

Requerimiento de calcio del guajolote joven y cálculo de la disponibilidad del calcio proveniente de la pasta de ajonjolí

AUGUSTO AGUILERA A. y BEATRIZ MURILLO S.

Departamento de Avicultura

Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias, S.A.G.

(Recibido para publicación el 23 de enero de 1965)

La pasta de ajonjolí es un subproducto que se obtiene de la extracción del aceite de semilla de ajonjolí. En México, la producción anual de esta pasta se estima en 80,365 toneladas para el ciclo que termina en julio de 1965. ¹ La pasta se emplea en la alimentación de los animales, especialmente para las aves y cerdos. En las raciones para pollos, gallinas y guajolotes la cantidad comúnmente incluida fluctúa entre un 10 y un 20% de la dieta.

En comparación con otras pastas, la de ajonjolí presenta la particularidad de tener una cantidad relativamente alta de calcio. De acuerdo con los análisis de calcio efectuados en varias pastas por el CNIP (1963-1964), la de ajonjolí tenía 2.73% en comparación con la de cacahuete, 0.22%; la de coco, 0.56%, y la de soya, 0.29%. Por lo anterior, resultaba pertinente explorar el valor alimenticio de la pasta de ajonjolí como fuente de calcio, y así, en este trabajo se determinó el requerimiento de calcio del guajolote joven con una dieta en la que la mayor proporción del calcio provino de la pasta de ajonjolí. Además, se calculó el grado de disponibili-

dad o aprovechamiento, por el guajolote, del calcio presente en la pasta de ajonjolí.

Materiales y métodos

Para determinar el requerimiento de calcio del guajolote joven, se formuló una dieta sintética que contenía, como principales ingredientes, pasta de ajonjolí, almidón de maíz, aceite de ajonjolí, y una mezcla de vitaminas y minerales que sufragaba las necesidades del guajolote en aminoácidos, energía, vitaminas y minerales, con la excepción del calcio. La dieta base se presenta en el Cuadro 1. Esta dieta por cálculo contenía un total de 2.17% de calcio del cual 1.75% provenía de la pasta de ajonjolí y 0.42% lo aportaba el $\text{CaHP0}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. El calcio de la pasta de ajonjolí se determinó por el método oficial descrito por el AOAC (1955). Las dietas experimentales fueron 8: la primera (Cuadro 1), no contenía suplementación de calcio, y las 7 restantes contenían incrementos progresivos de 0.8% de CaCO_3 .

Para el experimento se usaron guajolotes bronceados sin sexar, de 9 días de edad. Desde recién nacidos hasta el octavo día, los guajolotes se alimentaron con una dieta balanceada que contenía ingredientes comúnmente empleados, y se alojaron en criadoras eléctricas de batería. Al finalizar el octavo día, los guajolotes fueron sometidos a un ayuno de agua y alimento por aproximadamente 16 horas, y después se pesaron hasta la aproxi-

La cantidad de pasta de ajonjolí producida en México se calculó a partir de la composición química de la pasta de ajonjolí y del dato de que 75,000 toneladas de aceite de ajonjolí se obtendrán en el ciclo 64-65, que termina en julio de 1965. Datos de la Asociación Nacional de Industriales de Aceite y Manteca Comestible A. C., México, D. F.

Cuadro 1. Dieta base empleada en la determinación del requerimiento de calcio de los guajolotes

Ingredientes	%
Pasta de ajonjolí ⁸	62.64
Almidón de maíz	29.805
Aceite de ajonjolí	1.00
L-lisina HCl	0.93
Mezcla de minerales ^b	5.195
Cloruro de colina, 70%	0.43
Mezcla de vitaminas ^c (2 g/kg)	+
Acetato de alfa-tocoferil (20 mg/kg)	+
Penicilina (11 mg/kg)	+
	100.000

- a) La pasta de ajonjolí contenía por análisis en el laboratorio: 44.7% de proteína y 2.80% de calcio. El contenido de proteína en la dieta fue de 28% y 2.17% de calcio. La pasta de ajonjolí aportó a la dieta 1.75% de calcio.
- b) La mezcla mineral proporcionó: 0.42% de calcio proveniente del $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ y 0.8% de fósforo proveniente de $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ y KH_2PO_4 . La composición de la mezcla de minerales como porcentaje de la dieta es: KH_2PO_4 , 2.09; $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 1.80; NaCl, 0.80; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.424; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.03; $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0.037; ZnCO_3 , 0.010; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0.002; KI, 0.001.
- c) Aguilera, 1963.

mación de un gramo. Los animales se, distribuyeron en 24 lotes experimentales distribuidos al azar en los pisos de las criadoras eléctricas de baterías. Cada lote contenía un total de 7 guajolotes con un peso promedio similar al de los demás lotes. Se sortearon 3 lotes para cada tratamiento. El alimento y el agua se proporcionó *ad libitum*. Cada semana, de las dos de duración del experimento, se registró tanto el peso individual de los guajolotes como el consumo de alimento por lote. Dieciséis horas antes de finalizar el experimento, los animales se sometieron a un ayuno de agua y alimento, y terminado éste se pesaron individualmente calculándose la ganancia en peso obtenida de los 9 a los 23 días de edad.

Resultados

Las dietas empleadas, el contenido total de calcio de ellas y los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 2. Todas las dietas que contenían suplementación de CaCO_3 produjeron mejores ganancias de peso de los guajolotes ($p < 0.05$) que la dieta base sin suplementación de CaCO_3 . Así también, el consumo de alimento y la relación ganancia de peso/consumo de alimento, fue mayor para las dietas suplementarias con CaCO_3 . El

Cuadro 2. Efecto de la suplementación de carbonato de calcio (U.S.P.) en la ganancia de peso, consumo de alimento y ganancia/consumo, de guajolotes alimentados con dietas a base de pasta de ajonjolí. Datos promedio por guajolote de los 9 a los 23 días de edad

Tratamiento ^a	Calcio total en la dieta, %	Ganancia de peso promedio, g	Consumo de alimento promedio, g	Ganancia consumo
1. — Dieta base ^b	2.17	128.1	287	0.44
2. — Como 1 + 0.87% CaCO_3	2.49	183.4	338	0.53
3. — Como 1 + 1.6% CaCO_3	2.81	178.0	335	0.53
4. — Como 1 + 2.4% CaCO_3	3.13	202.5	353	0.57
5. — Como 1 + 3.2% CaCO_3	3.45	182.3	327	0.56
6. — Como 1 + 4.0% CaCO_3	3.77	185.8	333	0.56
7. — Como 1 + 4.8% CaCO_3	4.09	186.2	336	0.55
8. — Como 1 + 5.6% CaCO_3	4.41	195.7	350	0.56

- a) Cada tratamiento se suministró a 3 lotes de 7 guajolotes bronceados sin sexar, con un peso promedio inicial de 79 g.
- b) La dieta base contenida por cálculo da un total de 2.17% de calcio; 1.75% de calcio proveniente de la pasta de ajonjolí y 0.42% de calcio de $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

análisis estadístico no indicó diferencia significativa entre la ganancia producida con el nivel de 0.8% y la ganancia promedio obtenida con los 6 tratamientos anteriormente mencionados. La ganancia de 183.4 g obtenida con el nivel de 0.8% de CaCO_3 fue similar al promedio de las ganancias producidas por los 6 últimos niveles (188.4 g). Con base a esta información, se procedió a determinar el requerimiento de calcio del guajolote, por medio de la ecuación de regresión de los valores de ganancia de peso con los dos primeros niveles de suplementación de CaCO_3 (0 y 0.8%) y la ecuación que utilizaba los datos de los niveles comprendidos entre el 0.8 y 5.6% de CaCO_3 inclusive. La ecuación obtenida para el primer caso fue: $Y = 128.1 + 69.1 X$, y para el segundo: $Y = 182.5 + 1.6 X$. En la que (Y) representa la ganancia de peso del guajolote, en gramos, y (X) el porcentaje de CaCO_3 de suplementación a la dieta. El nivel mínimo requerido de CaCO_3 para producir máxima ganancia se determinó calculando la intersección de las dos líneas de regresión anteriores y resolviendo el sistema de 2 ecuaciones para (X). El valor obtenido para (X) fue de 0.806% de CaCO_3 . Considerando que el CaCO_3 (U.S.P.) contenía 40.0% de calcio, la cantidad aportada de calcio por el CaCO_3 fue de 0.32%. Esta última cantidad representa la cantidad mínima de calcio necesaria para suplementar a la dieta base y producir máxima ganancia. Cuando el 0.32% de calcio obtenido anteriormente se suma a lo que lleva la dieta base en calcio, 2.17% (Cuadro 1), nos da un total de 2.49% de calcio en la dieta, valor que se considera como el requerimiento mínimo de calcio para el guajolote de los 9 a los 23 días de edad. Si el requerimiento de 2% de calcio para el guajolote de la 0-8 semanas de edad informado por el NRC (1960), se compara con nuestro valor de 2.49%, la discrepancia de valores puede ser explicada en base a una diferencia en el aprovechamiento del calcio proveniente de la pasta de ajonjolí. Para calcular el aprovechamiento del calcio de la pasta de ajonjolí se consideró lo siguiente: 1) que el requerimiento de calcio por los guajolotes es de 2.0%, NRC (1960), y 2) que la utilización del calcio proveniente del $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ y del CaCO_3 es 100% aprovechable. Con estas dos condi-

ciones se calculó el aprovechamiento del calcio de la pasta de ajonjolí por medio de la siguiente ecuación: $1.75 X + 0.741 X \cdot 100 = 2.0$, en la que (X) es el porcentaje de disponibilidad del calcio de la pasta de ajonjolí; 1.75 es el porcentaje de calcio que aportaba la pasta de ajonjolí en la dieta (Cuadro 1), y 0.741 la cantidad de calcio proveniente de las fuentes inorgánicas obtenidas al sumar 0.42% de calcio aportado por el $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ y 0.32 la cantidad de calcio del CaCO_3 , necesaria para producir máxima ganancia en los guajolotes. Cuando se despejó (X) de la ecuación, se obtuvo que la disponibilidad del calcio fue de 72.0%.

Discusión

En el presente experimento los guajolotes necesitaron un total de 2.49% de calcio en su dieta, para obtener máxima ganancia de peso. Esta cantidad se considera como el requerimiento mínimo de calcio para los guajolotes con la dieta de pasta de ajonjolí. Es importante destacar que una buena parte del requerimiento de calcio pudo ser sufragado por la pasta de ajonjolí, puesto que la dieta base contenía 1.75% de calcio proveniente de dicha pasta (Cuadro 1). Cuando se compara el requerimiento de calcio de 2.0% para guajolotes de la 0-8 semanas de edad, informado por el NRC (1960), con el requerimiento de 2.49% obtenido por nosotros, resulta una diferencia de 20%; esta discrepancia puede ser explicada, en parte, como una reducción en la utilización del calcio de la pasta de ajonjolí. Hay varios factores que influyen en la utilización del calcio por las aves, entre ellos la presencia de cantidades adecuadas de fósforo y vitamina D_3 , son indispensables para una buena utilización del calcio. Sin embargo, lo anterior no aplica al experimento ya que la dieta contenía 0.8% de fósforo inorgánico y 2,000 UIP de vitamina D_3 por kg de alimento, cantidades mayores a las recomendadas por el NRC (1960). La presencia de sustancias que interfieren en la utilización del calcio ha sido mencionada también en la literatura. Por ejemplo, Hill y Tyler (1954), han indicado que numerosas sustancias, como fitatos y oxiácidos, forman complejos en los que el calcio no se ioniza y algunos de éstos no pueden ser absorbidos como tales por el animal. Este hecho

puede explicar el mayor requerimiento obtenido por nosotros en comparación con el del NRC (1960). No obstante que desconocemos el contenido de estas substancias en la pasta de ajonjolí, se sabe que el calcio de los vegetales se encuentra en tales formas. Cualquiera que sea la explicación de la menor utilización del calcio de la pasta de ajonjolí, nuestro cálculo indicó que la disponibilidad del calcio de la pasta de ajonjolí fue de 72.0%. Este valor tiene importancia práctica, pues representa la diferencia que hay entre el valor que da el análisis químico y lo que el animal realmente aprovecha. Recientemente, Sullivan y Kingan (1963) han recopilado informes en la literatura, que sugieren que el requerimiento de calcio para los guajolotes de las 0-8 semanas de edad sea menor a lo informado por el NRC (1960), y así han sugerido que el requerimiento de calcio esté comprendido entre 0.8 y 1.2% de la dieta. Si estos valores se aproximan más al verdadero requerimiento del guajolote, que lo informado por el NRC (1960), se reducirá el dato de disponibilidad del calcio de la pasta de ajonjolí. Es pertinente aclarar, que cualquiera que sea el requerimiento verdadero del calcio del guajolote, éste puede ser incluido en la fórmula presentada y recalcularse la disponibilidad del calcio de la pasta de ajonjolí. Lo que sí es independiente del requerimiento de calcio informado por el NRC (1960), o por Sullivan y Kingan (1963), es que el requerimiento de los guajolotes que consumen una alta cantidad de pasta de ajonjolí en su dieta, es superior a lo informado en la literatura.

Resumen

Se llevó al cabo un experimento con guajolotes bronceados sin sexar, de los 9 a los 23 días de edad, para determinar el requerimiento de calcio. La dieta base empleada fue de tipo sintético con pasta de ajonjolí, almidón de maíz, aceite de ajonjolí, vitaminas y minerales. El requerimiento de calcio

se determinó por medio de la respuesta de ganancia en peso de los guajolotes, mediante la suplementación de niveles graduados de CaCO_3 (U.S.P.). La pasta de ajonjolí proporcionó 1.75% de calcio, el $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ de la mezcla mineral 0.42% de calcio y el carbonato de calcio al nivel de 0.8%, proporcionó 0.32% de calcio. El requerimiento de calcio para los guajolotes resultó ser de 2.49% de la dieta. Se calculó, además, la disponibilidad del calcio proveniente de la pasta de ajonjolí, para el guajolote, que resultó ser de 72.0% de calcio disponible por el guajolote. Este valor tiene importancia práctica, pues representa la diferencia que existe entre la cantidad de calcio determinada, química y biológicamente.

Literatura citada

- AGUILERA A., A., 1963. Efecto de la suplementación del primer aminoácido limitante, en raciones con pasta de ajonjolí para pavos de poca edad. *Téc. Pec. en México*. No. 2: 13-15.
- Association of Official Agricultural Chemists, 1955. *Official Methods of Analysis*. 8th Edition. Washington, D. C.
- Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias. S.A.G., 1963-1964. *Informe Anual. Avicultura*, pp. 57-66.
- HILL, R. y C. TYLER, 1954. The effect of decreasing acidity on the solubility of calcium, magnesium and phosphorus in brand and certain pure salt solutions. *J. Agr. Sci.* 44:311-323.
- N.R.C., 1960. *Nutrient requirements of poultry*. National Research Council Publication. Washington, D. C.
- SULLIVAN, T. W. y J. R. KINGAN, 1963. Studies on the requirements -and interaction of phosphorus, calcium; phosphorus ratio and vitamin D_3 in turkeys to 6 weeks of age. *Poultry Sci.* 42:1335-1342.

**REQUERIMIENTO DE CALCIO DEL
GUAJOLOTE JOVEN Y CALCULO DE LA
DISPONIBILIDAD DEL CALCIO
PROVENIENTE DE LA PASTA DE
AJONJOLÍ**

Con una dieta sintética, a base de pasta de ajonjolí, a la que se añadieron niveles graduados de carbonato de calcio, se determinó el requerimiento de calcio del guajolote joven. Un total de 2.49% de calcio en la dieta fue el nivel requerido para producir máxima ganancia de peso del guajolote de los 9 a los 23 días de edad. La utilización del calcio de la pasta de ajonjolí para el guajolote fue de 72:0%.

A. AGUILERA A. y B. MURILLO, Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias, S.A.G., México, D. F.

Téc. Pec. en México, 5:11-14 (1965)

**THE CALCIUM REQUIREMENT OF
POULTS AND CALCULATION OF THE
CALCIUM AVAILABLE FROM SESAME
OIL MEAL**

Poult calcium requirement was determined with a synthetic diet utilizing sesame oil meal to which gradual levels of calcium carbonate (USP) were added. A requirement of 2.49% of calcium was the level indicated to produce a maximum gain in weight of the poult from 9 to 23 days of age. The utilization of calcium from the sesame of meal for poult was 72.0 percent.

A. AGUILERA A. y B. MURILLO, Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias, S.A.G., México, D. F.

Téc. Pec. en México, 5:11-14 (1965)

**NÉCESSITÉ DU CALCIIUM POUR LE
DINDONNEAU ET CALCUL DE
LA PROPORTION DE CALCIIUM
DANS LA PATE DE SESAME**

Avec un régime synthétique à base de pâte de sésame, à laquelle on ajouta du carbone de calcium en niveaux gradués on determina les be-soins de calcium chez les jeunes dindonneaux.

Un total de 2.49% de calcium inclus dans le régime fut le niveau normal pour obtenir un gain maximum de poids chez les dindonneaux ages de 9 á 23 jours. L'utilisation du calcium dans la pâte de sésame pour les dindonneaux fut de 72.0%.

A. AGUILERA A. y B. MURILLO, Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias, S.A.G., México, D. F.

Téc. Pec. en México, 5:11-14 (1965)

**KALZIUMBEDARF JUNGER TRUTHUEHNER
UND FESTSTELLUNG DER DEM
SESAMEXTRAKTIONSSCHROT
ENTSTAMMENDEN VERFUEGBAREN
KALZIUMMENGE**

Unter Verwendung einer auf Sesamextraktions-schrot aufgebauten synthetischen Diet, welcher, Kalziumkarbonat in graduierten Quantitaeten beigefuegt wurde, wurde der Kalziumbedarf junger Truthuehner festgestellt. Ein Gesamt von 2.49% Kalzium in der Diet war das Quantum, welches Maximalgewichtszunahmen der jungen Truthuehner zwischen 9 und 23 Tagen Alter ermoeglichte. Von dem dem Sesamextraktionsschrot entstammen-den Kaizium wurden 72.0% verwendet.

A. AGUILERA A. y B. MUEILLO, Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias, S.A.G., México, D. F.

Téc. Pec. en México, 5:11-14 (1965)