

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Efecto del óxido de calcio (CaO) sobre el contenido
químico y microbiológico de la cama y su efecto en la
producción de pollos de engorde**

Proyecto Especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el grado
de académico de Licenciatura

Presentado por:

Diego Aquiles Ruiz Faz
Víctor Hugo Ruiz Ibarra

Zamorano – Honduras
Noviembre, 2005

Los autores conceden a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservaran los derechos de autor.

Diego Aquiles Ruiz Faz

Víctor Hugo Ruiz Ibarra

Zamorano – Honduras
Noviembre, 2005

Efecto del óxido de calcio (CaO) sobre el contenido químico y microbiológico de la cama y su efecto en la producción de pollos de engorde.

Por:

Diego Aquiles Ruiz Faz
Víctor Hugo Ruiz Ibarra

Aprobado:

Abel Gernat, Ph.D.
Asesor Principal

John J. Hincapié, Ph.D.
Coordinador Área de
Zootecnia.

Gerardo Murillo
Asesor

Abelino Pitty, Ph.D.
Director Interino Carrera
Ciencia y Producción
Agropecuaria.

John Jairo Hincapié, Ph. D.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA
D.A.R.F.

A Dios por haberme guiado estos cuatro años.

A mis padres Aquiles y Luisa por su comprensión, apoyo y amor durante estos años.

A mis hermanas y sobrinita por su apoyo y confianza.

A mis abuelitos y tíos que me han apoyado todo este tiempo.

A todas las personas que me brindaron su apoyo y amistad.

DEDICATORIA

V.H.R.I

A mi maravillosa madre Carlota Ibarra quien amo con toda mi alma, por toda la ternura, comprensión y consejos que me ha brindado, orientándome en mi desarrollo personal y profesional.

A mi padre Víctor Ruiz quien durante su vida en la tierra me guió por el buen camino, brindándome todo su apoyo y comprensión, para poner en mí sus ojos como alguien de quien se sentiría orgulloso, siempre lo recordaré como un ejemplo de padre aunque se encuentre en el cielo.

A mis hermanos Geomara, Jaqueline, Isabel, Antonio, Jenny quienes siempre han confiado en mí brindándome todo su apoyo y amor fraternal en todo momento.

Asimismo en esta etapa trascendental de mi vida hago extensiva esta dedicatoria a mis queridos abuelitos Mercedes Bonilla y Rómulo Ruiz.

AGRADECIMIENTO

D.A.R.F.

A mis padres Aquiles y Luisa por su confianza, consejos, apoyo y amor brindado durante esta etapa de mi vida universitaria.

A mis hermanas y sobrina que son unos de los principales motivos para culminar mis estudios.

A mis abuelitos Carlos y Lucia, que a pesar de la distancia siempre estuvieron apoyándome y brindando todo su cariño.

A mis tíos Ángel, Carmen, Maricela y Emperatriz por el apoyo brindado durante todos estos años.

A todos mis primos y familia que estuvieron siempre pendientes de mí durante mis estudios.

Al Dr. Abel Gernat por su valiosa ayuda y consejos en la realización de este proyecto.

Al Ing. Gerardo Murillo por su amistad y guía durante la realización de la tesis.

A Víctor Ruiz por ser un verdadero amigo en Zamorano y brindarme su apoyo en los buenos y no tan buenos momentos.

A mis amigos por todos los momentos brindados y compartidos, por su amistad y apoyo en todo este tiempo.

AGRADECIMIENTO

V.H.R.I

A Dios por darme la oportunidad de culminar mis estudios universitarios; y porque gracias a los dones que puso en mí he logrado alcanzar una de mis metas.

Al Dr. Abel Gernat por su apoyo profesional, amistad y confianza brindada para la realización de este trabajo.

Al Ing. Gerardo Murillo por su compromiso y guía para la realización de este trabajo.

A mi madre y hermanos por su apoyo y comprensión que gracias a ellos he culminado una etapa más de mi vida.

A los catedráticos que fueron guía a través de mi educación universitaria y por brindarme valiosos conocimientos.

A mi compañero de cuarto y de tesis Diego Ruiz, con quien hemos sacado adelante este trabajo con gran dedicación.

A mis amigos y compañeros: la camaronera “San Luis”, Esteban, Xavier, Víctor, Ronald, Nelson, Carlos por todas las experiencias que hemos vivido como estudiantes.

¡ A todos muchísimas Gracias!

RESUMEN

Ruiz, D., Ruiz, V. 2005. Efecto del óxido de calcio (CaO) sobre el contenido químico y microbiológico de la cama y su efecto en la producción de pollos de engorde. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano. Honduras. 19p.

La aplicación de gallinaza al suelo es un riesgo para la calidad del agua si se aplica en áreas susceptibles a escorrentía o en cantidades que sobrepasen los requerimientos del suelo. Las altas concentraciones de fósforo soluble y la necesidad de reutilizar el material de cama, son los causantes para que se desarrollen métodos innovativos para tratar los desechos y así minimizar el impacto ambiental. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un proceso usando CaO para reducir la solubilidad del P y el contenido de microorganismos en la cama de pollos de engorde. Se usaron cuatro materiales de cama: viruta nueva, cama usada sin tratar, cama usada tratada con 10 % CaO (con base en su peso) y cama usada tratada con 15 % CaO (con base en su peso). Diez días antes de colocar los pollos, la cama usada fue tratada con CaO, se determinó la humedad inicial (11.4%) y se agregó agua hasta alcanzar el 80 % de humedad. Los días 1 y 10 antes de colocar los pollos en el galpón se analizaron pH, P total, P soluble, porcentaje de humedad y Contenido Total Bacteriano (CTB), con un segundo análisis al día 7 y 42 de colocadas los pollos. Las variables: peso corporal, consumo alimento, conversión alimenticia fueron tomadas semanalmente a lo largo de seis semanas, de igual forma para los porcentajes de mortalidad que fueron registrados diariamente. El peso de la canal y su rendimiento se midieron al momento de sacrificio (42 días). Tanto al día 7 como al 42 las camas tratadas con 10 y 15 % CaO alcanzaron pH básicos (8.5, 10.2 y 8.4, 8.9 respectivamente) en comparación con el pH de la viruta nueva y la cama usada sin tratar (5.6, 7.7 y 7.7, 8.2 respectivamente) ($P < 0.05$). La viruta nueva mostró los niveles iniciales más bajos de N y P total. Las camas tratadas con CaO presentaron niveles de P soluble más bajo que los otros tratamientos, a lo largo de todo el estudio. En el porcentaje de humedad y CTB no hubo diferencia, donde solo existieron totales no contables para el caso de bacterias aeróbicas. El P total y N presentaron diferencia, donde los valores más bajos se encontraron en las camas tratadas con CaO. El P soluble presentó niveles mas bajos con 10 y 15 % CaO (5.34 y 84.36 ppm) en comparación con la viruta nueva y cama usada (438.13 y 584.30 ppm). En las variables: peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, peso y rendimiento de canal no hubo diferencia entre tratamientos a lo largo de todo el estudio. Se demostró que el uso de CaO para tratar las camas de pollos reduce inicialmente el contenido de microorganismos y de P soluble sin afectar la productividad de los pollos.

Palabras clave: cama usada, conteo total bacteriano, fósforo soluble y gallinaza.

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría	iii
Página de firmas.....	iii
Dedicatorias	iv
Agradecimientos	vi
Resumen.....	vii
Contenido.....	ix
Índice de cuadros	x
Índice de anexos.....	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
2.1 LOCALIZACIÓN.....	3
2.2 ANIMALES.....	3
2.4 MANEJO DE LAS CAMAS	3
2.3 MANEJO DE LOS ANIMALES.....	3
2.4 TRATAMIENTOS	4
2.5 VARIABLES MEDIDAS.....	4
2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	5
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	6
3.1 CONDICIONES DE LA CAMA ANTES DE LA COLOCACIÓN DE LOS POLLOS	6
3.2 DESEMPEÑO DE LOS POLLOS	7
3.3 CONDICIONES DE LA CAMA DESPUÉS DE LA COLOCACIÓN DE LOS POLLOS	9
4. CONCLUSIONES	11
5. RECOMENDACIONES	12
6. BIBLIOGRAFÍA	13
7. ANEXOS.....	15

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Características químicas y microbiológicas de los cuatro tipos de cama para pollos de engorde (10 días antes de ser colocados).....	6
2. Características químicas y microbiológicas de los cuatro tipos de cama para pollos de engorde (un día antes de ser colocados).....	7
3. Peso de los pollos de engorde con los cuatro tipos de cama (g).....	8
4. Consumo de alimento de los pollos de engorde con cuatro tipos de cama (g).....	8
5. Conversión alimenticia de los pollos de engorde con cuatro tipos de cama (g/g)...	8
6. Mortalidad de los pollos de engorde con cuatro tipos de cama (%).....	9
7. Peso de la canal caliente y rendimiento de los pollos de engorde con cuatro tipos de cama.....	9
8. Características químicas y microbiológicas de los cuatro tipos de cama para pollos de engorde (siete días después de ser colocados).....	10
9. Características químicas y microbiológicas de los cuatro tipos de cama para pollos de engorde (42 días después de ser colocados).....	10

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1	Cambios en la temperatura de los cuatro tipos de camas de pollos de engorde (10 días antes de ser colocados).....	15
2	Cambios en el pH de los cuatro tipos de camas de pollos de engorde (1 y 10 días antes de ser colocados).....	16
3	Cambios en el contenido bacteriano de los cuatro tipos de camas de pollos de engorde (1 y 10 días antes de ser colocados).....	16
4	Cambios del fósforo soluble (ppm) de los cuatro tipos de camas de pollos de engorde (1 y 10 días antes de ser colocados).....	17
5	Cambios del fósforo soluble (ppm) de los cuatro tipos de camas de pollos de engorde (7 y 42 días después de ser colocados).....	17
6	Cambios del pH de los cuatro tipos de camas de pollos de engorde (7 y 42 días después de ser colocados).....	18
7	Porcentaje de mortalidad del galpón con base en la temperatura diaria durante los 42 días del experimento.....	18
8	Ingredientes y análisis de aporte de la dieta de pollos de engorde en sus diferentes fases.....	19

1. INTRODUCCIÓN

Por años los granjeros han conocido los beneficios de la utilización del abono animal como fertilizante agrícola para aumentar rendimientos de sus cosecha, sin percatarse de la acumulación de fósforo soluble en el suelo que por lixiviación o escorrentía llega a ríos, lagos y aguas subterráneas causando una alta proliferación de algas y olores putrefactos que afectan la vida acuática (Dean y Smith 1974).

La industria avícola afronta varios problemas debido al crecimiento continuo y la concentración de operaciones, creando problemas de recolección y almacenamiento del abono animal que pueden afectar a las propiedades vecinas. Como consecuencia surge la necesidad de métodos innovadores para recoger, procesar y deshacerse del abono animal y para minimizar el impacto ambiental (Anderson *et al.* 2003).

La cama es el material suave y absorbente distribuido en el piso del galpón que sirve de alojamiento de pollos para recibir todas las excretas y que posee una alta carga microbiana. Para muchos productores es una necesidad reutilizar la cama por varios ciclos consecutivos, lo que es casi una regla en las principales regiones productoras de aves por la baja disponibilidad del material (Paganini 2004).

La EPA (Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.) regula la aplicación de biosólidos que requieren tratamiento para la reducción de patógenos antes de ser aplicados al suelo (USEPA 1999). El CaO ha sido usado para tratar los desperdicios en letrinas, retretes y para el tratamiento químico de aguas servidas antes que el tratamiento biológico se desarrolle (Dean y Smith 1974). El encalado de los biosólidos ha demostrado reducir la solubilidad del fósforo en el producto tratado, el mismo que es transformado a fosfatos de calcio que es menos susceptible a la lixiviación (Penn y Sims 2002).

El CaO eleva el pH de la cama a niveles capaces de imposibilitar la sobrevivencia de las enterobacterias (*E. Coli*, *Salmonella* spp.). Sin embargo, no afecta la bacteria *Clostridium prefringes*, que ha adquirido gran importancia en la avicultura (Paganini 2004).

El CaO reduce la cantidad de bacterias y fósforo soluble en la cama; siendo un proceso rápido, barato y simple de operar, obteniendo un producto de valor económico que es reciclable. El CaO es utilizado para elevar significativamente la temperatura y el pH en los biosólidos, este proceso es causado por una reacción exotérmica entre el agua presente en los biosólidos y CaO produciendo calor ($>70^{\circ}\text{C}$) e hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que eleva el pH a un máximo de 12.4. En el proceso se libera amoníaco que puede re-capturarse si el proceso es diseñado correctamente. El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en presencia de CO_2 se transforma en

caliza, reduciendo el pH a niveles agronómicos aceptables para la aplicación en suelos ácidos (Dean y Smith 1974).

El CaO reduce la incidencia de *Salmonella* sp. a las 24 horas de haberse aplicado (Beltran *et al.* 2003). Incrementos en el pH cercanos a 11 elimina un alto número de bacterias y a un pH de 12 se reduce un alto número de microorganismos patógenos incluyendo sus formas anaeróbicas que causan los malos olores. En un estudio realizado con 10% de CaO (con base en el peso del material de cama) se redujo el contenido bacteriológico de 793,217 a 6,500 unidades formadoras de colonia por gramo de material (ufc/g); además de una disminución del fósforo soluble en el excremento en aproximadamente 90% (Gernat 2004).

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto de la aplicación de CaO como desinfectante sobre el contenido bacteriológico de la cama de los pollos de engorde y la productividad de los pollos al incorporarlo de nuevo como cama.

Y como objetivos específicos evaluar el efecto del CaO sobre características químicas como: nitrógeno, fósforo, fósforo soluble, pH y características físicas como: temperatura y humedad, además de posibles daños en patas y pechugas de los pollos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se desarrolló en la unidad de avicultura de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada a 32 Km. de Tegucigalpa, Honduras; a una altitud de 800 msnm con 24 °C promedio y una precipitación anual de 1100 mm (FAO 2002). La investigación se realizó de febrero a marzo con una segunda repetición de abril a mayo de 2005.

2.2 ANIMALES

Se utilizaron dos lotes de 1,152 pollos de engorde machos y hembras de la línea Hubbard® × Hubbard® de un día de edad adquiridos de una planta de incubación comercial.

2.4 MANEJO DE LAS CAMAS

Diez días antes de ser colocados los pollos en el galpón se procedió a realizar las mezclas de los diferentes tratamientos. La cama fue amontonada en solo lugar donde se le agregó CaO y agua hasta alcanzar un 80 % de humedad. Las camas fueron volteadas por tres ocasiones para tratar de uniformizar el CaO en las camas y para manejar bajos niveles de amoníaco, durante 10 días la cama permaneció bajo sombra para luego ser trasladada a cada uno de los corrales. Durante este periodo se realizaron dos análisis (químico y microbiológico) en el día 1 y 10 antes de ser colocados los pollos.

2.3 MANEJO DE LOS ANIMALES

Los pollos fueron distribuidos aleatoriamente en 16 corrales experimentales de 1.9 × 4 m, a razón de 72 pollos por corral. Los corrales fueron calentados con criaderos a gas. El galpón de costado abierto cuenta con bebederos de “niple” y dos comederos de tolva en cada corral. El agua y alimento fueron ofrecidos *ad libitum*, con un programa de 24 horas de luz.

2.4 TRATAMIENTOS

Se evaluaron cuatro tratamientos (T):

T1 – Testigo (viruta nueva).

T2 – Cama usada (de un año de uso en reproductoras pesadas).

T3 – Cama usada, tratada con 10% de CaO (con base en su peso).

T4 – Cama usada, tratada con 15% de CaO (con base en su peso).

2.5 VARIABLES MEDIDAS

2.5.1 Variables en pollos

VARIABLES ANALIZADAS SEMANALMENTE MEDIANTE EL PESADO DE TODO EL CORRAL PARA CALCULAR LOS DIFERENTES ÍNDICES DE DESEMPEÑO.

- Peso corporal (g).
- Consumo de alimento acumulado (g).
- Conversión alimenticia (g/g).
- Mortalidad (%).

VARIABLES ANALIZADAS AL DÍA DE SACRIFICIO (42 DÍAS) TOMANDO UNA MUESTRA DE 20 POLLOS (10 MACHOS Y 10 HEMBRAS) DE CADA CORRAL.

- Peso canal caliente (g).
- Rendimiento de la canal (%).

2.5.2 Variables en la cama

Los siguientes parámetros fueron analizados al día 1 y 10 antes de ser colocados los pollos y un segundo análisis a los 7 y 42 días de colocadas los pollos. Cada muestra fue recolectada de diferentes sectores del corral para obtener una muestra representativa.

- Conteo total bacteriano (CTB) para bacterias aeróbicas mesófilas.

En el laboratorio de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SENASA).

En el laboratorio de suelos de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), fueron analizados:

- pH, relación muestra/agua 1:1, determinado por potenciómetro.
- Porcentaje de humedad (%), mediante el secado a 60 °C hasta obtener un peso constante.
- Contenido de N (%), procedimiento de Kjeldahl.

- Contenido P total (%), mediante digestión humedad con H_2SO_4 y H_2O_2 , determinado por colorimetría.
- P soluble en agua (ppm), procedimiento relación muestra/agua 1:10, determinado por colorimetría.

2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los cuatro tratamientos se distribuyeron en los 16 corrales experimentales. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con cuatro repeticiones por cada tratamiento. Los resultados se analizaron mediante un Análisis de Varianza (ANDEVA), se utilizó el Modelo Lineal General (GLM) del paquete estadístico “Statistical Analysis System” (SAS 2003). Los datos se agruparon y se analizaron en conjunto. Los datos porcentuales se sometieron a la corrección con la función arco-seno. Para la separación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Diferencia Mínima Significativa. El nivel de significancia exigido fue de $P < 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CONDICIONES DE LA CAMA ANTES DE LA COLOCACIÓN DE LOS POLLOS

En las camas tratadas con CaO (10 y 15 %) el pH aumentó substancialmente y se mantuvo durante 10 días antes de colocar los pollos en el galpón (Cuadros 1 y 2). Estudios realizados demuestran un mayor incremento en el pH de camas tratadas con Ca(OH)₂ en comparación con camas tratadas con sulfato de aluminio (Oliveira *et al.* 2004). Aplicaciones de CaO sobre la cama usada de pollos muestra mayores incrementos en el pH en comparación con Ca(OH)₂ (Anderson (2003). Una comparación entre el día 1 y 10 (Anexo 2) muestra que las camas tratadas con CaO mantienen un pH alcalino con una leve disminución, mientras que en los otros tratamientos se mantiene en similares condiciones a las iniciales. El porcentaje de humedad se redujo entre los días 1 y 10 en las camas tratadas con CaO como consecuencia del calor producido durante las reacciones, encontrándose los mayores porcentajes en los tratamientos de 10 y 15 % CaO en comparación con los otros tipos de cama, debido a que la cama inicialmente contaba con una humedad del 11.6% que necesitaba ser llevada hasta alcanzar un 80% para que pudiera existir la reacción entre el CaO y los sólidos de la cama.

Cuadro 1. Características químicas y microbiológicas de los cuatro tipos de cama para pollos de engorde (10 días antes de ser colocados).

Tratamientos	Variables					
	pH	H (%) ¹	P (%) ²	N (%) ³	PS (ppm) ⁴	CTB (ucf/g) ⁵
Testigo	5.5	13.45	0.02	0.08	8.0	1.4×10 ⁶
CU ⁶	8.5	13.80	0.64	1.14	429.0	1.6×10 ⁶
CU+10%CaO	11.8	36.80	0.75	1.20	19.5	6.0×10 ³
CU+15%CaO	12.0	42.80	0.60	0.99	12.5	1.0×10 ³

¹H= Humedad; ²P= Fósforo; ³N= Nitrógeno; ⁴PS= Fósforo Soluble; ⁵CTB = Conteo total bacteriano; ⁶CU= Cama Usada.

Hubo una leve reducción del contenido de nitrógeno en las camas tratadas con CaO entre el día 1 y 10 antes de ser colocados los pollos, debido a la liberación de amoníaco y mayores porcentajes de fósforo total en las camas usadas. Hubo una reducción del fósforo soluble y el contenido total bacteriano debido a la reacción que producen las altas temperaturas y elevado pH. Pruebas con 10% de CaO muestran una reducción de 793,217 a 6,500 (ufc/g), además de una reducción notable del 90% del fósforo soluble en agua en el caso de 15% CaO (Gernat 2004). Concentraciones de 10 y 15 % de CaO son más eficientes para el control de microorganismos patógenos que 2.5 y 5 % de CaO (Gernat 2004). El CaO en concentraciones de 5 % en la cama reduce el contenido de *Salmonella* spp. casi en su totalidad (Beltran *et al.* 2003). Las reducciones de fósforo soluble son atribuidas a la transformación a fosfatos de calcio, que es menos susceptible ha lavado en el suelo (Penn y Sims 2002).

Cuadro 2. Características químicas y microbiológicas de los cuatro tipos de cama para pollos de engorde (un día antes de ser colocados).

Tratamientos	Variables					
	pH	H (%) ¹	P (%) ²	N (%) ³	PS (ppm) ⁴	CTB (ucf/g) ⁵
Testigo	5.3	10.75	0.02	0.09	12.5	1.0×10 ⁶
CU ⁶	8.2	10.35	1.22	1.18	433.0	7.0×10 ²
CU+10%CaO	9.5	31.95	1.03	0.82	19.5	1.0×10 ²
CU+15%CaO	11.3	31.50	1.04	0.91	2.5	1.0×10 ²

¹H= Humedad; ²P= Fósforo; ³N= Nitrógeno; ⁴PS= Fósforo Soluble; ⁵CTB = Conteo total bacteriano; ⁶CU= Cama Usada.

3.2 DESEMPEÑO DE LOS POLLOS

No hubo diferencia en el peso corporal entre los cuatro tipos de cama (Cuadro 3). Inicialmente se esperaba que las pequeñas cantidades de amoníaco liberados por la cama por efecto del CaO causaran problemas respiratorios o que los residuos de CaO presentes en la cama causaran algún tipo de ampollas en patas y pechugas, variables que fueron eliminadas al no presentar efecto sobre los pollos.

Cuadro 3. Peso de los pollos de engorde con cuatro tipos de cama (g).

Tratamientos	Edad de las aves (días)					
	7	14	21	28	35	42
Testigo	132	356	731	1243	1760	2110
CU ¹	134	355	737	1257	1775	2176
CU+10%CaO	135	357	739	1265	1815	2194
CU+15%CaO	134	347	709	1227	1777	2143

¹CU= Cama Usada.

No hubo diferencia para el consumo de alimento entre los cuatro tipos de cama (Cuadro 4), demostrándose que los residuos de CaO y el bajo nivel de amoniaco liberado no afectan sobre el consumo de alimento.

Cuadro 4. Consumo de alimento de los pollos de engorde con cuatro tipos de cama (g).

Tratamientos	Edad de las aves (días)					
	7	14	21	28	35	42
Testigo	132	500	1101	2030	3040	4008
CU ¹	129	483	1083	2027	3077	4068
CU+10%CaO	128	488	1105	2050	3113	4168
CU+15%CaO	127	473	1065	1994	3028	4033

¹CU= Cama Usada.

No hubo diferencia en la conversión alimenticia entre los cuatro tipos de cama (Cuadro 5). Las conversiones fueron similares a la cama testigo que contaba con una cama totalmente nueva, demostrándose que no existe ningún efecto del CaO sobre el consumo de alimento y peso corporal. La calidad de la cama es el factor más importante para que los pollos demuestren todo su potencial de desempeño, cuando la cama no presenta condiciones favorables el pollo muestra un bajo rendimiento (Castillo 2001).

Cuadro 5. Conversión alimenticia de los pollos de engorde con cuatro tipos de cama (g/g).

Tratamientos	Edad de las aves (días)					
	7	14	21	28	35	42
Testigo	0.97	1.40	1.51	1.63	1.73	1.90
CU ¹	0.97	1.36	1.47	1.61	1.73	1.87
CU+10%CaO	0.95	1.37	1.49	1.62	1.72	1.90
CU+15%CaO	0.95	1.36	1.50	1.63	1.71	1.88

¹CU= Cama Usada.

No hubo diferencia en la mortalidad entre los cuatro tipos de cama (Cuadro 6), lo cual demuestra que el CaO no afecta el ciclo del pollo. Las mortalidades acumuladas a la sexta semana presentan valores cercanos al 6%, que son atribuidos a las altas temperaturas (37 °C) durante el estudio.

Cuadro 6. Mortalidad de los pollos de engorde con cuatro tipos de cama (%).

Tratamientos	Edad de las aves (días)					
	7	14	21	28	35	42
Testigo	0.68	0.86	1.03	1.88	3.42	4.97
CU ¹	0.34	0.51	0.86	1.71	2.74	5.65
CU+15%CaO	0.34	0.69	1.20	2.05	4.11	5.99
CU+15%CaO	1.25	1.88	1.88	2.05	4.45	5.99

¹CU= Cama Usada.

No hubo diferencia para el peso canal caliente y rendimiento de la cana (Cuadro 7). Donde la baja liberación de amino, pH alcalino y los pequeños residuos de CaO a lo largo del ciclo de producción no ejercieron ningún efecto sobre las características desempeño para los cuatro tipos de cama.

Cuadro 7. Peso de la canal caliente y rendimiento de los pollos de engorde con cuatro tipos de cama.

Tratamientos	Peso canal caliente (g)	RC (%) ¹
Testigo	1529.6	72.1
CU ²	1562.1	71.6
CU+10%CaO	1577.4	72.3
CU+15%CaO	1525.3	71.3

¹RC= Rendimiento en Canal; ²CU= Cama Usada.

3.3 CONDICIONES DE LA CAMA DESPUÉS DE LA COLOCACIÓN DE LOS POLLOS

Siete días después de colocadas los pollos (Cuadro 8), se encontró diferencias ($P < 0.05$) en el pH y la humedad. Las camas con 10 y 15 % CaO muestran mayor alcalinidad y mayor contenido de humedad por la aplicación de agua al preparar la mezcla. El contenido de P y N presentó diferencia ($P < 0.05$) entre tratamientos, la cama nueva mostró menor porcentaje en comparación con los otros tratamientos. El P soluble (ppm) fue menor ($P < 0.05$) en las camas con 10 y 15 % CaO, debido a la formación de fosfatos de calcio (Penn y Sims 2002). En el CTB no hubo diferencia ($P > 0.05$) entre tratamientos.

Cuadro 8. Características químicas y microbiológicas de los cuatro tipos de cama para pollos de engorde (siete días después de ser colocados).

Tratamientos	Variables					
	Ph	H (%) ¹	P (%) ²	N (%) ³	PS (ppm) ⁴	CTB (ucf/g) ⁵
Testigo	5.60 ^d	5.69 ^c	0.11 ^b	0.44 ^c	137.9 ^b	3.11×10 ⁶
CU ⁶	7.65 ^c	5.80 ^c	1.13 ^a	0.89 ^b	445.5 ^a	7.57×10 ⁶
CU+10%CaO	8.85 ^b	14.58 ^b	1.14 ^a	0.95 ^b	44.5 ^c	1.18×10 ⁸
CU+15%CaO	10.17 ^a	21.85 ^a	1.04 ^a	1.20 ^a	16.9 ^c	9.85×10 ⁵

^{abcd} Medias con letra diferente entre columnas tienen diferencia a una ($P < 0.05$).

¹H= Humedad; ²P= Fósforo; ³N= Nitrógeno; ⁴PS= Fósforo Soluble; ⁵CTB = Conteo total bacteriano; ⁶CU= Cama Usada.

A los 42 días (Cuadro 9), el pH fue diferente ($P < 0.05$) entre tratamientos y alcalino en todos los casos, lo que se atribuye a la acumulación del material fecal con un pH que oscila entre neutro y poco alcalino. No hubo diferencia en el contenido de humedad ($P < 0.05$), debido a que la humedad fue removida por efecto de la ventilación en el galpón. Los porcentajes de P y N fueron más bajos ($P < 0.05$) en la cama nueva en comparación con los otros tratamientos, lo que se atribuye a la existencia inicial de P y N de la cama usada y a los cambios estructurales de las camas tratadas con CaO, que reducen el contenido de materia orgánica¹. El P Soluble (ppm) disminuyó ($P < 0.05$) en los tratamientos con 10 y 15 % CaO, ya que los residuos de CaO en la cama siguen transformando el fósforo soluble en fosfato de calcio. En el CTB no hubo diferencia ($P > 0.05$) entre los tratamientos. La presencia de materia fecal, amonio y pH alcalinos en la cama son condiciones favorables para el crecimiento de la mayoría de microorganismos (Castillo 2001) y los microorganismos que sobreviven a la desinfección adquieren cierta resistencia al proceso, activando su potencia genético de multiplicación.

Cuadro 9. Características químicas y microbiológicas de los cuatro tipos de cama para pollos de engorde (42 días después de ser colocados).

Tratamientos	Variables					
	pH	H (%) ¹	P (%) ²	N (%) ³	PS (ppm) ⁴	CTB (ucf/g) ⁵
Testigo	7.65 ^c	13.92 ^a	0.95 ^c	3.01 ^a	584.3 ^a	TNC ⁶
CU ⁷	8.12 ^b	11.75 ^a	1.27 ^a	2.13 ^b	438.1 ^a	TNC ⁶
CU+10%CaO	8.38 ^{ab}	12.31 ^a	1.17 ^{ab}	1.92 ^b	15.3 ^b	TNC ⁶
CU+15%CaO	8.53 ^a	12.96 ^a	1.14 ^b	1.85 ^b	84.4 ^b	TNC ⁶

^{abc} Medias con letra diferente entre columnas tienen diferencia a una ($P < 0.05$).

¹H= Humedad; ²P= Fósforo; ³N= Nitrógeno; ⁴PS= Fósforo Soluble; ⁵CTB = Conteo total bacteriano; ⁶TNC= Total No Contable; ⁷CU= Cama Usada.

4. CONCLUSIONES

El CaO como desinfectante en la cama de pollos de engorde redujo el contenido bacteriano inicial.

No hubo efecto del CaO en el desempeño de los pollos.

El CaO redujo el contenido de fósforo soluble en la cama durante el experimento.

Las camas tratadas con CaO tuvieron un pH más alcalino a lo largo del experimento que los otros tratamientos.

5. RECOMENDACIONES

Realizar un estudio para evaluar el efecto de camas tratadas con CaO como fertilizante en suelos ácidos.

Realizar un estudio con porcentajes mayores a 15 % de CaO para evaluar si existe mayor o menor control sobre las características de la cama.

6. BIBLIOGRAFÍA

Anderson, K; Maguire, R; Wineland, M; Grimes, J; Hesterberg, D; Gernat, A. 2003. Quicklime treatment of manure to protect water quality by disinfecting and reducing phosphorus solubility. *Poultry Science Journal*.

Anderson, K; Wineland, M; Keener, K. 2003. Mineral separation of quick lime treated layer manure, mortalities and by-products as a potential feed ingredient for poultry. *Poultry Science Journal*.

Beltran, R; Bennet, D; Byrd, J; Caldwell, D; Hargis, B; Higgins, S; Moore, R. 2003. Effects of lime on *Salmonella enteritidis* survival In Vitro. *J. Appl. Poult. Res.* 12:65-68.

Dean, R; Simth, J. 1974. Disposal and Recycling of Wastewater Sludges Containing Lime. Third International Lime Conference Berlín, Germany.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2002. Perfiles Hídricos por país. El riego en Honduras (en línea). Consultado el: 15 de agosto del 2005. Disponible: www.fao.org/Regional/LAmerica/paises/h2o/honduras.htm

Gernat, A; Wineland, M; Anderson, K; Grimes, J; Maguire, R. 2004. The use of calcium oxide (quicklime as a treatment and disinfectant for poultry manure, mortalities and by-products. *Poultry Science Journal*.

Paganini, F. 2004. Reutilización de cama en la producción de broilers: Por qué, Cuándo y Cómo hacerlo. *Avicultura Profesional*. 22(5):18-21.

Penn, J; Sims J. 2002. Phosphorus forms in biosolids-amended soils and losses in runoff: Effects of wastewater treatment process. *J. Environ. Qual.* 31:1349-1361.

USEPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1999. Biosolids generation, use, and disposal in the United State.

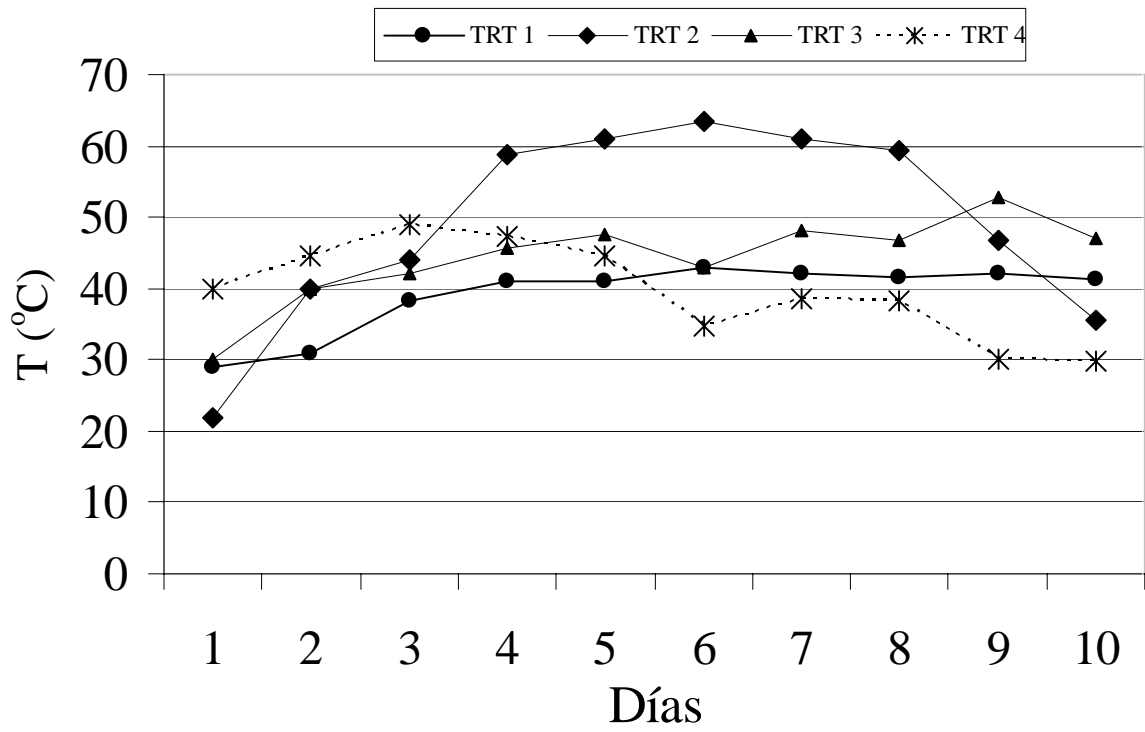
Castillo, M. 2001. Algunas consideraciones y alternativas al momento de reutilizar la cama en avicultura (en línea). Consultado 10 jun 2005. Disponible en: <http://www.pcca.com.ve/va/articulos/va38pag29.html>

Oliveira, M; Ferreira, H; Cancherini, L. Efeito de condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango (en línea). Consultado 10 jun 2005. Disponible en: <http://www.scielo.br/scielo.p>

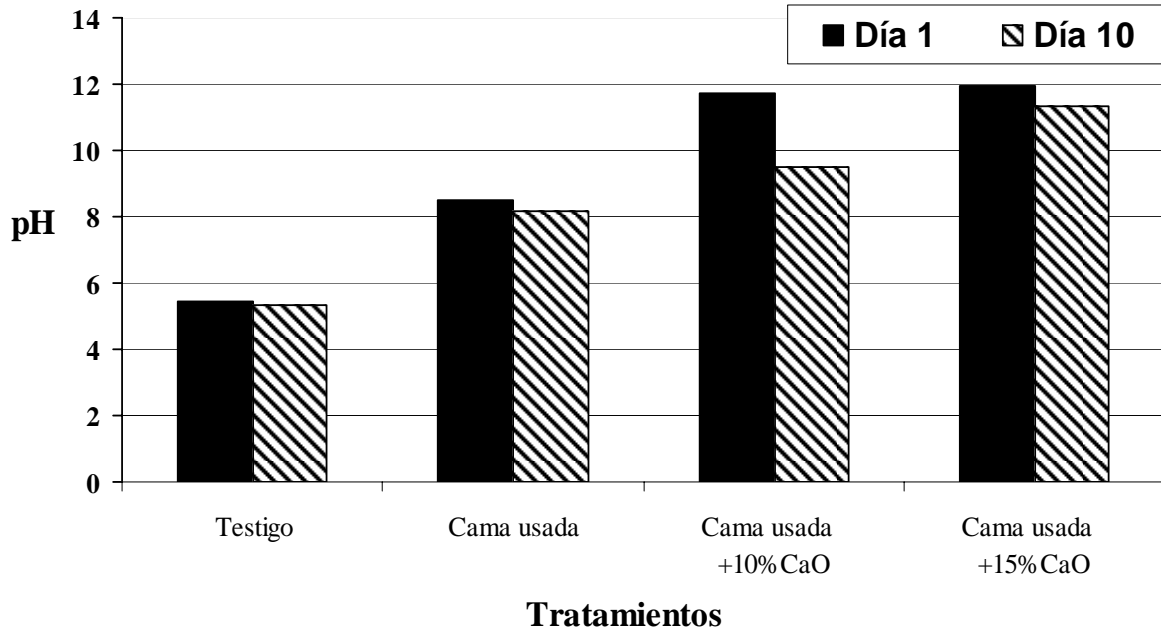
SAS Institute. 2000. SAS user guide: statics. Versión 8.0 Edition "SAS institute Inc". Cary, NY.

7. ANEXOS

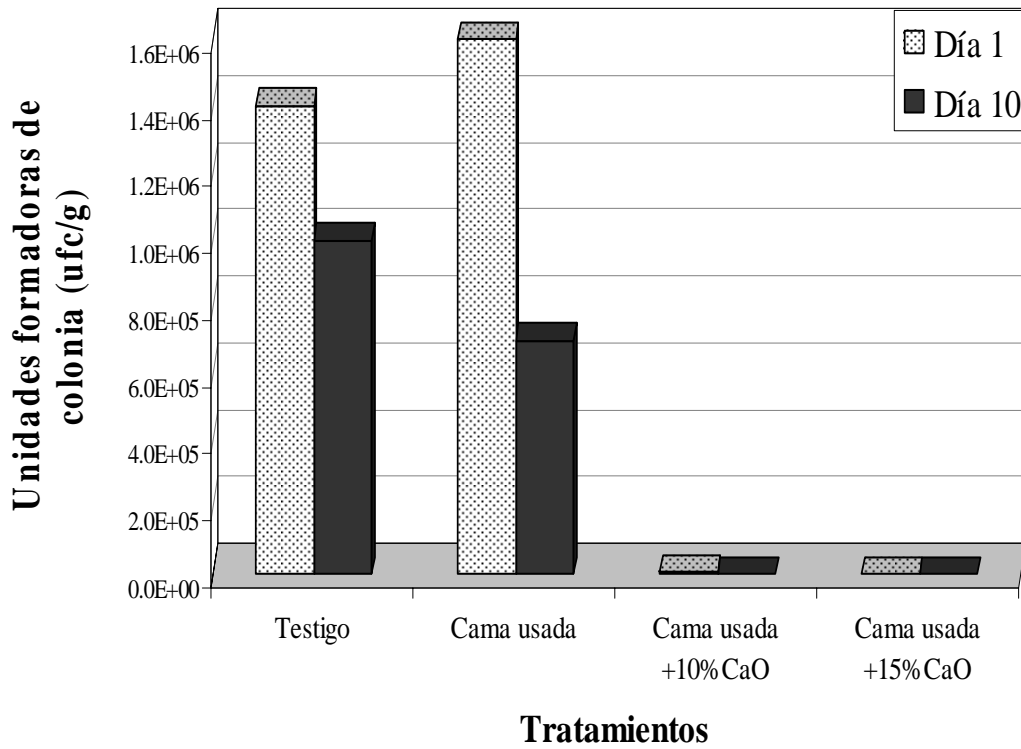
Anexo 1. Cambios en la temperatura de los cuatro tipos de camas de pollos de engorde (10 días antes de ser colocados).



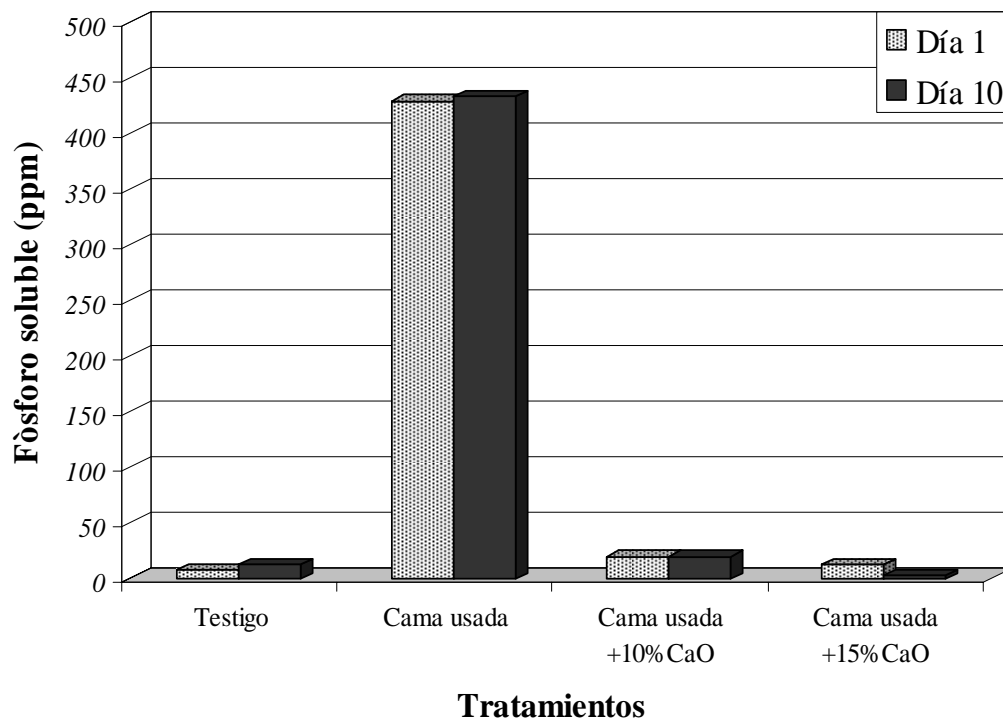
Anexo 2. Cambios en el pH de los cuatro tipos de camas de pollos de engorde (1 y 10 días antes de ser colocados).



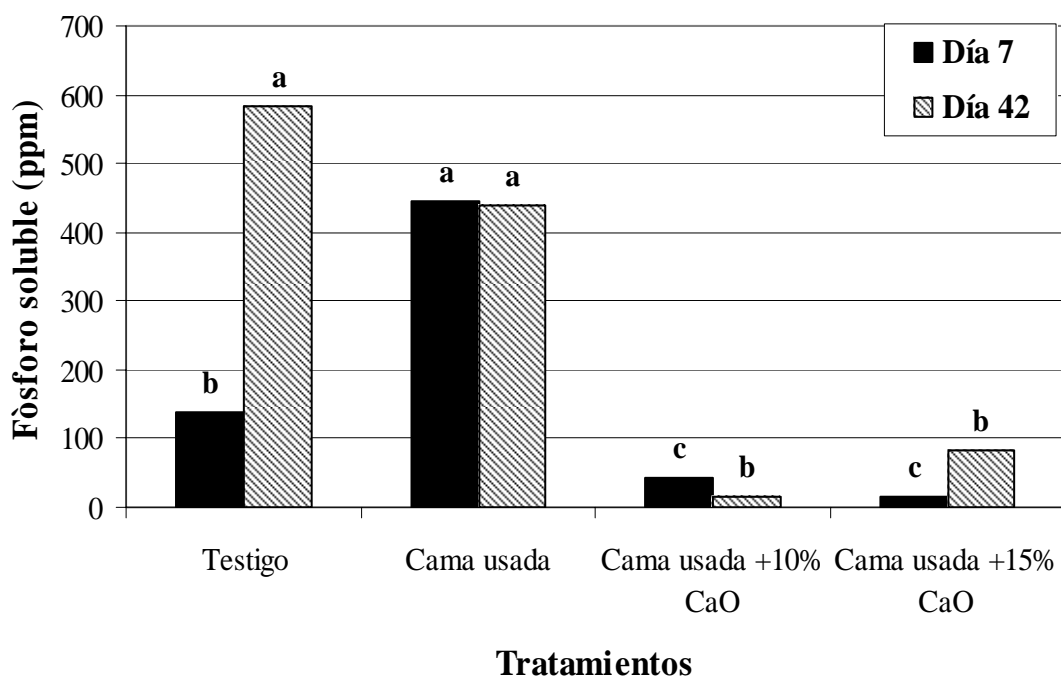
Anexo 3. Cambios en el contenido bacteriano de los cuatro tipos de camas de pollos de engorde (1 y 10 días antes de ser colocados).



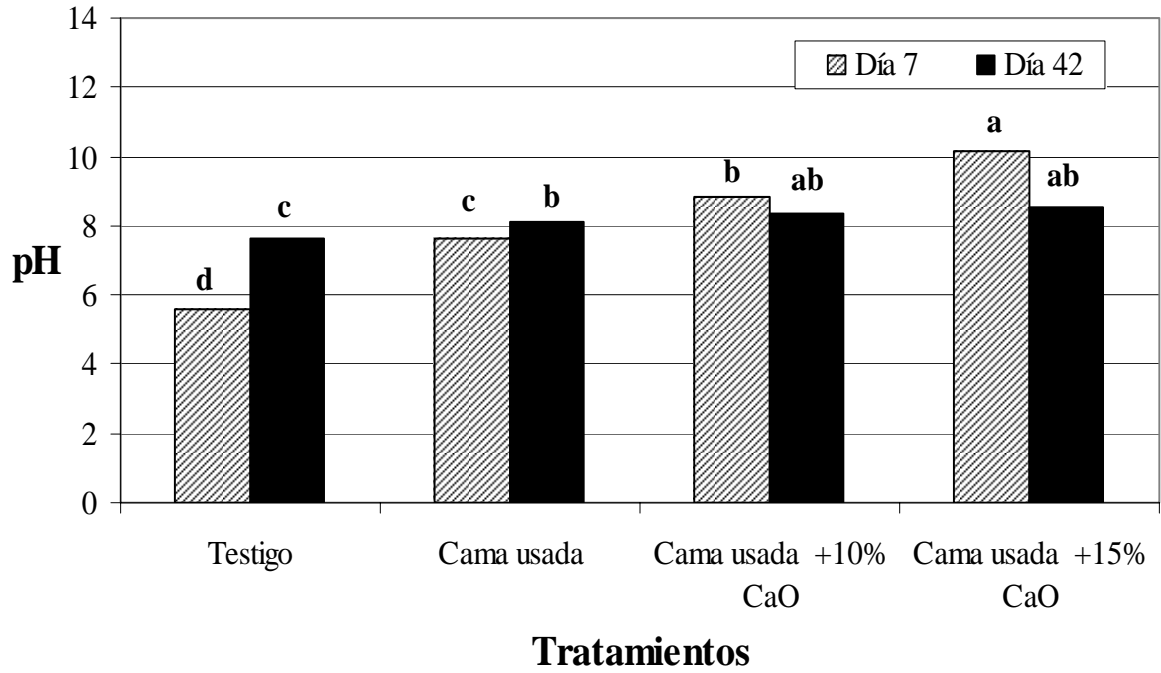
Anexo 4. Cambios del fósforo soluble (ppm) de los cuatro tipos de camas de pollos de engorde (1 y 10 días antes de ser colocados).



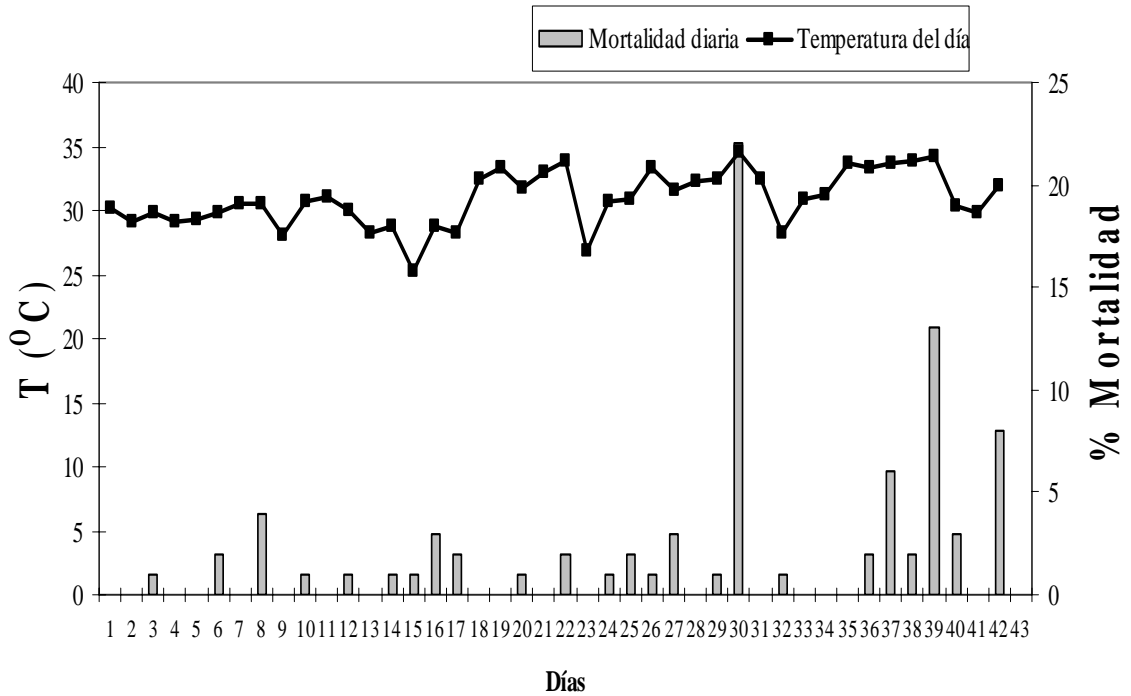
Anexo 5. Cambios del fósforo soluble (ppm) de los cuatro tipos de camas de pollos de engorde (7 y 42 días después de ser colocados).



Anexo 6. Cambios del pH de los cuatro tipos de camas de pollos de engorde (7 y 42 días después de ser colocados).



Anexo 7. Porcentaje de mortalidad del galpón con base en la temperatura diaria durante los 42 días del experimento.



Anexo 8. Ingredientes y análisis de aporte de la dieta de pollos de engorde en sus diferentes fases.

	Inicio 0-21 d	Crecimiento 21-35 d	Engorde 34-42 d
Ingredientes	------(%)-----		
Maíz	51.5	57.4	62.6
H. de Soya	39.3	33.9	28.7
Carbonato Ca	1.76	1.64	1.57
Fosfato Dicalcico	1.48	1.38	1.05
NaCl	0.39	0.39	0.3
Prem. Vit+Min	0.25	0.25	0.25
Oxitetraciclina	0.01	0.01	0.01
Salinomicina	0.05	0.05	0.05
Aceite Vegetal	5.10	4.83	5.26
DL-Metionina	0.16	1.15	1.12
Análisis Calculado			
Proteína (%)	22.0	20.0	18.0
ME kcal/kg	3080	3131	3215
Ca	1.07	1.00	0.90
P disponible	0.46	0.43	0.35
Metionina+Cisteina	0.91	0.85	0.76
Metionina	0.54	0.51	0.45
Lisina	1.30	1.16	1.01
Treonina	0.93	0.84	0.75
Triptofano	0.31	0.28	0.24