

203

24

DISPONIBILIDAD BIOLÓGICA DEL CASCARÓN DE HUEVO COMO
FUENTE DE CALCIO EN POLLOS EN CRECIMIENTO

Tesis presentada ante la
División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
de la Universidad Nacional Autónoma de México
para la obtención del título de
Médico Veterinario y Zootecnista

por

Gabriela Saldaña Quezada

Asesores:

Q.F.B. MSc Irma Tejada de Hernández

M.V.Z. MSc PhD José A. Cuarón

México, D.F.

1990

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
OBJETIVOS.....	11
MATERIAL Y METODOS.....	12
RESULTADOS Y DISCUSION.....	18
CONCLUSIONES.....	23
LITERATURA CITADA.....	24
APENDICE.....	26

DISPONIBILIDAD BIOLÓGICA DEL CASCARÓN DE HUEVO COMO FUENTE DE CALCIO EN POLLOS EN CRECIMIENTO

Saldaña Quezada Gabriela (bajo la dirección de QFB MSc Irma Tejada de Hernández y el MVZ MSc PhD José A. Cuarón).

R E S U M E N

Con un total de 288 pollos de engorda de una línea comercial, (Hubbar) de un día de edad, se realizó un estudio en las instalaciones del CENID-Microbiología a situado en el km 15.5 de la carretera México-Toluca, con la finalidad de conocer lo efectos de la inclusión de cascarón de huevo y ácido fosfórico a diferentes niveles en el comportamiento productivo del pollo.

Se realizarón dos experimentos, en ambos los animales fueron alojados en criadoras de batería durante un período de 4 semanas, distribuyéndose bajo un diseño completamente al azar; en el primero se utilizó un arreglo factorial 4x4 con cuatro repeticiones de cuatro pollos por repetición, en el segundo experimento se utilizó un factorial 3x4 con tres repeticiones de cuatro pollos por repetición.

En el experimento 1 se utilizó una dieta sorgo-soya con 22% de proteína cruda; 3200 kcal/kg de energía metabolizable; 0.27% de metionina. Como fuente de calcio y fósforo se sustituyeron dos ingredientes más comúnmente utilizados, que son carbonato de calcio y fosfato de potasio monobásico por cascarón de huevo calcinado y ácido fosfórico. Estos fueron incluidos en la primera parte a tres niveles diferentes (30, 60 y 90%). En el segundo trabajo se utilizó cascarón de huevo deshidratado (CHD) y cascarón de huevo incinerado (CHI) sustituyendo a carbonato de calcio ligero (calcita) y carbonato de calcio pesada (aragonita) respectivamente, se incluyó el cascarón solo en 2 niveles (60 y 90%) basándonos en los requerimientos de calcio y fósforo establecidos por el N.R.C. (10) para pollos en crecimiento.

Los criterios de respuesta analizados para la primera parte fueron: Consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y porcentaje de cenizas en tibias.

El análisis estadístico de los resultados obtenidos a las cuatro semanas no detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos en la ganancia de peso ni en la conversión alimenticia. Los pollos de la dieta con 0% de cal

ció murieron durante la prueba. En consumo de alimento se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos observándose los valores más bajos al 30 y 60% del calcio; 0% de fósforo y Ca:P 30-30% del requerimiento.

Para el segundo experimento, las variables analizadas fueron ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, cenizas en tibias en base seca y de segrada, coeficiente de digestibilidad del calcio y % de calcio en tibias.

En ganancia de peso se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) mostrando los valores más altos el CHD al 60 y al 90% del requerimiento. No se detectaron diferencias entre el cascarón incinerado y las dos formas de carbonato al 90%. Al 60% del requerimiento no se detectaron diferencias entre los tratamientos con calcita y aragonita donde también se observaron los valores más bajos. El consumo diario de alimento, mostró diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$) observándose con CHD los valores más altos a los dos niveles de calcio, no se detectaron diferencias entre CHI y los carbonatos. En conversión alimenticia se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, observándose los mejores valores con el CHD al 60% y CHI al 90%. Las cenizas en tibias mostraron diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$) mostrando los valores más altos aragonita y calcita al 60 y 90% del requerimiento, respectivamente. El coeficiente de digestibilidad mostró diferencias significativas entre tratamientos observándose los valores más altos con CHD y aragonita al 60 y 90% del requerimiento. En el porcentaje de calcio en tibias se observaron diferencias significativas entre tratamientos, mostrándose los valores más altos con CHD y CHI a 90% del requerimiento. Las diferencias observadas en cenizas en tibias y el coeficiente de digestibilidad del calcio entre los dos carbonatos sugiere que la forma de cristalización entre la calcita y la aragonita afecta no solo su densidad y solubilidad sino también su disponibilidad para el pollo.

DISPONIBILIDAD BIOLÓGICA DEL CASCARÓN DE HUEVO COMO FUENTE DE CALCIO EN POLLOS EN CRECIMIENTO

INTRODUCCION

El contenido mineral, inorgánico o cenizas del cuerpo está representado por el material que queda después de que se incinera el organismo. Estudios actuales indican que los siguientes elementos minerales son requeridos por el cuerpo para los procesos metabólicos normales y deben estar presentes en los alimentos: calcio, fósforo, sodio, potasio, cloro, magnesio, azufre, hierro, iodo, manganeso, cobre, zinc y cobalto, los 5 ó 6 últimos se denominan oligoelementos, debido a que se precisan en pequeñas cantidades.

Los minerales no aportan energía al organismo, aunque ejercen papeles importantes en el metabolismo y nutrición. El calcio y el fósforo son necesarios para la formación de huesos y dientes. Otros minerales, especialmente el sodio, potasio y cloro, están relacionados con el mantenimiento y regulación de la presión osmótica y otras propiedades fisicoquímicas de los líquidos y jugos orgánicos. Algunos otros minerales como el potasio, calcio y sodio son necesarios para la irritabilidad y ritmicidad del corazón y músculo liso, la irritabilidad del músculo esquelético y tejido nervioso, algunos otros constituyen parte integral en sistemas enzimáticos.

Tal es el caso del calcio y el fósforo, estos 2 minerales están estrechamente relacionados con el metabolismo y nutrición y pueden discutirse conjuntamente. Constituyen la mayor parte de la materia del cuerpo y se encuentran en grandes cantidades en los huesos, donde están en forma de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ y CaCO_3 . Estudios con rayos X, Roentgen y otros estudios físicos de la estructura del hueso indican que esta combinación pertenece a la serie mineralógica de las apatitas.

Los animales en crecimiento, gestación o lactantes necesitan grandes cantidades de calcio y fósforo en sus dietas. Para una nutrición adecuada es necesario que estos elementos estén presentes en los alimentos en cantidades adecuadas, y en algunas especies es necesario deseable que estén en cierta relación el uno con el otro. Cuando la ingesta de uno, es demasiado alta o demasiado baja, se interfiere con ello la absorción intestinal del otro. En nutrición práctica se recomienda usualmente una relación calcio y fósforo en las dietas de 1:1 a 2:1. (5)

El metabolismo del calcio y fósforo y el de la vitamina D están estrechamente relacionados. Cuando estas relaciones no son normales tiende a desarrollarse raquitismo debido a una falta de fijación de fosfato tricálcico en los huesos en cantidades apropiadas. Cuando es adecuado el aporte de vitamina D, relaciones Ca:P menos favorables no causan alteraciones. Cuando la relación es desfavorable y la vitamina D está presente en cantidades inadecuadas, se producirá una calcificación ósea deficiente y raquitismo, incluso cuando el aporte de calcio y fósforo sea muy grande. Aparentemente no se requieren en la dieta de los bovinos una rígida relación Ca:P (3). La posible razón, es una diferencia específica en el metabolismo del calcio y fósforo.

Las principales funciones conocidas del calcio son las siguientes:

- 1. Es de importancia general en formación de huesos y dientes.
- 2. Está presente en todas las células y es necesario de alguna forma para su funcionamiento.
- 3. Debido a que el calcio se excreta principalmente por el intestino tiene un significado especial en la regulación del organismo.

Las funciones conocidas de los fosfatos pueden resumirse como sigue:

- 1. Con el calcio son de gran importancia en la formación de huesos y dientes.
- 2. Son necesarios para el mantenimiento de una concentración normal de calcio en sangre.
- 3. Ejerce una misión necesaria en el metabolismo de carbohidratos y proteínas y la transferencia de energía en la actividad celular.
- 4. Está relacionado con el mantenimiento del pH sanguíneo. (5)

Se requieren cantidades mínimas precisas para equilibrar las pérdidas corporales que se están produciendo constantemente, de modo que un consumo inferior al normal de dichos minerales pueden provocar síntomas de deficiencia, ya sea de manera directa o mediante la alteración del metabolismo de otro mineral.

Generalmente existe un margen bastante amplio entre las cantidades óptimas y los niveles que determinan la aparición de síntomas claramente identificables como deficiencias. Estos últimos, suelen ser suficientemente intensos, y responden tan espectacularmente a una suplementación mineral específica, que se ha avanzado mucho en la determinación de sus causas; en su modus operandi y en la consecución de un procedimiento conveniente y económico para paliarlos o prevenirlos.

Las deficiencias intensas, pueden tener unas consecuencias económicas graves y el descenso de la productividad animal puede ser notable, por lo que, se deben aplicar medidas preventivas. Sin embargo, algunas veces la deficiencia no es suficientemente intensa para determinar manifestaciones clínicas que reclamen atención. A pesar de ello, el conjunto de pérdidas experimentadas por todos los animales domésticos, que consumen cantidades inferiores a las óptimas; aun que no intensamente deficientes, pueden ser bastante mayores que las pérdidas totales provocadas por las deficiencia minerales claras.(19)

FORMACION DE HUESO

Los hechos que conducen a la formación de hueso, se producen en una secuencia definida e implican a un número de factores diferentes. En general, en los centros de calcificación, aparecen células especiales, los osteoblastos. Estas células sintetizan y después elaboran en los espacios intercelulares, los componentes orgánicos de la matriz ósea. Después de un período de tiempo, la matriz llega a ser calcificable, y las sales orgánicas, que provienen en último término del plasma, se depositan en forma de cristales de hidroxapatita. Obviamente, se requiere un aporte adecuado de todos los componentes, o sus precursores, para la formación ósea normal. Los dos requisitos para la osificación son, por tanto: a) el factor local, asociado con los osteoblastos y sus productos que permiten a la matriz el llegar a ser calcificable; b) el factor humoral, que se realciona con la disponibilidad del aporte de iones minerales para la calcificación. Si alguno de los dos factores, o ambos, el local y el humoral, están ausentes o son anormales, no se produce la osificación o se produce de forma anormal. Así, por ejemplo, en el raquitismo por deficiencia de vitamina D, parte del síndrome, se debe a una deficiencia en el factor humoral; o sea, las concentraciones de calcio y fosfato en los líquidos orgánicos no son suficientes; para que pueda efectuarse la osificación. La calcificación y otros hechos relacionados con ella, en la zona de calcificación provisional no tienen lugar, pero el cartílago preóseo continúa sintetizándose por los condroblastos; esto da lugar, al ensanchamiento característico de la meseta epifisaria, tal como se observa en el raquitismo.

En la deposición de las sales óseas, en la sustancia intersticial, se produce un cambio físico en el estado de los iones en solución a iones agregados en la

hidroxiapatita cristalina, insoluble. Los iones calcio, fosfato e hidroxilo, derivados del líquido extracelular, se combinan de algún modo para formar los núcleos cristalinos iniciales, sobre los que se depositan o agregan más iones. El cambio físico de estado, abarca, por tanto; dos procesos continuos; primero, formación de núcleos cristalinos, en el que se forman las primeras unidades cristalinas, y segundo, crecimiento de los cristales, mediante el cual augmenta el tamaño de los fragmentos iniciales. También puede producirse recristalización, en la cual, se forman cristales mayores a expensas de los más pequeños; esto implica la disolución de algunos de los cristales primarios, disolución, que va inmediatamente seguida por la redeposición de los iones constituyentes, sobre las superficies de los cristales más grandes.

Generalmente, la formación de precipitados y cristales, está gobernada por las concentraciones o actividades de los iones que precipitan. Cuando el producto de las concentraciones, excede un cierto valor; o sea, el producto de solubilidad, se formará un precipitado. En este punto, la solución está saturada en relación al mineral. Sin embargo, con algunas sales, el valor del producto de solubilidad puede excederse, sin que tenga lugar la precipitación; la solución está entonces supersaturada. Las soluciones supersaturadas, varían en estabilidad, desde las que precipitan por agitación mera del vaso, a las que requieren la adición de un cristal ya formado, para inducir la precipitación. Las que tienen una considerable estabilidad se denominan metaestables. Pueden hacerse en el laboratorio soluciones de fosfato cálcico, que estén supersaturadas, con relación a la hidroxiapatita y que sean estables durante semanas o meses; estas soluciones son, por tanto, metaestables. Cuando se adiciona un cristal de hidroxiapatita (u otra sustancia que pueda servir como centro de cristalización), puede formarse mineral insoluble nuevo. El colágeno, reconstituido procedente de los tendones, como la hidroxiapatita, puede inducir, la formación de cristales en soluciones metaestables de fosfato cálcico, mientras que la gelatina y la fibrina, no. Como ya se mencionó, el colágeno es de estructura cristalina y parece possen, los espaciamientos correctos de los agrupamientos sustituyentes; orientados para servir como centros de cristalización, similares a los de los propios cristales de la hidroxiapatita.(5)

COMPOSICION

Las células osteogénicas, sintetizan y liberan los componentes orgánicos de la matriz intercelular, que subsiguientemente calcifican y forman hueso. Los prin

principales componentes invariables del hueso son: a) el mineral del hueso; b) colágeno, una proteína fibrosa; c) sustancia fundamental amorfa, compuesta principalmente por glucosamino glucanos (sulfato de condroitina); con ácidos grasos, fosfolípidos y otras sustancias que están presentes; d) agua. En el adulto, el hueso contiene (en peso Húmedo) aproximadamente el 25% de agua, 45% de cenizas y 30% de sustancia orgánica. El calcio constituye un 37% del contenido de las cenizas y el fósforo un 18.5%. Sobre la base del peso seco, el contenido mineral del hueso está entre el 65 y el 70% y la fracción orgánica es del 30 al 35%. De la fracción orgánica, del 95 al 99% es colágeno, que por calentamiento en solución acuosa, se convierte en gelatina. (5)

REQUERIMIENTOS

Los niveles recomendados de calcio y fósforo en la dieta para las diferentes especies son las siguientes:

	Ca	P
Ganado de carne y leche	2.0%	1.0%
Borregos	2.0%	0.6%
Cerdos	1.0%	1.5%
Pollos	1.2%	1.0%
Gallinas	4.0%	0.8%
Caballos	2.0%	1.0%
Conejos	2.0%	1.0%

(9)

FUENTES

El fósforo, es un elemento muy comun y esta presente en cantidades variables en los alimentos. Los niveles de fósforo presentes en las plantas dependen del nivel de fertilización; estado de madurez y su edad fenológica. La disponibilidad biológica del fósforo en planta, es completamente variable y esto depende de los compuestos fosforados presentes y la especie animal que los consuma.

La mayoría de las dietas, requieren fuentes suplementarias de fósforo. Se utilizan en la actualidad una gran variedad como son: Fosfatos de calcio (fosfato dicálcico, fosfato monocálcico, fosfato de rocas defluorinadas, harinas de hueso

y guano que origina fosfatos); fosfatos de sodio (fosfato monosódico, fosfato disódico, tripolifosfato de sodio); fosfato de amonio (fosfato monoamonio, fosfato diamonio, polifosfato de amonio) y ácido fosfórico. (9)

El contenido de calcio en los alimentos naturales, se encuentra en cantidades variables, dependiendo de la especie de planta, la porción de ésta, que sirva como alimento y el estado de maduración. En general, los granos como la cebada, maíz, sorgo, avena y trigo; contienen bajo contenido de calcio (0.02 a 0.10%), los forrajes toscos contienen 0.31 a 0.36% y los forrajes verdes como la alfalfa 1.2 a 1.7%. Las fuentes comúnmente usadas en las dietas para animales son: piedra caliza, carbonato de calcio, concha de ostión, sulfato de calcio, cloruro de calcio, fosfato de calcio y harina de hueso presentando un alto contenido de calcio (16 a 38%). (9)

DISPONIBILIDAD BIOLÓGICA

La evaluación de alimentos y suplementos alimenticios de fuentes minerales ; dependen no solamente del contenido en el alimento. El contenido total o la concentración es determinada fisicoquímicamente ¿Pero qué cantidad del mineral total puede ser absorbida por el intestino y usada por las células y los tejidos del individuo?.

Los requerimientos minerales y tolerancias dependen de la edad, especie animal, el producto mineral y la necesidad; la forma química en el cual el mineral es ingerido; el aumento y proporciones de otros componentes en la dieta con los cuales interactúan metabólicamente y factores del medio ambiente y la intensidad de la luz solar. Por lo tanto la disponibilidad biológica, es la relación existente entre la cantidad de un nutrimento presente en un alimento o suplemento, determinado por análisis químico y la cantidad del mismo evaluado por medio de un experimento con animales (6).

Debido a que el calcio y el fósforo, intervienen en múltiples procesos fisiológicos y son un nutrimento de alto costo en la ración; se han desarrollado técnicas que tratan de predecir através de la medición de ciertos parámetros, cuanto de estos elementos provienen de las diferentes fuentes y podrían ser utilizados por el animal. Existen variedades de condiciones, que tienen influencia sobre la biodisponibilidad de un nutrimento; forma química o combinaciones del elemento; tamaño de la partícula, interacciones con otros nutrimentos, que

lación, efecto de procesado y necesidades "inmediatas" del nutrimento por el organismo.

Las pruebas de digestibilidad, se basan en la medición de la desaparición del nutrimento, por diferencia entre el fósforo o calcio ingerido y el excretado en heces. (15)

Nelson y Walder (11), establecen que, evaluar cenizas en hueso es más sensible que las pruebas de digestibilidad; ya que, la zona de proliferación de la matriz osea en el desarrollo del pollo joven, es especialmente sensible a las deficiencias nutricionales y rápidamente influenciada, por la falta de calcio y fósforo por lo que se obtiene una precisión superior al 95%.

UTILIZACION DEL CASCARON DE HUEVO COMO FUENTE DE CALCIO

En la actualidad, se tratan de buscar fuentes minerales que aporten algunos compuesto a bajo costo; tal es el caso de fuentes que proveen calcio como los desperdicios del procesamiento del huevo (harina de cascarón). (16)

De las tres principales plantas procesadoras de huevo del país, se ha estimado una producción de cascarón de 2 toneladas diarias (UNION NACIONAL DE AVICULTORES comunicacion personal 1984) las que son descartadas, de una posible reciclación para su utilización, ya que son depositadas en terrenos para su descomposición, contribuyendo así a la contaminación ambiental.

La principal forma de calcio que constituye el cascarón, es como carbonato de calcio (CaCO_3) (7), con 28 a 33% de calcio; además contiene proteínas, aminoácidos unidos a la albúmina residual, membrana del cascarón y matriz las cuales es posible volver a utilizar (1,12,14,17,21,22). La forma de CaCO_3 , se transforma en aragonita, cuando se somete a temperaturas superiores a los 400°C, al romper se sus ligaduras. En el mercado la primera, calcita, es conocida como carbonato de calcio ligero, debido a que su densidad es menor (2.71), la solubilidad en agua es 0.0143 g/lit a 25°C. La aragonita, carbonato de calcio pesado, tiene una densidad mayor (2.92), su solubilidad es también mayor 0.01528 g/lit a 25°C, se encuentra en caparazones de moluscos y corales, frecuentemente la aragonita con tiene carbonatos de plomo y estroncio (13).

Se ha demostrado que, el calcio del cascarón, es disponible como fuente de calcio en dietas para gallinas ponedoras, siendo comparable a otras fuentes usadas comúnmente (carbonato de calcio, piedra caliza, concha de ostión, etc.) . Muir y col. (8), compararon la harina de cascarón, con otras fuentes y no encontraron diferencias significativas en relación a otras fuentes de calcio.

Debido a que los desperdicios de cascarón en nuestro país, son un material rico para el crecimiento bacteriano; el procedimiento general para la utilización de los desperdicios de cascarón, es el de someterlos a algún tipo de calentamiento con objeto de disminuir la población bacteriana. El tratamiento, con ácidos también ha sido utilizado para el control microbiano. Si se adiciona, ácido fosfórico el producto final, proporcionaría calcio y fósforo, esenciales para el organismo animal. (4)

O B J E T I V O S

- 1) Evaluar, la disponibilidad del calcio del cascarón de huevo a 3 diferentes niveles (30, 60 y 90%), del requerimiento en dietas para pollos en crecimiento. (10)
- 2) Evaluar, la disponibilidad del ácido fosfórico como fuente de fósforo , a 3 diferentes niveles (30, 60 y 90%), del requerimiento en dietas para pollos en crecimiento. (10).
- 3) Evaluar, la relación óptima de calcio y fósforo a partir de una mezcla de cascarón de huevo y ácido fosfórico, a 3 distintos niveles (30-30 , 60-60 y 90-90%). (10)
- 4) Comparar, la digestibilidad del carbonato de calcio del cascarón deshidratado e incinerado con carbonato de calcio ligero (calcita) y pesado (aragonita).

MATERIAL Y METODOS

El trabajo se realizó, en las instalaciones del proyecto micotixinas del Centro Nacional de Investigaciones Diciplinarias en Microbiología, del Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias de la SARH, situado en el km 15.5 de la carretera México-Toluca.

Experimento 1. Se utilizaron 192 pollos de una línea comercial de un día de edad, después del período de adaptación que duró una semana se pesaron para hacer 16 bloques de peso homogéneo, los animales fueron distribuidos al azar a 12 tratamientos con cuatro repeticiones por tratamiento y 4 animales por repetición.

Los animales fueron alojados, en criadoras de batería, con comedero y bebedero de acero inoxidable y temperatura regulada por termostato. Previo al experimento, las jaulas fueron desinfectadas con una mezcla de formaldehído y permanganato de potasio; por cuatro días, antes de comenzar el experimento, permaneciendo aisladas durante ese tiempo.

La prueba, duró 21 días, durante la cual se realizaron 3 pesajes con un intervalo de siete días. La temperatura, se controló durante toda la prueba de la siguiente manera: el primero y segundo días a 32°C, del tercero al séptimo día 30°C, las dos últimas semanas 28°C.

El agua y el alimento, se proporcionaron ad libitum, midiéndose consumo de cada jaula diariamente.

Las dietas experimentales (Cuadro 1), se formularon con base a lo establecido por el N.R.C. (10) para pollos en crecimiento, con un contenido de 22% de proteína cruda y un total de 3200 kcal/kg de energía metabolizable. Como fuente de calcio y fósforo, se sustituyeron dos ingredientes comúnmente utilizados, que son carbonato de calcio y fosfato de potasio monobásico; por cascarón de huevo calcinado y ácido fosfórico, respectivamente, para satisfacer las necesidades de estos dos elementos en aves. Tanto el cascarón de huevo, como el ácido fosfórico; fueron incluidos a tres niveles diferentes (30, 60 y 90%), basándose en los requerimientos de calcio y fósforo establecidos por el N.R.C. (10), para pollos en crecimiento, se adicionó metionina, en las dietas para cubrir sus requerimientos. Los ingredientes utilizados en dietas, fueron analizados de acuerdo

C U A D R O 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES. EXPERIMENTO 1.

Ingrediente	Testigo	Ca % del requerimiento				P % del requerimiento				% del requerimiento		
		0%	30%	60%	90%	0%	30%	60%	90%	30:30	60:60	90:90
Sorgo-Soya	86	93.41	92.51	91.61	90.73	92.45	92.03	91.61	91.2	93.54	93.13	90.91
KH ₂ PO ₄	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	-	-	-	-	-	-	-
H ₃ PO ₄	-	-	-	-	-	-	0.42	0.84	1.26	0.42	0.84	1.26
Cascarón (CHD)	-	-	0.9	1.8	2.7	-	-	-	-	0.9	1.8	2.7
CaCO ₃	2.41	-	-	-	-	2.41	2.41	2.41	2.41	-	-	-
Otros ¹	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15

1/ En porciento de la ración: Aceite de maíz, 2%; Mezcla de vitaminas, 0.75; Mezcla de minerales, 1.8, DL-Metionina, 0.27 y almidón, 0.33. Vitaminas por kg de alimento: Vit. A, 1500 UI; Vit. D, 200 UI; Vit. E, 10 UI; Vit. K, 0.05 mg; Clorhidrato de timina, 1.8 mg; Riboflavina, 3.6 mg; Pantotenato de calcio, 10 mg; Niacina, 27 mg; Clorhidrato de piridoxina, 3 mg; Biotina, 0.15 mg; Colina, 1300 mg; Folacina, 0.55 mg; Vit. B₁₂, 0.009 mg; BHT, 10 mg.

2/ Análisis calculado: Proteína cruda, 22%; Energía metabolizable, 3200 Kcal/kg de E.M.

a las técnicas sugeridas por Tejada (18) y A.O.A.C. (2) para proteína cruda, calcio y fósforo y energía.

El cascarón de huevo, se sometió primero a un análisis bacteriológico para identificación de bacterias patógenas; los resultados obtenidos mostraron la presencia de Proteus spp; posteriormente, se sometió a un proceso de esterilización en autoclave, antes de ser molido y adicionado a las dietas, inmediatamente después, se sometió a un segundo análisis bacteriológico para su control.

Los criterios de respuesta que se analizaron fueron:

- Consumo de alimento
- Ganancia de peso
- Conversión alimenticia
- % de cenizas en tibias en base seca y desengrasada

de acuerdo al siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = u + I_i + N_j + IN_{ij} + E_{(ij)k}$$

Donde:

- Y = criterio de respuesta evaluado
- u = media poblacional
- I = efecto del ingrediente
- N = efecto del nivel
- IN = interacción de los efectos
- E = error experimental

Al concluir el período de prueba, se sacrificaron al azar 96 pollos por dislocación cervical; para conservar las tibias izquierda y derecha y analizar, el contenido de cenizas en base seca y desengrasada en ellas. Estos resultados, fueron analizados bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = u + N_i + E_{(i)j}$$

Donde :

- Y = criterio de respuesta evaluado

- μ = media poblacional
 N = efecto del nivel
 E = error experimental

Experimento 2. Se utilizarón, 96 pollos de una línea comercial de un día de edad, después del período de adaptación, que duró una semana se pesaron para hacer 24 bloques de peso homogéneo; los animales fueron distribuidos al azar a 8 tratamientos con tres, repeticiones por tratamiento y 4 animales por repetición y la prueba duró 21 días, durante los cuales se realizaron 3 pesajes cada siete días. Se recolectaron, heces diariamente y se pesaron; igualmente se pesó el consumo de alimento diario, tanto a las heces como al alimento se les determinó la cantidad de calcio, para así poder evaluar la digestibilidad de calcio, en el cascarón de huevo, en relación al carbonato de calcio ligero y pesado.

Se prepararon 8 dietas (Cuadro 2), con base en sorgo-soya con 22% de proteína cruda y 3200 kcal/kg de energía. El calcio fue proporcionado con cascarón de huevo deshidratado (CHD); y cascarón de huevo incinerado (CHI); y comparado con carbonato de calcio ligero (calcita), y carbonato de calcio pesado (aragonita); los niveles de calcio que se manejaron fueron de 60 y 90%, en relación a las necesidades marcadas por el N.R.C. (10) para pollo en crecimiento. Al terminar la prueba, 48 pollos se sacrificaron, por dislocación cervical para obtener las tibias izquierda y derecha y poder así analizar la cantidad de calcio y cenizas en ellas.

Los criterios de respuesta, analizados estadísticamente en esta segunda parte fueron:

- Consumo de alimento
- Ganancia de peso
- Conversión alimenticia
- % de cenizas en tibias en base seca y desengrasada
- Coeficiente de digestibilidad del calcio
- % de calcio en tibias

de acuerdo al siguiente modelo:

C U A D R O 2

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES. EXPERIMENTO 2.

Ingrediente	% del requerimiento							
	60%	60%	60%	60%	90%	90%	90%	90%
Sorgo-Soya	91.61	91.61	91.96	91.96	90.71	90.71	91.22	91.22
KH_2PO_4	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
Cascarón incinerado(CHI)	-	1.80	-	-	-	2.7	-	-
Cascarón deshidratado (CHD)	1.80	-	-	-	2.7	-	-	-
$CaCO_3$ (calcita)	-	-	1.45	-	-	-	2.19	-
$CaCO_3$ (aragonita)	-	-	-	1.45	-	-	-	2.19
Otros ¹	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15

1/ En porciento de la ración: Aceite de maíz, 2%; Mezcla de vitaminas, 0.75; Mezcla de minerales, 1.8; DL-Metionina, 0.27 y almidón, 0.33. Vitaminas y minerales como en la dieta No. 1.

2/ Análisis calculado: Proteína cruda, 22%; Energía metabolizable, 3200 kcal/kg de E.M.

$$Y_{ijk} = u + I_j + N_j + IN_{ij} + E_{(ij)k}$$

Donde :

Y = criterio de respuesta evaluado

u = media poblacional

I = efecto del ingrediente

N = efecto del nivel

IN = interacción de los efectos

E = error experimental

RESULTADO Y DISCUSION

Experimento 1.

El análisis estadístico de los resultados obtenidos a la 4a semana (Cuadro 3) no detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos, en la ganancia de peso ni en la conversión alimenticia. Los pollos de la dieta con 0% de calcio murieron durante la prueba. En consumo de alimento se detectaron diferencias significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos, observándose los valores más bajos al 30 y 60 % de calcio; 0% de fósforo y Ca:P 30-30% del requerimiento. A medida que se incrementó el nivel de calcio y/o fósforo, se incrementó el peso de los animales, el consumo de alimento, las cenizas en tibia y mejoró la conversión alimenticia.

Experimento 2.

En el cuadro 4 se indican los resultados obtenidos. En ganancia de peso se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$), mostrando los valores más altos el CHD al 60 y 90% del requerimiento. No se detectaron diferencias entre el cascarón incinerado y las dos formas de CaCO_3 al 60% ni al 90% del requerimiento. No se detectaron diferencias entre los tratamientos con calcita y aragonita, donde también se observaron los valores más bajos. El consumo diario de alimento mostró diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$), observándose con CHD los valores más altos a los dos niveles de calcio. No se detectaron diferencias entre CHD al 60% y CHI al 90%. Las cenizas en tibias mostraron diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$), mostrando los valores más altos aragonita y calcita al 60 y 90% del requerimiento, respectivamente.

El coeficiente de digestibilidad mostró diferencias significativas entre tratamientos, observándose los valores más altos con CHD y aragonita al 60 y 90% del requerimiento, respectivamente. En el porcentaje de calcio en tibias se observaron diferencias significativas entre tratamientos, mostrándose los valores más altos con CHD y CHI al 90% del requerimiento.

Los resultados obtenidos aparentemente indican que el cascarón de huevo de desecho deshidratado o incinerado es una buena fuente de calcio para el pollo de engorde.

C U A D R O 3

GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSION ALIMENTICIA DE POLLOS ALIMENTADOS CON DIETAS CON BASE EN CASCARON DE HUEVO DE DESECHO Y ACIDO FOSFORICO A LAS 4 SEMANAS³

Tratamiento		Ganancia de peso pollo/g ¹	Consumo Alimento Pollo/g	Conversión Alimenticia ¹	% Cenizas en tibias
Testigo		294	547 ^a	1.86	44.10 ^a
	0	2	2	2	2
	30	220	466 ^b	2.19	38.17 ^b
Ca	60	225	461 ^b	2.23	40.53 ^b
% del requerimiento	90	297	531 ^a	2.09	46.19 ^a
	0	252	467 ^b	1.86	40.04 ^b
	30	324	588 ^a	1.82	43.15 ^a
P	60	337	597 ^a	1.55	43.08 ^a
% del requerimiento	90	318	591 ^a	1.86	46.93 ^a
	30:30	257	466 ^b	1.81	37.02 ^b
Ca:P	60:60	300	568 ^a	1.89	41.37 ^a
% del requerimiento	90:90	330	610 ^a	1.85	45.30 ^a

- 1/ No hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) al mismo nivel del requerimiento.
 2/ Todos los pollos murieron.
 3/ Promedio de cuatro observaciones.

ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

C U A D R O 4

GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO, CONVERSION ALIMENTICIA, CENIZAS EN TIBIAS, COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD, CALCIO EN TIBIAS A LAS 4 SEMANAS

	Ganancia de peso g	Consumo diario de alimento g	Conversion alimenticia	Cenizas en tibias (Base seca y Desengrasada) %	Coefficientes de digestibilidad %	Calcio en tibias %
<u>60% del requerimiento:</u>						
Cascarón deshidratado (CHD)	522 ^c	194 ^{bc}	1.95 ^{de}	44.1 ^{de}	61.5 ^a	0.7564 ^f
Cascarón incinerado (CHI)	497 ^d	187 ^{cd}	1.98 ^d	44.9 ^{cde}	51.5 ^{bc}	0.8004 ^e
CaCO ₃ ligero (calcita)	420 ^e	174 ^{de}	2.20 ^b	42.1 ^e	50.0 ^c	0.7536 ^f
CaCO ₃ pesado (aragonita)	406 ^e	169 ^e	2.29 ^a	45.3 ^{cd}	56.0 ^{ab}	0.8597 ^d
<u>90% del requerimiento:</u>						
Cascarón deshidratado (CHD)	629 ^a	221 ^a	2.12 ^c	49.0 ^b	41.6 ^d	1.2597 ^a
Cascarón incinerado (CHI)	545 ^b	203 ^b	1.83 ^f	46.7 ^{bcd}	48.5 ^c	1.0048 ^b
CaCO ₃ ligero (calcita)	548 ^b	201 ^b	1.93 ^e	58.9 ^a	46.9 ^{cd}	0.9251 ^c
CaCO ₃ pesado (aragonita)	544 ^b	202 ^b	1.96 ^{de}	47.2 ^{bc}	50.6 ^{bc}	0.8892 ^d

a,b,c,d,e,f) Para cada una de las variables cifras con literal diferente son estadísticamente diferentes (P > 0.05).

El peso de los animales alimentados con CHD fue el más alto, debido quizá a que proporciona otros nutrientes como proteína y aminoácidos. Como lo indican Vande populiere y col. (21), el consumo de alimento más alto de los animales alimentados con CHD o CHI corresponde al mayor peso de los pollos. Así mismo, la conversión alimenticia al 60% de CHD mostró un mejor valor debido a que los animales estaban en mejores condiciones. Sin embargo al 90% no se observó esa ventaja donde el CHI mostró un valor más satisfactorio. Los valores de cenizas en tibia al 60% mostraron prácticamente los mismos valores para CHD, CHI y aragonita. Al 90% del requerimiento los niveles fueron más altos, como era de esperarse, siendo calcita la que mostró los valores más altos, quizá debido a que su solubilidad es mayor con respecto al cascarón de huevo y a la aragonita. Los coeficientes de digestibilidad del calcio fueron mayores al 60% del requerimiento, lo que sugiere que al haber un aporte insuficiente de calcio a la dieta, se aumenta la eficiencia de absorción de ese elemento. Al 90% se observaron valores inferiores a los obtenidos al 60%, siendo el más bajo el de CHD, lo que podría indicar una menor disponibilidad del calcio, debido a que no se libera del todo de la matriz orgánica.

Los resultados obtenidos mostraron que a medida que se incrementó el nivel de calcio y/o fósforo, se incrementó el peso de los animales, el consumo de alimento y las cenizas en tibia y mejoró la conversión alimenticia. El cascarón de huevo de desecho deshidratado como fuente de calcio y el ácido fosfórico de fósforo son buenas alternativas para el pollo en crecimiento como lo indican Vande populiere y col. (21), Christmas y Harms (4).

Los animales con la dieta libre de fósforo, a diferencia de los de la dieta libre de calcio, sobrevivieron quizás debido a que los ingredientes vegetales proporcionaron más fósforo que calcio.

Las diferencias observadas en cenizas en tibias, y el coeficiente de digestibilidad del calcio entre los dos carbonatos, sugiere que la forma de cristalización entre la calcita y la aragonita afecta no sólo su densidad y solubilidad, sino también su disponibilidad para el pollo.

El cascarón de huevo de desecho parece ser una buena fuente de calcio para el pollo de engorda. Aunque en este trabajo no se estudió el efecto de microorganismos patógenos en el CHD; una alternativa para evitar contaminaciones peligro

sas, podría ser incinerar o acidificar, como lo indican Christmas y Harms (4). La adición de ácido fosfórico, además de reducir la flora bacteriana, proporcionaría fósforo altamente disponible.

C O N C L U S I O N E S

1. El porcentaje de cenizas del hueso, es un criterio muy sensitivo de respuesta, debido a que en el pollo joven, la zona de proliferación del hueso en desarrollo, es especialmente sensible a las deficiencias nutricionesales y es facilmente influenciada por una deficiencia, tanto de calcio como de fósforo por lo que se puede utilizar como criterio de respuesta.
2. El contenido de calcio, en la harina de cascarón, de acuerdo a la disponibilidad observada en este trabajo es buena, por lo que se puede utilizar como una buena fuente de calcio,
3. El tratamiento con ácido fosfórico, no produjo alteraciones en la digestibilidad del alimento y se obtuvo una fuente de calcio y fósforo.
4. No se observó, una diferencia marcada entre los carbonatos ligero y pesado, en comparación con el cascarón deshidratado y el incinerado. Aunque el consumo de alimento, no se vió afectado, sí las cenizas en tibias y el coeficiente de digestibilidad mostraron diferencias; lo que sugiere que la forma de cristalización de la calcita y la aragonita pueden afectar su absorción y su disponibilidad para el pollo en crecimiento.

LITERATURA CITADA

1. Arvat, V., Hinners, W.S.: Evaluation of eggshell as a low cost calcium source of laying hens. Poult. Sci., 52:1996 (1973).
2. A.O.A.C.: Official methods analysis: 13th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, D.C. (1980).
3. Bohstedt G.: Minerals in dairy cattle nutrition: a review. J. Dairy Sci., 25:441 (1942).
4. Christmas, B.R. y Harms, H.R.: Utilization of eggshell and phosphoric acid as source of phosphorus and calcium in the diet of whit leghorn cockereIs. Poult. Sci., 55:264-267 (1976).
5. Dukes, H.H. y Swenson M.J.: Fisiología de los animales domésticos, 4a. ed., Aguilar, México, D.F., 811-883 (1981).
6. Fritz C.J.: Bioavailability of mineral nutrients. Chem Tech., 6:643-648 (1976).
7. Lörcher K. y Hodges, D.R.: Some possible mechanism, of formation of the carbonate fractio of eggshell calcium carbonate fraction of egg shell calcium carbonate. Comp. Biochem. Physiol, 28:119-128 (1969).
8. Muir, V.F., Harris, C.P. y Gerry, W.R.: The comparative value of five calcium sources for laying hens. Poult. Sci., 55:1046-1051 (1976).
9. National Research Council (NRC): Mineral Tolerance of Domestic Animals , 2a ed., National Academy of Sciences, Washington, D.C.,; 131-141; 364-377 (1989).
10. National Research Council: Nutrient Requeriments of Poultry, 8a ed., National Academy of Sciences, Washington, D.C. (1984).
11. Nelson, T.S., Walder, A.C.: The biological evaluation of phosphorus compounds (a summary). Poult. Sci., 43:94-98 (1964).

12. Neri, M., Presi, L.: Dried eggshell meal in animal feeding. Avicultura,
13. Partington, V.R.H., E.D.Sc.: A text-book of Inorganic Chemistry. 6a, ed. Mac. Milland and Co., Limited St. Martins Street, London 756 (1953).
14. Pritz, L.M.C. y Kienholz, W.E.: The effect of hydrochloric sulfuric, phosphoric and nitric acids in diets for broiler chicks. Poult. Sci., 52:1979-1981 (1973).
15. Saha, D.C., Gilbreath, R.L., Wohlt, J.: Availability of phytate phosphorus and phytate bound minerals in mature swine. J.Anim. Sci. 66 (sup) 1 316-317 (1988).
16. Sim, S.J., Aw-Young, M.L. y Bragg, B.D.: Utilization of eggshell waste by the laying hen. Poultry Sci., 62:227-229 (1983).
17. Tacon, A.G.J.: Utilization of chick hatchery waste the nutrition. all Characteristics of day old chicks and eggshell. Agricultural Wastes, 4 (5); 335-343 (1982).
18. Tejada, H.I.: Manual de laboratorio par el Análisis de ingredientes Utilizados en la Alimentación Animal. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México, A.C., Depto. de Divulgación Técnica Pecuaria, INIP-SARH (1983).
19. Underwood, Eric, J.: The mineral nutrition of livestock. 2a ed., England C.A.B., England (1981).
20. Vandepopuliere, M.J., Walton, V.H. y Cotterill, J.O.: Nutritional Evaluation of eggshell. Poult. Sci., 54:131-135 (1975).
21. Walton, W.H., Cotterill, J.O. y Vandepopuliere, M.J.: Composition of egg shell from egg breaking plants. Poult. Sci., 52:1836-1841 (1973).

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

A P E N D I C E

ANALISIS DE VARIANZA
Experimento 1

Variable dependiente: Ganancia de peso/pollo, g

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr	F
Trat.	11	538079.80587	3413.59408	14.33	0.0001	
Error	36	122889.38687				
Total corregido	47					

Variable dependiente: Ganancia promedio total

Trat.	11	6568638.5000	597148.9545	16.10		
Error	36	1335008.5000	37083.5694			
Total corregido	47	7903647.0000				

ANALISIS DE VARIANZA

Experimento 1

Variable dependiente: Consumo de alimento/pollo, g					
Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr F
Trat.	11	379402.14609	34491.10419	12.42	0.0001
Error	36	99997.08530	2777.69681		
Total corregido	47	479399.23139			

Variable dependiente: Consumo acumulado					
Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr F
Trat.	11	7429609.2292	675419.0208	13.81	0.0001
Error	36	1760386.7500	48899.6319		
Total corregido	47	9189995.9792			

ANALISIS DE VARIANZA

Experimento 1

Variable dependiente: Conversión alimenticia

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr	F
Trat.	11	188.86940625	17.16994602	1.66		0.1247
Error	36	373.43777500	10.37327153			
Total corregido	47	562.30718125				

Variable dependiente: % Cenizas en tibias

Trat.	11	0.06129487	0.00557226	3.98		0.0008
Error	36	0.05034195	0.00139839			
Total corregido	47	0.11163682				

ANALISIS DE VARIANZA

Experimento 2

Variable dependiente: Ganancia de peso, g

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr	F
Modelo	178	132648.69643	745.21740	25.02	0.0001	
Error	325	9678.33333	29.77949			
Total corregido	503	142327.02976				

Variable dependiente: Ganancia de peso, g

Fuente	gl	Anova SS	Cuadrados medios	Valor de F	Pr	F
Trat.	7	84561.6964	12080.2423	405.66	0.0001	
J (Trat.)	11	48087.0000	4371.5455	146.80	0.0001	
Día	20	0.0000	0.0000	0.00	1.0000	
Trat. x día	140	0.0000	0.0000	0.00	1.0000	

ANALISIS DE VARIANZA

Experimento 2

Variable dependiente: Consumo diario de alimento

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr	F
Modelo	178	1726702.1404	9700.5738	14.33	0.0001	
Error	325	219964.4308	676.8136			
Total corregido	503	1946666.5713				

Fuente	gl	Anova SS	Cuadrados medios	Valor de F	Pr	F
Trat.	7	124309.532	17758.505	26.24	0.0001	
J (Trat.)	11	79130.075	7193.643	10.63	0.0001	
Día	20	1299476.468	64973.823	96.00	0.0001	
Trat. x día	140	223786.065	1398.472	2.36	0.0001	

ANALISIS DE VARIANZA

Experimento 2

Variable dependiente: Conversión alimenticia

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr	F
Modelo	178	20.61451250	0.16075569	17.43	0.0001	
Error	325	2.99670000	0.00922062			
Total corregido	503	31.61121250				

Fuente	gl	Anova SS	Cuadrados medios	Valor de F	Pr	F
Trat.	7	10.5160125	1.5022875	162.93	0.0001	
J (Trat.)	11	18.0985000	1.6453182	178.44	0.0001	
Día	20	0.0000000	0.0000000	0.00	1.000	
Trat x día	40	0.0000000	0.0000000	0.00	1.000	

ANALISIS DE VARIANZA

Experimento 2

Variable dependiente: Cenizas en tibias (base seca y desengrasada), %

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr	F
Modelo	178	1.37196252	0.00770765	2.69	0.0001	
Error	325	0.93057237	0.00282330			
Total corregido	503	2.30253489				

Fuente	gl	Anova SS	Cuadrados medios	Valor de F	Pr	F
Trat.	7	1.14948257	0.16421180	57.35	0.0001	
J (Trat.)	11	0.22247995	0.02022545	7.06	0.0001	
Día	20	0.00000000	0.00000000	0.00	1.0000	
Trat. x día	140	0.00000000	0.00000000	0.00	1.0000	

ANALISIS DE VARIANZA

Experimento 2

Variable dependiente: Coeficiente de digestibilidad

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr	F
Modelo	178	85881.556932	482.480657	4.21	0.0001	
Error	325	37215.883782	114.510412			
Total corregido	503	123097.440713				

Fuente	gl	Anova SS	Cuadrados medios	Valor de F	Pr	F
Trat.	7	15600.9364	2228.7052	19.46	0.0001	
J (Trat.)	11	2426.8352	220.6214	1.93	0.0354	
Día	20	44742.0155	2236.2008	19.53	0.0001	
Trat. x día	140	23129.7699	165.2126	1.44	0.0042	

ANALISIS DE VARIANZA

Experimento 2

Variable dependiente: Calcio en tibias, %

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr	F
Modelo	178	25.74767782	0.14466988	40.30	0.0001	
Error	325	1.16664303	0.00338967			
Total corregido	503	26.91432085				
Fuente	gl	Anova SS	Cuadrados medios	Valor de F	Pr	F
Trat.	7	12.2457571	1.74939396	487.34	0.0001	
J(Trat.)	11	13.5019201	1.22744728	341.94	0.0001	
Día	20	0.0000000	0.00000000	0.00	1.0000	
Trat. x día	140	0.0000000	0.00000000	0.00	1.0000	