGUSTO AGUILERA, Departamento de Avicultura del Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias, campo experimental "El Horno", Chapingo, Edo. de Méx.

Téc. Pec. en México, 8:46-51 (1966)

DETERMINATION DE LA NECESSITE ET DE L'UTILITE DE CALCIIUM POUR DES POULETS A L'ENGRAIS PAR L'EMPLOI DE DIETES SEMIPURIFIEES A BASE DE PATE DE SESAME OU DE MAIS ET FARINE DE SANG

On détermine la nécessité du calcium à des poulets de 1 à 3 semaines d'âge, en employant différentes quantités de calcium dans deux rations différentes, l'une à base de pâte de sésame et l'autre à base de maïs et de farine de sang. On enregistre des gains de poids, de consommation d'aliments et un gain entre la consommation. Le taux de 0.50% résultait être adéquat pour le premier traitement, et de 0.75% pour le second, en prenant pour base le poids des poulets. A l'estimation de la minéralisation de l'os, le taux de calcium augmenté fut de 0.75% pour les deux traitements. On calcula la disponibilité du calcium provenant de la pâte de sésame, laquelle se révéla être de 20% profitable pour les poulets en état de déminéralisation, en prenant comme référence la valeur de 1% de calcium dans le régime, ce qui est en rapport avec la quantité requise pour les poulets à l'engrais par le National Research Council (1960).

BEATRIZ MURILLO y AUGUSTO AGUILERA, Departamento de Avicultura del Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias, campo experimental "El Horno", Chapingo, Edo. de Méx.

Téc. Pec. en México, 8:46-51 (1966)

DETERMINATION OF THE REQUIREMENT AND AVAILABILITY OF CALCIUM FOR BABY CHICKS USING SEMI-PURIFIED DIETS BASED ON SESAME MEAL OR CORN AND BLOOD MEALS

The calcium requirement was determined for baby chicks 1 to 3 weeks of age using different levels of calcium in two distinct rations, one based on sesame meal and the other on corn and blood meal. Gain in weight, feed consumption and feed efficiency was recorded.

The adequate levels for the first and second treatments was 0.50% and 0.75% respectively, with respect to the weight of the chicks. The level of supplemented calcium was 0.75% for both treatments when the mineralization of bone was estimated. The availability of calcium from sesame meal was estimated to be 20% based on bone mineralization, using as a reference 1% calcium in the diet, recommended by the National Research Council (1960).

BEATRIZ MURILLO y AUGUSTO AGUILERA, Departamento de Avicultura del Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias, campo experimental "El Horno", Chapingo, Edo. de Méx.

Téc. Pec. en México, 8:46-51 (1966)

BESTIMMUNG DES KALZIUMBEDARFS UND DER VERFUEGBARKEIT DES ELEMENTS FUER KUEKEN BEI VERWENDUNG VON HALBPURIFIZIERTEN AUF SESAM-SCHROT ODER MAIS UND BLUTMEHL BASIERTEN RATIONEN

Man bestimmte den Kalziumbedarf von Hühnerkueken im Alter von 1 bis 3 Wochen, unter Verwendung von verschiedenen Kalziumniveaus in zwei verschiedenen Rationen, von denen eine auf Sesamschrot und die andere auf Mais und Blutmehl basiert war. Man stellte die Gewichtszunahmen, den Futterkonsum und den erzielten Gewinn durch Konsum fest. Das Niveau von 0.50% war das angebrachte fuer die erste Ration und das von 0.75% fuer die zweite, in Bezug auf das Gewicht der Kueken. Bei Bestimmung der Knochenmineralisierung war das supplementierte Kalziumniveau 0.75% fuer beide Rationen. Man berechnete das von dem Sesamschrot stammende verfuegbare Kalzium, welches sich in Bezug auf Mineralisierung fuer Kueken auf 20% belief unter Bezugnahme auf den Wert von 1% in der Diet, welcher von dem National Research Council (1960) als Bedarf fuer Kueken bekanntgegeben worden war.

BEATRIZ MURILLO y AUGUSTO AGUILERA, Departamento de Avicultura del Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias, campo experimental "El Horno", Chapingo, Edo. de Méx.

Téc. Pec. en México, 8:46-51 (1966)