

01673
N:4
2Ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**VALORACION NUTRICIONAL DE UNA
COMPOSTA ELABORADA CON
SUBPRODUCTOS AVICOLAS PARA
ALIMENTAR POLLOS DE ENGORDA**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL
P R E S E N T A
M.V.Z. RICARDO ALFONSO MUÑOZ SABA

ASESORES: P.h.D. M.V.Z. LUIS HEREDIA ANCONA
M.S.c. M.V.Z. CARLOS LOPEZ COELLO
M.S.c. M.V.Z. ERNESTO AVILA G.



MEXICO, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1994



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 está 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.

DEDICATORIA

A mis padres quienes siempre me han apoyado y han creído en mí y a mis hermanos, por quienes siempre he mantenido un profundo cariño.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Mariano De Zabaleta y Familia por su apoyo y calidez incondicional, y a la Dra. Aline S. de Aluja por sus consejos académicos y por enseñarme a pensar como un "joven investigador".

GRACIAS

CONTENIDO

	<i>Página</i>
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
1. Transformación de aves muertas en harinas	2
1.1. La extrusión	3
1.2. Calidad microbiológica	3
1.3. Composición nutricional	4
2. Elaboración de la composta	4
2.1. Tamaño de las cajas para la composta	5
2.2. Calidad microbiológica	6
2.3. Precauciones al elaborar la composta	6
2.4. Usos de la composta	7
3. Ensilaje de cadáveres	7
3.1. Calidad microbiológica del ensilado de cadáveres	7
3.2. Calidad nutricional del ensilado de cadáveres	8
I. HIPOTESIS	8
II. OBJETIVOS	8
III. MATERIAL Y METODOS	9
1. Elaboración de la composta y estudios preliminares	10
2. Análisis bromatológico, microbiológico y toxicológico de la composta de aves muertas.	11
2.1. Análisis químico proximal	11
2.2. Determinación de energía metabolizable verdadera	12
2.3. Análisis del contenido de aminoácidos	13
2.4. Análisis toxicológico	13

2.5. Análisis microbiológico	13
3. Inclusión de la composta en dietas para pollos de engorda	14
4. Diseño experimental	14
5. Examen histológico	15
IV. RESULTADOS	15
1. Estudios preliminares	15
2. Resultados microbiológicos	16
3. Resultados de los análisis químicos proximal y el aminograma	16
4. Resultados del análisis de energía metabolizable verdadera	17
5. Resultados toxicológicos	17
6. Resultados de los parámetros productivos obtenidos en los pollos de engorda	17
7. Resultados de los exámenes histológicos	18
V. DISCUSION	18
VI. RECOMENDACIONES	21
LITERATURA CITADA	23
CUADROS	
GRAFICAS	
FIGURAS	

CUADROS

Cuadro 1. Composición nutricional de la pasta de soya y subproductos avícolas extruidos.

Cuadro 2. Nutrientes en pollinaza-cama y en la composta de aves muertas.

Cuadro 3. Número de cajas para composta, según la capacidad de la granja para cada ciclo.

Cuadro 4. Registro de aislamientos virales.

Cuadro 5a. Composición de las dietas de iniciación (0-28 días).

Cuadro 5b. Composición de las dietas de finalización (29-49 días).

Cuadro 6. Aislamientos bacterianos de la composta de cadáveres de ave.

Cuadro 7a. Análisis químicos proximales de la composta de aves muertas.

Cuadro 7b. Composición de minerales en la composta de aves muertas.

Cuadro 8. Aminograma de la composta de aves muertas.

Cuadro 9. Aminas biogénicas en la composta de aves muertas.

Cuadro 10. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en la dieta de iniciación de pollos de engorda sobre los parámetros productivos a los 28 días de edad.

Cuadro 11. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en la dieta de pollos de engorda sobre el peso a los 49 días de edad.

Cuadro 12a. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en la dieta de pollos de engorda sobre la conversión alimenticia a los 49 días de edad.

Cuadro 12b. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en la dieta de pollos de engorda sobre la conversión alimenticia corregida a los 49 días de edad.

GRAFICAS

Gráfica 1. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en la dieta de iniciación de pollos de engorda sobre el peso corporal (28 días de edad).

Gráfica 2. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en la dieta de iniciación de pollos de engorda sobre la conversión alimenticia (28 días de edad).

Gráfica 3. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en las dietas de pollos de engorda sobre el peso corporal (49 días de edad).

Gráfica 4. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en dietas de pollos de engorda sobre la conversión alimenticia corregida (49 días de edad).

Gráfica 5. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en dietas de pollos de engorda sobre el peso corporal durante el ciclo de producción.

Gráfica 6. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en la dieta de pollos de engorda sobre el consumo de alimento en un ciclo de producción.

Gráfica 7. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en la dieta de pollos de engorda sobre la conversión alimenticia durante un ciclo de producción.

FIGURAS

Figura 1a. Planta arquitectónica. a) Piso del "composter".

Figura 1b. b) Fachada posterior.

Figura 1c. c) Fachada izquierda.

Figura 2. Caja de composta.

Figura 3. Temperatura de la composta en las cajas.

VALORACION NUTRICIONAL DE UNA COMPOSTA ELABORADA CON SUBPRODUCTOS AVICOLAS PARA ALIMENTAR POLLOS DE ENGORDA

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo demostrar la factibilidad de realizar una composta con subproductos avícolas y evaluarla en dietas para pollos de engorda como animal piloto y poder conocer su potencial para futuros estudios en la alimentación de rumiantes y/o cerdos. Mediante la adición de agua a una mezcla de gallinaza, paja y cadáveres de aves en proporciones adecuadas y propiciar una fermentación aeróbica en cajones de madera, se obtuvo un producto libre de patógenos con un contenido importante de proteína entre 32-34%, 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, no encontrando valores por encima de 5 mcg/Kg para las micotoxinas analizadas. Se evaluó también el contenido de aminas biogénicas, encontrando valores bajos que fueron: Fenetilamina = 19.8 p.p.m., Putrescina = 2.06 p.p.m., Cadaverina = 16.0 p.p.m., Tyranina = 37.3 p.p.m. e Histanina = 0 p.p.m.

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 hasta la semana 7 no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$) en los parámetros productivos, aunque estos estuvieron en promedio 7% más bajos en los grupos tratados con la composta con 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 la posibilidad de que gérmenes anaerobios tipo Clostridium proliferen en los cadáveres y sobrevivan en compostas mal elaboradas limitaría su uso.

Palabras clave: composta, reciclar, clostridium, toxicología.

VALORACION NUTRICIONAL DE UNA COMPOSTA ELABORADA CON SUBPRODUCTOS AVICOLAS PARA ALIMENTAR POLLOS DE ENGORDA.

I. INTRODUCCION

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 reciclarlo^{8,25,38}.

Algunos avicultores desechan las aves muertas arrojándolas en lugares inadecuados como terrenos no cultivados o a las orillas de los caminos creando zonas de "basureros" orgánicos sin control, lo que representa una peligrosa fuente de infección y de contaminación ambiental; otros productores queman los cadáveres en diferentes tipos de hornos, este último método tiende a usarse cada vez menos debido a su alto costo y por los malos olores que ocasiona, la ineficiencia y el costo por mantenimiento de equipo son otras desventajas^{4,7,8,27,28}.

Otra opción que se ha utilizado es la de recolectar las aves muertas y suministrarlas a los cerdos de engorda, ya sea en forma cruda o previamente cocidas a manera de complemento de una dieta o como único alimento. Aunque no existen informes económicos sobre el costo beneficio, esta práctica se realiza con frecuencia. 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, se corre el riesgo de transmitir gérmenes patógenos de las aves a los cerdos; y así mismo, habrá que considerar la pobre digestibilidad de algunos tejidos como las plumas y los malos olores ocasionados por las aves muertas en estado de descomposición^{6,11,25,64}.

El entierro de las aves también ha sido utilizado frecuentemente, en el pasado se cavaba una fosa en algún lugar de la granja, se llenaba con aves muertas y se cubría con cal y tierra. En algunos países como E.U.A. 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. La fosa proporciona un ambiente adecuado para que microorganismos aeróbicos y anaeróbicos descompongan el material orgánico. Al mantenerla cerrada se reduce el mal olor, las moscas y los roedores^{10,18,29,34,44,58,90}.

Existen tres interesantes alternativas para el destino de las aves muertas, tales como:

La transformación de aves muertas en harinas, el ensilaje de cadáveres y la elaboración de la composta^{2,31,30,54,55,57,62,65,71,72}.

1-Transformación de aves muertas en harinas.

Debido al incremento en los costos por incineración y a las nuevas reglamentaciones locales, estatales y federales en los Estados Unidos de Norteamérica para disponer adecuadamente de las aves muertas y otros desechos de las granjas avícolas, surgió entonces la posibilidad de emplear el método de extrusión para obtener un producto terminado útil a partir de estos materiales tradicionalmente no utilizados por la avicultura 56,64,77,78,85,88.

1.1. La extrusión: Mediante este proceso se pueden obtener productos alimenticios de alta calidad nutritiva, a partir de desechos de incubadoras, granjas y rastros avícolas, que al ser sometidos a este proceso sufren cocción, esterilización, deshidratación y estabilización.

El principio utilizado en la extrusión es la fricción como mecanismo para crear calor, resistencia y presión. El producto es cocido a una temperatura de 150-190 °C en menos de 30 segundos. Al salir del extrusor, hay un rápido descenso de la presión dejando una humedad del 12-15% del material original. Este proceso requiere un alto gasto energético.

El objetivo de la extrusión es producir una harina que no contenga más de 12% de humedad, para que no sufra daños durante el almacenamiento 5,51,77,78.

1.2. Calidad microbiológica: Los resultados obtenidos han demostrado que con la extrusión, se logra la esterilización por lo que el producto obtenido puede emplearse como ingrediente en la alimentación animal. En algunos estudios se han agregado agentes infecciosos como:

Salmonella typhimurium, Eimerias sp., rotavirus y astrovirus de pavo en ingredientes pre-extruidos. El material pos-extruido fue recolectado en recipientes estériles; resultando negativos todos los análisis microbiológicos de los cultivos 73,77,78.

1.3. Composición nutricional: La composición nutricional de 4 harinas con diferentes porcentajes de tejidos de aves extruidas, comparadas con la harina de soya se encuentra en el Cuadro 1, donde se aprecia que el contenido de proteína, aminoácidos y minerales es atractivo como alimento para animales.

2. Elaboración de una composta: La composta se obtiene mediante un proceso natural de biodegradación, en el cual la acción de microorganismos aeróbicos, termófilos, gram-positivos, bacilos esporulados benéficos (por ejemplo Bacillus spp.), reducen y transforman los desechos orgánicos en una biomasa bacteriana ácida 8,11,19,29. En compostas elaboradas a partir de aves muertas y pollinaza en la Universidad de Maryland, se han encontrado las características que aparecen en el Cuadro 2.

La elaboración de composta está basada en la mezcla de aves muertas, pollinaza y paja, colocado en cajones de madera especiales. Las bacterias degradan los cadáveres de las aves utilizando el nitrógeno inorgánico de la pollinaza y los carbohidratos de la paja como sustrato o nutrimento^{3,5,38}. Se pueden obtener de granjas de gallinas para postura comercial,

pollo de engorda o incubadoras a partir de sus desechos^{1,14,15,17,37,40,62,68,88}.

La composta requiere un medio que favorezca la proliferación bacteriana, la cual debe de tener las siguientes características: 25-30% de oxígeno, una proporción adecuada de nutrimentos (por ejemplo, 15 a 35 partes de carbono por una parte de nitrógeno), agua (45-55%), temperatura de 72°C y un tiempo que incluye 2 períodos consecutivos de 10-14 días. El material del período inicial se llama composta de primer tratamiento, en cuya masa comienzan a proliferar los primeros microorganismos que inician la degradación de los cadáveres y del material utilizado como sustrato, para lo cual se hace necesario un continuo movimiento de aireación y al final del período se voltea completamente el "pastel" dentro de una nueva caja, de las mismas dimensiones que la inicial. Este material se llama composta de segundo tratamiento, donde la reducción de las canales es avanzada, la temperatura es más uniforme y estable, y la población de patógenos disminuye. El material continua reaccionando y puede conservarse hasta por más de 6 meses.^{5,13,16,32,68,74}.

2.1. Tamaño de las cajas para la composta: Este dependerá de la capacidad de la granja, el tamaño de los cadáveres y del porcentaje diario de aves muertas. Estudios sobre capacidad de compostas sugieren la siguiente fórmula:

La capacidad de las cajas para la composta en metros cúbicos se obtiene multiplicando: Peso promedio de las aves muertas * Capacidad de la granja por ciclo * $7 \cdot 10^{-5}$ 65,68.

El número de cajas que son necesarias puede verse en el Cuadro 3 26,27,60,61,80,82.

2.2. Calidad microbiológica: Después de 2 a 4 días de iniciado el cargamento y elaboración de la composta, la temperatura rápidamente se incrementa llegando a un máximo de 70°C, la temperatura tiende a permanecer elevada por períodos prolongados, lo que destruye larvas de mosca, bacterias patógenas y algunos virus^{20,21,41,42,43,59,91}.

Hay que tener cuidado al colocar los cadáveres de los pollos, retirándolos 15cm de las paredes de la caja para prevenir la putrefacción de estos, al no estar sometidos a la fermentación ácida y aeróbica^{7,9,68}.

Para mantener uniforme la temperatura dentro de la masa de la composta, es importante la aereación y el movimiento del material del primer tratamiento al segundo tratamiento para remover las bacterias en las capas del "pastel"; así como, distribuir la acción bactericida, larvicida y viricida dentro de todo el material^{20,21,42,43,59,75}.

En el Cuadro 4 se muestran los resultados de aislamientos virales efectuados en compostas inoculadas previamente con el virus de Newcastle y el virus de la bolsa de Fabricio, en la Universidad de Delaware⁶⁵.

2.3. Precauciones al elaborar la composta: Hay que mantener con el diario movimiento de la composta la

oxigenación en no menos del 5% de O_2 ^{7,13,72,74}. Si la composta no tiene la temperatura indicada o comienza a presentar malos olores, posiblemente se deba a una falla en la humedad, lo cual se corrige agregando más paja o más agua^{7,65,68}.

2.4. Usos de la composta: Se ha empleado como fertilizante en cultivos agrícolas^{7,12,23,24,33,53,67,76,91}.

3. Ensilaje de cadáveres de aves: Este procedimiento de fermentación láctica preserva y recupera los nutrientes de las aves muertas, es una adaptación del viejo método de conservación de alimentos e involucra el uso de bacterias ácido lácticas, que convierten los azúcares en ácidos orgánicos los cuales preservan los nutrientes. Se pueden usar directamente ácidos orgánicos. El producto resultante es un ensilado de aves muertas, que permite recuperarlas y reciclarlas para la alimentación animal^{10,46,48,49,50,63}.

3.1. Calidad microbiológica del ensilado de cadáveres: Como los azúcares son metabolizados a ácidos orgánicos, esto disminuye el pH inicial de 6.5 a 4.2 en el material ensilado. Esto provoca que grupos de bacterias potencialmente patógenas como las enterobacterias sean inhibidas. El resultado es un proceso de fermentación de 48 horas que ofrece un producto ácido, que puede ser almacenado por un período prolongado de tiempo esperando ser recuperado y reprocesado^{49,63}.

Se debe considerar cuidadosamente la fuente y porcentaje de carbohidratos incluidos en el ensilado; así

como, la temperatura, la cantidad de inoculante y un pH ácido entre 3.9 y 4.5^{46,47,61}.

3.2. Calidad nutricional del ensilado de cadáveres: El ensilado de cadáveres de aves parece tener un excelente contenido de aminoácidos esenciales ^{9,79,81}, que pueden ser reutilizados mediante un proceso de extrusión, mezclando maíz o soya (por ejemplo) con el ensilado obtenido.

Experimentalmente se ha incluido en la dieta 6.25% de ensilaje de aves muertas en dietas para pollo de engorda, con las cuales se han obtenido resultados preliminares positivos y actualmente se realizan nuevas repeticiones de estos estudios ^{9,63}. Lo que constituye una opción adicional para la disposición de las aves muertas en las granjas avícolas.

I. HIPOTESIS.

Es posible elaborar una composta a partir de aves muertas y pollinaza obtenidas en granjas avícolas en México.

El producto obtenido a partir de las aves muertas en la granja sería inócuo.

El producto así obtenido tendría un valor nutricional, con potencial para ser aprovechado en la alimentación animal.

Los pollos de engorda que reciben distintos porcentajes de composta de aves muertas en los alimentos de iniciación, crecimiento y desarrollo, no presentan diferencias significativas en cuanto a parámetros productivos: incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

II. OBJETIVOS.

Demostrar la factibilidad que existe para elaborar una composta en las granjas avícolas.

Comprobar que el material obtenido a partir de una composta es inócuo.

Demostrar que el producto así obtenido tiene un valor nutricional bueno para la alimentación animal.

Comprobar que los desechos de la industria avícola se pueden reciclar en la producción animal.

El propósito final de esta investigación fue determinar si el efecto de la composta incluida en los alimentos de iniciación y finalización a diferentes concentraciones en la dieta de pollos de engorda como animal experimental mejora o no afecta los parámetros productivos de peso corporal, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Contribuir a la bioseguridad de las zonas avícolas.

III. MATERIAL Y METODOS.

Este trabajo fue desarrollado en tres etapas que fueron:

Etapa 1: Elaboración de la composta a partir de las aves muertas generadas en las granjas y estudios preliminares.

Etapa 2: Análisis bromatológico, microbiológico y toxicológico de la composta de aves muertas.

Etapa 3: Utilización de la composta de aves muertas en la alimentación de las aves.

1. Elaboración de la composta y estudios preliminares:

La primera etapa consistió en elaborar la composta a partir de las aves muertas producidas en las granjas de Avícola Rosana en Tezoyuca, Mor. El material que se utilizó fue 57.7% pollinaza, 38.5% aves muertas y 3.8% paja de arroz, el cual se trasladó a un lugar a 4 Km de las granjas donde se había dispuesto un sitio cubierto cuyo diseño se observa en las Figuras 1a, 1b y 1c²⁶; se realizaron 5 estudios preliminares con diferentes humedades para determinar su efecto sobre el proceso hasta conseguir una humedad del 45% aproximadamente. La mezcla contiene una relación C:N entre 15:1 y 35:1.

Una vez controlado el factor humedad, se elaboraron 3 composta cada una de 600 Kilos y para ello el material se colocó en 2 cajas de madera con las siguientes medidas: 2.5 m de largo, 1.5 m de alto y 1.5 m de ancho. En general se tuvo como regla que por cada 0.5 kilos de aves muertas se requerían 0.0283 m³ de capacidad. La forma como se colocó el material fue en capas, comenzando por una capa de pollinaza de 30 cm, seguida de una capa de paja de 8-10 cm y los cadáveres de las aves se colocaron sobre la paja ocupando 15-20 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%), el cual se conseguía teniendo 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, al día siguiente otra capa de paja de 8-10 cm, cadáveres y agua uniformemente

distribuidos conformaron una sola capa de 15-20 cm y se cubrió con 15 cm de pollinaza, al tercer día se repitió una vez más el procedimiento al agregar una tercera capa de paja, cadáveres, agua y se colocó una capa final de 30 cm de pollinaza. Esta última capa solo tuvo la mitad de la humedad que el resto. En la Figura 2²⁶ se puede observar la forma en que se distribuyeron las capas de pollinaza, paja y cadáveres de aves, y las dimensiones de las cajas. Este material permaneció así por 10-14 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 90cm aproximadamente) con un termómetro con escala de 100°C. El segundo período se extendió hasta el día 28 de iniciada la elaboración de la composta.

2. Análisis bromatológico, microbiológico y toxicológico de la composta de aves muertas:

2.1. Análisis químico proximal: La composta se evaluó siguiendo la metodología que se emplea en el Laboratorio de Nutrición Animal de la FMVZ de la UNAM, 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 espectrofotómetro de absorción atómica que dió información sobre la composición mineral⁸⁶.

2.2. Determinación de energía metabolizable verdadera⁸⁴: El contenido de energía metabolizable se determinó en el Departamento de Avicultura del I.N.I.F.A.F. en el campo experimental Valle de México ubicado en Chapingo Edo. de México. Para esta técnica se utilizaron 8 gallos adultos blancos Leghorn de cresta simple con un peso promedio de 2.21 kg (4 experimentales y 4 testigos). Los gallos se alojaron en jaulas individuales de acero inoxidable, se colocó debajo de cada jaula una charola forrada con plástico para coleccionar las excretas. Antes de iniciar la prueba las aves fueron sometidas a un período de ayuno de alimento por 24 horas, después de lo cual se administró a 4 gallos por alimentación forzada hasta el buche a través de un embudo 30 g de composta, los otros 4 gallos no recibieron alimentación forzada. El objetivo fue 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. Las excretas de cada grupo se coleccionaron, pesaron y se determinó la energía bruta de cada una en la bomba calorimétrica. Posteriormente se usó la siguiente fórmula para calcular la energía metabolizable verdadera (E.M.V.)⁸⁴:

$$E.M.V. = \frac{(E.B. * X)}{X} - \frac{(Yes - Yet)}{X}$$

X.

En donde:

E.B. = Energía bruta del ingrediente a estudiar.

X= Cantidad de alimento administrado (30g).

Yee= Energía excretada presente en las excretas del grupo experimental.

Yet= Energía excretada endógena de las excretas de los gallos testigo en ayuno de alimento.

A través de este método se determinó la cantidad de energía que no se pierde en las heces y orina (excretas) y que por lo tanto, es aprovechable para el animal en kilo calorías/gramo.

2.3. 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. No se efectuó hidrólisis alcalina para la determinación de triptofano⁸⁶.

2.4. Análisis toxicológico: Se determinó el contenido de micotoxinas: Aflatoxina E1, Toxina-T2, Ocratoxina A y Zearalenona, y aminas biogénicas por cromatografía de líquidos de alta presión, cualquiera de estas toxinas⁷⁰. Los estudios se realizaron siguiendo la metodología usada por el Departamento de Toxicología de la U.N.A.M. y el Laboratorio de Toxicología de la Universidad de Mississippi respectivamente⁸⁶.

2.5. Análisis microbiológico: Se realizó en el laboratorio del Departamento de Producción Animal: Aves de la F.M.V.Z. de la U.N.A.M., con los medios de crecimiento general T.S.A. (agar, soya, tripticaseína) y los medios

selectivo Mc Konkey, verde brillante para enterobacterias, usando la técnica de Williams para su detección, S.M.A. (agar, salado, manitol) para bacterias gram positivas⁹³.

3. Inclusión de la composta en dietas para pollos de engorda: En la tercera parte de la investigación se incluyó el material obtenido, analizado, desecado en el medio ambiente y molido en 4 diferentes concentraciones: 0, 2, 4 y 8% en el alimento de los pollos de engorda. El experimento se realizó en las unidades de aislamiento del Departamento de Producción Animal: Aves.

4. 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 fueron las edades de las aves: 0-28 días y 29-49 días de edad y el otro factor 4 niveles de inclusión de la composta (0, 2, 4 y 8%)

Al grupo testigo se le suministró un alimento de ingredientes tradicionales ofrecidos comúnmente 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, reemplazaron parte de la proteína y energía (gluten de maíz, sorgo y aceite vegetal) y se balancearon de acuerdo a las necesidades nutricionales especificadas por el N.R.C.⁶⁶, para pollos de engorda. Las dietas se pueden observar en los Cuadros 5a y 5b. Los pollos del primer grupo de edad (0-28 días) recibieron el alimento

con composta de aves muertas hasta el día 28 de edad y continuaron hasta el día 49 con el alimento finalizador testigo. Los pollos del segundo grupo de edad(29-49 días) recibieron un alimento de iniciación testigo hasta el día 28 y de 29-49 días con el alimento que contenía la composta de aves muertas, en ambos grupos de edad no se realizó restricción alimenticia.

Se utilizaron 10 pollitos por grupo, cada tratamiento constó de 2 repeticiones.

El análisis estadístico de los datos se realizó conforme al diseño implementado⁷⁹. Los parámetros medidos fueron ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

5. 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.

IV. RESULTADOS

1. Estudios preliminares: Se observó que la temperatura del proceso estaba influenciada directamente por la humedad del material; es así, que cuando se trabajó con humedades entre 35-45%, las temperaturas oscilaron entre 45-57°C y en ningún momento se alcanzó la temperatura más alta del proceso que es de 70°C⁶⁵, ver Figura 3. En las muestras tomadas para análisis microbiológico se encontraron crecimientos de *Staphylococcus aureus* y *S. epidermidis*.

Se trabajó con humedades entre 45-55% y se observó que la temperatura aumentaba; en los primeros 14 días, estaba alrededor de los 57-62°C y durante el segundo período de 14 días, la temperatura llegaba a estar alrededor de los 70°C.

2. Resultados microbiológicos: Se encontró crecimiento de *Proteus mirabilis*, *Klebsiela sp.*, *Citrobacter aerógenes*, *Serratia sp.*, *Arizona sp.*, *E. coli* aeróbico y anaeróbico; cuando las muestras provenían del día 14 al día 20, se detectó crecimiento de anaerobios, pero no se detectó crecimiento de *Salmonella*, y cuando las muestras provenían del día 20 en adelante, solo crecieron aerobios sin agentes enteropatógenos como se muestra en el Cuadro 6. Esto no descarta el posible crecimiento de anaerobios cuando el proceso no se lleva a cabo bajo las condiciones anteriormente mencionadas.

3. Resultados de los análisis químicos proximal y el aminograma: En los análisis químicos proximales se encontró que el porcentaje de proteína de la composta del día 20 de iniciado el proceso, fue de 31% y el del día 28 de iniciado el proceso fue de 32% como se puede observar en el Cuadro 7a; estos valores son superiores a los encontrados en la pollinaza usada como materia prima. En el Cuadro 7b se puede observar el contenido de minerales, en los cuales se esperaba observar un más alto porcentaje de fósforo proveniente de los huesos de los cadáveres de las aves⁸³. La calidad de la proteína se observa en el aminograma del Cuadro 8, el cual

muestra que los porcentajes de aminoácidos esenciales son similares a los de una pollinaza.

4. Resultados del análisis para energía metabolizable verdadera: Se determinó un valor de 3,779.4 Mcal de energía bruta/Kg en la bomba calorimétrica para la composta, de la cual 1,913.85 +/- 23.51 Kcal/g fueron de energía metabolizable verdadera, es decir, solo el 50.64% del total de la energía contenida en el material.

5. Resultados toxicológicos: No se encontraron más de 5 mcg/Kg de Aflatoxina B1, Toxina-T2, Ocratoxina A y Zearalenona. Las cantidades de aminos biogénicos se encontraron dentro de los valores esperados al ser comparadas con las determinadas para harinas de subproductos avícolas⁷⁰ (Cuadro 9).

6. Resultados de los parámetros productivos obtenidos en los pollos de engorda: Dentro de la prueba biológica del producto, en la semana cuatro cuando se cambió el alimento, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$); el grupo de 8% de composta en iniciación tuvo el peor promedio de peso (gráfica 1) y la más alta conversión alimenticia (Gráfica 2, Cuadro 10). Los grupos tratados con composta se afectaron en un 7% en promedio en sus parámetros productivos con respecto al grupo testigo al final de la semana siete (Gráficas 3 y 4), pero no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$) (Cuadros 11, 12a y 12b). La tendencia a un mejor comportamiento productivo del grupo testigo en relación a los tratamientos

con la composta en iniciación o en finalización (gráficas 5, 6, y 7), se pudo detectar a través de una comparación por contrastes ortogonales con una $P < 0.1$.

7. Resultados de los exámenes histológicos: Las observaciones histológicas de los tejidos hepático y cecal fueron las siguientes: en el tejido hepático los testigos 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 grupos 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 el tejido cecal se encontró en los testigos infiltración monocitaria de leve a moderada y sin cambios aparentes en el epitelio. En los grupos tratados se encontró atrofia del epitelio de moderada a severa.

V. DISCUSION

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 estando protegidas de la lluvia por un techo. El tiempo que requirió el proceso osciló entre 24-28 días, con una inversión diaria de 30 minutos por mano de obra, la cual incluyó el acarreo, la mezcla de los ingredientes y el monitoreo de la temperatura. Esta información coincide con lo

descrito con anterioridad por otros autores^{8,13,65}. 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^{42,43,52}. Sin poder descartar que microorganismos de tipo anaerobio como los *Clostridium* puedan encontrar condiciones que no les sean del todo desfavorables para su proliferación^{8,13,39,42,43,69}, al tratarse de un proceso biológico en el cual las condiciones no se pueden controlar de manera constante⁵¹. Este sería el riesgo más importante al intentar utilizar este material para la alimentación animal³⁵. El material puede ser almacenado, perdiendo humedad y posteriormente molido para ser utilizado en la alimentación animal, o sin molerlo como abono. Este material ha demostrado tener un importante valor como abono orgánico^{90,91} y a través de esta vía, 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/o virales dentro de una zona avícola. Al mismo tiempo es una solución económica para el

destino final de los desechos de la granja y se obtienen beneficios ecológicos, sanitarios y económicos^{8,13,61,65}.

La cantidad de aminos biogénicas en la composta elaborada para este trabajo, no sobrepasaron los valores promedios establecidos para harinas de subproductos avícolas, y las cantidades de micotoxinas encontradas (Aflatoxina B1, Toxina-T2, Ocratoxina A y Zearalenona) se encuentran dentro de las permitidas para ingredientes de consumo animal^{70,83}.

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^{30,35,65}.

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 tan solo 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 ruminantes y/o cerdos, por su valor de proteína y calidad de la misma a juzgar por el aminograma; sin embargo, se necesita eliminar el riesgo de contaminación por *Clostridium spp*^{36,45}.

El hígado graso más severo de los grupos testigo puede explicarse por la baja calidad energética de la dieta de los tratamientos con composta, lo que reduce la intensidad metabólica^{22,83}. La atrofia del epitelio cecal puede explicarse por la actividad bacteriana ácida que pudiera provocar la composta a nivel cecal⁸⁷.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y bajo las condiciones realizadas, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

1. Esta técnica se puede llevar a cabo en explotaciones "todo dentro todo fuera", iniciando en la tercera semana de edad, cuando el tamaño de las pollos muertos y el porcentaje de mortalidad es considerablemente importante para ser utilizado y terminarlo de acuerdo a la calendarización para la entrada de la nueva parvada.

2. Cuando se sospeche que el proceso no se llevó a cabo de la manera correcta, se debe reprocesar el material para iniciar una nueva fermentación bacteriana.

3. El producto resultante no obstante tener un valor alimenticio aceptable, se aconseja usarlo como abono mientras se realizan más estudios de soporte microbiológico para experimentar con dietas en bovinos y/o cerdos.

4. Realizar estudios de la actividad bacteriana, especialmente de crecimiento anaeróbico.

LITERATURA CITADA

1. Ackerman, S.E. y Richard, T.L.: Composting mortality from cage layer flocks. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 31-37 (1990).
2. Alley, J.L.: Practical experiences with mortality composters: Alabama poultry mortality requirements. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 47-48 (1992).
3. Anderson, L.: Commercial composting of poultry manure. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 130-140 (1990).
4. Benz, R.C.: Disposal of dead birds: Poultry disposal pit. *University of Arkansas*, 1-4 (1985).
5. Blake, John P., Cook, M.E. and Miller, C.C.: Dry extrusion of offal, feathers and dead birds. *Proceedings of Meeting of Midwest Poultry Federation*. Minneapolis, Min. (1990).
6. Blake, J.P. and Donald, J.O.: Alternatives for the disposal of poultry carcasses. *Poult. Sci.*, 70: 1130-1135 (1992).
7. Blake, J.P. and Donald, J.O.: Frequently asked questions about: On-farm poultry carcass composting. *Poultry By-Product Management Handbook*. Alabama Cooperative Extension Service, Auburn University, Alabama, section 3 (1990).
8. Blake, J.P., Donald, J.O. and Conner, D.E.: Alabama is composting poultry carcasses. *Proceedings of National*

- Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 322-327 (1992).
9. Blake, J.P., Donald, J.O. and Conner, E.: Fermentation of poultry carcasses prior to rendering. *Proceedings of the forty-second western poultry disease conference*. Sacramento, Cal., 27-29 (1993).
 10. Blake, J.P., Donald, J.O. and Conner, D.E.: On-farm fermentation of broiler carcasses. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 328-334 (1992).
 11. Blevins, K.: A simple dead bird composter. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 50-51 (1990).
 12. Boling, Jerry L.: On-farm composting of poultry manure. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 335-341 (1992).
 13. Britt, S.N. and McCaskey, T.A.: Volumetric and compositional changes during two-stage composting of poultry mortalities. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 342-346 (1992).
 14. Carr, L.E., Moore, R.C. and Johnson, C.A.: Hatchery waste composting. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 139-144 (1992).
 15. Carr, L.E., Moore, R.C. and Johnson, C.A.: Composting DAF Material. *Proceedings of National Poultry Waste*

- Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 285-291 (1990).
16. Carter, T.: Field trials and demonstrations on composting systems for poultry mortality. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 347-352 (1992).
 17. Claybaugh, J.: Ensiling cage layer waste. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 64-66 (1992).
 18. Cluff, Scott A.: Composting Equipment and product quality. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 81-83 (1992).
 19. Conner, D.E., Blake, J.P. and Donald, J.O.: Composting as a method for the disposal of poultry carcasses. *Proceedings of the forty-second western poultry disease conference*. Sacramento, Cal., 24-26 (1993).
 20. Conner, D.E., Blake, J.P. and Donald, J.O.: Microbiological evaluation of poultry farm mortality composting. Twelfth Annual Meeting of The Southern Poultry Science. *Poult. Sci., Supp.*: 154 (1991).
 21. Conner, D.E., Blake, J.P., Donald, J.O. and Kotrola, J.S.: Microbiological safety and quality of poultry mortality composting. Eighteen Annual Meeting of the Southern Poultry Science. *Poult. Sci., Supp.*: 29 (1991).
 22. Cuca, M., Avila, E. y Pro, A.: Alimentación de las aves. *Colegio de posgraduados*. Montecillo Edo. de México, 1990.

23. Cummings, C.G.: A survey of the fertilizer value of co-composted poultry mortalities and poultry litter. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 358-363 (1992).
24. Davies, John: Feed from poultry waste- a new process. *InstaPro Update*. N°20 (1990).
25. Donald, J.O. and Blake, J.P.: Comparison of mortality disposal systems. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 56-63 (1992).
26. Donald, J.O. and Blake, J.P.: Dead poultry composter construction. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 38-44 (1990).
27. Donald, J.O. and Blake, J.P.: Installation and use of incinerators. *Poultry By-Product Management Handbook*. Alabama Cooperative Extension Service, Auburn University, Alabama, section 3 (1992).
28. Donald, J.O. and Blake, J.P.: Use and construction of poultry burial pits. *Poultry By-Product Management Handbook*. Alabama Cooperative Extension Service, Auburn University, Alabama, section 3 (1992).
29. Donald, J.O.: composting poultry carcasses: Microbiological safety. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 418-423 (1992).

30. Donald, J.O., Mitchel, C. and Paine, V.: Dead poultry composting. *Alabama cooperative extension service*. Auburn university, Alabama, 4p (1990).
31. Dutton, H.E.: Composting dead chickens: Dutton farm demonstration. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 45-49 (1990).
32. Flynn, R.P. and Wood, C.W.: Temperature versus chemical measurement for co-composted broiler litter maturity. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 367-372 (1992).
33. Fontenot, W.C.: The uses of poultry wastes in the greenhouse industry. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 141-143 (1990).
34. Fulhage, Charles: Dead poultry composter project, Tom Swaffer Composter. *University Extension, University of Missouri-System*. 4p (1992).
35. Haque, A.K.M.A., Kerley, M. and Vandepopuliere, J.M.: Digestibility of poultry manure composts in ruminants as measured by in-situ in-vitro and in-vivo methodologies. *Poult. Sci. Supp.* 70: 49 (1991).
36. Henderickx, H.: Feed additives. *Feed international*. January-February 2: 16-18 (1981).
37. Hermel, S.R.: Dead pig composting: turning a problem into an asset. *National Hog Farmer*. 38: 40-41 (1993).

38. Holden, C.: Process technology and market development for composted poultry manure: An overview of challenges and opportunities. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 236-242 (1990).
39. Jones, P.W.: Health hazards associated with the handling of animal wastes. *Proceedings of a symposium held by the E.E.C. on animal and human health hazards with the utilization of animal effluents*. Great Britain. 189-202 (1993).
40. Keener, H.M. and Hansen, R.C.: Practical implications for the composting of poultry manure. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 69-80 (1992).
41. Kintzer, B.L.: How poultry waste management can prevent contamination of ground and surface water. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 15-22 (1990).
42. Kotrola, J.S., Conner, D.E., Blake, J.P. and Donald, J.O.: Microbiological evaluation of poultry mortality composters in Alabama. *Poult. Sci. Supp.* 72: 77 (1993).
43. Kotrola, J.S., Conner, D.E., Blake, J.P. and Donald, J.O.: Microbiological evaluation of small-scale in house composting of poultry carcasses. *Poult. Sci. Supp.* 72: 78 (1993).

44. Lomax, K.M. and Malone, G.W.: On-farm digestion system for dead poultry. *American society of agricultural Engineers*, (fiche N° 88-4075): 11 (1988).
45. Lotgering, F.: Performance enhancers in europe. *Cyanamid International Animal Health and Nutrition Division*. Belgium, 25-27 (1992).
46. Mack, H.: Issues facing the poultry industry. *Proceedings of National Poultry Waste Management symposium*. Auburn University, Alabama, 23-24 (1990).
47. Malone, G.W.: Carcass preservation system-acid preservation and proteolytic yeast. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 52-63 (1990).
48. Malone, G.W.: Fermentation of mortality. *Proceedings of national Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 49-55 (1992).
49. Malone, G.W., Gedamu, N., Kung, L. and Cloud, S.S.: Yeast fermentation of poultry carcasses. Temperature, carbohydrate and pathogen laboratory studies. *Poult. Sci. Supp.* 72: 77 (1993).
50. Malone, G.W., Gedamu, N., Odor, E.M. and Saylor, W.W.: Yeast fermentation of poultry carcasses. *Poult. Sci. Supp.* 72: 77 (1993).
51. Manual de Extrusión. *Insta Pro*. 1991.
52. Min, J.H., Yang, C.O. and Yoon, Y.H.: Changes of chemical compounds of poultry manure and characteristics of

- associated bacteria during aerobic composting fermentation. *Korean J. Animal Sci.* 32: 479-487 (1990).
53. Mitchell, C.C. and Browne, C.E.: Plant nutrient availability in fresh and composted poultry wastes. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 391-395 (1992).
54. Mote, C.R. and Estes, R.D.: Solids removal rates and energy requirements for dead poultry decomposition in heated septic tanks. *Poult. Sci.*, 61: 1956-1961 (1982).
55. Muirhead, Sarah: Composting of poultry is possible in cold weather areas. *Feedstuffs*. 64: 11 (1993).
56. Muirhead, Sarah: Extrusion of dead birds, offal offers viable disposal alternative. *Feedstuffs*. 62: 11 (1991).
57. Muñoz, S.R. y Heredia, A.L.: Composta de aves muertas. *Memorias del XIII Congreso Latinoamericano de Avicultura*. Sto. Domingo, Rep. Dom. 70-72 (1993).
58. Murphy, D.W.: Dead bird disposal. The composting way. *Poult. Dig.*, 48: 244-245 (1989).
59. Murphy, D.W.: Disease transfer studies in a dead bird composter. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 25-30 (1990).
60. Murphy, D.W.: Feasibility of windrow composting for disposal of large scale broiler mortality I. Preliminary test. *Poult. Sci. Supp.* 72: 78 (1993).

61. Murphy, D.W.: Feasibility of windrow composting for disposal of large scale broiler mortality II. A field case. *Poult. Sci. Supp.* 72: 78 (1993).
62. Murphy, D.W.: New developments in mortality composters. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 33-40 (1992).
63. Murphy, D.W. and Silbert, S.A.: Carcass preservation systems-lactic fermentation. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 56-63 (1990).
64. Murphy, D.W. and Silbert, S.A.: Preservation of and nutrient recovery from poultry carcasses subjected to lactic acid bacteria fermentation. *J. Appl. Poultry Res.* 1: 66-74 (1992).
65. Murphy, D.W. and Carr, L.E.: Composting dead birds (fact sheet 537). *Cooperative extension service. University of Maryland System*. Maryland, 4p. (1989).
66. National Resources Council. Nutrient Requirements of Poultry. 8th ed. Washington, D.C., 1984.
67. Parsons, J.T.: Viability of weed seed in poultry manure and mortality compost. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 396-400 (1992).
68. Payne, V. and Donald, J.O.: Poultry: Waste management and environmental protection manual. *The Alabama Cooperative Extension Service*, Auburn University, Alabama. 27-33 (1989).

69. Platz, S.: Survival of pathogenic bacteria and protozoa after short-time composting of poultry manure. *Proceedings of a symposium held by the E.E.C. on animal and human health hazards associated with the utilization of animal effluents*. Great Britain. 209-215 (1993).
70. Poole, Don R.: Las aminas biogénicas pueden afectar el desempeño de las aves de corral. *Memorias Seminario Técnico Sobre Nutrición Avícola*. México, D.F., 33-41 (1993).
71. Poss, P.E.: Central pick-up of farm dead bird. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 75-76 (1990).
72. Proctor, G.: Practical experiences with mortality composters. *Proceedings of national Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 44-46 (1992).
73. Reynolds, Don: Microbiologic evaluation of dead bird meal. *Insta Pro Update*. N°24 (1990).
74. Richardson, S.: Practical experiences with mortality composters on the farm. *Proceedings of National Poultry Waste management Symposium*. Auburn University, Alabama, 41-43 (1992).
75. Rives, D.: Fly populations associated with poultry mortality composting. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 409-412. (1992).

76. Safley, C.D. and Safley, L.M.: Economic analysis of alternative compost systems. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 151-162 (1990).
77. Said, Nabil: Dry extrusion a solution to the wet waste problems. *Insta Pro Update*. N°22 (1990).
78. Said, Nabil: Rendering with insta-pro dry extrusion. *Insta Pro Update*. N°27. (1990).
79. S.A.S. *System Analitical Statistic*. 1990.
80. Scarborough, J.N. and Collins, N.E.: Environmental planning for poultry housing. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 252-258 (1990).
81. Scheid, Jon F.: Fermentation of dead birds offers option for growers. *Feedstuffs*. 64: 11 (1993).
82. Scott, Joe: Expanding poultry industry and new composting methods may boost Southwest Missouri's economy and its soil quality. *Resource Review Missouri*. 8: 3-8 (1991).
83. Scott, M., Nesheim, M. and Young, R.: *Nutrition of the chicken*. Cornell University. Ithaca, New York. 39-49 (1982).
84. Sibbald, J.R.: The T.M.E. system of feed evaluation: methodology of feed composition data and bibliography. *Animal Research Center*. Ottawa, Canada. 12-33 (1986).
85. Tadtianant, C., Lyons, J.J. and Vandepopuliere, J.M.: Utilization of extruded poultry mortalities and feathers

- in broiler starter diets. *Poult. Sci., Supp.* 68: 145 (1989).
86. Tejada, I.H.: *Control de calidad de análisis de alimentos para animales*. Sistema de Educación Continua en Producción Animal. A.C. 2a. ed. México, 1992.
87. Tellez, G.I.: Decreased luminal pH reduces *Salmonella* Enteritidis colonization in Leghorn chickens. *Poult. Sci. Supp.* 71: 179 (1992).
88. Vandepopuliere, J.M.: Carcass preservation systems-extrusión. *Proceedings of National Poultry Waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 64-68 (1990).
89. Vandepopuliere, J.M., Lyons, J.J. and Fulhage, C.D.: Recycling cage layer mortalities by composting. *Poult. Dig.* 51: 24-30 (1992)
90. Voris, John C.: Development of poultry guidelines to regulate interface with neighbors. *J. Appl. Poultry Res.* 1: 110-116. (1992).
91. Warren, S.L. and Safley, C.D.: Use of composted poultry litter in the horticultural industry. *Proceedings of National Poultry waste Management Symposium*. Auburn University, Alabama, 144-150 (1990).
92. Willinger, H. and Thiemann, G.: On the survival of bacterial pathogens in aerated liquid manure of cattle. *Proceedings of a symposium held by the E.E.C. on animal and human health hazards associated with the utilization of animal effluents*. Great Britain. 203-208 (1993).

93. Wistreich, G.A. y Lechtman, M.D.: *Prácticas de Laboratorio en Microbiología*. Limusa. 2a. ed. México, 1983.

Cuadro 1. Composición nutricional de la pasta de soya y subproductos avícolas extruidos

Característica(%)	Harina soya	Visceras 25%	Pollos muertos 30%	Plumas 20%	Cabezas, patas, y sangre 30%
Humedad	10.4	10.4	16.0	7.3	15.6
Proteína	46.0	45.2	44.7	49.1	45.6
Extracto Etc.	1.0	2.5	3.4	0.2	2.9
Amoniácidos (%)					
Metionina	0.66	0.74	0.81	0.71	0.70
Cistina	0.71	0.67	0.72	1.18	0.89
Lisina	2.94	2.79	3.04	2.74	2.72
Treonina	1.85	1.81	1.94	2.05	1.86
Arginina	3.38	3.29	3.49	3.61	3.44
Leucina	3.65	3.59	3.86	4.04	3.72
Isoleucina	2.05	1.97	2.13	2.25	2.04
Miñerales (%)					
Calcio	0.29	0.88	0.54	0.30	1.00
Fósforo	0.71	0.99	0.77	0.69	0.97
Potasio	2.32	2.11	1.99	2.19	1.94
Sodio	0.03	0.06	0.05	0.21	0.16

INSTA PRO. INTERNATIONAL (1991)

Cuadro 2. Nutrimientos en polinaza-cama y en la composta de aves muertas

Análisis	Cama-pollinaza	Composta-aves
Humedad%	21.00	46.1 ± 2.19
Nitrógeno %	4.15	2.2 ± 0.19
Fósforo % (P2O5)	3.8	3.27 ± 0.23
Potasio % (K2O)	2.85	3.39 ± 0.13
Calcio %	1.7	1.33 ± 0.15
Magnesio %	0.91	0.82 ± 0.1
Sulfuro %	0.51	0.4 ± 0.02
Manganeso ppm	208.00	122.00 ± 18.0
Zinc ppm	331.00	245.00 ± 32.0
Cobre ppm	205.00	197.00 ± 28.0

Carr, Lewis E.: Universidad de Maryland (1989)

Cuadro 3. Número de cajas para composta, según la capacidad de la granja para cada ciclo

Población de aves	m ³ de las cajas requeridos (1)	Número de cajas 1.5 * 1.5 * 2.4	m ³ de cajas requeridos (2)
20,000	5.9	1	5.9
40,000	11.8	2	11.8
60,000	17.8	3	17.8
80,000	23.7	4	23.7
100,000	29.	5	29.7
120,000	35.	6	35.6

(1) Primer período
 (2) Segundo Período
 Universidad de Auburn, Alabama (1990)

Cuadro 4. Registro de aislamientos virales

Exámen de identificación (muestreo)	Tejido examinado		
	Cuello	Bolsas de fabricio	Otro
Control positivo	2/4 (1)	4/4 (2)	--
11 días (primario)	0/8	2/8	--
18 días (secundario)	No reg	0/7	--
Después de 21 días	--	--	--

(1) Virus de Newcastle. (2) Virus de I.B.F.
 Departamento de Ciencia Animal y Agricultura, Universidad de Delaware (1989)

**Cuadro 5a. Composición de las dietas de iniciación
(0-28 días de edad)**

Ingredientes en %	Testigo	Composta 2%	Composta 4%	Composta 8%
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%	5.0	5.0	5.0	5.0
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	2.0	4.0	8
Sal	2.5	2.5	2.5	2.5
Vitaminas	0.25	0.25	0.25	0.25
Minerales	1.0	1.0	1.0	1.0
Nicarbacina	0.5	0.5	0.5	0.5
E.P.Q. 20%	0.5	0.5	0.5	0.5
Avoparcina	0.25	0.25	0.25	0.25

**Cuadro 5b. Composición de las dietas de finalización
(29-49 días de edad)**

Ingredientes en %	Testigo	Composta 2%	Composta 4%	Composta 8%
Sorgo 8%	64.7	63.5	62.2	59.8
Harina de soya 44%	19.8	20.2	20.5	21.3
Harina de pescado 54%	5.0	5.0	5.0	5.0
Gluten de maíz 60%	4.6	3.4	2.3	0
Aceite vegetal	2.4	2.7	3.0	3.6
Roca fosfórica 18%	2.5	2.1	1.8	1.0
Carbonato de Calcio 39%	0.2	0.2	0.3	0.4
Composta	0	2.0	4.0	8.0
Sal	2.5	2.5	2.5	2.5
Vitaminas	0.25	0.25	0.25	0.25
Minerales	1.0	1.0	1.0	1.0
Nicarbacina	0.5	0.5	0.5	0.5
E.P.Q. 20%	0.5	0.5	0.5	0.5
Avoparcina	0.25	0.25	0.25	0.25

**Cuadro 6. Aislamientos bacterianos de
la composta de cadáveres de ave**

Nombre de la bacteria	Aislamientos
Enterobacter aerógenes	++
Citrobacter freundii	+++
Staphylococcus epidermidis	++
E. coli anaerógena	++
Staphylococcus aureus	+
Proteus mirabilis	+++
Alcaligenes fecalis	+
Serratia sp.	+++
Eduardsiella sp.	+
<p>+ Escaso ++ Poco frecuente +++ Muy frecuente</p>	

Cuadro 7a. Análisis químicos proximales de la composta de aves muertas

Nutrientes %	Pollinaza	Composta día 20	Composta día 28
Materia seca	94.16	80.39 ± 3.71	74.86 ± 2.48
Proteína	27.37 ± 0.55	30.55 ± 1.99	32.10 ± 1.94
Extracto Etéreo	2.78 ± 0.69	5.18 ± 1.72	4.46 ± 1.91
Cenizas	14.01 ± 0.50	12.92 ± 2.23	13.89 ± 0.70
Fibra cruda	10.37 ± 0.33	10.00 ± 1.35	9.19 ± 1.05
Extracto Libre de Nitrógeno	35.46 ± 0.31	31.33 ± 3.99	30.34 ± 3.12
Nutrientes Digestibles totales	63.26 ± 0.55	66.62 ± 2.53	65.02 ± 2.58
Energía	2,789.07 ±	2,937.54 ±	2,866.90 ±
Digestible	24.19 kcal/kg	111.70 kcal/kg	113.45 kcal/kg

Cuadro 7b. Composición de minerales en la composta de aves muertas

Macrominerales	Cantidad en %
Calcio	3.15 ± 0.14
Fósforo	1.54 ± 0.15
Microminerales	Cantidad en p.p.m.
Cobre	37.63 ± 6.92
Hierro	1,280 ± 64.99
Manganeso	267.50 ± 13.12
Zinc	338.00 ± 24.58
Cobalto	No detectable

Cuadro 8. Aminograma de la composta de aves muertas

Aminoácido	Método	Contenido en %	Gramos A.A. en 100g de P.C.	Gramos A.A. en 100g de M.S.
Metionina	1	0.19	0.56	0.21
Cistina	1	0.32	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
Triptofano	5	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 5: Hidrólisis alcalina

P.C.= Proteína Cruda

M.S.= Materia Seca

Cuadro 9. Aminas biogénicas en la composta de aves muertas

Amina Biogénica	mcg/kg
Fenilamina	19.8
Triptamina	0
Putrescina	2.06
Cadaverina	16.0
Histamina	0
5 - Hidroxitriptamina	0
Tiramina	37.3
Espemidina	0
3 - Hidroxitiramina	0

Cuadro 10. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en la dieta de iniciación de pollos de engorda sobre los parámetros productivos a los 28 días de edad

	0%	2%	4%	8%
Peso	812.5	741.3	732.0	699.3
Consumo	1,420.5	1,427.2	1,496.6	1,418.6
Conversión	1.75	1.92	2.04	2.03

Cuadro 11. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en la dieta de pollos de engorda sobre el peso a los 49 días de edad

	0%	2%	4%	8%	Promedio
Iniciación	1,866.3	1,729.0	1,807.0	1,687.0	1,772.3
Finalización	1,870.0	1,705.6	1,747.3	1,751.0	1,768.5
Promedio	1,868.2	1,717.3	1,777.2	1,719.0	

Cuadro 12a. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en la dieta de pollos de engorda sobre la conversión alimenticia a los 49 días de edad

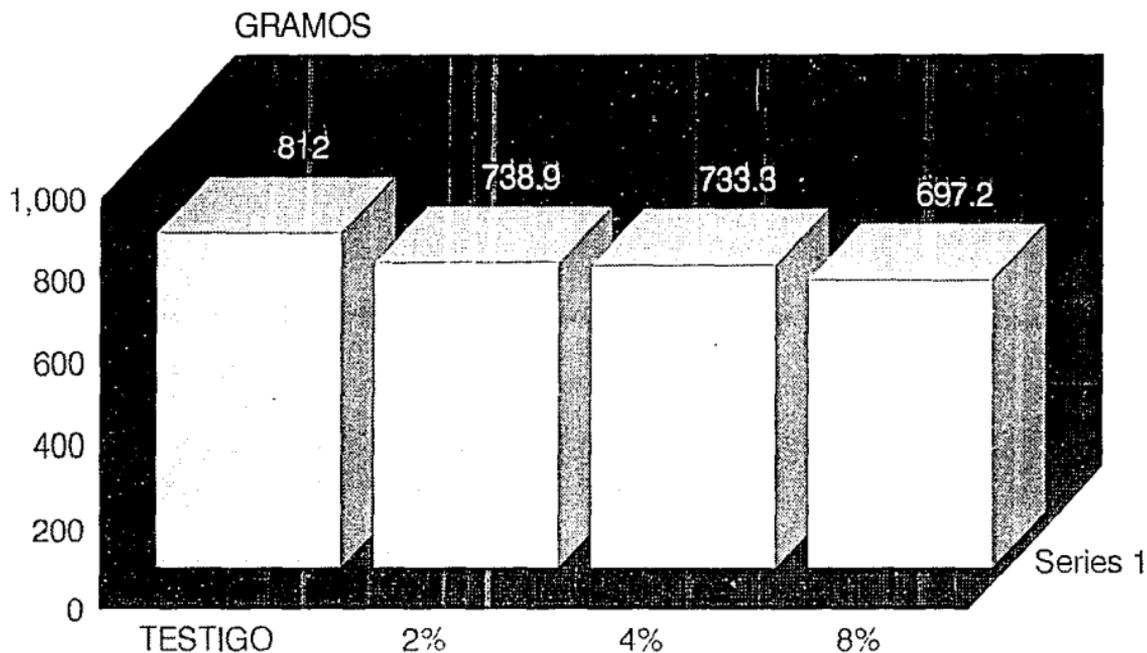
	0%	2%	4%	8%	Promedio
Iniciación	2.28	2.45	2.43	2.58	2.43
Finalización	2.28	2.514	2.53	2.47	2.45
Promedio	2.28	2.48	2.48	2.52	

Cuadro 12b. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en la dieta de pollos de engorda sobre la conversión alimenticia corregida a los 49 días de edad

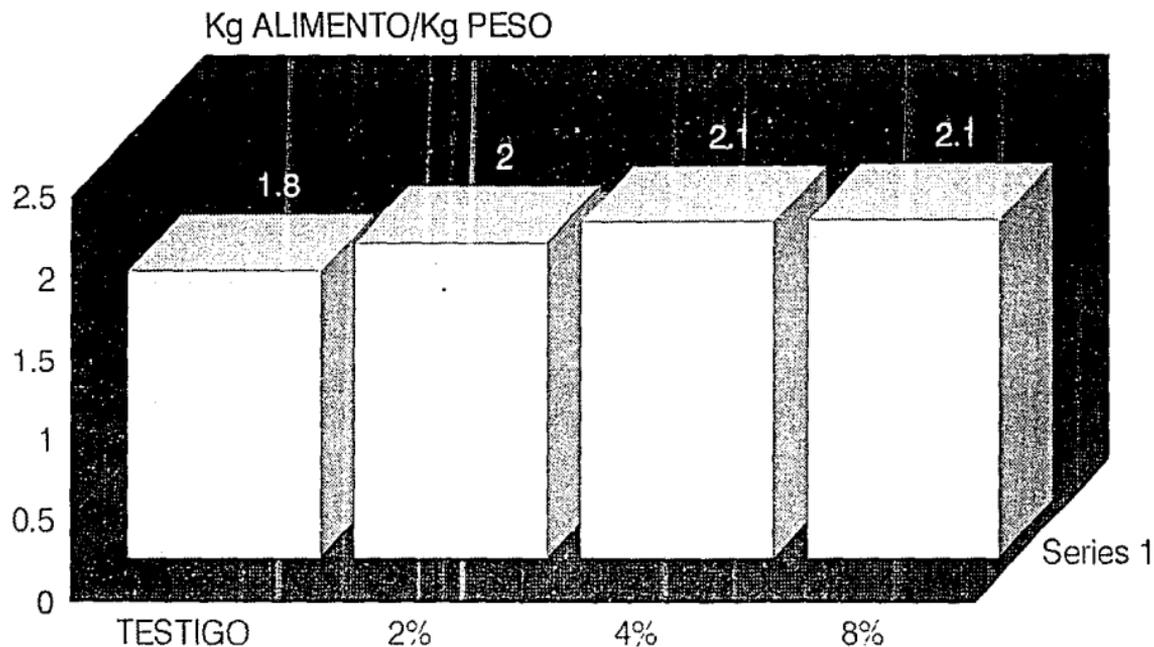
	0%	2%	4%	8%	Promedio
Iniciación	2.05	2.20	2.19	2.32	2.19
Finalización	2.05	2.26	2.28	2.22	2.20
Promedio	2.05	2.23	2.24	2.27	

Conversión corregida con un 10% de desperdicio de alimento

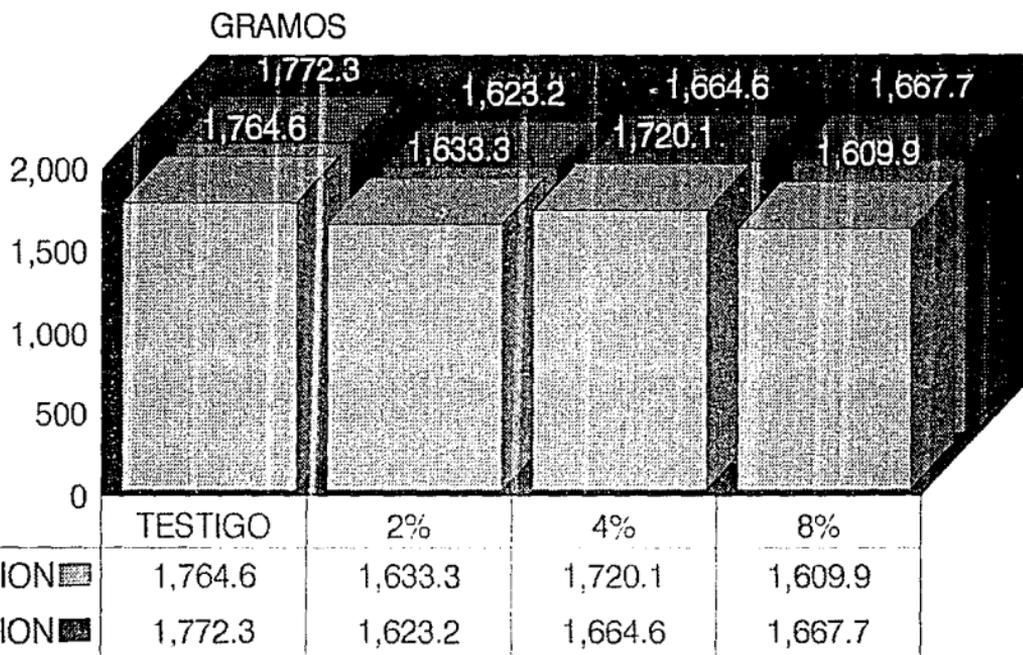
Gráfica 1. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en la dieta de iniciación de pollos de engorda sobre el peso corporal (28 días de edad).



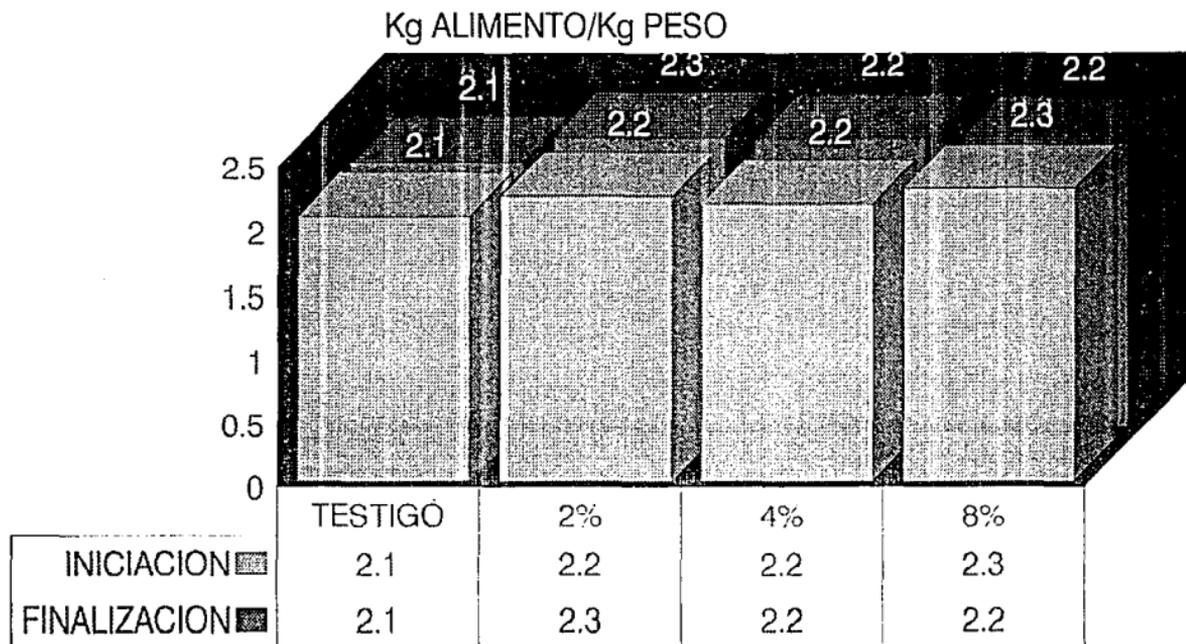
Gráfica 2. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en la dieta de iniciación de pollos de engorda sobre la conversión alimenticia (28 días de edad).



Gráfica.3. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en las dietas de pollos de engorda sobre el peso corporal (49 días de edad).

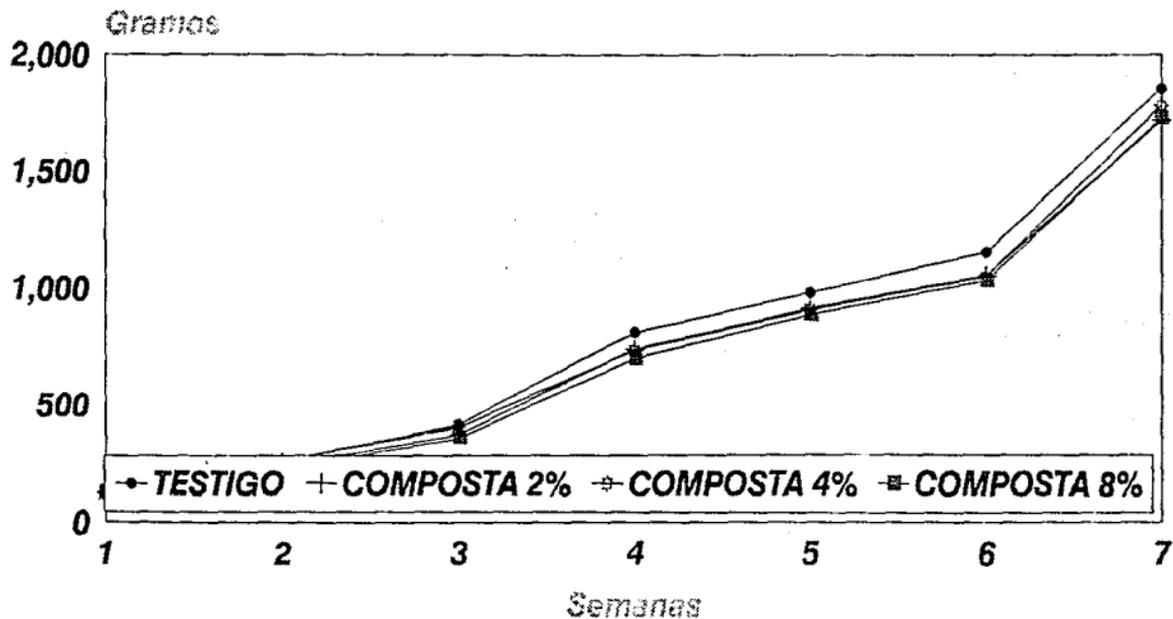


Gráfica 4. Efecto de la inclusión de composta en dietas de pollos de engorda sobre la conversión alimenticia corregida (49 días de edad).

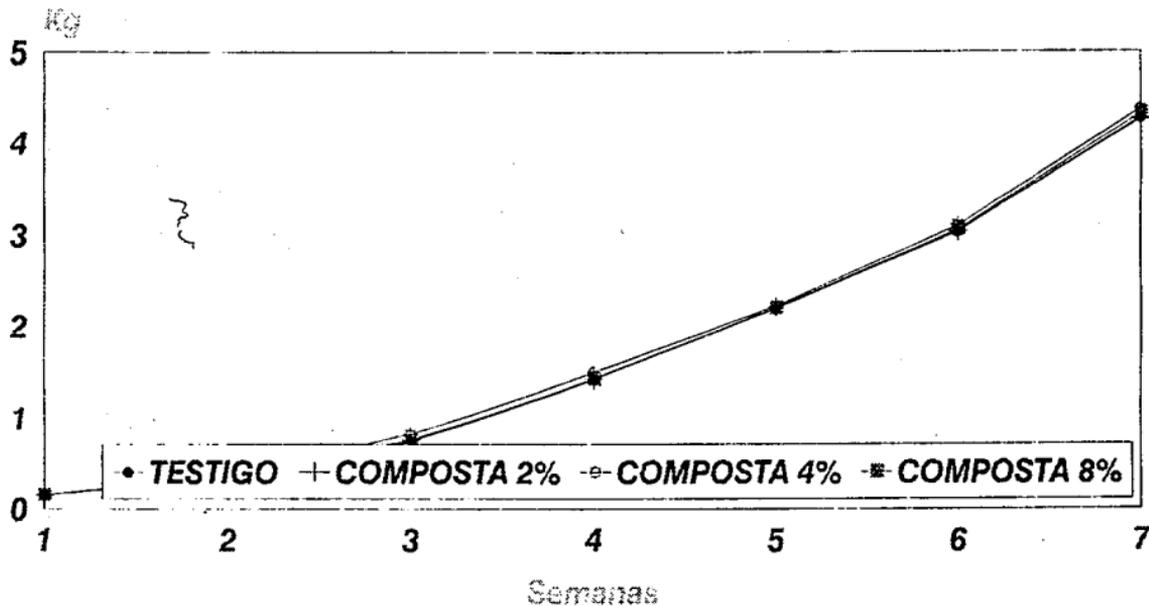


10% desperdicio de alimento.

Gráfica 5. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en dietas de pollos de engorda sobre el peso corporal durante el ciclo de producción.



Gráfica 6. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en la dieta de pollos de engorda sobre el consumo de alimento en un ciclo de producción.



Gráfica 7. Efecto de la inclusión de composta de aves muertas en la dieta de pollos de engorda sobre la conversión alimenticia durante un ciclo de producción.

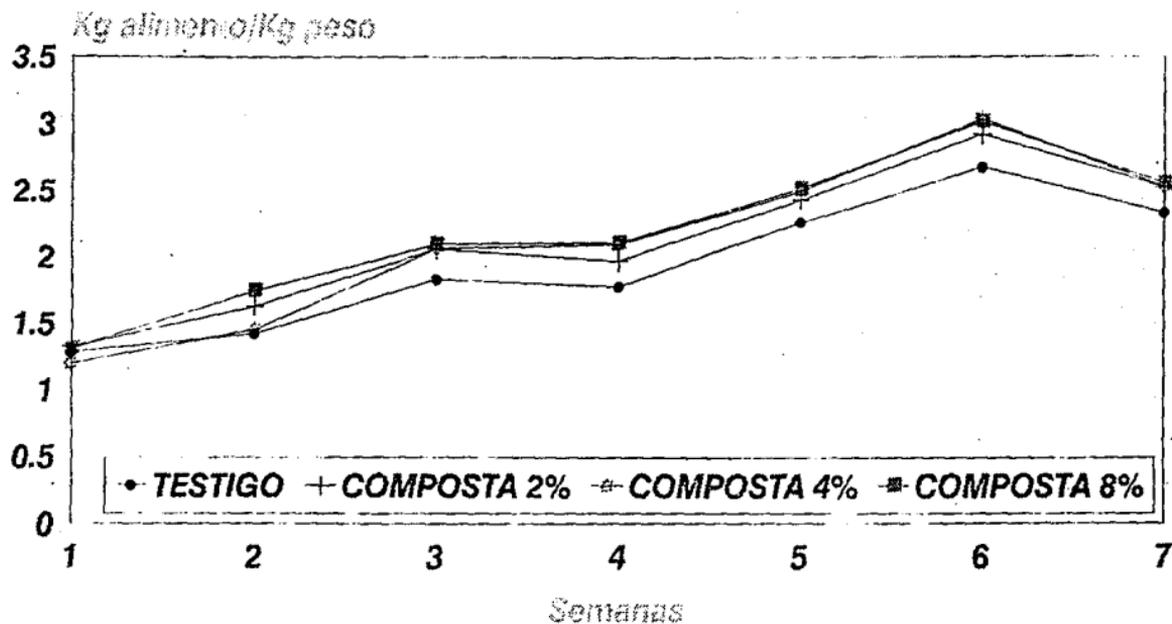
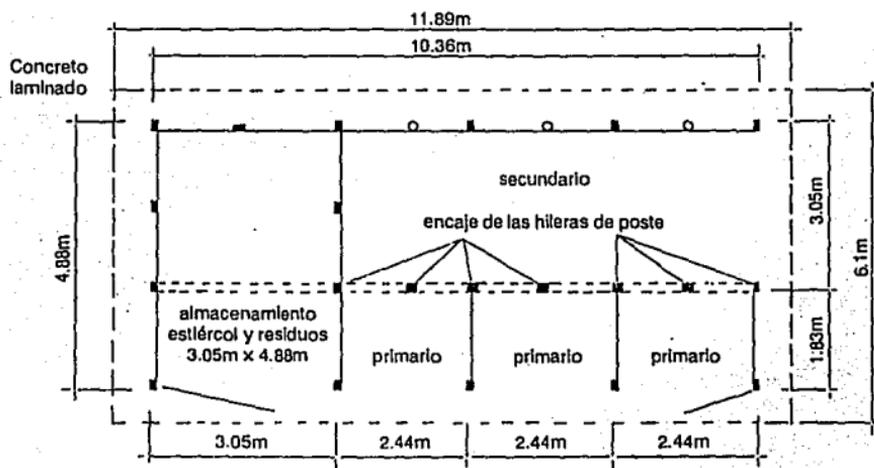


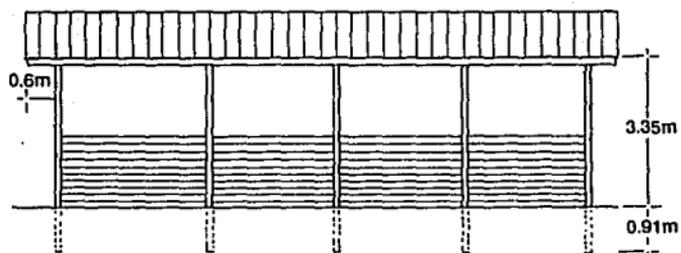
Fig. 1a
 PLANTA ARQUITECTÓNICA. a) Piso del "Composter"



Columnas de 0.1m x 0.15m x 0.91m enterradas

Fuente: 26

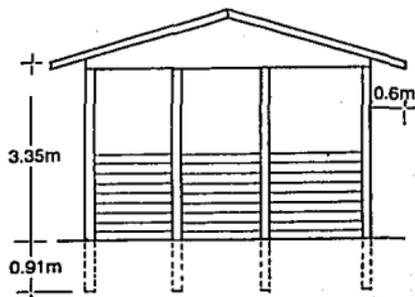
Fig. 1b
b) Fachada posterior



NOTA: POSTES ENTERRADOS EN EL CEMENTO

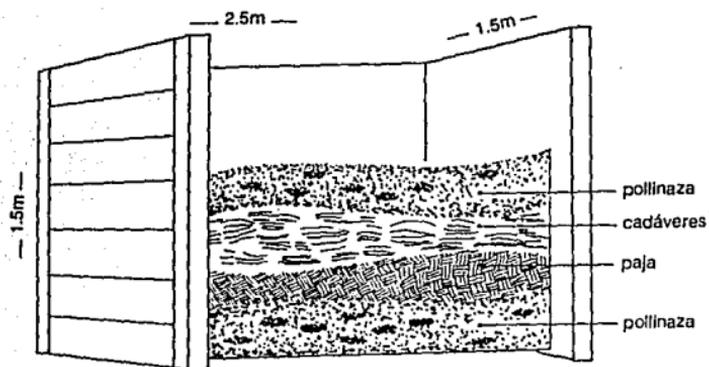
Fuente: 26

Fig. 1c
c) Fachada Izquierda



Fuente: 26

Fig. 2
CAJA DE COMPOSTA



Fuente: 25

FIGURA 3. TEMPERATURA DE LA COMPOSTA EN LAS CAJAS.

