

Valoración nutricional de una composta elaborada con subproductos avícolas para alimentar pollos de engorda

Ricardo Muñoz Saba*
Luis Alberto Heredia**
Carlos López Coello**
Ernesto Avila González**

Abstract

The objective of this study was to show the feasibility of producing a poultry-byproduct composter, and to evaluate its potential use in broiler diets. A pathogen-free product containing 32.1% protein, approximately 1,913 kcal of true metabolizable energy (TME), good amino acid, macro- and micromineral contents was obtained by adding water to a mixture of poultry manure, straw and corpses of broilers in the right proportion to promote aerobic fermentation. The composter was stored in wooden containers, under a temperature of 72° with a 55% moisture, 5-10% O₂ and a pH of 6.3 - 6.5. A mycotoxin analysis was carried out resulting in 5 µg/kg aflatoxin B₁, T-2 toxin, ochratoxin A and zearalenone. The biogenic amine content was: phenethylamine= 19.8 ppm, putrescine= 2.06 ppm, cadaverine= 16.0 ppm, tyramine= 37.3 ppm and histamine= 0 ppm. In a biologic assay the innocuous composter and its feed value was evaluated when included in broiler diets at levels of: 0%, 2%, 4% and 8%. Data obtained after 7 weeks did not show significant statistical difference (P<0.01) regarding performance, although there was a 7% lower weight gain average in treatments using composter than in the control one, keeping in mind that broilers have a high nutritional requirement. It is concluded that this product can be an alternative protein source for animal production, in addition to its already demonstrated important fertilizing value, even though the possibility of anaerobic germ development (e.g., *Clostridium* sp) in poorly-managed composter could limit its use in susceptible species.

KEY WORDS: composter, nutritional value, broilers.

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivos demostrar la factibilidad de realizar una composta con subproductos avícolas, y evaluar su calidad nutricional en dietas para pollos de engorda como animal experimental con el fin de conocer su potencial en la alimentación, mediante la adición de agua a una mezcla de gallinaza, paja y cadáveres de aves en proporciones adecuadas para propiciar una fermentación aeróbica en cajones de madera bajo temperaturas de 72° C con una humedad de 55%, 5%-10% de O₂ y pH de 6.3 a 6.5. Se obtuvo un producto libre de patógenos con un contenido importante de proteína entre 32.1% aproximadamente, 1 913 Kcal de energía metabolizable verdadera, un buen balance de aminoácidos, macrominerales y microminerales. En cuanto a la parte toxicológica se analizó el contenido de micotoxinas (aflatoxina B₁, toxina T-2, ocratoxina A y zearalenona), las cuales no excedieron de 5 µg/kg. Se evaluó también el contenido de aminas biogénicas, cuyos valores fenetilamina = 19.8 ppm, putrescina = 2.06 ppm, cadaverina = 16.0 ppm, tiramina = 37.3 ppm, e histamina = 0 ppm, resultaron bajos. En un ensayo biológico se evaluó la inocuidad de la composta y su valor alimenticio cuando se incluyó en dietas para pollo de engorda en niveles de 0%, 2%, 4% y 8%. Los datos obtenidos en las 7 semanas no mostraron diferencias estadísticamente significativas (P < 0.01) en los parámetros productivos, aunque éstos estuvieron en promedio 7% más bajos en los grupos tratados con la composta con

Recibido el 30 de octubre de 1998 y aceptado el 4 de marzo de 1999.

*Este trabajo forma parte de la tesis de maestría en ciencias del primer autor. Dirección actual: INTERVET Colombia. Calle 41-A # 55-50, Santa Fe de Bogotá, Colombia.

**Departamento de Producción Animal: Aves, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

respecto al testigo, hay que tener en cuenta que el pollo de engorda es una especie con una exigencia nutricional alta. Este producto podría ser una fuente alterna de proteína en la alimentación animal, aunque es posible que los gérmenes anaerobios tipo *Clostridium* proliferen y sobrevivan en los cadáveres de compostas mal elaboradas, lo que limitaría su uso.

PALABRAS CLAVE: Composta, valor nutricional, pollos de engorda.

Introducción

Las aves muertas que se generan en las granjas avícolas constituyen una fuente potencial de contaminación microbiológica y ambiental, ya que la eliminación de los cadáveres en muchos casos no se realiza en forma adecuada, posiblemente porque se desconocen las alternativas prácticas y útiles para obtener un producto terminado que represente un ingreso al reciclarlo¹.

Algunos avicultores arrojan las aves muertas en lugares inadecuados como terrenos no cultivados o a las orillas de los caminos, situación que origina "basureros" orgánicos sin control, esto último representa una peligrosa fuente de infección y de contaminación ambiental. Otros productores queman los cadáveres en hornos, este método tiende a usarse cada vez menos debido a su alto costo y a los malos olores que ocasiona, además de la ineficiencia y el costo por mantenimiento de equipo². Otra opción es suministrarlas a los cerdos de engorda, ya sea en forma cruda o previamente cocidas a manera de complemento de su dieta, o como único alimento; sin embargo, hasta hora existe poco control sobre la productividad de los cerdos bajo este sistema de alimentación debido a la irregularidad en la cantidad y calidad de las aves suministradas. Además de este inconveniente es importante que se consideren los malos olores de las aves muertas en estado de descomposición, así como la mala digestibilidad de algunos tejidos como las plumas. Asimismo, existe el riesgo de transmitir gérmenes patógenos de las aves a los cerdos³. Otra alternativa es enterrar las aves en una fosa en algún lugar de la granja, y cubrirlas con cal y tierra; sin embargo, en algunos países como Estados Unidos de América y Canadá, este método ya no es permitido por lo que actualmente se usan fosas cerradas con una pequeña abertura en la parte superior por donde se introducen las aves, al mantenerla cerrada se reduce el mal olor, las moscas y los roedores².

Existen otras alternativas para el destino final de las aves muertas: la transformación de aves muertas en harinas, el ensilado de cadáveres y la elaboración de la composta^{4,5,6,7}.

La composta se obtiene mediante un proceso natural de biodegradación, en el cual la acción de microorganismos aeróbicos, termófilos, grampositivos, bacilos esporulados benéficos (por ejemplo, *Bacillus* spp), reducen y transforman los desechos orgánicos en una biomasa bacteriana ácida⁸. La elaboración de composta está basada en la mezcla de aves muertas, pollinaza y paja, colocada en cajones especiales de madera. Estos

Ingredientes se pueden obtener de granjas de gallinas para postura comercial, pollo de engorda o incubadoras a partir de sus desechos².

Las bacterias degradan los cadáveres de las aves utilizando el nitrógeno inorgánico de la pollinaza y los carbohidratos de la paja como sustrato o nutrimento⁸.

El procedimiento de fermentación láctica preserva y recupera los nutrimentos de las aves muertas, es una adaptación del método de conservación de alimentos e involucra el uso de bacterias ácido-lácticas, que convierten los azúcares en ácidos orgánicos, los cuales preservan los nutrimentos; o bien se pueden usar directamente ácidos orgánicos. El producto resultante es un ensilado de aves muertas que permite recuperarlas y reciclarlas para la alimentación animal⁹.

Con estos antecedentes, se planeó la elaboración de una composta a partir de aves muertas y pollinaza obtenidas en granjas avícolas. El producto obtenido se valoró nutricionalmente para la alimentación de pollos.

Material y métodos

El trabajo se llevó a cabo en tres etapas:

1. Elaboración de la composta a partir de las aves muertas.
2. Análisis bromatológico, microbiológico y toxicológico de la composta de aves muertas.
3. Utilización de la composta de aves muertas en la alimentación de los pollos de engorda.

Elaboración de la composta a partir de las aves muertas

La composta se preparó con aves muertas procedentes de las granjas de Avícola Rosana en Tezoyuca, Morelos, México. Para su elaboración se utilizó 57.7% de pollinaza, 38.5% de aves muertas y 3.8% de paja de arroz, este material se trasladó a un lugar a 4 km de las granjas, donde se había dispuesto un sitio cubierto.

Se elaboraron 3 compostas, cada una de 600 kilos. El material se colocó en 2 cajas de madera de 2.5 m de largo, 1.5 m de alto y 1.5 m de ancho. En general se estableció que por cada 0.5 kilo de aves muertas se requerían 0.03 m³ de capacidad. El material se colocó en capas, comenzando por una capa de 30 cm de pollinaza, seguida de una capa de paja de 8 a 10 cm y los cadáveres de las aves que se colocaron sobre la paja ocuparon de 15 a 20 cm de altura. Se distribuyó el agua por encima de la pollinaza y de los cadáveres con una regadera de jardín

para alcanzar el porcentaje de humedad óptimo (45-55), para lo cual se tomó en cuenta que la pollinaza que se usó como materia prima tenía una humedad del 12%. La siguiente capa fue de aproximadamente 15 cm de pollinaza, el día siguiente se colocó otra capa de paja de 8 a 10 cm, los cadáveres y el agua, uniformemente distribuidos, conformaron una sola capa de 15 a 20 cm y se cubrió con 15 cm de pollinaza; el tercer día se repitió una vez más el procedimiento en una tercera capa de paja, cadáveres, agua y se colocó una capa final de 30 cm de pollinaza. Esta última capa sólo tuvo la mitad de la humedad que el resto. Este material permaneció así entre 10 y 14 días, posteriormente fue sometido a un segundo tratamiento que consistió en un movimiento continuo para distribuir uniformemente la temperatura y la acción de las bacterias. La temperatura fue tomada cada tercer día a tres diferentes profundidades (30, 60 y 90 cm aproximadamente) con un termómetro de 100°C. El segundo periodo se extendió hasta después 28 días de iniciada la elaboración de la composta.

Análisis bromatológico, microbiológico y toxicológico de la composta de aves muertas

Análisis químico proximal

La composta se analizó de acuerdo a los métodos del AOAC¹⁰ por medio de un análisis químico proximal, que proporcionó la información sobre humedad, materia seca, extracto etéreo, fibra, proteína y cenizas, y posteriormente por un análisis en el espectrómetro de absorción atómica se obtuvo la composición mineral¹¹.

Determinación de energía metabolizable verdadera

Se utilizaron 8 gallos adultos blancos Leghorn (4 experimentales y 4 testigos) de cresta simple, con un peso promedio de 2.21 kg. Los gallos se alojaron en jaulas individuales de acero inoxidable, se colocó debajo de cada jaula una charola forrada con plástico para colectar las excretas. Antes de iniciar la prueba, las aves fueron sometidas a un periodo de ayuno de alimento durante 24 horas, después de lo cual se administró a 4 gallos por alimentación precisa, hasta el buche a través de un embudo 30 g de composta, los otros 4 gallos no recibieron alimentación precisa para conocer la excreción endógena de energía. Pasadas 48 horas se retiraron las charolas y se pusieron a secar las excretas tanto las de los gallos alimentados con la composta como las de los testigos a temperatura ambiente durante 5 días. La composta y las excretas de cada gallo colectadas, se pesaron y se determinó la energía bruta de cada una en la bomba calorimétrica. Posteriormente se usó la metodología descrita por Sibbald para calcular la energía metabolizable verdadera (EMV)¹².

Análisis del contenido de aminoácidos

El contenido de aminoácidos esenciales se determinó por cromatografía de intercambio iónico, previa oxidación e hidrólisis ácida de los aminoácidos azufrados e hidrólisis ácida para el resto de aminoácidos. Se efectuó hidrólisis alcalina para la determinación de triptofano¹³.

Análisis toxicológico

Se determinó el contenido de micotoxinas: Aflatoxina B¹, toxina-T2, ocratoxina A y zearalenona por cromatografía de placa fina¹⁴; por su parte las aminas biogénicas se analizaron por cromatografía de líquidos de alta presión en el Laboratorio de Toxicología de la Universidad de Mississippi.¹⁵

Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se realizó con los medios de crecimiento general TSA (agar, soya, tripticaseína) y los medios selectivos McConkey, verde brillante para enterobacterias, y SMA (agar, salado, manitol) para bacterias grampositivas¹⁶. Para la detección de bacterias se usó la técnica de Williams.¹⁷

Utilización de la composta de aves muertas en la alimentación de pollos de engorda

En la tercera parte de la investigación se incluyó el material analizado, desecado y molido obtenido, en cuatro diferentes concentraciones (0%, 2%, 4% y 8%) en el alimento de los pollos de engorda.

Diseño experimental

Se utilizaron 240 pollitos de engorda mixtos Arbor Acres de una línea comercial, de un día de edad. Se empleó un diseño experimental completamente al azar y en los tratamientos se utilizó un factorial 2 X 4. Un factor fue la edad de las aves: 0-28 días y 29-49 días de edad; el otro factor fueron 4 niveles de inclusión de la composta (0%, 2%, 4% y 8%) en un alimento con ingredientes tradicionales ofrecidos en la granja avícola Rosana, para pollo de engorda. Los tratamientos con diferentes concentraciones de composta (2%, 4% y 8%) como ingrediente en la dieta, remplazaron parte de las fuentes de proteína y energía (gluten de maíz, sorgo y aceite vegetal) y se balancearon de acuerdo con las necesidades nutricionales especificadas por el NRC¹⁸, para pollos (Cuadro 1). Los pollos del primer factor de edad 0-28 días, recibieron el alimento con composta de aves muertas (0%, 2%, 4%, 6% y 8%) hasta el día 28 de edad y continuaron hasta el día 49 con el alimento finalizador testigo (0%). Los pollos de edad 29-49 días recibieron un alimento de iniciación (testigo) hasta el día, 28, y de los días 29 al 49, se les suministró alimento con la composta

CUADRO 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS DE INICIACION 0-28 Y FINALIZACION 29-49 DIAS DE EDAD

| <i>Ingredientes</i> | <i>Testigo</i> | Iniciación | | |
|---------------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | <i>Composta (2%)</i> | <i>Composta (4%)</i> | <i>Composta (8%)</i> |
| Sorgo (8%) | 59.96 | 57.56 | 55.36 | 59.96 |
| Harina de soya (44%) | 25.57 | 26.29 | 26.54 | 25.57 |
| Harina de pescado (54%) | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| Gluten de maíz (60%) | 4.31 | 1.99 | 0 | 4.31 |
| Aceite vegetal | 1.66 | 2.26 | 2.77 | 1.66 |
| Roca fosfórica (18%) | 2.65 | 1.94 | 1.23 | 2.65 |
| Carbonato de calcio (39%) | 0.24 | 0.33 | 0.42 | 0.24 |
| Composta | 0 | 2.00 | 4.00 | 8.0() |
| Sal | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Vitaminas | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Minerales | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Coccidiostato | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Etoxiquina (20%) | 0.05 | 0.05 | 0 05 | 0 05 |
| Promotor | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |

| <i>Ingredientes</i> | <i>Testigo</i> | Finalización | | |
|---------------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | <i>Composta (2%)</i> | <i>Composta (4%)</i> | <i>Composta (8%)</i> |
| Sorgo (8%) | 64.70 | 63.50 | 62.20 | 59.80 |
| Harina de soya (44%) | 19.80 | 20.20 | 20.50 | 21.30 |
| Harina de pescado (54%) | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| Gluten de maíz (60%) | 4.60 | 3.40 | 2.30 | 0 |
| Aceite vegetal | 2.40 | 2.70 | 3.00 | 3.60 |
| Roca fosfórica (18%) | 2.50 | 2.10 | 1.80 | 1.00 |
| Carbonato de calcio (39%) | 0.20 | 0.20 | 0.30 | 0.40 |
| Composta | 0 | 2.00 | 4.00 | 8.00 |
| Sal | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Vitaminas | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Minerales | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Coccidiostato | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Etoxiquina (20%) | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Promotor | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |

de aves muertas (0%, 2%, 4%, 6% y 8%). En todos los tratamientos la alimentación y el agua se ofrecieron *ad libitum*.

Se utilizaron 10 pollitos por réplica y cada tratamiento constó de 3 repeticiones.

El análisis estadístico de los datos se realizó conforme al diseño elaborado.¹⁹ Los parámetros medidos fueron ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Examen histológico

Se tomaron 20 muestras de tejido hepático y 20 de tejido cecal al final de la prueba biológica, tanto de los pollos testigo como de los tratados.

**CUADRO 2
AISLAMIENTOS BACTERIANOS DE LA
COMPOSTA DE CADAVERES DE AVE.**

| <i>Nombre de la bacteria</i> | <i>Aislamiento</i> |
|---------------------------------|--------------------|
| <i>Enterobacter aerogenes</i> | ++ |
| <i>Citrobacter freundii</i> | +++ |
| <i>Staphylococcus epidermis</i> | ++ |
| <i>E. coli anaerogénica</i> | ++ |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | + |
| <i>Proteus mirabilis</i> | +++ |
| <i>Alcaligenes fecalis</i> | + |
| <i>Serratia spp</i> | +++ |
| <i>Edulardsiella spp</i> | + |

+ Escaso
++ Poco frecuente
+++ Muy frecuente

Resultados

Resultados microbiológicos

Se encontró en la composta crecimiento de *Proteus mirabilis*, *Klebsiella sp*, *Citrobacter freundii*, *Serratia sp*, *Arizona sp*, *E. coli* aeróbico y anaeróbico; cuando las muestras provenían de los días 14 al 20, se detectó crecimiento de anaerobios, pero no se detectó crecimiento de *Salmonella*, y cuando las muestras provenían del día 20 en adelante, sólo crecieron aerobios sin agentes enteropatógenos (Cuadro 2). Esto último no descarta el posible crecimiento de anaerobios cuando el proceso no se lleva a cabo bajo las condiciones anteriormente mencionadas.

Resultados de los análisis químicos proximal y aminograma

En los análisis químicos proximales se encontró que el

| CUADRO 3 | |
|----------------------------------|------------------------|
| ANÁLISIS QUÍMICO DE LA COMPOSTA* | |
| Macrominerales | Cantidad en % |
| | |
| Calcio | 3.15 ± 0.14 |
| Fósforo | 1.54 ± 0.15 |
| Microminerales | Cantidad en ppm |
| Cobre | 37.63 ± 6.92 |
| Hierro | 1,280 ± 64.99 |
| Manganeso | 267.50 ± 13.12 |
| Zinc | 338.00 ± 24.58 |
| Cobalto | No detectable |

porcentaje de proteína de la composta al día 28 era de 32.1 (Cuadro 3). Estos valores son superiores a los encontrados en la pollinaza usada como materia prima. En cuanto al contenido de minerales, se esperaba observar un poco más alto porcentaje de fósforo, por ser proveniente de los huesos de los cadáveres de las aves 4. La calidad de

| CUADRO 4 | | | | |
|---|--------|---------------|--------------------------|-------------------------|
| AMINOGRAMA DE LA COMPOSTA* | | | | |
| Aminoácido | Método | Contenido (%) | Gramos aa en 100 g de PC | Gramos aa En 100g de MS |
| Metionina | 1 | 1.19 | 0.56 | 0.21 |
| Cistina | 1 | 1.32 | 0.94 | 0.35 |
| Met + Cistina | 1 | 0.51 | 1.50 | 0.56 |
| Lisina | 1 | 0.43 | 1.26 | 0.47 |
| Treonina | 1 | 0.58 | 1.69 | 0.64 |
| Triptófano | 2 | 0.11 | 0.33 | 0.12 |
| Arginina | 1 | 0.50 | 1.47 | 0.55 |
| Valina | 1 | 0.78 | 2.28 | 0.86 |
| Prolina | 1 | 1.04 | 3.04 | 1.14 |
| Fenilalanina | 1 | 0.46 | 1.34 | 0.50 |
| Leucina | 1 | 1.13 | 3.31 | 1.24 |
| Isoleucina | 1 | 0.62 | 1.82 | 0.68 |
| Asparagina | 1 | 1.28 | 3.75 | 1.41 |
| Glutamina | 1 | 2.21 | 6.22 | 2.33 |
| Alanina | 1 | 1.01 | 2.95 | 1.11 |
| Histamina | 1 | 0.25 | 0.74 | 0.28 |
| Glicina | 1 | 1.02 | 2.98 | 1.12 |
| Serina | 1 | 0.72 | 2.09 | 0.79 |
| NH3 | 1 | 2.01 | 5.84 | 2.21 |
| Total sin NH3 | | 12.56 | 36.76 | 13.81 |
| Total | | 14.58 | 42.65 | 16.02 |
| Método 1: Oxidación. Método 2: Hidrólisis alcalina. PC= Proteína cruda. MS= Materia seca. *Análisis gentilmente realizado por Degussa AG. | | | | |

| CUADRO 5 | |
|---|----------------------|
| AMINAS BIOGÉNICAS EN LA COMPOSTA DE CADAVERES DE AVES*. | |
| <i>Aminas biogénicas</i> | <i>Contenido ppm</i> |
| Fenetilamina | 19.80 |
| Triptamina | 0 |
| Putrescina | 2.06 |
| Cadaverina | 16.00 |
| Histamina | 0 |
| 5-Hidroxitriptamina | 0 |
| Tiramina | 37.30 |
| Espermidina | 0 |
| 3-Hidroxitiramina | 0 |
| *Análisis realizado por Degussa AG. | |

la proteína se observa en el aminograma del Cuadro 4, el cual muestra que los porcentajes de aminoácidos esenciales son similares a los de una pollinaza.

Resultados del análisis para energía metabolizable verdadera

Se determinó un valor de 3 779.4 k/cal de energía bruta/kg en la bomba calorimétrica para la composta, de la cual 1 913.9 ? 23.5 Kcal/kg fueron de energía metabolizable verdadera; es decir, sólo 50.6% del total de la energía contenida en el material.

Resultados toxicológicos

No se encontraron más de 5 mcg/kg de aflatoxina B1, toxina-T2, ocratoxina A y zearalenona. Las cantidades de aminas biogénicas se encontraron dentro de los valores esperados al ser comparados con los determinados para harinas de subproductos avícolas15(Cuadro 5).

Resultados de los parámetros productivos obtenidos en los pollos de engorda

No se encontró diferencia estadística ($P>0.05$) al factor edad de inclusión de la composta en iniciación o finalización en las dietas, ni tampoco existió efecto

| CUADRO 6 | | | | | | |
|---|----------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| EFECTO DE DIFERENTES INCLUSIONES DE COMPOSTA EN LA DIETA DE POLLOS DE ENGORDA SOBRE EL PESO EN GRAMOS A LOS 49 DIAS DE EDAD | | | | | | |
| <i>Composta en</i> | <i>Niveles</i> | | | | | <i>EEM</i> |
| | <i>0%</i> | <i>2%</i> | <i>4%</i> | <i>8%</i> | <i>Promedio</i> | |
| Iniciación | 1866.3 | 1729.0 | 1807.0 | 1687.0 | 1772.3^a | 37.0 |
| Finalización | 1870.0 | 1705.6 | 1747.3 | 1751.0 | 1768.5^a | 35.6 |
| Promedio | 1868.2 | 1717.3 | 1777.2 | 1719.0^b | | |
| EEM | 75.4 | 69.9 | 73.0 | 68.1 | | |
| Valores con distinta letra para efectos principales son diferentes ($P<0.05$) | | | | | | |
| EEM = Error estándar de la media. | | | | | | |

| CUADRO 7 | | | | | | |
|---|----------------|--------------|--------------|-------------------------|-------------------------|--------------|
| EFECTO DE DIFERENTES INCLUSIONES DE COMPOSTA EN LA DIETA DE POLLOS DE ENGORDA SOBRE LA CONVERSION ALIMENTICIA OBTENIDA A LOS 49 DIAS DE EDAD. | | | | | | |
| <i>Composta en</i> | <i>Niveles</i> | | | | | <i>EEM</i> |
| | <i>0%</i> | <i>2%</i> | <i>4%</i> | <i>8%</i> | <i>Promedio</i> | |
| Iniciación | 2.05 | 2.20 | 2.19 | 2.32 | 2.19^a | 0.045 |
| Finalización | 2.05 | 2.26 | 2.28 | 2.22 | 2.20^a | 0.044 |
| Promedio | 2.05 | 2.23 | 2.24 | 2.27^b | | |
| EEM | 0.069 | 0.092 | 0.092 | 0.093 | | |
| Valores con distinta letra para efectos principales son diferentes ($P<0.05$) | | | | | | |
| EEM = Error estándar de la medida | | | | | | |

($P < 0.05$) a niveles de composta en las dietas, así como no existió efecto de interacción edad X niveles de composta en ganancia de peso o conversión alimenticia, se puede apreciar en el Cuadro 6, que los aumentos de peso fueron similares cuando se incluyó la composta en la etapa de iniciación o finalización. Asimismo, se aprecia que no existió diferencia estadística entre niveles de composta, no obstante observarse un mayor peso en el tratamiento con 0%. En el Cuadro 7 aparecen los datos promedio de conversión alimenticia, notándose resultados similares para el factor edad de inclusión, así como para niveles de inclusión, no obstante observarse una mejor conversión en los tratamientos con 0% de composta.

Resultados de los exámenes histológicos

En el tejido hepático, los pollos testigo presentaron hígado graso de moderado a severo, infiltración peribiliar de leve a moderada e hiperplasia de conductos biliares de moderada a severa, y en los pollos tratados con 2%, 4% y 8% de la composta de aves muertas presentaron hepatosis grasa leve o sin cambio graso, infiltración peribiliar leve, e hiperplasia de conductos biliares de leve a moderada. En los tejidos se encontró de leve a moderada infiltración monocitaria en el tejido cecal, sin cambios aparentes en el epitelio. En los tratados se encontró de moderada a severa atrofia del epitelio.

Discusión

Los datos de este estudio mostraron que es factible la elaboración de una composta a partir de cadáveres de aves y otros desechos de granjas avícolas, al lograr ubicar cajas de madera en sitios próximos a la granja, sobre una plataforma de cemento y protegidas de la lluvia por un techo²⁰. El tiempo que requirió el proceso osciló entre 24 y 28 días, con una inversión diaria de 30 minutos por mano de obra, la cual incluyó el acarreo, la mezcla de los ingredientes y la medición de la temperatura. Esta información coincide con lo descrito con anterioridad por otros autores⁸. Por otro lado, quedó demostrada la influencia de la humedad sobre la temperatura del proceso. El agua debió colocarse de manera homogénea (regadera) sobre el material, lo que evitó zonas con exceso de humedad que provocaran mal olor; de esta manera, la humedad combinada con una buena aereación del material dio como resultado un proceso microbiológico seguro y controlado,^{21,22} sin poder descartar que microorganismos de tipo anaerobio como los *Clostridium* puedan encontrar condiciones que no les sean del todo desfavorables para su proliferación²², al tratarse de un proceso biológico en el cual las condiciones no se pueden controlar de manera constante²². Este sería el riesgo más importante al intentar utilizar la composta para la alimentación animal.^{23,24,25} Al perder humedad, el material puede ser almacenado, y posteriormente molido para ser utilizado en la alimentación animal, o sin molerlo

como abono, pues ha demostrado tener un importante valor como abono orgánico,^{8,24} el cual ya representa una solución al destino final de las aves muertas dentro de un ciclo de producción de pollo de engorda, sin ser un riesgo adicional para la bioseguridad de la granja, que, por el contrario, ofrece un producto en el que se ha tenido la oportunidad de inactivar protozoos, virus y bacterias, para poder movilizar este material sin reciclar problemas microbiológicos y virales dentro de una zona avícola. Al mismo tiempo, es una solución económica que permite reciclar los desechos de la granja y obtener beneficios ecológicos, sanitarios y económicos.^{20,21}

La cantidad de aminas biogénicas en la composta elaborada para este trabajo, no sobrepasó los valores promedio establecidos para harinas de subproductos avícolas, y las cantidades de micotoxinas señaladas (aflatoxina B1, toxina-T2, ocratoxina A y zearalenona) se encontraron dentro de las permitidas para ingredientes de consumo animal.^{10,25,26}

En cuanto a los aminoácidos, a pesar de que la mezcla inicial tenía 38% de cadáveres, éstos fueron reducidos a huesos y algo de plumas, por lo cual el porcentaje de aminoácidos presentes fue similar a los de una pollinaza. También debe considerarse que el porcentaje de fibra diluyó el valor real de proteína, debido a que en gran parte era nitrógeno no proteínico; sin embargo, la calidad del material producido estuvo dentro de los rangos anteriormente informados por otros autores.^{10,23,24} Los resultados de la prueba biológica mostraron la inocuidad del material procesado por fermentación bacteriana, bajo las condiciones básicas de elaboración exigidas y el potencial de su valor nutricional evaluado en esta investigación. Este material, según el presente trabajo, afectó sólo numéricamente en 7% los parámetros productivos en una especie tan exigente a nivel nutricional como lo es el pollo de engorda, cuando se incluyó hasta 8% de composta en la dieta, sin mostrar diferencias estadísticamente significativas entre niveles y con respecto al testigo.

Es importante notar el potencial alimenticio que este material tiene para ser probado en la alimentación de otras especies menos exigentes, como rumiantes y cerdos, por su valor proteínico y por su calidad, a juzgar por el aminograma; sin embargo, se necesita eliminar el riesgo de contaminación por *Clostridium* spp.²²

El hígado graso fue mayor en los pollos testigo y puede explicarse por la concentración energética de la dieta que fue superior a las de los tratamientos con composta, lo que reduce la intensidad metabólica.²⁶ La atrofia del epitelio cecal puede explicarse por la actividad bacteriana ácida que pudiera provocar la composta a nivel cecal.²⁷

Referencias

1. Murphy DW, Silbert SA. Preservation of and nutrient recovery from poultry carcasses subjected to lactic acid bacteria fermentation. J Appl Poultry Res 1992;1:66-74.
2. Blake JP, Donald JO. Alternatives for the disposal of

- poultry carcasses. *Poultry Sci* 1992;70:1130-1135.
3. Wooley RE, Gilbert TP, Whitehead WK, Shotts EB, Dobbins CW. Survival of viruses in fermented edible waste material. *Am J Vet Res* 1981;42:87-90.
 4. Ackerman SE, Richard TL. Composting mortality from cage layer flocks. Symposium; 1990 October 4-6; Birmingham (Al). Birmingham (Al): Auburn University, 1990:31-37.
 5. Blake JP, Donald JO. An-on farm fermentation system for dead poultry disposal. *Poultry Sci* 1992;71:51 (Abstr).
 6. Carter T. Field trials and demonstrations on composting systems for poultry mortality. Symposium; 1992 October 6-8; Birmingham (Al). Birmingham, (Al): Auburn University, 1992:347-352.
 7. Conner DE, Blake JP, Donald JO. Composting as a method for the disposal of poultry carcasses. Proceedings of the Forty-Second Western Poultry Disease Conference; 1993 April 24-26; Davis, Sacramento. Davis (Ca). Sacramento (Ca): Davis, Sacramento (Ca): Western Poultry Disease Association, 1993:40-42.
 8. Payne V, Donald JO. Poultry: waste management and environmental protection manual. Auburn (Ala): The Alabama Cooperative Extension Service, Auburn University, 1989:27-33.
 9. Murpy DW, Silbert SA. Carcass preservation systems - lactic fermentation. Proceedings of the National Poultry Waste Management Symposium. 1992 October 6-8; Birmingham, (Al). Birmingham (Al): Auburn University, Birmingham, 1990:56-63.
 10. AOAC. Official methods of analysis. 14th ed. Washington (DC): Association of Official Analytical Chemists, 1984.
 11. Anonymous. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Norwalk (Co): Perkin-Elmer Corp., 1982.
 12. Sibbald JR. The T.M.E. system of feed evaluation: methodology of feed composition data and bibliography. Ottawa, Canada: Animal Research Center, 1986.
 13. Degussa. Nutritional reports and animal nutrition. Teterboro (NJ): Degussa Co., 1986.
 14. Stahl E. Thin-layer chromatography, a laboratory handbook. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1969.
 15. Poole DR. Las aminos biogénicas pueden afectar el desempeño de las aves de corral. Memorias del Seminario Técnico sobre Nutrición Avícola; 1993 marzo 24-26; Guadalajara, Jalisco y México (DF). México (DF): Asociación Americana de Soya, 1993:33-41.
 16. Perez MJA, Vázquez MJR, Rodríguez SAC, Miranda MRE, Romo GAL, Nader GE. Procedimientos de laboratorio para bacteriología y micología veterinaria. 2^a ed. México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 1989.
 17. Ellis EM, Williams JE, Mallinson EJ, Snoeyenbos GH, Martin WJ. Culture methods for the detection of animal salmonellosis and arizonosis. Ames (Ia): Iowa State University Press, 1976.
 18. National Research Council. Nutrient requirements of poultry. 9th ed. Washington (DC): National Academy of Sciences, 1994.
 19. SAS Institute. SAS User's guide. Cary (NC): SAS Institute Inc., 1991.
 20. Conner DE, Blake JP, Donald JO, Kotrola JS. Microbiological safety and quality of poultry mortality composting. Eighteenth Annual Meeting of the Southern Poultry Science. *Poultry Sci*. 1991;70(Suppl):29(Abstr).
 21. Kotrola JS, Conner DE, Blake JP, Donald JO. Microbiological evaluation of poultry mortality composters in Alabama. *Poultry Sci* 1993;72(Suppl):77(Abstr).
 22. Murphy DW, Silbert SA. Preservation of acid nutrient recovery from poultry carcasses subjected to lactic acid bacteria fermentation. *J Appl Poultry Res* 1992;1:66-74.
 23. Conner DE, Blake JP. Microbiological changes associated with composting of poultry farm mortalities. *Poultry Sci* 1990;69:36 (Abstr).
 24. Haque AKMA, Kerley M, Vandepopuliere JM. Digestibility of poultry manure composts in ruminants as measured by in-situ, in-vitro and in-vivo methodologies. *Poultry Sci* 1991;70(Suppl):49(Abstr).
 25. Lotgering F. Performance enhancers in Europe. Manual of the Cyanamid International Animal Health and Nutrition Division. Brussels, Belgium: Cyanamid International Animal Health and Nutrition Division, 1992.
 26. Scott M, Nesheim M, Young R. Nutrition of the chicken. Ithaca (NY): Cornell University, 1982.
 27. Tellez GI. Decreased luminal pH reduces *Salmonella enteritidis* colonization in Leghorn chickens. *Poultry Sci* 1992;71(Suppl):179(Abstr).